



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Influencia del Sillar en la Mejora de las Propiedades Físico-
Mecánicas del Concreto $f'c= 175 \text{ kg/cm}^2$ para Cercos
Prefabricados, Arequipa 2021”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Quispe Ticona, Samuel (ORCID: 0000-0001-7450-7611)

ASESOR:

Dr. Ing. Vargas Chacaltana, Luis Alberto (ORCID: 0000-0002-4136-7189)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LIMA – PERU

2021

Dedicatoria

La presente investigación va dedicada en especial a mi familia, que ellos siempre fueron mi motor y motivo para seguir creciendo profesionalmente, dándome su apoyo emocional incondicionalmente durante todo este tiempo, así también quiero dedicar esta tesis a mi familia que siempre tuvieron la plena confianza en mi persona

Agradecimiento

A mi asesor de Tesis Dr. Ing. Vargas Chacaltana Luis Alberto por el apoyo constante y paciente en la guía del desarrollo de la investigación.

A la Universidad Cesar Vallejo por permitirme ser parte de sus profesionales titulados.

A mi familia por brindarme el apoyo incondicional y fortaleza para nunca rendirme en el sendero que fue el de ser un profesional.

A todas las personas que constantemente me dieron aliento de continuar con los estudios y jamás rendirme, así poder lograr este objetivo que se los dedico.

Índice de contenidos

Dedicatoria	i
Agradecimiento	ii
Índice.....	iii
Índice de Tablas	iv
Índice de Figuras.....	vi
Resumen.....	viii
Abstract.....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	5
III. METODOLOGÍA.....	64
3.1. Tipo y diseño de investigación:	65
3.2. Variables y operacionalización:.....	66
3.3. Población, muestra y muestreo.....	67
3.4. Técnicas e instrumento de recolección de datos, validez y confiabilidad... 67	
3.5. Procedimientos	68
3.6. Método de análisis de datos.....	85
3.7. Aspectos éticos.....	85
IV. RESULTADOS	86
V. DISCUSIÓN	111
V. CONCLUSIONES.....	116
VII. RECOMENDACIONES.....	118
REFERENCIAS.....	120
ANEXOS	125

Índice de Tablas

Tabla 1. Resultados de ensayos de Resistencia a la compresión y Densidad.....	6
Tabla 2. Resultados de Resistencias a la compresión a los 28 días.....	8
Tabla 3. Resultado de la Resistencia a la compresión (PPM).....	11
Tabla 4. Resultado de Resistencia a la Compresión (PPG).....	11
Tabla 5. Resistencia a la compresión de diseño ACI.HS.210+AD.10%.	13
Tabla 6. Resistencia a la Compresión del Método "Chandra y Berntsson" ¹	15
Tabla 7: Cuadro Resumen de Resistencias a la Compresión	17
Table 8: COMPRESSION STRENGTH AT 28 DAYS.....	18
Table 9: Flexural Strength at 28 days.....	18
Tabla 10: Resultados de Densidad y Resistencia a la Compresión	22
Tabla 11: Modulo de Roturas de Resistencia a la Flexión	22
Tabla 12: Resultados de Resistencia a la Compresión	24
Tabla 13: Resultados de Resistencia a la Flexión.....	25
Tabla 14: Tipos de Concretos Ligeros.....	31
Tabla 16: Porcentaje Pasante, Peso Retenido y Factor Adimensional para granulometría ideal para TMN 3/4".....	37
Tabla 17: Porcentaje Pasante, Peso Retenido y Factor Adimensional para granulometría ideal para TMN 1/2".....	38
Tabla 18: Porcentaje Pasante, Peso Retenido y Factor Adimensional para granulometría ideal para TMN 3/8".....	40
Tabla 19: Tipos de Material Volcánico	41
Tabla 20: Resistencia a la Compresión Promedio RNE.....	49
Tabla 21: Consistencia y asentamiento.....	49
Tabla 22: Exigencias aproximadas de agua de mezclado y de contenido de aire	50
Tabla 23: Selección del aire atrapado.....	50
Tabla 24: Relación agua/cemento de diseño	51
Tabla 25: Volumen del agregado grueso	51
Tabla 26: Temperatura Mínima de Concreto Colocado.....	54
Tabla 27: Requisitos de la Varilla de Compactación	57
Tabla 28: Requisitos del Método de Compactación	58
Tabla 29: Requisitos de Moldeado por Varillado.....	58

Tabla 30: Operacionalización de variable independiente	66
Tabla 31: Operacionalización de variable dependiente	66
Tabla 32: <i>Peso mínimo de muestra del agregado grueso o global</i>	70
Tabla 33: <i>Relación entre la longitud y el diámetro de la probeta</i>	83
Tabla 34: <i>Contenido de Humedad del Sillar</i>	90
Tabla 35: <i>Contenido de Humedad de la Piedra Triturada</i>	90
Tabla 36: <i>Contenido de Humedad de la Piedra Triturada</i>	90
Tabla 37: <i>Peso Específico y Absorción del sillar</i>	91
Tabla 38: <i>Peso Específico y Absorción de la Piedra Triturada</i>	91
Tabla 39: <i>Peso Específico y Absorción de la Arena</i>	92
Tabla 40: <i>Peso Específico Suelto y Varillado del Sillar</i>	92
Tabla 41: <i>Peso Específico Suelto y Varillado de la Piedra Triturada</i>	92
Tabla 42: <i>Análisis Granulométrico del Sillar</i>	93
Tabla 43: <i>Análisis Granulométrico de la Piedra Triturada</i>	94
Tabla 44: <i>Análisis Granulométrico de la Piedra Triturada</i>	95
Tabla 45: <i>Propiedades Químicas del Sillar</i>	96
Tabla 46: <i>Diseño de Mezcla de Concreto Convencional de TMN 3/4"</i>	97
Tabla 47: <i>Diseño de Mezcla de Concreto con Sillar de TMN 3/4"</i>	98
Tabla 48: <i>Diseño de Mezcla de Concreto con Sillar de TMN 1/2"</i>	98
Tabla 49: <i>Diseño de Mezcla de Concreto con Sillar de TMN 3/8"</i>	99
Tabla 50: <i>Ensayo de determinación de Asentamiento</i>	101
Tabla 51: <i>Control de Temperatura del Concreto Fresco</i>	102
Tabla 52: <i>Determinación de la Densidad del Concreto</i>	103
Tabla 53: <i>Resistencia a la Compresión a 7 Días, Diseño de Mezcla con P.T...</i>	105
Tabla 54: <i>Resistencia a la Compresión a 7 Días, Diseño de Mezcla con sillar..</i>	105
Tabla 55: <i>Resistencia a la Compresión a 14 Días, Diseño de Mezcla con Piedra Triturada</i>	106
Tabla 56: <i>Resistencia a la Compresión a 14 días, Diseño de Mezcla con Sillar</i>	106
Tabla 57: <i>Resistencia a la Compresión a 28 Días, Diseño de Mezcla con P.T..</i>	107
Tabla 58: <i>Resistencia a la Compresión a 14 Días, Diseño de Mezcla con Sillar</i>	107
Tabla 59: <i>Resumen de Resultados de Resistencia a la Compresión</i>	108
Tabla 60: <i>Ensayos de Resistencia a la Flexión a 28 días</i>	109

Índice de Figuras

<i>Figura 1.</i> Evolución de la resistencia a la compresión vs Edad del diseño ACI.HS.210+AD.10%.....	13
<i>Figura 2.</i> Desarrollo de la resistencia a la Compresión $f'c = 21$ Mpa.....	15
<i>Figura 3.</i> Densidad del concreto con piedra chancada y piedra pómez	17
<i>Figure 4.</i> Variation of the Density of the 3 Designs	19
<i>Figure 5.</i> compressive strength results of the 3 designs	19
<i>Figura 6.</i> Compressive Strength Results.....	21
<i>Figura 7:</i> Flexural Strength Results	21
<i>Figura 8:</i> Componentes del concreto cemento, agua y agregados	26
<i>Figura 9:</i> Segregación de Columnas Estructura.....	28
<i>Figura 10.</i> Exudación en Losa de Piso.....	29
<i>Figura 11:</i> Pleno proceso de Elaboración de Concreto	29
<i>Figura 12:</i> Curva Granulométrica de Agregado Grueso para Concreto TMN= 3/4" (HUSO 6) Porcentajes Pasantes Mínimos y Máximos	36
<i>Figura 13:</i> Porcentaje intermedio para TMN 3/4" (HUSO 6).....	36
<i>Figura 14:</i> Curva Granulométrica de Agregado Grueso para Concreto TMN= 1/2" (HUSO 7) Porcentajes Pasantes Mínimos y Máximos	37
<i>Figura 15:</i> Porcentaje intermedio para TMN 1/2" (HUSO 7).....	38
<i>Figura 16:</i> Curva Granulométrica de Agregado Grueso para Concreto TMN= 3/8" (HUSO 8) Porcentajes Pasantes Mínimos y Máximos	39
<i>Figura 17:</i> Porcentaje intermedio para TMN 3/8" (HUSO 8).....	39
<i>Figura 18:</i> Variedad de Aditivos para el Concreto	41
<i>Figura 19:</i> Clasificación de rocas y depósitos piroclásticos.....	42
<i>Figura 20:</i> Canteras de Sillar en Añashuayco – Arequipa.....	43
<i>Figura 21.</i> Vista Satelital de la Cantera Añashuayco	45
<i>Figura 22.</i> Paneles de Muros Prefabricados	46
<i>Figura 23:</i> Cerco Prefabricado	47
<i>Figura 24.</i> Placas prefabricadas empaquetadas en planta	48
<i>Figura 25:</i> Determinación del asentamiento del concreto	54
<i>Figura 26.</i> Medición de Temperatura 25.8 °C se encuentra dentro del rango	55
<i>Figura 27.</i> Olla de Washington	57
<i>Figura 28.</i> Desmolde de probetas de concreto de 100mm x 200 mm.....	59

<i>Figura 29.</i> Cámara de Curado Normalizado.....	60
<i>Figura 30.</i> Poza de Curado Normalizado	60
<i>Figura 31.</i> Poza de Curado en Obra	61
<i>Figura 32:.</i> Tipos de Fractura Típicas.....	61
<i>Figura 33.</i> Ensayo de Resistencia a la Compresión.....	62
<i>Figura 34.</i> Ensayo cuando la carga se aplica al punto medio	63
<i>Figura 35:</i> Molde para el ensayo de descenso de cono	79
<i>Figura 36:</i> Lugar de estudio A.H. APIPA Sector 16 – Cerro Colorado	88
<i>Figura 37:</i> Ubicación de la Región de Arequipa	88
<i>Figura 38.</i> Horno de Laboratorio, para determinar contenido de Humedad	91
<i>Figura 39.</i> Muestra de Sillar para Ensayo de Peso específico Varillado	93
<i>Figura 40.</i> Curva Granulométrica del Sillar	94
<i>Figura 41.</i> Curva Granulométrica de la Piedra Triturada.....	94
<i>Figura 42.</i> Curva Granulométrica del Agregado Fino (arena)	95
<i>Figura 43.</i> Proceso de Agitación de Tamices.....	95
<i>Figura 44:</i> Volúmenes para 1 metro cubico de concreto	99
<i>Figura 45.</i> Elaboración de Probetas Cilíndricas de concreto.....	100
<i>Figura 46.</i> Probetas y Prismas de Concreto.....	100
<i>Figura 47.</i> Asentamiento del Concreto Fresco	101
<i>Figura 48.</i> Determinación del Asentamiento del Concreto Fresco	102
<i>Figura 49.</i> Control de Temperatura del Concreto Fresco	102
<i>Figura 50.</i> Determinación de la Temperatura del concreto	103
<i>Figura 51.</i> Densidad del Concreto de los 4 Diseños de Mezcla	103
<i>Figura 52.</i> Retiro de Probetas de Poza de Curado.....	104
<i>Figura 53.</i> Resistencia a la Compresión a 7 días, de los 4 diseños	105
<i>Figura 54.</i> Resistencia a la Compresión a 14 días, de los 4 diseños	106
<i>Figura 55.</i> Resistencia a la Compresión a 7 días, de los 4 diseños	107
<i>Figura 56.</i> Evolución de la Resistencia del Concreto en el tiempo.....	108
<i>Figura 57.</i> Resumen de Resistencia a la Compresión	108
<i>Figura 58.</i> Resistencia a la Flexión de los 4 Diseños de Mezcla.....	109
<i>Figura 59.</i> Equipos de Compresión y Flexión.....	110
<i>Figura 60.</i> Prensa Hidráulica para Ensayo de Resistencia a la Compresión	110

Resumen

La presente investigación se sitúa en la ciudad de blanca de Arequipa, esta tiene como principal objetivo determinar la Influencia del Sillar en la mejora de las propiedades físico-mecánicas del concreto $f'c= 175 \text{ kg/cm}^2$ para cercos prefabricados, Arequipa 2021, el agregado grueso será reemplazado por el sillar, que será extraído de la cantera de Añashuayco Distrito Cerro Colorado - Arequipa

Se determinó las propiedades físico-químicas del sillar, y se optimizo la granulometría de acuerdo a la NTP 400.037 Agregados para Concretos, los ensayos se efectuaron de acuerdo a la NTP y ASTM. El método de diseño de mezcla que se uso fue el del comité ACI 211 (American Concrete Institute), de una consistencia plástica y con un asentamiento de 3" a 4" y sin incorporación de aire

Se elaboró 04 diseños de mezcla, 01 concreto convencional de tamaño máximo nominal de 3/4", 03 concreto con sillar en reemplazo del agregado grueso con tamaños máximos nominales de 3/8", 1/2", 3/4", la resistencia de diseño $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$, para determinar las propiedades físicas se realizó el muestreo, determinación de asentamiento, temperatura y densidad, y para las propiedades mecánicas se realizaron ensayos de resistencia a la compresión a 7,14 y 28 días de edad, y para la flexión se ensayó a los 28 días.

El concreto convencional alcanzo mayor resistencia de $f'c=191.7 \text{ kg/cm}^2$, en comparación de los concretos elaborados con sillar, el mejor diseño fue la que tuvo como tamaño máximo nominal de 1/2", alcanzo una resistencia a la compresión de 178.4 kg/cm^2 , que supero la resistencia de diseño $f'c= 175 \text{ kg/cm}^2$, este concreto si puede usarse con fines no estructurales, y tiene una reducción de la densidad del 10% en comparación del concreto convencional.

Los concretos elaborados con sillar, mostraron mejores resultados a la flexión respecto al concreto convencional, la que fue elaborada con sillar y tamaño máximo nominal de 1/2" alcanzo 59.8 kg/cm^2 , y el concreto patrón alcanzo 37.3 kg/cm^2 , superando al concreto patrón.

Palabras clave: granulometría, sillar, compresión, flexión, tamaño máximo nominal

Abstract

This research is located in the city of Blanca in Arequipa, its main objective is to determine the Influence of ashlar in the improvement of the physical-mechanical properties of concrete $f'c = 175 \text{ kg / cm}^2$ for precast fences, Arequipa 2021, the coarse aggregate It will be replaced by the ashlar that will be extracted from the quarry of Añashuayco Distrito Cerro Colorado - Arequipa

The physicochemical properties of the ashlar were determined, and the granulometry was optimized according to the NTP 400.037 Aggregates for Concrete, the tests were carried out according to the NTP and ASTM. The mix design method used was that of the ACI 211 committee (American Concrete Institute), of a plastic consistency and with a slump of 3 "to 4" and without incorporation of air.

04 mix designs were elaborated, 01 conventional 3/4 "nominal maximum size concrete, 03 concrete with ashlar to replace the coarse aggregate with nominal maximum sizes of 3/8 ", 1/2", 3/4 ", the design resistance $f'c = 175 \text{ kg / cm}^2$, to determine the physical properties, the sampling, determination of settlement, temperature and density was carried out, and for the mechanical properties, compressive strength tests were carried out at 7.14 and 28 days of age, and for the bending was tested at 28 days.

Conventional concrete reached a higher resistance of $f'c = 191.7 \text{ kg / cm}^2$, compared to concrete made with ashlar, the best design was the one with a maximum nominal size of 1/2 ", it reached a compressive strength of 178.4 kg / cm^2 , which exceeded the design resistance $f'c = 175 \text{ kg / cm}^2$, this concrete can be used for non-structural purposes, and has a 10% reduction in density compared to conventional concrete.

The concretes made with ashlar, showed better bending results compared to conventional concrete, which was made with ashlar and a nominal maximum size of 1/2" reached 59.8 kg / cm^2 , and the standard concrete reached 37.3 kg / cm^2 , surpassing the concrete pattern.

Keywords: grain size, ashlar, compression, bending, nominal maximum size

I. INTRODUCCIÓN

A nivel internacional el material que es más usado es el concreto, en el ámbito de la construcción e industria, constituye considerable parte en obras de viviendas e infraestructuras. Hay investigaciones que son relacionadas al concreto en donde el fin común es de darle una mejora, usando menos recursos, o que estos recursos sean accesibles, así también estas investigaciones en muchos lugares ya se vienen aplicando. Los materiales de origen volcánico, son vastos en zonas aledañas donde existan volcanes que hayan erupcionado, en Latinoamérica de acuerdo a las investigaciones relacionadas al tema, los países que cuentan con información de este recurso son Ecuador y Colombia.

A nivel nacional se realizaron investigaciones relacionadas con material de origen volcánico, que se usaron para la fabricación del concreto, sustituyendo los agregados por este material volcánico, que fueron extraídos de los volcanes Tarata, Yucamane y Tutupaca, los investigadores coinciden en que el agregado grueso (piedra triturada) es un recurso no renovable, y que se debe optar por otras alternativas, y que bien darle un uso a estos materiales que se tiene en nuestra superficie terrestre.

A nivel regional, en la región de Arequipa existen canteras de este material volcánico que es el sillar, este material para ser utilizado en el concreto, debe cumplir ciertas características, los investigadores que realizaron estudios al sillar dedujeron que este material es de baja densidad, este recurso es vasto en toda la superficie que se encuentra aledaña al volcán Chachani, la cantera es un atractivo turístico en donde los artesanos realizan obras de arte con este material, en donde en el tallado ocasionan gran cantidad de este residuo y que lo retiran como escombros, que ya no lo usan para nada y lo que genera es una contaminación al medio ambiente, año tras año se viene acumulando estos residuos, y bien que se puede aprovechar este material para los lugareños de la zona en donde tienen su terreno, se puede elaborar concreto con este material, para que puedan cercar su terreno, la cantera de Añashuayco tiene una extensión de más de 18 km

Entre las ventajas primordiales de este concreto liviano, es que tienen un alto poder acústico y térmico, así también que por su menor densidad es más manejable y la reducción en el cemento porque se está disminuyendo la carga muerta, si se le daría uso con fines estructurales.

Es muy importante dar nuevas alternativas de utilización a vuestros recursos, el sillar muy bien puede ser usado como agregado grueso para la elaboración de concreto a así dar mejoría a sus propiedades mecánicas. En el concreto se necesita dar garantía que las estructuras conserven o mejoren sus prestaciones mínimas de servicio y que cumplan la funcionalidad, seguridad y estética, y es por esto que es preciso focalizar el diseño de mezcla de concreto no solo desde la perspectiva resistente, sino también desde la perspectiva durable frente a agentes medioambientales e impetuosos a los que logren estar sometidos y que estupendo sería el de reciclar el sillar para poder conseguir estas propiedades

Es por ello que en la actual investigación científica se ha propuesto como **problema general** lo siguiente: ¿Cómo influye el sillar en las propiedades del concreto de $f'c=175$ kg/cm² para cercos prefabricados, Arequipa 2021?

Problemas específicos: ¿Cómo influye la adición del sillar en las propiedades físicas del concreto $f'c=175$ kg/cm² para Cercos Prefabricados Arequipa 2021?, ¿Cómo influye la adición del sillar en las propiedades mecánicas del concreto de $f'c=175$ kg/cm² para Cercos Prefabricados Arequipa 2021?, ¿Cómo influye la dosificación óptima del sillar en las propiedades del concreto de $f'c=175$ kg/cm² para cercos prefabricados, Arequipa 2021?, ¿Cómo influye las propiedades físico-química del sillar en el concreto $f'c=175$ kg/cm² para Cercos Prefabricados Arequipa 2021?

Justificación de la investigación:

Justificación teórica durante estos últimos tiempos se ha visto el incremento poblacional precipitado y ha hecho que las edificaciones tengan mayores requerimientos y que estas también sean económicas, puesto que las construcciones de cercos perimetrales es un trabajo repetitivo y secuencial, lo que se busca es satisfacer a la normativa con un diseño ideal. Buscando satisfacer

estos requerimientos, también se brindará calidad y seguridad; con el transcurrir de los días las nuevas tecnologías se desarrollan y ayudan a perfeccionar el proceso constructivo sin perjuicio de la calidad. El interés de esta presente investigación reside en que el concreto es el material más usado y más manejado en el rubro de la construcción en las obras civiles que se ejecutan en el Perú. Y se conoce que al variar las características o proporciones de cualquiera de los componentes del concreto esta generaría la variación de sus propiedades, y la que más se estaría comprometiendo a este cambio, sería su resistencia a la compresión.

Justificación metodológica El método de investigación que se utilizara para el desarrollo de este trabajo es el tipo experimental porque se realizara la manipulación de variables, se denomina cuasi porque no son experimentos puros, puesto que ya se tienen antecedentes de investigaciones similares, es muy importante efectuar los procedimientos y estándares metodológicos para ser aplicados en la Ingeniería, con el notable fin de realizar una investigación científica y técnica. El soporte fundamental metodológico radica en el diseño de investigación, puesto que la práctica en campo tendrá un papel importante

Justificación técnica La presente investigación a realizar busca reemplazar el agregado grueso por el sillar reciclado con la finalidad de darle una menor densidad al concreto y que esta debe cumplir la resistencia de $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$, puesto que este concreto será usado para la fabricación de cercos prefabricados perimetrales, empleando el método de diseño de mezclas del comité ACI 211. así como también la aplicación la Normativa NPT y ASTM durante todo el proceso de la investigación.

Justificación social. Los artesanos extractores de sillar, que en el proceso de extracción de este material generan desperdicios, que día estos se vienen acumulando en zonas cercanas a la cantera, y que esto genera una contaminación ambiental, estos desperdicios son el 30% a 40% de toda la producción que generan, y pocos artesanos son los que se dedican a la comercialización de los desperdicios y que se podría decir casi nulo, y es por eso que utilizara este material reciclado y así dar un menor coste en el precio del concreto.

Objetivos:

Objetivo general: Determinar cómo influye el sillar en las propiedades del concreto. de $f'c=175$ kg/cm² para cercos prefabricados, Arequipa 2021.

Objetivos específicos: Determinar las propiedades físicas del concreto con sillar $f'c=175$ kg/cm² para cercos prefabricados Arequipa 2021. Determinar las propiedades mecánicas del concreto con sillar $f'c=175$ kg/cm² para cercos prefabricados Arequipa 2021. Determinar la dosificación óptima para concreto con sillar de $f'c=175$ kg/cm² para cercos prefabricados, Arequipa 2021. Determinar las propiedades físico-químicas del sillar para concreto $f'c=175$ kg/cm² para cercos prefabricados Arequipa 2021.

Hipótesis:

Hipótesis general: El sillar influye en las propiedades del concreto de $f'c=175$ kg/cm² para Cercos Prefabricados.

Hipótesis específicas: El sillar influye en las propiedades físicas del concreto de $f'c=175$ kg/cm² para Cercos Prefabricados, Arequipa 2021. El sillar influye en las propiedades mecánicas del concreto de $f'c=175$ kg/cm² para Cercos Prefabricados, Arequipa 2021. La dosificación influye en la elaboración de concreto con sillar de $f'c=175$ kg/cm² para cercos prefabricados Arequipa 2021. Las propiedades físico-químicas del sillar influyen el concreto $f'c=175$ kg/cm² para cercos prefabricados Arequipa 2021

II. MARCO TEÓRICO

Como **antecedentes internacionales** tenemos a Carrera y Changoluisa (2019) que tuvo como **objetivo** obtener un diseño de mezcla de concreto liviano usando la piedra pómez y la arcilla expandida ambos materiales pertenecientes a Ecuador. Empleando la **metodología** que tuvo un enfoque cuantitativo, nivel descriptivo y del tipo aplicada, y que cuenta con diseño experimental porque se hizo la manipulación de la variable independiente intencionalmente, y se considera que tiene un diseño cuasi-experimental porque se tiene un diseño como patrón para realizar las comparaciones con los demás diseños, en donde se efectúa la variación de la variable independiente. Y como **Resultados** se pudo observar que el hormigón fabricado con arcilla expandida en reemplazo del agregado grueso, con resistencia mínima de diseño de 21 Mpa, llegó a hasta los 22.4 Mpa con edad de 28 días, y el que fue fabricado con piedra pómez tuvo una resistencia de 17.0 Mpa a 28 días de edad, y la que fue fabricada con ripio obtuvo resistencia a la compresión de 39.39 Mpa a los 28 días de edad, todos estos diseños de mezcla tuvieron una adición de aditivos, que fueron el Aer Rmc que es un incorporador de aire y el Viscocrete que es un superplastificante. El tamaño máximo nominal del agregado grueso de concreto fue (TMN=1/2; Arcilla), (TMN=3/4; Piedra Pómez), (TMN=3/4, Ripio)

Tabla 1. Resultados de ensayos de Resistencia a la compresión y Densidad

AGREGADO G.	ARCILLA	PIEDRA POMEZ	RIPIO
1 Día			
F'c (Mpa)	8.74	8.24	9.14
D (T/m ³)	1,37	1,48	2,04
7 Días			
F'c (Mpa)	17.0	15.0	29.13
D (T/m ³)	1,37	1,48	2,04
28 Días			
F'c (Mpa)	22.44	21.04	39.39
D (T/m ³)	1,37	1,48	2,04

Fuente: Carrera y Changoluisa

Y como **Conclusión:** Se tuvo el diseño de mezcla de 02 diferentes concretos livianos, y debido a que el peso específico era menor de los agregados gruesos, y la adición de aditivos que fueron esenciales para alivianar el concreto, y así lograron densidades que oscilan de 1400 kg/m³ a 1500 kg/m³. Se obtuvo el diseño de mezclas de 02 diferentes concretos livianos, gracias a la densidad baja que tienen estos agregados en comparación del agregado grueso convencional, así también

la adición de aditivos fue fundamental para perfeccionar el diseño de mezcla, ambos concretos obtuvieron una densidad de 1400 kg/m³ a 1500 kg/m³. Respecto al contenido de cemento en los 3 diseños de mezclas fueron de la misma cantidad, el concreto liviano alcanzo resistencias a la compresión menores que las del hormigon convencional (Piedra Pómez= 21 Mpa; Arcilla expandida=22 Mpa; Ripio=39 Mpa), estos resultados eran esperados. Los concretos livianos mostraron una excelente evolución de la resistencia a la compresión porque a 01 día de edad ya alcanzaron un 40% de su resistencia mínima, y a los 7 días alcanzaron un 75% de su resistencia mínima, y a los 21 días ya alcanzaron el 100% de su resistencia mínima, estos resultados fueron óptimos porque se tuvo un adecuado diseño de mezclas y correcta elaboración y curado de probetas. El aire incorporado en las mezclas afecto negativamente a la resistencia a la compresión, y por ende se redujo la cantidad agua en la mezcla, para alcanzar un revenimiento de óptimo de acuerdo al diseño se adiciono el Viscocrete, y así obtener resistencias a la compresión que superen la resistencia mínima de 21 Mpa a los 28 días. Así también el adicionar incorporador de aire hizo que baje la densidad en todos los diseños de mezcla elaborados, en pruebas efectuadas con variados porcentajes respecto al peso del cemento se apreció que al 0.1%, el concreto demostró un aumento del aire en cantidad apta cuando se usan áridos livianos logrando un concreto liviano con optimas propiedades mecánicas. Y respecto al VISCOCRETE aditivo plastificante, se pudo apreciar que éste tiene una reacción muy efectiva en cantidades pequeñas; por eso, al 0.20% y 0.30% en relación al peso del cemento fue apta para alcanzar aumentos de revenimiento final de las mezclas en relación de 12 cm +- 2cm, que con una baja relación A/C se alcanzó un concreto manipulable con optima resistencia a la compresión.

López (2018) tuvo como **objetivo** analizar y realizar una comparación de los resultados de la resistencia a la compresión de mezclas de concreto elaborado con agregados alternos y con agregados convencionales, que se realizaron en laboratorio. Aplicando la **Metodología** que tiene enfoque cuantitativo, del tipo aplicada, nivel descriptivo, y que cuenta con diseño experimental porque se hizo la manipulación de las variables independiente intencionalmente. En el periodo de la obtención de los **resultados** se pudo ver en laboratorio que los materiales no

cumplían los parámetros mínimos que establecen la norma del comité 211 del ACI, y es por eso que se pudo ver que las resistencias a la compresión variaron. El material que no cumplía los parámetros mínimos fue la arena de río en donde su módulo de fineza de acuerdo a su ensayo efectuado fue de 3.12 en donde la norma nos indica que su módulo de fineza de estar dentro de 2.4 y 3.0, y otro material también que no cumplía el módulo de fineza con los parámetros mínimos establecidos es de la arena de sílice de 1.4. Los agregados que se utilizaron para la elaboración de las mezclas no tuvieron ningún tipo de alteración, puesto que se efectuó de esta manera para ver cómo se comportan estos materiales sin ser alterados, cabe mencionar que estos materiales no fueron lavados y también se vio la presencia de material orgánico. En la elaboración del concreto simple teniendo como base la norma ACI para su diseño de mezcla, con la finalidad de comparar los resultados de resistencia a la compresión de los materiales usados en sustitución del agregado grueso y fino, para cada diseño se elaboraron 4 probetas de concreto, y con su curado respectivo de acuerdo a la norma, así también estas probetas fueron ensayadas a 7, 14 y 28 días de edad. En base a los resultados que se tuvieron a los 7,14 y 28 días de edad se analizó su comportamiento y viendo cuales fueron las causas que afectaron la resistencia a la compresión.

Tabla 2. Resultados de Resistencias a la compresión a los 28 días

RESISTENCIA A LA COMPRESION A 28 DIAS DE EDAD								
N°	DISEÑO DE MEZCLA		PESO	ALTURA	DIAMETRO	AREA	RESISTENCIA	RESISTENCIA
	AG. FINO	AG. GRUESO	(kg)	(mm)	(mm)	(cm2)	(MPA)	(Kg/cm2)
1	ARENA DE RIO	GRAVA	4.205	212	106	78.54	22.36	228.16
2		POMEZ	3.000	212	106	78.54	8.57	87.47
3		PUMITA	3.470	213	106	78.54	17.24	175.96
4		BASALTO	3.875	212	106	78.54	19.64	200.41
5		ANDESITA	3.980	212	106	78.54	21.96	224.09
6		CUARZO	4.355	212	106	78.54	23.80	242.81
7		GRANITO	4.165	212	106	78.54	17.53	179.53
8		PIZARRA	4.215	210	106	78.54	14.00	142.86
9	ARENA DE SILICE	GRAVA	4.190	212	106	78.54	30.53	311.56
10		POMEZ	2.920	213	106	78.54	6.30	64.30
11		PUMITA	3.628	212	106	78.54	11.09	113.19
12		BASALTO	3.975	213	106	78.54	18.23	186.02
13		ANDESITA	4.060	213	106	78.54	20.55	209.70
14		CUARZO	4.328	212	106	78.54	32.72	333.84
15		GRANITO	4.065	211	106	78.54	18.47	188.44
16		PIZARRA	4.170	212	106	78.54	12.54	127.96

Fuente: López

Y se llegó a la **Conclusión** que el estudio realizado, puede ser una contribución al uso de agregados opcionales para la fabricación de concreto y que sea aplicado en rubro de la construcción. Los ensayos se efectuaron en un laboratorio perteneciente a la Universidad Católica de Cuenca, quienes dieron todas las facilidades y herramientas para realizar este proyecto de investigación. Al momento de efectuar el diseño de mezclas estandarizado para todos los tipos de agregados, se pudo que las mezclas no tenían la homogeneidad requerida, a causa de los parámetros que se obtuvieron de los agregados, el peso específico aparente calculado de los agregados era variados, en el caso de los que tenían el peso específico menor el volumen aumentaba, y en el caso de los que tenían un mayor peso específico disminuía el volumen, y es por eso que ya no había una uniformidad en las mezclas. La mezcla numero 05 será el patrón para realizar las comparaciones con las demás mezclas, esta mencionada mezcla logro una resistencia de 228.2 kg/cm², no cumpliendo la resistencia mínima que es de 300 kg/cm², que solo representaría solo el 76%. Las causas pueden haber sido a falta de una granulometría optima de acuerdo a los parámetros mínimos que nos indica la norma, la arena de rio y grava tenían materia orgánica y lodo. Se puede ver que fue superada por la mezcla numero 03 elaborada con cuarzo y arena de rio que alcanzaron el 80% de su resistencia mínima. La mejor mezcla efectuada fue la que ha sido elaborada con cuarzo y arena de sílice, porque este alcanzo a una resistencia de 333.84 kg/cm² la cual supero su resistencia mínima de 300 kg/cm², si hablamos en porcentajes seria un 111%, seguida del diseño de mezcla elaborado con grava y arena de sílice que alcanzo una resistencia de 311.56 kg/cm², en porcentajes seria el 103%, así también la mezcla elaborada con cuarzo y arena de rio alcanzo una resistencia mínima 242.81 kg/cm², que sería el 81% de la resistencia mínima requerida, y la mezcla elaborada con andesita con arena de rio obtuvo su resistencia a la compresión de 224.09 kg/cm², esto representa el 75% de la resistencia mínima requerida, y se concluye que el agregado fino que tuvo mejor comportamiento es la arena de sílice, y respecto al agregado grueso de acuerdo a los resultados vendría a ser el cuarzo, y las mezclas que alcanzaron resultados bajos son los siguientes: la piedra pómez como agregado grueso y la arena de sílice como agregado fino que solo alcanzo el 64.3 kg/cm² que solo sería el 21% de su resistencia mínima, así también la mezcla elaborada con piedra pómez y arena de rio alcanzo su

resistencia a la compresión de 87.47 kg/cm² y esto solo representa un 29% de la resistencia mínima especificada, todos los diseños de mezclas fueron elaboradas con agregado grueso de TMN de 1”.

Cañarte (2016) tuvo como **objetivo** Efectuar un análisis de ampliación de resistencia a la compresión y durabilidad del concreto ligero utilizando la piedra pómez, estas tuvieron las siguientes dimensiones de 4,76 mm y 9,51 mm y realizar un análisis físico-químico a este agregado. Empleando la **metodología** de la investigación de enfoque cuantitativo, porque se realizó pruebas en laboratorio y sus análisis de los resultados obtenidos fueron numéricos así también datos empleados al problema de esta investigación tienen una naturaleza lineal. Esta investigación también tiene enfoque cualitativo, en el experimento, donde se pudo apreciar y describir particularidades pertenecientes a las muestras, esta investigación tiene un diseño experimental, se manipuló intencionalmente las variables independientes; la manipulación de las variables tuvo efectos sobre una o más variables dependientes en una situación de control. Se obtuvo como **resultados** que el concreto liviano estructural elaborado con piedra pómez en esta investigación su resistencia a la compresión alcanzo hasta 33.0 Mpa, así logrando el fin de la investigación, que es aumentar la resistencia a la compresión del concreto elaborado con piedra pómez, es sustancial darle importancia a las dimensiones, de la forma y tamaño del agregado liviano (piedra pómez), y también a sus propiedades físicas de este material, que son esenciales para la elaboración de este concreto, y respecto a los ensayos químicos de la piedra pómez, realizo el análisis del contenido de pH, presento rango de 7, que corresponde al 2.0%, considera de pH neutro, y en referencia al contenido de cloruros fue de 1.0%, y de salinidad normal, y de acuerdo a estos ensayos este material no contiene sustancias químicas que puedan afectar la durabilidad del concreto.. La saturación de la piedra pómez es importante porque se comprobó que este material absorbe la humedad durante un periodo de 72 horas, y esta es una propiedad que interviene de una forma positiva a partir del fraguado inicial hasta que concluya la fragua final salvaguardando la estructura interna de las probetas cilíndricas de concretos húmedos, porque pasado las 24 horas se realizó el desencofrado y se vio que no contaba con fisuras por las contracciones plásticas. Hay la posibilidad de construir

unas zonas urbanas que tengan suelos con una baja capacidad portante, porque con el concreto que se realizará la construcción tendrá un bajo peso.

Tabla 3. Resultado de la Resistencia a la compresión (PPM)

Concreto Ligero con Piedra Pómez Media (PPM)						
Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)						
Edad	210	%	290	%	390	%
7	111.7	53.0	172.9	60.0	79.6	20.0
7	165.5	79.0	183.6	63.0	286.4	73.0
14	198.6	95.0	229.6	79.0	143.2	37.0
14	202.8	97.0	233.4	80.0	89.1	23.0
28	198.6	95.0	206.0	71.0	103.4	27.0
28	190.4	91.0	252.5	87.0	95.5	24.0

Fuente: Arq. Cañarte

Tabla 4. Resultado de Resistencia a la Compresión (PPG)

Concreto Ligero con Piedra Pómez Grande (PPG)						
Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)						
Edad	210	%	290	%	390	%
7	167.1	80.0	221.90	77.0	279.3	72.0
7	79.6	38.0	176.0	61.0	267.8	69.0
14	194.9	93.0	264.0	91.0	344.3	88.0
14	230.7	110.0	248.7	86.0	271.6	70.0
28	167.1	80.0	229.6	79.0	260.2	67.0
28	159.1	76.0	229.6	79.0	229.6	59.0

Fuente: Arq. Cañarte

Y se llegó a la **conclusión** que a la piedra pómez se le debe realizar ensayos para su control de calidad con la finalidad de tener una granulometría óptima para elaborar un concreto liviano estructural, en donde se inicia con la extracción de este material (piedra pómez), posterior a eso se lleva al laboratorio para su tamizado de forma que haya una retención de los agregados de grandes dimensiones y su respectivo lavado para excluir arcillas u otras sustancias raras, con la granulometría esperada se pasa al control de calidad, y para esto es necesario realizar nuevamente el tamizaje del material para obtener una gradación óptima para efectuar el ensayo. La piedra pómez en su estado seco suele absorber agua una considerable cantidad en la mezcla durante el vaciado y lo que podría generar segregación de la mezcla, esto ocurrió en el primer ensayo y es por eso que se alteró los resultados de la resistencia a la compresión. Y otro factor que influye en el concreto liviano es la temperatura ambiente que afecta en la producción de concreto liviano elaborado con piedra pómez cuando se realiza el proceso de vaciado, cuando se tiene temperaturas que superan los 24 °C; hay gran pérdida de

agua en el concreto, esto ocurre en climas muy cálidos como es el caso de Guayaquil, esta anomalía se vio en el primer ensayo de nuestra investigación. El vibrado del concreto liviano elaborado con piedra pómez es muy esencial, porque con eso se logra que la consistencia del concreto sea homogénea. El concreto ligero elaborado a base de piedra pómez, desde que inició la fragua hasta el desencofrado pasaron las 24 horas, no hubo ningún tipo de fisuras por contracción plástica porque las probetas cilíndricas se encontraban en una poza de curado normalizado que contaba con una temperatura de 24°C. Este material suele absorber agua durante las 24 horas, es el tiempo que tiene de saturación por la humedad. En los ensayos a la compresión que se obtuvo fue de $f'c$ 33 Mpa, esto es algo muy satisfactorio, porque se cumplió con el objetivo de encontrar resistencias a la compresión elevadas y que estas puedan emplearse para la edificación de viviendas. Estos materiales la piedra pómez y piedra caliza, tienen excelentes características mecánicas y físicas para la elaboración del concreto y que cumplan una función estructural, así también en relación a los ensayos químicos realizados a la piedra pómez mostraron que es un material que no contiene sustancias químicas que puedan afectar la durabilidad del concreto.

Como **antecedentes nacionales** tenemos a Quito (2019) tuvo como **objetivo** Obtener concretos de resistencias a la compresión comunes usando el producto residual de la ignimbrita en reemplazo del agregado grueso, usando los métodos del módulo de fineza de los agregados y del comité 211 del ACI, y analizar la durabilidad frente a la exposición de sulfatos, y así también determinar las propiedades físicas del concreto. La **metodología** que se ejecuto fue del tipo aplicada, teniendo un diseño experimental porque se hizo la manipulación de variables independientes y viendo el efecto en la variable dependiente, el diseño de mezcla es para hallar la mezcla más óptima y económica de estos agregados que se usaran, así también el agua cemento y si fuera necesario el uso de aditivos, con el fin de preparar una mezcla que cumpla el requisito de trabajabilidad, que al momento que endurezca el concreto a una velocidad adecuada, obtenga las características de durabilidad y resistencia a la compresión necesarias dependiendo al tipo de construcción que se realizara. Para hallar las proporciones más óptimas, será preciso elaborar diversas mezclas de concreto que sirvan como

prueba. Y sus características de estas mezclas de ensayo deberán mostrar los ajustes que se deben aplicar en una dosificación acorde a las reglas empíricas que se determinaron. Se obtuvo como **resultados** que el concreto es estado fresco, su asentamiento obtuvo de 3" a 4", cumpliendo así la consistencia plástica, y la temperatura tuvo valores desde 15.5°C hasta 17.4°C y respecto a la densidad del concreto tuvo como resultados desde 1811 kg/m³ a 1888 kg/m³, y respecto a las propiedades mecánicas, se vio que dos de los factores que intervienen en la resistencia a la compresión es la incorporación de aditivo a la mezcla y la relación A/C. Tal es el caso donde se puede ver que la utilización del aditivo plastificante en mezclas de concreto efectuados con el método del ACI, por más que se hizo la corrección de humedad del agregado y la absorción de este, y afectó de manera sustancial la resistencia a la compresión, encima aumento el tiempo de fragua del concreto.

Tabla 5. Resistencia a la compresión de diseño ACI.HS.210+AD.10%.

RESULTADOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION			
Relación A/C	Resistencia de diseño f'c (kg/cm ²)	Edad (días)	Resistencia obtenida f'c (kg/cm ²)
0.465	210	7	103.26
		14	115.16
		28	140.28

Fuente: Quito (2019)

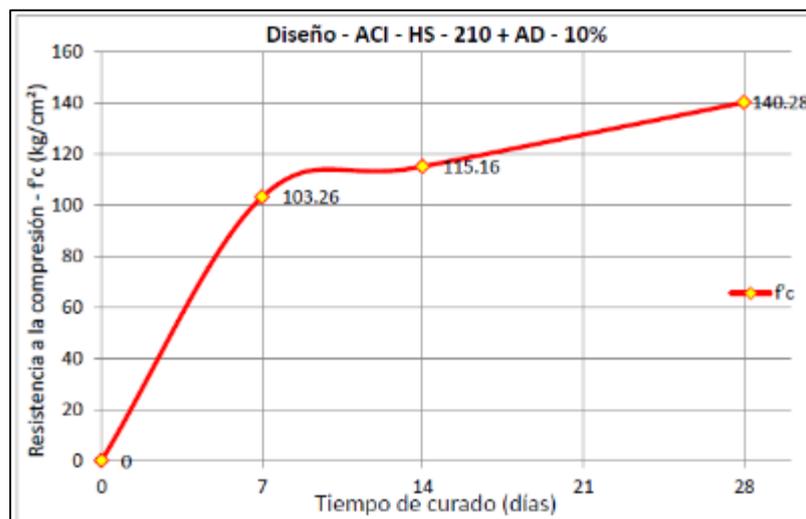


Figura 1. Evolución de la resistencia a la compresión vs Edad del diseño ACI.HS.210+AD.10%.

Fuente: Quito (2019)

Se **concluyó** el diseño que alcanzo los mejores resultados, sustituyendo el agregado grueso por ignimbrita fue de 140kg/cm² usando el método ACI, usando el tipo de cemento HS, y su relación A/C de 0,5, e incorporando aditivo al 0.75% en relación del peso del cemento y reducir el 10% de agua de la mezcla. La fabricación de concreto elaborado con restos de residuo de ignimbrita en reemplazo del agregado grueso, demostraron ser durables frente a los sulfatos. De acuerdo a los resultados obtenidos, el concreto elaborado con residuo de ignimbrita puede ser utilizado como una opción en vez del concreto convencional.

Por su parte, Talavera y Peña (2018) tuvo como **objetivo** hallar una dosificación conveniente, para un diseño de mezcla de concreto optimo en donde se utilice la ignimbrita que proviene de la ciudad de Arequipa así también realizar la aplicación de modelos sostenibles durante la extracción de esta materia prima. La **metodología** de la presente investigación se pudo clasificar según conocimiento en 2 tipos, la primera que fue exploratoria y la segunda correlacional. Pese a que existan gran cantidad de estudios realizados a la optimización del diseño de mezcla, no existe muchas investigaciones relacionadas a la ignimbrita como material para concreto puesto que es un material que no se encuentra en todos lados, solo en zonas donde hubo erupción volcánica, es por es que no sea común, sin embargo, en lugares donde existe este material su explotación es muy extensa. También se le considera como correccional porque este estudia se enfoca en realizar análisis entre ambos agregados y para así determinar el comportamiento en sus diseños de mezcla. Y respecto al enfoque que tiene esta investigación se determina que es del tipo cuantitativa porque se realiza un análisis en forma numérica del manipuleo de las variables, y también el resultado de resistencias a la compresión mostradas por cada muestra que se realizó Al momento de realizar un análisis a la presente investigación en base al diseño, es muy evidente que es del tipo experimental porque para realizar la evaluación de las variables es necesario efectuar ensayos en laboratorio, así como también será necesario realizar un análisis mediante métodos numéricos, con el fin de realizar una regresión polinómica en base a las razones y de la resistencia a la compresión. Y esta investigación tendrá un carácter longitudinal porque necesariamente se tendrá que efectuar una evaluación a la resistencia a la compresión de las muestras de estudios por un lapso de cuatro

semanas equivalentes a 28 días así también realizar un estudio sostenible para que se aproveche este material “ignimbrita” en el presente y en un futuro inmediato. Se alcanzó como **resultado** que los ensayos muestran que existe un ahorro importante a diferencia de otros concretos livianos, respecto a la densidad del concreto así también respecto al costo que podría ocasionar en la elaboración del mismo.

Tabla 6. Resistencia a la Compresión del Método "Chandra y Berntsson"1

METODO CHANDRA Y BERTSSON I			
Tipo del Agregado	Resistencia de Diseño f'_c (Mpa)	Resistencia Obtenida f'_c (Mpa)	EDAD
Delta	21	13.01	7
		14.50	14
		17.99	21
		19.52	28
Ecco	21	9.61	7
		12.58	14
		14.26	21
		16.98	28

Fuente: Talavera y Peña (2018)

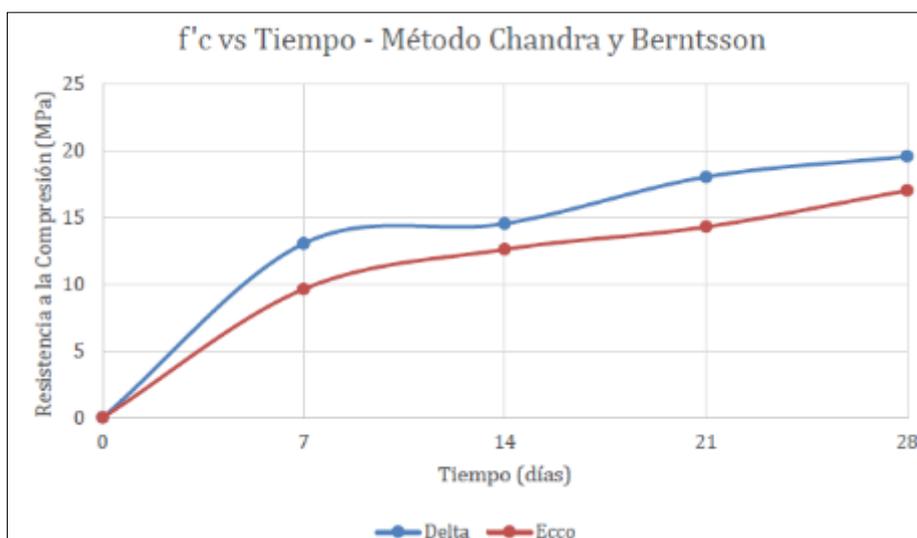


Figura 2. Desarrollo de la resistencia a la Compresión $f'_c = 21$ Mpa

Fuente: Talavera y Peña (2018)

Se **concluyó** que para la dosificación óptima para un diseño de mezclas de concreto se vio que usando la ignimbrita como reemplazo al 100% del agregado grueso debe aplicarse el método de diseño de mezcla de Chandra y Berntsson, se trabajó de manera paralela en donde se alcanzó optimizar teóricamente las dosificaciones de los materiales del concreto, al momento de realizar una evaluación varias combinaciones usando el software de lenguaje Python. Se

tomaron muestras en 5 puntos de la cantera Añashuayco, y se vio que entre estas existía considerable similitud respecto a sus propiedades mecánicas y físicas, en cambio, se presentaron variaciones que afectaron la resistencia a la compresión de forma evidente, hubo diferencias como máximo que se acercaban a los 4.5 Mpa. Se efectuaron 45 diseños de mezclas de concreto utilizando el método de diseño factorial, pero por el comportamiento que se tuvo en estas mezclas de concreto, solo fueron efectivas 27 diseños, y las unidades faltantes se completaron con seis diseños de mezcla utilizando el método de Chandra y Berntsson, los concretos que fueron elaborados utilizando el método factorial no llegaron a alcanzar su resistencia a la compresión del diseño especificado, solo alcanzaron entre un 20% a 40% de la resistencia diseño, empero, utilizando el método de Chandra y Berntsson se obtuvo resistencias a la compresión de porcentajes de 93%, 80% y 73% de las diseños de 21 Mpa, 28 Mpa y 35 Mpa respectivamente. Se pudo demostrar que el concreto liviano elaborado con ignimbrita tiene menor costo en comparación de un concreto liviano convencional, y que oscila entre un 20% a 30% este ahorro que se podría dar si se produce concretos livianos de gran magnitud.

Matamoros (2019), tuvo como **objetivo** principal Determinar cómo influye la piedra pómez en la fabricación de concreto ligero estructural de $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ usando material del departamento de Huancavelica, y realizar la determinación de la dosificación óptima para el diseño de mezcla. La **metodología** de la presente investigación tiene un enfoque cuantitativo porque se hará la cuantificación de los resultados numéricamente y que corresponde al tipo aplicada, porque se diferencia por tener propósitos prácticos bien concretos, y es de nivel explicativo, también presenta un diseño experimental, y tuvo como **resultados**, de los 02 diseños de mezcla, de resistencia de diseño de 175 kg/cm^2 , en donde se tuvo un diseño de concreto patrón, y el otro concreto elaborado con piedra pómez en reemplazo total del agregado grueso, en donde su dosificación para un metro cubico de concreto fue: cemento 269 kg, agua 209 lt, agregado fino 757 kg y agregado grueso (piedra pómez) 835 kg, con esta dosificación se alcanzó el 109% de la resistencia de diseño, y los ensayos efectuados en laboratorio de resistencia a la compresión y densidad, se expresan en la siguiente tabla y figura respectivamente.

Tabla 7: Cuadro Resumen de Resistencias a la Compresión

ID	CLE 7 Días	CPN 7 Días	CLE 14 Días	CPN 14 Días	CLE 21 Días	CPN 21 Días	CLE 28 Días	CPN 28 Días	und
Promedio	139.5	140.97	163.05	165.67	169.1	170.71	190.07	184.32	Kg/cm ²

Fuente: Matamoros (2019)

Nota: CLE: Concreto Ligero Estructural, CPN: Concreto de Peso Normal

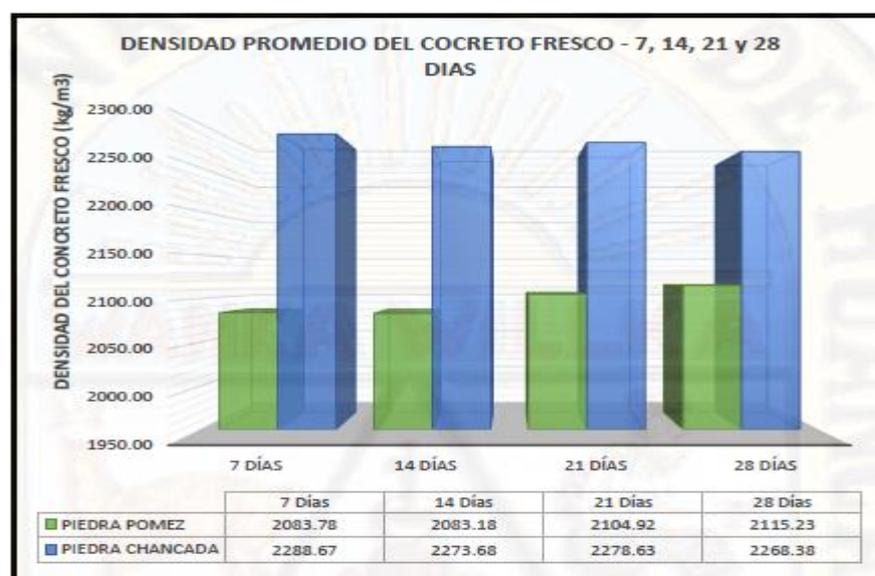


Figura 3. Densidad del concreto con piedra chancada y piedra pómez
Fuente: Matamoros

Y como **Conclusión** respecto a la densidad del concreto elaborado con piedra pómez, alcanzo a 2115,53 kg/m³, esto satisface la norma ASTM C 138, donde indica que se le considera concreto liviano si esta entre el rango de 1842.0 kg/m³ hasta 2483 kg/m³, y la resistencia a la compresión alcanzada fue de 184,32 kg/cm², en donde supere el objetivo de la presente investigación, que la resistencia mínima fue de 175 kg/cm², y que estuvo cerca de alcanzar al concreto patrón que tuvo 190.07 kg/cm².

Como antecedentes en otro idioma tenemos a Govinda, Kannam y Ramial (2017) the **objective** of this research is the evaluation of the mechanical behavior of concrete, using recycled materials that is rubber and construction rubble, the coarse aggregate was replaced by recycled concrete in proportions of 0%, 10%, 20% and 30%, and the coarse aggregate will also be replaced by rubber from recycled tires in the same proportions, and a double combination of rubble and rubber was also made in proportions of 0%, 5% + 5%, 10% + 10% and 15% + 15% , and there will

be a concrete pattern. The research **methodology** has a quantitative approach because the results are quantified, it is of the applied type, explanatory level and has an experimental design. As **results** of the 10 designs that have the nomenclature of CAC (Concrete with Conventional Aggregate), RARC (conventional aggregate + recycled aggregate + rubber), RAC (conventional aggregate + recycled aggregate), RC (conventional aggregate + rubber), in the following tables show the results of compressive and flexural strength.

Table 8: *COMPRESSION STRENGTH AT 28 DAYS*

DESIGNATION	COMPRESSIVE STRENGTH IN N/mm ² AT 28 DAYS
CAC	35,82
RARC-30%	27,14
RC-30%	22,32
RAC-30%	31,05
RARC-20%	29,63
RC-20%	29,19
RAC-20%	31,93
RARC-10%	30,08
RC-10%	31,69
RAC-10%	34,26

Fuente: Govinda, Kannam y Ramial (2017)

Table 9: *Flexural Strength at 28 days*

DESIGNATION	FLEXURAL STRENGTH IN N/mm ² AT 28 DAYS
CAC	4,07
RARC-30%	3,07
RC-30%	2,51
RAC-30%	3,49
RARC-20%	3,18
RC-20%	3,03
RAC-20%	3,69
RARC-10%	3,71
RC-10%	3,42
RAC-10%	3,76

Fuente: Govinda, Kannam y Ramial (2017)

It is **concluded** that the reuse of these recycled materials will conserve the natural aggregates, since they are not renewable, and that in the results it could be seen that the variation is little in the replacement of 10% of the different proportions, it is recommended to use 10% recycled aggregates.

Sadiqul, Das y Sabbir (2020) which **aimed** to evaluate the resistance and density of lightweight concrete made with recycled pumice stone and brick, pumice stone in proportions of 50%, 75% and 100% replacing the coarse aggregate, and find the optimal dosage. The research **methodology** has a quantitative approach because the results are quantified, it is of the applied type, explanatory level and has an experimental design, **results** in the following figure you can see the density variations, the density increases when 50% brick and 50% pumice are placed, and the density is much lower when 100% only pumice stone is replaced. 3 designs were produced LC1 (100% recycled pumice stone), LC2 (75% recycled pumice stone and 25% brick) and LC3 (50% pumice stone and 50% brick)

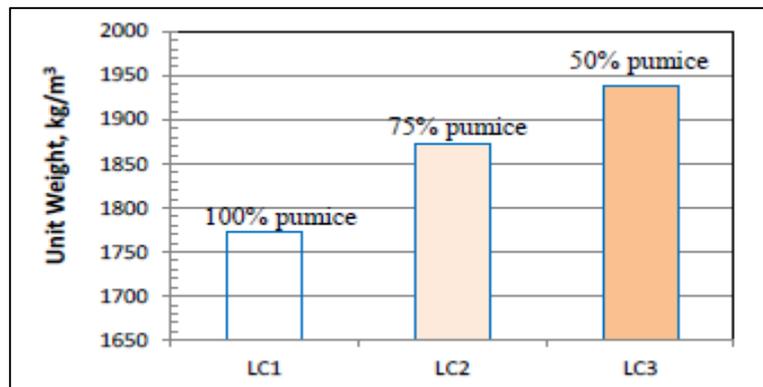


Figure 4. Variation of the Density of the 3 Designs
Fuente: Sadiqul, Das y Sabbir (2020)

And regarding the results of Resistance to compression is shown in the following figure belonging to the 3 designs.

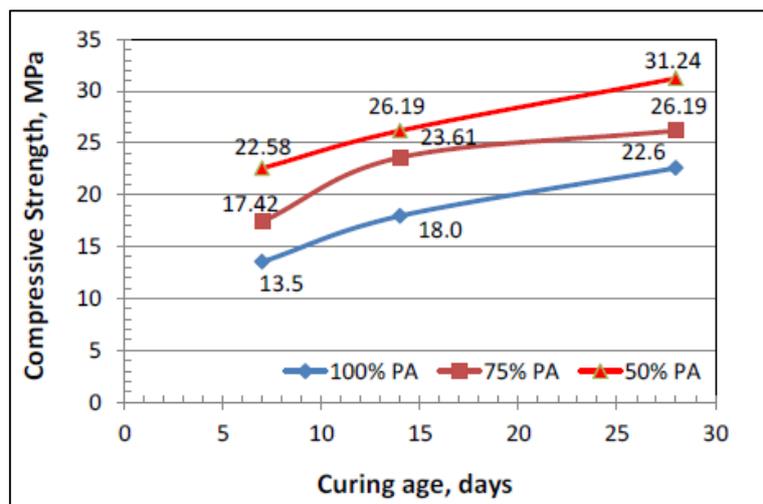


Figure 5. compressive strength results of the 3 designs
Fuente: Sadiqul, Das y Sabbir (2020)

And it was **concluded** that if the pumice stone could be used, but not with structural fixings, if it requires its use for structural purposes, some type of additive must be added so that the resistance can be increased, and based on the results which had the best performance is the one that was added 50% of pumice stone and 50% of brick where it reached 31.24 Mpa at 28 days of age.

Alper & Calis (2019) the **objective** of which was to reinforce the lightweight concrete made with pumice stone with basalt fibers, optimizing the compressive strength by applying the Taguchi method. The **methodology** of this research has a quantitative approach because the results are quantified, it is of the applied type, explanatory level and has an experimental design. The **results** of resistance to compression and flexion were tested at 7,28,90 and 180 days, there were 16 designs of mixtures where the one that had the best result in compression is the LC3 mixture, which was composed of the following proportions: Fine aggregate 791 kg / m³, Pumice stone 400 kg / m³ basalt fiber, volume fraction of 0.75%, ground calcium carbonate 17 kg / m³, cement 153 kg / m³ water 80 kg / m³ superplasticizer 2.50 kg / m³, which reached the maximum compressive strength 17.74 Mpa compared to the standard concrete that reached 17.61, both were tested at 180 days of age, and with respect to flexural strength, the design that obtained the best result was LC6, whose proportions are: Fine aggregate 841 kg / m³, Pumice stone 350 kg / m³ basalt fiber, volume fraction 0.5%, ground calcium carbonate 0 kg / m³, cement 170 kg / m³ water 80 kg / m³ superplasticizer 2.50 kg / m³, this reached a flexural strength of 1.89 Mpa. It is **concluded** that the LC3 design is the one that gave the best result, the more it surpasses the standard concrete, this would be the optimal mix design if the basis of acceptance of the concrete is the compressive strength, and if the parameter acceptance of concrete would be the flexural strength, the LC6 design would be used.

Karthika, Awoyera, Akinwumi, Gobinath, Gunasekaran and Lokesh (2018) **aimed** to produce a concrete partially replacing the conventional coarse aggregate with pumice stone in proportions of 10%, 20%, 30% and 40%, as well as the addition of blast furnace slag and rice husk ash, prepare 9 mix designs using 1 as a standard and determine the mechanical properties of these concretes. The **methodology** of this research has a quantitative approach because the results are quantified, it is of

the applied type, explanatory level and has an experimental design. And as **results**, according to the laboratory tests of the 9 mix designs, where design 1 is the standard concrete, and design 2 (10% pumice + blast furnace slag), design 3 (20% pumice + blast furnace slag), design 4 (30% pumice + blast furnace slag), design 5 (40% pumice + blast furnace slag), design 6 (10% pumice + ash rice husk), pattern 7 (20% pumice + rice husk ash), pattern 8 (30% pumice + rice husk ash), pattern 9 (40% pumice + rice husk ash) of rice).

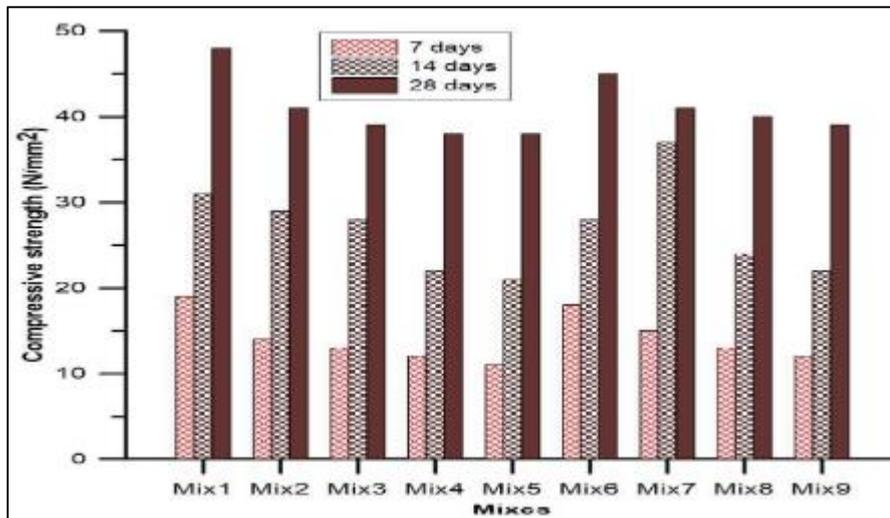


Figura 6. Compressive Strength Results

Fuente: Karthika, Awoyera, Akinwumi, Gobinath, Gunasekaran and Lokesh (2018)

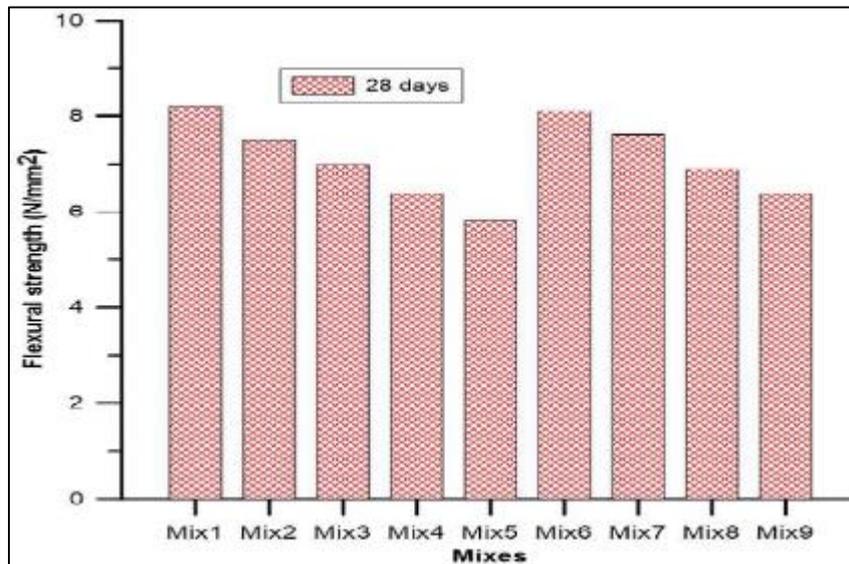


Figura 7: Flexural Strength Results

Fuente: Karthika, Awoyera, Akinwumi, Gobinath, Gunasekaran and Lokesh (2018)

And it is **concluded** that design 1, the standard concrete reached the highest compressive strength, and design 6, which are within the range 45 - 50 N / mm², and regarding flexural strength, designs 6 and 7 showed the best results that are within the range of 6 - 7 N / mm².

Como **antecedentes de Artículos Científicos** tenemos a Baquero, Guiza y García (2019) que tuvo como **objetivo** emplear el uso de materiales no convencionales, que son la arlita y la piedra pómez, efectuando el reemplazo total de los agregados para un concreto liviano, y otros diseños adicionando fibras de polipropileno y humo de sílice y ver su comportamiento de resistencia a la flexión y compresión, el presente artículo tuvo **metodología**, de enfoque cuantitativo, porque se realizó la cuantificación de los resultados de resistencias a la flexión y compresión, y que corresponde al tipo aplicada, porque se diferencia por tener propósitos prácticos bien concretos, y es de nivel explicativo, también presenta un diseño experimental, y tuvo como **resultados**, que se pueden apreciar en las siguientes tablas, que son de la densidad, resistencia a la compresión y flexión, respectivamente.

Tabla 10: Resultados de Densidad y Resistencia a la Compresión

MEZCLA	DENSIDAD (kg/m ³)	RESISTENCIA (Mpa)	MEZCLA	DENSIDAD (kg/m ³)	RESISTENCIA (Mpa)
LIVIANO	1327.2	13.43	LIVIANO SECO	1383.06	15.38
LIVIANO + SILICE	1445.46	17.76	LIVIANO SECO + SILICE	1428.81	17.73
LIVIANO + FIBRA	1470.22	14.51	LIVIANO SECO + FIBRA	1432.08	15.31
LIVIANO + FIBRA Y SILICE	1444.24	17.96	LIVIANO SECO + SILICE Y FIBRA	1453.33	18.41

Fuente: Baquero, Guiza y García (2019)

Tabla 11: Modulo de Roturas de Resistencia a la Flexión

ENSAYO DE FLEXION DE VIGUETAS DE CONCRETO LIVIANO		
MUESTRA	FUERZA (Kn)	Módulo de Rotura (Mpa)
LIVIANO	13.167	2.58
LIVIANO + SILICE Y FIBRA	13.180	2.78

Fuente: Baquero, Guiza y García (2019)

Donde: LIVIANO: Agua + Cemento + Piedra Pómez (Saturado) + Arlita; LIVIANO SECO: Agua + Cemento + Piedra Pómez (Parcialmente seco) + Arlita; FIBRA: Fibra de Polipropileno; SILICE: Humo de Sílice

Y como **Conclusión** llegamos que la fabricación de concreto liviano con arlita y piedra pómez en sustitución de los agregados, se puede optar como una opción sobre los agregados tradicionales que son la grava y arena, porque los resultados de resistencia a la compresión tienen buen comportamiento, y podría ser usado para la producción de paneles, bloques y muros divisorios. Aunque no llego a cumplir lo que indica la norma para que sea usado con fines estructurales, podría hacerse el uso de aditivos y reemplazar parcialmente por estos agregados, para así lograr lo que estipula la norma, haciendo una comparación el concreto convencional con el concreto ligero elaborado con piedra pómez y arlita, existe una reducción del 37% de la resistencia a la compresión, en ambos se empleó un diseño de 21Mpa, y respecto a la densidad, hubo una reducción del 37% en comparación del concreto convencional, lo que se puede deducir que la reducción de vacíos se relaciona con el aumento de resistencia. Con los resultados obtenidos podemos demostrar que la arlita y la piedra pómez pueden ser usados como agregados para la fabricación de concretos livianos.

Ospina, Moreno y Rodríguez (2017) que tuvo como **objetivo** realizar una comparación de concreto producido con mezclas con agregados naturales y concreto elaborado con mezclas de agregados reciclados, en variados porcentajes y que tengan una resistencia a la compresión similares. Los agregados reciclados son producto de la trituración de concreto endurecido desechado y que provienen de laboratorios donde se realiza en control de calidad del concreto. Las muestras fueron probetas pequeñas y vigas que son desechados. La **Metodología** de la presente investigación cuenta con un enfoque cuantitativo, y cuenta con un diseño experimental porque se realizaron ensayos, para ver si es viable o no la implementación del agregado grueso reciclado en la fabricación de concretos con mezcla hidráulica, se harán dos análisis uno que será teórico y el otro económico. Para efectuar el análisis técnico del agregado grueso reciclado, se realizó la recolección de las muestras de concreto del laboratorio y así obtener el agregado grueso mediante la trituración. Se efectuaron ensayos de identificación de los materiales, diseño de mezcla de concreto y ensayos de resistencia a la compresión. De acuerdo a los **Resultados** de resistencia a la compresión de estos concretos, se da validez la recomendación de los autores que realizaron similares

investigaciones en donde indican que la utilización del 100% del agregado reciclado que es reemplazado por el agregado grueso no satisface la necesidad económica ni técnica, también se puede decir que cuando se aplica el 30% de agregados reciclados en reemplazo del agregado grueso nos da una mayor resistencia a la compresión, y se concluye que en base a los ensayos efectuados en laboratorio durante todo el proceso de la investigación, concluimos que el agregado reciclado de concreto presenta desgaste, coeficiente de su forma y una menor densidad en comparación del agregado natural. Los ensayos realizados al agregado reciclado muestran deficientes valores respecto a sus propiedades mecánicas cuando se realiza la comparación con un agregado natural, y a causa de esto cuando se reemplaza al 100% el agregado natural por el agregado reciclado, los ensayos de resistencia a la compresión, tracción y flexión son deficientes en comparación de los concretos que son elaborados con agregados naturales. Se puede efectuar diseños de mezcla con agregados reciclados y que cumplan una resistencia especificada, pero para que se logre este fin es conveniente la adición de más cemento a la mezcla, pero esto hace que se eleve el costo del concreto. Si bien es cierto que, si se aumenta más cemento, también se aumenta su resistencia a la compresión, pero este incremento podría ocasionar patologías al concreto y uno de ellos podría ser el ataque de cloruros. Con la preparación de 3 variedades de diseños de mezcla con su respectiva corroboración de su resistencia a la compresión, tracción y flexión, se determinó que la sustitución de un 30% del agregado natural por el agregado reciclado, muestras resultados eficientes porque muestran diferencias que no son significativas y que podría ser perjudicial al concreto, y que este concreto reciclado se comporta de igual forma que otro concreto tradicional y que ambos pueden ser usados en elementos estructurales.

Tabla 12: *Resultados de Resistencia a la Compresión*

% de Agregado Grueso Reemplazado	Resistencia Promedio (Mpa)
M1-0%	27.41
M2-30%	28.97
M3-100%	22.77

Fuente: Ospina, Moreno y Rodríguez (2017)

Tabla 13: Resultados de Resistencia a la Flexión

% de Agregado Grueso Reemplazado	Módulo de Rotura (Mpa)
M1-0%	3.52
M2-30%	3.47
M3-100%	3.41

Fuente: Ospina, Moreno y Rodríguez (2017)

Y se llega a la **conclusión** que estos resultados determinados que presentan ambos concretos, haciendo comparación de costos, se vio que el concreto reciclado tiene más costo que un concreto convencional, porque al concreto reciclado se le realizado una adición de cemento, pero esto no sería una razón justificable para descartar su utilización, si vemos el costo ambiental que no son considerados por los fabricantes de concreto, porque al final la sociedad es la que asume estos costes.

Morales, Santamaría, Caicedo y Tipán (2018) tuvo como **objetivo** elaborar un concreto liviano y que este sea usado con fines estructurales, y mediante ensayos determinar las propiedades físico-mecánicas del concreto ligero elaborado con piedra pómez, y que estos resultados sean analizados y así efectuar el diseño estructural. La **metodología** de este artículo científico tiene enfoque cuantitativo, porque se realizó la cuantificación de los resultados de resistencias a la flexión y compresión, y que corresponde al tipo aplicada, porque se diferencia por tener propósitos prácticos bien concretos, y es de nivel explicativo, también presenta un diseño experimental, y tuvo como **resultados**, que se realizó un control de la calidad del concreto, de las propiedades físicas (asentamiento y densidad) y a las propiedades mecánicas, se realizaron ensayos de resistencia a la compresión y flexión, respecto a la resistencia a la compresión con edad de 7 días, alcanzo resistencia de 222,1 kg/cm², y 14 días 257,1 y a los 28 días 282,3 kg/cm², y esto representa el 100,7% de la resistencia de diseño que es de 280 kg/cm², y respecto al módulo de rotura de la resistencia a la flexión, de 28 días de edad alcanzo 32.14 kg/cm². Y se llega a la **conclusión** que el reemplazo del agregado convencional por la piedra pómez, tienen buenas propiedades físico mecánicas, y que esta información será útil para otras investigaciones.

Como **bases teóricas** relacionada a las variables tenemos lo siguiente:

El concreto.

Fundamentalmente el concreto es el proceso de mezclado de 02 componentes: pasta de cemento y los agregados, y estos deben contener proporciones adecuadas de acuerdo a su diseño de mezcla especificado. La pasta está preparada con cemento y agua, y esta se adhiere con los agregados, usualmente agregado fino y agregado grueso (piedra triturada con aristas), formando un compuesto parecido a una roca después de su fraguado. Esto sucede porque se endurece la pasta con los agregados, a causa de la reacción química del cemento portland con el agua.



Figura 8: Componentes del concreto cemento, agua y agregados
Fuente: Diseño y Control de Mezclas de Concreto

Habitualmente los agregados (áridos) se dividen en 02 grupos: agregado grueso y fino. Los agregados gruesos son las partículas que tienen un tamaño máximo nominal especificado, dependiendo al uso que se le dará al concreto, si el concreto será colocado en encofrados donde tienen secciones delgadas, se deberá optar por el uso de agregado grueso de menores dimensiones que podrían ser de 1/2 " o menos, este agregado deberá contar con aristas de forma angulosa, esto es para dar una mayor adherencia, y en respecto al agregado fino se debe considerar sus análisis físicos químicos esta no debe contener salitre ni sales, puesto que esto sería perjudicial para el concreto. El concreto con la mejor calidad y será el que tiene el mejor costo. (Patiño & Mendez, 2016 pág. 60)

El tamaño máximo nominal (TMN) del agregado grueso el que es más utilizado de 0.19 cm o 0.25 cm (3/4 pulgadas o 1 pulgada). Y uno de tamaño intermedio, es de 0.95 mcm (3/8 pulgadas) en ocasiones, se adiciona para dar una mejoría a la granulometría en general. (Asociacion de Cemento Portland PCA, 2004)

La pasta está conformada por cemento, agua y aire atrapado o aire incorporado necesariamente (incorporación de aire). Esta pasta forma alrededor del 25% a 40% de volumen total en el hormigon. Entre 7% a 15% sería habitualmente el volumen total del cemento y 14% y 21% sería el volumen del agua. Y el aire atrapado constituye de un 4% has un 6% de este volumen. Los agregados forman parte del 60 por ciento al 75 por ciento en total del volumen general del concreto, su clasificación es significativa. La composición del agregado fino y grueso deben ser conformados con partículas de resistencia mecánica conveniente y tener resistencia a condiciones de exposición, estos materiales que se usaran no deben ocasionar ningún daño al concreto. La granulometría uniforme va de la mano con la pasta de cemento, puesto que estos componentes deben ser apropiados para el uso que se le dará. (Asociacion de Cemento Portland PCA, 2004)

De esta enunciación, damos a conocer que obtendremos un producto híbrido, si se cumple con los requisitos mínimos de estos componentes del concreto.

Al hormigon se le puede adicionar aditivos si fuese necesario, estos deben ser adicionados cuando el concreto este fresco, y otro tipo de aditivos que se aplican en la superficie del concreto cuando este endurecido, esto lograra que el hormigon adquiriera características definidas, de acuerdo a lo que se requiera en obra.

Las características principales son:

TRABAJABILIDAD: esta característica del hormigon obedecen directamente al contenido de agua que contendrá la mezcla de concreto, y el concreto debe tener una consistencia especificada de acuerdo a la finalidad que tendrá el concreto endurecido, porque esto facilitará el mezclado, transporte, colocado y vibrado del concreto para evitar las segregaciones, exudaciones o cangrejas

SEGREGACION: se denomina a este término, cuando el agregado grueso se separa de los demás agregados, esta patología se produce cuando al concreto tiene una consistencia seca y no llega hasta el fondo del encofrado, o puede ser cuando el concreto se vacía a alturas de más de un metro y medio, o también puede ocasionarse por una mala vibración o falta de esta.

Las segregaciones suceden cuando la pasta de cemento y los agregados tienden a separarse y esto hace que generen pequeños vacíos en el proceso de vaciado. Esta falla se podría dar desde la preparación de la mezcla, traslado, vaciado o vibración del concreto. En esto es que el concreto se debilita, no será durable y deja porosidades en el acabado superficial. (Argos, 2013)



Figura 9: Segregación de Columnas Estructura
Fuente: Universidad Militar Nueva Granada

RESISTENCIA: el hormigon tiene resistencia a la compresión y tracción, esta última es reducida, que comúnmente representa del 10% al 20% de la resistencia a la compresión, esto se alcanza a los 28 días posterior vaciado y el curado, y posterior a esto el concreto sigue ganando más resistencia pero ya no considerablemente, cuando el concreto haya llegado a su resistencia de diseño ya se puede asumir que el elemento ya puede entrar en servicio, pero antes de esto el concreto no debe tener ningún tipo de impactos que puedan alterar el elemento ya vaciado, puesto que para determinar la resistencia, se elaboran testigos de concreto que son evidencia del elemento ya vaciado.

EXUDACION: Se da después de que se coloca el concreto dentro del encofrado y que radica en que el agua de la mezcla tiende a ascender a causa de la sedimentación de los ingredientes del concreto, esta falla también se asume que es por el exceso de vibrado. Cuando se tiene exceso de agua en la mezcla y después del vaciado, se produce la exudación en las uniones del encofrado, donde la pasta de cemento se arrastra y dejándolo superficialmente llagada, de aspecto desagradable. (Flores, 2019)



Figura 10. Exudación en Losa de Piso
Fuente: Notas de Concreto

DURABILIDAD: Esta es una propiedad del concreto, que tiene la finalidad de soportar las variaciones climatológicas y químicas a las que estará sometido el concreto, en su periodo de vida útil.



Figura 11: Pleno proceso de Elaboración de Concreto
Fuente: Elaboración Propia

Causas que afectan la trabajabilidad del concreto

La trabajabilidad está relacionado con la plasticidad, esta característica permite que durante el proceso de vaciado no ocurran segregaciones ni exudación en el acabado final. (Neville, 1998). Existen varios factores que intervienen la trabajabilidad del concreto, que son: el contenido de aire, árido fino, cantidad de agua, gradación de los agregados, textura y forma de los agregados y la utilización de aditivos.

Concreto Liviano

Hasta el siglo XIX los romanos fueron los precursores del uso del concreto liviano, utilizando materia volcánica como agregados (Saenz, 2015). En la época del siglo XX se hicieron ensayos a concretos ligeros estructurales, posterior a la Primera Guerra Mundial, se conoció que el concreto Ligero tenía peculiaridades concedidas por las características del agregado ligero bajo en densidad como materia prima; Stephen J. Hayde en 1917 realizo concreto ligero para ser aplicado en estructuras de alto desempeño, el era un productor de ladrillos de Kansas en Estados Unidos, que decidió realizar experimentos con pizarra y arcilla con la finalidad de procesarlo en hornos y como resultado consiguió expandir mencionado material, que posterior a eso se introdujo a la fabricación de cascos de buques en la 1ra guerra mundial (ALIVEN, 2012).

En 1922 en Kansas EE.UU. se construyeron diferentes estructuras utilizando el concreto ligero como por ejemplo esta la ampliación de un gimnasio de Deportes Acuáticos, y en 1928 se construyó un edificio de 14 pisos de una compañía telefónica también en Kansas, y se analizó la cimentación y se vio que este edificio podría soportar 8 pisos más, es más que sería construido con concreto convencional, pero se optó aumentar 14 pisos más pero con concreto. (Hou, 2009 pág. 55). Ahora en la actualidad hay variedad de concretos livianos, pueden ser de hormigon celular o mediante la adición de caucho de las llantas usadas (El-Gammal, 2010)

En 1950 en Sudamérica se hicieron muchos estudios a los concretos Livianos, especialmente en el país de Chile porque en este país atraviesa la cordillera de los

andes y que estos tienen diferentes volcanes, que después de que hayan erupcionado el magma que se solidifica generan depósitos de ignimbrita ubicados a lo largo del País, esta es la principal razón para que se estudie las propiedades de la ignimbrita como agregado. (López, 2000 pág. 26)

La característica principal del concreto ligero es la menor densidad que tiene en comparación de un concreto tradicional que tienen densidades desde los 2.2 T/m³ a 2.4 T/m³, la reducida densidad del concreto ligero se origina por el tipo de agregado que se usa para la producción del concreto los agregados ligeros más usuales son la ignimbrita, piedra pómez, virutas de madera, arcilla lo principal es que tengan un bajo peso específico.

El concreto ligero puede ser usado para estructuras, porque su menor densidad no se encuentra ligada a su resistencia a la compresión, dependerá de la cantidad y proporción de los materiales que integraran la mezcla de concreto.

Lo más resaltante del concreto ligero es que tiene un menor peso, y también mejora sus propiedades acústicas y térmicas de las estructuras, en el mercado se puede adquirir agregados ligeros que su costo es más elevado que el convencional. También se puede elaborar concreto liviano con perlas de poli estireno, como un aislante térmico. (PAULINO & ESPINO, 2017)

Tabla 14: *Tipos de Concretos Ligeros*

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

Fuente: Kosmatka, S.

Se puede ver que mientras el agregado grueso tenga menores dimensiones habrá una mayor trabajabilidad pero esto incita a que haya mayor superficie específica y esto significara que se requiera mayor pasta de cemento, la relación agua cemento asimismo se emplea en los agregados gruesos de mal graduación y que estén

generan vacíos y que deberán ser reemplazados por la pasta de cemento para tener buena trabajabilidad (Martinez, 2010)

El concreto hecho con agregados ligeros se creó como alternativa a la solución necesaria para disminuir la densidad del concreto, dicho material se relaciona de características mecánicas similares al concreto convencional, de igual forma se exige que estos concretos deben cumplir las 3 principales características: manejabilidad, resistencia y durabilidad (Videla, 2000)

En estos tiempos ya hay variedades de concretos ligeros depende al uso que se le dará podemos encontrar: concreto liviano estructural y concreto liviano de relleno, estos se diferencian por el tipo de materia que se utilizaran en sus componentes (agregados), lo que tiene de similitud esos concretos es el uso del cemento y agua. Para edificaciones, el concreto ligero estructural da una estructura de mayor apreciación de resistencia a la durabilidad y al fuego (Arce, 1997)

Componentes del concreto

Ya tenemos conocimientos básicos relacionados al concreto, pero para comprender plenamente las propiedades mecánicas y cómo se comporta este producto, evaluaremos de forma breve las particularidades de los componentes del concreto son: Cemento, Agua, Agregados y Aditivos (si fuera necesario)

Se deduce que las propiedades del concreto dependen de sus componentes, y la proporción que se le asignara para cada diseño de mezcla.

Cemento

El componente principal es el cemento portland, que es un cemento hidráulico formado primordialmente de silicato hidráulico de calcio. Estos cementos fraguan paulatinamente hasta el punto de endurecerse cuando hacen contacto con el agua por una reacción química. Este proceso se le denomina hidratación, el cemento y el agua hacen una combinación impresionante para formar una masa que es parecida a una piedra, que se le denomina pasta. Al momento de incluir esta pasta (cemento y agua) con los agregados finos y gruesos (arena y piedra chancada, hormigón u otro material de similares características), esta pasta cumple la función

de pegamento y adhiere a los agregados y de esta forma producir el concreto, así es como se forma el material más usado en el mundo entero hasta la actualidad. (Asociación de Cemento Portland PCA, 2004)

El proceso de hidratación se genera en el instante que el cemento hace contacto directo con el agua. En las superficies de las partículas, una vez que hacen contacto con el agua se empiezan a generar capas fibrosas que se encuentran con otras partículas que al igual sufren esa transformación paulatinamente. El incremento de las fibras da resultado al endurecimiento y rigidización obteniendo así un desarrollo gradual en su resistencia. El concreto se rigidiza cuando ya pierde su trabajabilidad, el tiempo de fragua empieza a partir de las 3 horas de la preparación de la mezcla, sin embargo dependiendo del tipo de cemento o por la adición de algún aditivo, así también influyen las proporciones de los agregados y la temperatura ambiente, el concreto llega a fraguar y se endurece. (Abanto Castillo, 2009)

En la presente investigación se utilizará el cemento de la marca YURA en su presentación de alta durabilidad y alta resistencia, este es un cemento que cumple con las especificaciones del cemento tipo II y V (resistente a sulfatos), esta marca de cemento es la más comercializada en la Región de Arequipa. El cemento Portland Puzolánico está elaborado en base al Clinker, este es el principal componente del cemento, que funciona como ligante de los demás componentes, los tipos de cemento se caracterizan por el fin de uso que se le dará, existen cementos que son resistentes a sulfatos o de elevada durabilidad.

Agua

El agua que se usará en la elaboración del concreto, debe ser potable y si no fuera así, esta no debe tener sabor y olor fuerte. Pero también se puede usar otro tipo de aguas siempre en cuando cumplan con requisitos mínimos. La Tabla N° 2 nos muestra 06 análisis comunes de suministro de agua en ciertas ciudades así también el agua de mar. Esas aguas contienen propiedades similares al agua potable que es de uso doméstico con más de 20,000 personas en Canadá y los Estados Unidos. Cualquier agua que venga de estas fuentes es óptima para la elaboración de concreto. Así también si se realicen análisis a otro tipo de fuentes y que sus características sean similares a los mostrados en la Tabla N°2 será óptimo para la

elaboración de concreto. Hay normas en donde se especifica los requerimientos mínimos que deben cumplir las aguas para los morteros y concretos. Se puede usar agua de que no tenga análisis, pero se debe verificar su comportamiento a la resistencia. Un ejemplo sería, aconsejar que la preparación de los cubos de concreto (ASTM C 109) que hayan sido preparados con agua no potable obtengan una resistencia a la compresión del 90% a los 7 días, en comparación de las probetas que fueron elaboradas con agua potable. Así también, se debe dar garantía que con el pasar del tiempo este no se vea afectado su resistencia a la compresión. En la norma ASTM C 94 presenta criterios de aprobación para el agua que se usara para la producción de la mezcla. La cantidad excesiva de impurezas no afectaría solo al tiempo de fragua y la resistencia a la compresión, sino también puede ocasionar manchado, eflorescencias, inestabilidad del volumen, corrosión del acero de refuerzo y disminución de la durabilidad. Por ende, se debe implantar ciertos parámetros aceptables para álcalis, sulfatos, cloruros y sólidos en el agua de mezcla también se puede efectuar ensayos a las impurezas para determinar el efecto que causan estas sobre las propiedades del concreto. Algunas de estas impurezas podrían afectar el periodo de fragua y la resistencia a la compresión y también se verían afectados la durabilidad y sus propiedades del concreto. Toda agua que es buena para consumo humano, también es excelente para el concreto.

Agregados

Es importante realizar una óptima selección de agregados, dependiendo al uso que se le dará al concreto. Del volumen total del concreto los agregados son el 60% al 75% y es por eso que influyen en el concreto fresco y endurecido, en la dosificación de la mezcla y así también en su economía. Generalmente los agregados finos son de arena natural extraído de ríos o canteras o también puede ser de piedra, sus partículas deben tener dimensiones menores a 5mm. El agregado grueso consiste en gravas o piedra chancada que deben tener un tamaño mayor a 5,0 mm y debe estar entre 9,5 mm y 37,5 mm (3/8" y 1 1/2") existen algunas canterías que se denominan "hormigon" o gravas de mina estos producen gravas y arenas de similares características, y se usan directamente a la pasta de cemento, para la elaboración de concreto, previo proceso mínimo. Las gravas y arenas son estriados de canteras, ríos, del lago o del lecho marino. Los agregados triturados se extraen

de canteras de rocas que fueron procesados (triturado y tamizado), la escoria que es restante de la trituración también puede ser usado como agregado fino. Usualmente se lavan los agregados y se gradúan mediante tamices en las canteras. Podría haber algún tipo de variación en la granulometría, limpieza contenido de humedad, calidad y otras propiedades. En Norteamérica casi el 50% de los agregados gruesos son de grava (origen natural) y la mayoría restante son piedra triturada.

Existen normas para los agregados que se debe cumplir para que sea usado en la ingeniería, como requisitos básicos deben ser limpias, durables, resistentes y libres de cualquier otro material extraño, que podrían estar adheridos a estos u otros similares a los finos que podrían ser perjudiciales para la adherencia e hidratación de la pasta de cemento. Las partículas quebrantables o disgregables, son apropiados para el concreto. En lo posible se debe evitar materiales que contengan esquisto u rocas esquistosas.

Los agregados que tienen peso normal, deben cumplir con lo estipulado en la NTP 400.037, en la norma se indica cuáles son los parámetros mínimos que deben cumplir los agregados.

La granulometría de los agregados usados para la elaboración de concreto debe cumplir los parámetros mínimos que indica la norma técnica peruana, la norma nos muestra el porcentaje pasante en el proceso de la granulometría, nos da valor mínimo y máximo en porcentaje, el porcentaje pasante por las mallas normalizadas, los parámetros son establecidos para diferentes tamaños máximos nominales que se usaran en el concreto. Para el Huso 6, su rango granulométrico está de 19.0 mm a 9.5 mm (3/4" - 3/8"). Para el Huso 67, su rango granulométrico esta de 19.0 mm a 4 mm (3/4" - No. 4). Para el Huso 7, su rango granulométrico esta de 12.5 mm a 4.75 mm (1/2" - No. 4). Para el Huso 8 su rango granulométrico esta de 9.5 mm a 2.36 mm (3/8" - No. 8).

Granulometría para TMN 3/4" (HUSO 6)

En la siguiente figura se puede ver la curva granulométrica del agregado grueso, que se utilizan para concretos con Tamaño Máximo Nominal de 3/4" (HUSO 6), que

esta graficado de acuerdo a los parámetros mínimos y máximos que establece la norma NTP 400.037, respecto al porcentaje pasante en las respectivas mallas.

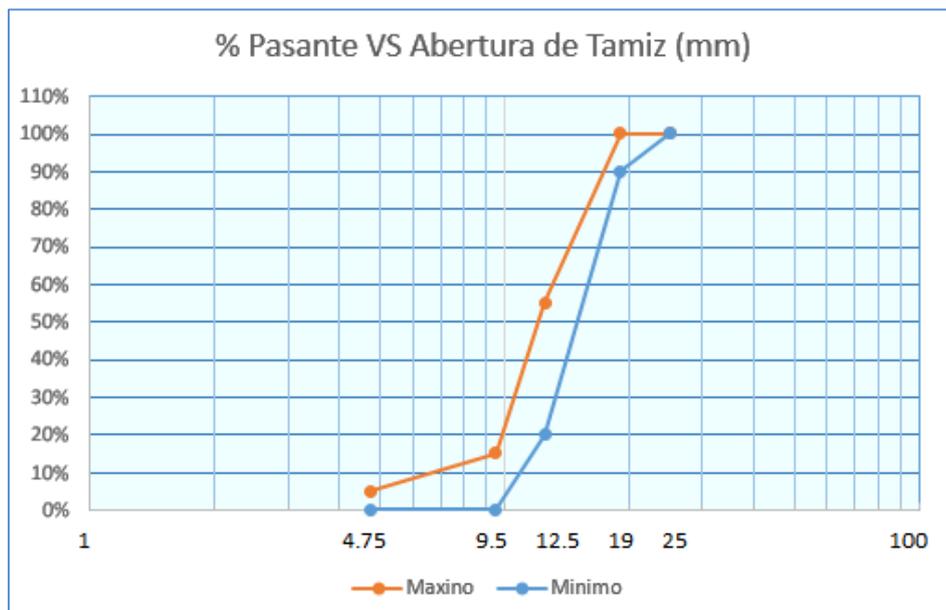


Figura 12: Curva Granulométrica de Agregado Grueso para Concreto TMN= 3/4\" (HUSO 6) Porcentajes Pasantes Mínimos y Máximos
FUENTE: Producción Propia

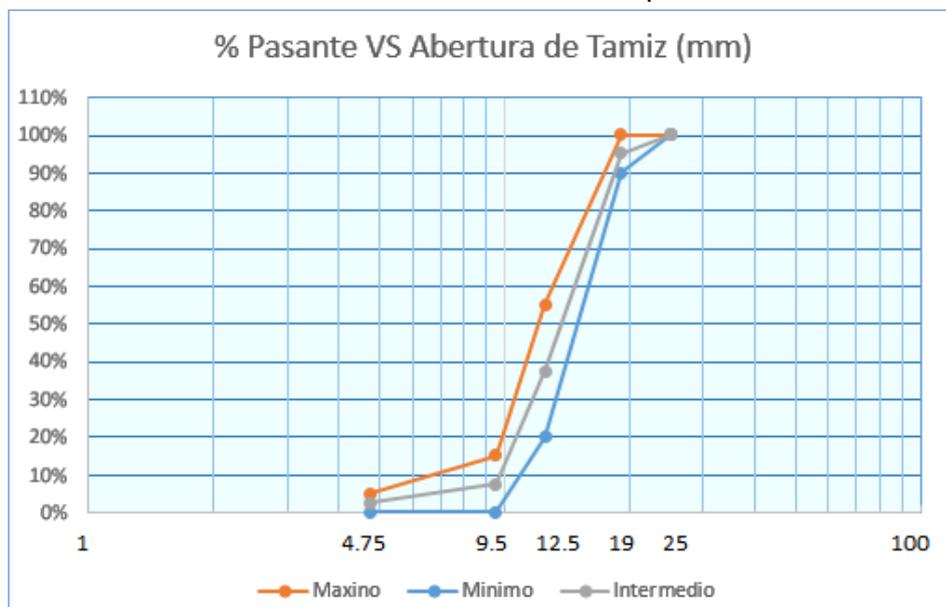


Figura 13: Porcentaje intermedio para TMN 3/4\" (HUSO 6)
Fuente: Producción Propia

Para dar una granulometría que este dentro de los parámetros, la gradación del agregado debe ser modificado para que este sea optimo, y para que esto sea posible, se deberá multiplicar por un factor adimensional en cada peso retenido en

cada tamiz, teniendo como un peso total referencial, a continuación, se muestra el cuadro.

Tabla 15: Porcentaje Pasante, Peso Retenido y Factor Adimensional para granulometría ideal para TMN 3/4"

Huso 6 - TMN: 3/4"					
Diámetro Tamiz		Porcentaje Pasante			Peso Ret
pulg	mm	Max.	min	Intermedio	Factor Ad.
1"	25	100%	100%	100.0%	0.000
3/4"	19	100%	90%	95.0%	0.050
1/2"	12.5	55%	20%	37.5%	0.575
3/8"	9.5	15%	0%	7.5%	0.300
n°4	4.75	5%	0%	2.5%	0.050
Bandeja					0.025

Fuente: Producción Propia

Granulometría para TMN 1/2" (HUSO 7)

En la siguiente figura mostrada se puede ver la curva granulométrica del agregado grueso, que se utilizan para concretos con Tamaño Máximo Nominal de 1/2" (HUSO 7), que esta graficado de acuerdo a los parámetros mínimos y máximos que establece la norma NTP 400.037, respecto al porcentaje pasante en las respectivas mallas.

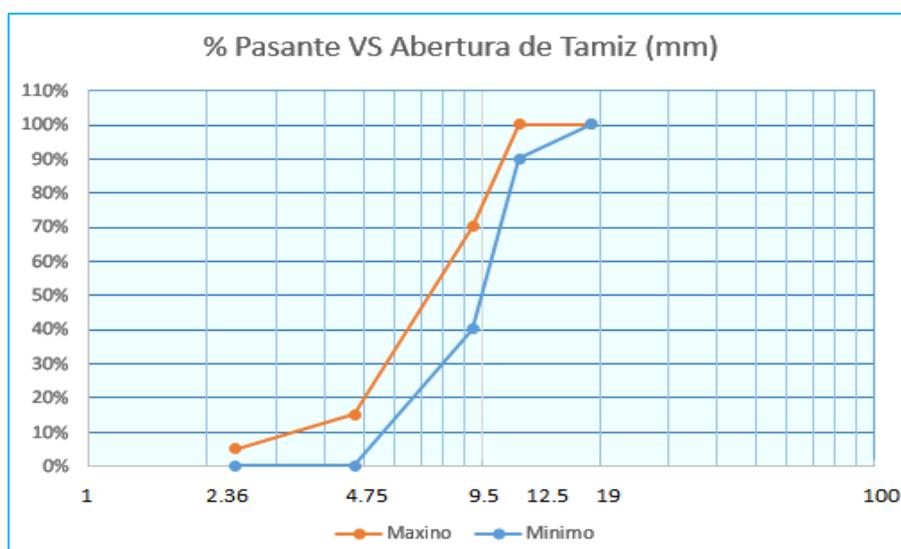


Figura 14: Curva Granulométrica de Agregado Grueso para Concreto TMN= 1/2" (HUSO 7) Porcentajes Pasantes Mínimos y Máximos

Fuente: Producción Propia

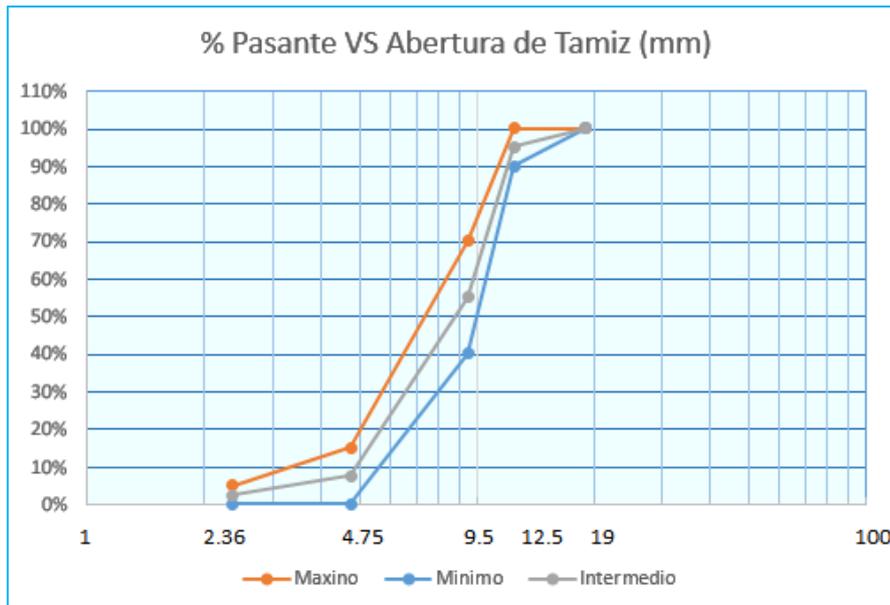


Figura 15: Porcentaje intermedio para TMN 1/2" (HUSO 7)

Fuente: Producción Propia

Para dar una granulometría que este dentro de los parámetros, la gradación del agregado debe ser modificado para que este sea optimo, y para que esto sea posible, se deberá multiplicar por un factor adimensional en cada peso retenido en cada tamiz, teniendo como un peso total referencial, a continuación, se muestra el cuadro.

Tabla 16: Porcentaje Pasante, Peso Retenido y Factor Adimensional para granulometría ideal para TMN 1/2"

Huso 7 - TMN: 1/2"					
Diámetro Tamiz		Porcentaje Pasante			Peso Retenido
pulg	mm	Max	min	Intermedio	Factor Ad.
3/4"	19	100%	100%	100.0%	0.000
1/2"	12.5	100%	90%	95.0%	0.050
3/8"	9.5	70%	40%	55.0%	0.400
n°4	4.75	15%	0%	7.5%	0.475
n°8	2.36	5%	0%	2.5%	0.050
				Bandeja	0.025

Fuente: Producción Propia

Granulometría para TMN 3/8" (HUSO 8)

En la siguiente figura mostrada se puede ver la curva granulométrica del agregado grueso para concretos con Tamaño Máximo Nominal de 3/8" (HUSO 8), que esta

graficado de acuerdo a los parámetros mínimos y máximos que establece la norma NTP 400.037, respecto al porcentaje pasante en las respectivas mallas.

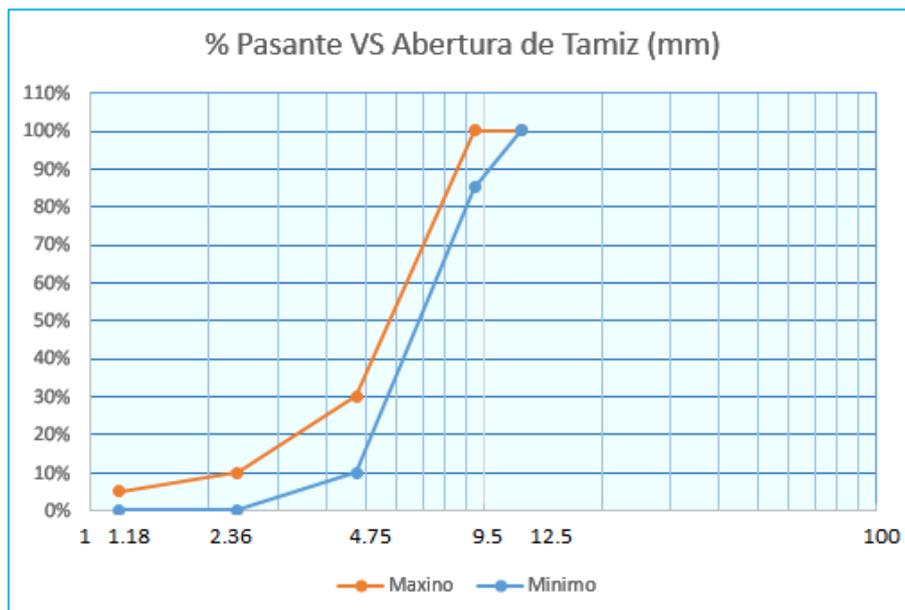


Figura 16: Curva Granulométrica de Agregado Grueso para Concreto TMN= 3/8" (HUSO 8) Porcentajes Pasantes Mínimos y Máximos
Fuente: Producción Propia

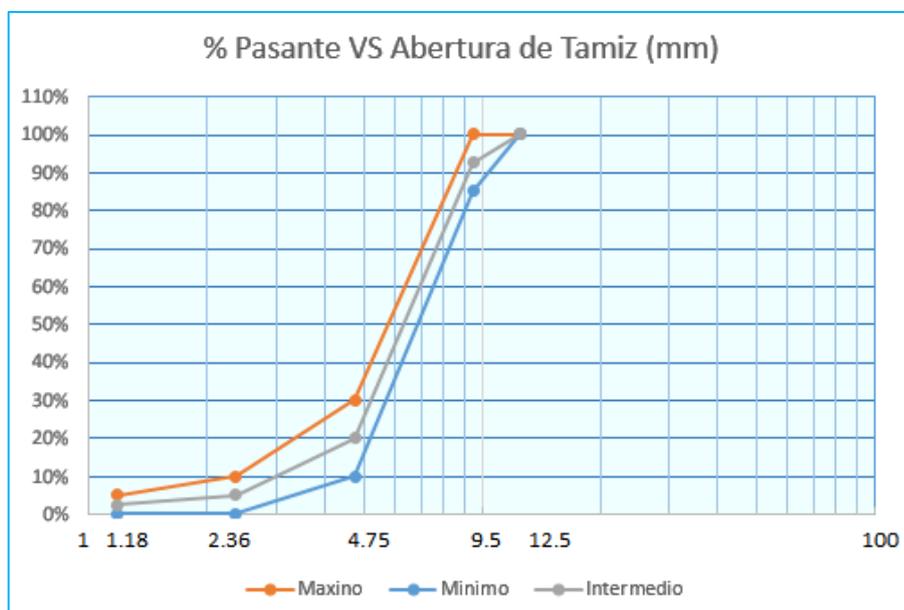


Figura 17: Porcentaje intermedio para TMN 3/8" (HUSO 8)
Fuente: Producción Propia

Para dar una granulometría que este dentro de los parámetros, la gradación del agregado debe ser modificado para que este sea óptimo, y para que esto sea posible, se deberá multiplicar por un factor adimensional en cada peso retenido en

cada tamiz, teniendo como un peso total referencial, a continuación, se muestra el cuadro.

Tabla 17: *Porcentaje Pasante, Peso Retenido y Factor Adimensional para granulometría ideal para TMN 3/8"*

Huso 8 - TMN: 3/8"					
Diámetro Tamiz		Porcentaje Pasante			Peso Retenido
pulg	mm	Max	min	Intermedio	Factor Ad.
1/2"	12.5	100%	100%	100.0%	0.000
3/8"	9.5	100%	85%	92.5%	0.075
n°4	4.75	30%	10%	20.0%	0.725
n°8	2.36	10%	0%	5.0%	0.150
n°16	1.18	5%	0%	2.5%	0.025
Bandeja					0.025

Fuente: Producción Propia

Aditivos

Estos son componentes que se le adiciona al concreto, aparte del cemento agua y agregado grueso y fino, este componente se incluye antes o en el transcurso de mezclado. Existen variedades de aditivos, que cada una cumple una función específica y son las siguientes: plastificantes, superplastificantes, acelerantes de fragua, retardadores de fragua, reductores de retracción, inhibidores de corrosión, aditivo de control de hidratación, reductores de agua, incorporadores de aire, colorantes entre otros.

Como se apreció existen gran variedad de aditivos que mejoren la trabajabilidad, adherencia, impermeabilizantes y estos aditivos vienen en forma líquida o sólida.

Y como por ejemplo de los plastificantes, que es un aditivo comun que se le adiciona al concreto premezclado, y ayuda a que el concreto tengo mejor trabajabilidad. Los plastificantes logran una reduccion de agua para que el concreto alcance las propiedades necesarias. (SIKA Peru S.A., 2013)



Figura 18: Variedad de Aditivos para el Concreto
Fuente SIKA PERU

Rocas volcánicas

Las rocas volcánicas son originadas por causa del enfriamiento acelerado o brusco del material volcánico piroclástico (lava), que este es expulsado por la salida del volcán y que una vez haya erupcionado el material se extiende por la superficie aledaña al volcán, dependiendo la cantidad expulsada estos pueden alcanzar kilómetros de distancia, formándose como ríos de fuego, este material una vez que entra en contacto con el ambiente, tiende a enfriarse y posterior a eso a endurecerse y esto llega a formarse las rocas volcánicas.

Tabla 18: Tipos de Material Volcánico

TIPOS DE MATERIAL VOLCANICO		
TIPO	NOMBRE	COMPOSICION QUIMICA
ROCA VOLCANICA	BASALTO	Máfica (de 45% a 52% de Oxido de Silicio)
	ANDESITA	Intermedia (de 52% a 63% de Oxido de Silicio)
	RIOLITA	Máfica (de 45% a 52% de Oxido de Silicio)
ROCA VOLCANICA PIROCLASTICA	Ignimbrita	Habitualmente intermedia (de 52% a 63% de Oxido de Silicio)
	Pumita (piedra pómez)	Habitualmente félsica (más del 63% de Oxido de Silicio)
	Toba volcánica	Habitualmente félsica (más del 63% de Oxido de Silicio), puede ser también intermedia
	Obsidiana	Félsica (más del 63% de SiO ₂)
	Escoria	Habitualmente máfica (de 45% a 52% de Oxido de Silicio), puede también ser intermedia

Fuente: Producción propia

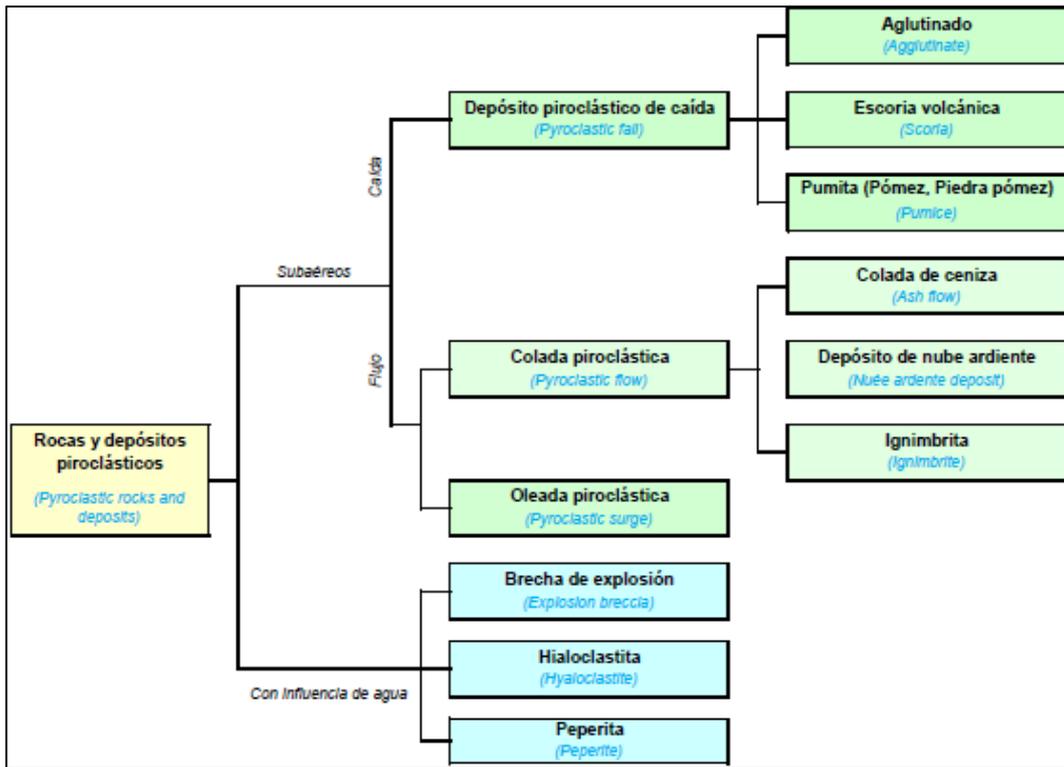


Figura 19: Clasificación de rocas y depósitos piroclásticos

El Sillar

A este material también se le conoce como tufo volcánico o ignimbrita, este material es una roca ígnea liviana de origen volcánico, que cuenta con una apariencia porosa, este material es similar a la riolita (Alfonso, 2015 pág. 5)

“El sillar se origina a causa de la explosión de volcanes y todo el material que sale de este, se esparce por toda la superficie terrestre aledaña al volcán, este material que se expulsa al inicio tiene similitud con la espuma, y posteriormente se convierte en sólido y a este material es que se denomina “ignimbrita” técnicamente. Y las propiedades mecánicas de este material, se tiene que la resistencia a la flexión es mayor, en comparación de la tracción” (Calderon Cahuana, 2014 pág. 23)

La composición mineralógica del sillar es la siguiente:

- Vidrio volcánico SiO_2
- Material desvitrificado SiO_2

- Plagioclasas $NaSiO_3$
- Trozos líticos $NaSiO_3$
- Biotita $SiO_3(OH)Fe$
- Esquirla

El sillar se encuentra en las canteras de Añashuayco, en donde este material se encuentra en abundancia y que una extensión de 18 km aproximadamente, la calidad del material no es la misma en toda la extensión, en la parte central de la cantera en donde realizan los trabajos los artesanos, ahí es en donde el material es óptimo, este material residuo de sillar que producen los artesanos, puede lograr a rediseñarse el concepto de residuo, y hacerlo un proceso de sistema industrial que cambie la naturaleza. (Hawken & Lovins, 1999 pág. 10)

Para (Van Bueren, 2014) “Las políticas ambientales, es una medida que se diseña para prevención u reducción de efectos nocivos de la actividad humana en el ecosistema”

Existen varias canteras de este material que son Quishuarani, Yura y Añashuayco, y esta última es la que cuenta con el material volcánico ideal, para que sea usado en el concreto.



Figura 20: Canteras de Sillar en Añashuayco – Arequipa
Fuente: Elaboración Propia

Piedra Pómez como Agregado Liviano

La piedra pómez conocida también como pumicita o pumita, este material es de origen volcánico , geológicamente su edad pertenece al cuaternario reciente. (Mackenzie, 1996 pág. 38)

La piedra pómez, que es de origen volcánico tiene una textura con poros que se le llama vesícula, esta se producen a causa de las desgasificaciones volcánicas, es de un color medio pálido y su matriz translúcida es metaestable, posee una densidad baja que oscila entre el 60 a 75% y contiene sílice (McPhie, 2005 pág. 23)

En el caribe y en las costas del pacífico existen depósitos enormes de este material, especialmente en Latacunga de Ecuador; su edad geológica es del cuaternario reciente, en islas Galápagos existen lavas basálticas de corta edad geológica que pertenecen al plioceno cuaternario que pertenecen al plioceno cuaternario, por el estado de conservación en el que se encuentra no se les considera como un mineral industrial. (Mathers, 2000 pág. 24)

En la normativa no se estipula para concretos livianos que son elaborados con piedra pómez, para uso estructural, es por eso que la dosificación de este material se realiza de forma empírica, reemplazando al 100% al agregado grueso o reemplazado parcialmente. (Terrerros, 2013)

Uno de los agregados ligeros, más utilizados es la piedra pómez, para la elaboración de mezcla de concreto y que son utilizados en el rubro de la construcción, sus propiedades mecánicas son buenas (Hossain, 2004 pág. 283)

Cantera de Añashuayco

La cantera se encuentra al nor-oeste de la Provincia de Arequipa, distrito de Cerro Colorado, su extensión es 18 km aproximadamente, también es una atracción turística.



Figura 21. Vista Satelital de la Cantera Añashuayco
Fuente: Google Maps

Los artesanos generan aproximadamente 40% de desperdicio, cuando realizan sus trabajos de extracción y tallado, y los residuos se van acumulando, estos lo amontonan por los contornos de la cantera, generando contaminación al medio ambiente, este residuo bien puede ser seleccionado, y ser utilizado como un agregado grueso, un componente del concreto, sin antes darle su tratamiento de selección y optimización de la granulometría.

Cercos Prefabricados

El proceso de prefabricación en la ingeniería, trata de elaborar una estructura por partes en separado, en un sitio donde se le da las condiciones necesarias para que el prefabricado sea optimo, y posteriormente se trasladó a obra y su posterior ensamblaje. Cuando se fabrica estos elementos se gana tiempo y acelera el proceso de construcción, y estos elementos tienen que ser similares. Solo así se puede decir que los prefabricados son beneficiosos para la obra



Figura 22. Paneles de Muros Prefabricados
Fuente: Elaboración Propia

Todo sistema constructivo tiene ventajas y desventajas y a esto no pueden ser ajenos los prefabricados. Según García, pero lo que se tienen son más ventajas que desventajas.

- Ahorro considerable en encofrados, puesto que se pueden fabricar moldes metálicos para que sean usados en todo el proceso de producción
- Ahorro en mano de obra, puesto que los talleres de prefabricados ya cuentan con un sistema mecanizado y la presencia de la mano de obra es mínima
- Condiciones de trabajo mejores, alejados del peligro y las alturas, talvez en el proceso de ensamblaje.
- Mejor rapidez y rendimiento en el proceso de construcción, se hace el uso más eficiente de los recursos mano de obra, maquinarias, tiempo y financiación
- Se economiza en materiales. Se hace una reducción de las sesiones para que se adopten al proceso constructivo. Y el concreto premezclado es esencial para elaborar prefabricados porque se reducen desperdicios.
- Reducción de costos en transporte y movimiento de materiales, se enviarán elementos ya listos a obra.

- Los prefabricados son desmontables y se pueden trasladar a otro lugar, ideal para obras provisionales.
- El sistema de trabajo ya se encuentra mecanizado y es más preciso, y ya no habrá imprevistos que ocurren en la colocación del concreto
- Ahorro económico considerable, debido a los factores que se mencionó.



*Figura 23:*Cerco Prefabricado
Fuente: Obtención Propia

Las placas de los cercos prefabricados tienen características comunes en el mercado, a continuación, se muestra la información de una placa de concreto prefabricada.

Características Técnicas

Descripción: Panel de concreto utilizado para construir paredes prefabricadas y que esta va introducida en la cara de la columna que tiene una abertura, ingresa con facilidad

Materiales: Cemento, agua, agregado grueso y agregado fino

Dimensiones: Exteriores: 231 x 40 X 5 cm y espesor de la pared: 5 cm

Resistencia: Su resistencia a la compresión no debe ser inferior a 175 Kg/cm², con 28 días de edad. Los ensayos de compresión destinados a evaluar se realizan sobre cilindros preparados de acuerdo a los requisitos de la NTP 339.033 y sometidos a ensayo según la NTP 339.034.

Peso del Panel: 115 kg +/-500 g

Color del Panel: Gris



Figura 24. Placas prefabricadas empaquetadas en planta
Fuente: Supermix

Diseño de Mezcla aplicando el Método del ACI Comité 211

El ACI mediante el comité 211 realizó un conjunto de procesos para la elaboración de diseño de mezclas, y estas se fundamentan en tablas que pertenecen al Comité 211, se realizara ensayos a los agregados para que nos permita confabular con las tablas que nos dan valores que se basan para un metro cubico de concreto.

Datos que se requiere para realizar un diseño de mezcla, de los agregados lo que se requiere es contenido de humedad, análisis granulométrico, absorción, peso específico, peso unitario compactado, y características del cemento que se usara.

Selección de la resistencia promedio (f'_{cr}):

El comité ha elaborado 2 ecuaciones, la primera se usa cuando se cuenta con la información de la desviación estándar, relacionado a la resistencia a la compresión se da en casos cuando ya se hizo diseños anteriores con los mismos agregados, y la segunda ecuación es aplicable cuando no se cuanta con esa información.

$$f'_{cr} = f'c + 1,34 * S$$

$$f'_{cr} = f'c + 2,33 * S - 35$$

Si no se tiene el dato de la desviación estándar, se efectuará el uso de la tabla N° 13 que pertenece al ACI, y también se muestran las tablas del RNE y ASTM.:

Tabla 19: Resistencia a la Compresión Promedio RNE

F'c, kg/cm2	F'cr, kg/cm2
Menor a 210	f'c + 70.0
210 hasta 350	f'c + 85.0
Sobre 350	f'c + 98.0

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones

Elección del tamaño máximo nominal (TMN):

Para elegir el tamaño máximo nominal, este dato será considerado como tamaño máximo sencillamente.

Se estima que, si se elige agrandar el tamaño máximo del agregado grueso, habrá una reducción de los requisitos del agua de la mezcla, a causa de esto su resistencia a la compresión aumentará. Este concepto aplica solo para agregados de tamaño hasta 40mm (1 ½ pulgadas). Si son tamaños mayores se adaptará a concretos de contenido bajo de cemento. (Laura Huanca, 2006)

Selección del asentamiento (Slump):

Si el proyecto indica el tipo de consistencia, se usará la siguiente tabla, la consistencia variara dependiendo al elemento que se vaciara, si se tienen secciones delgadas se optara por una consistencia fluida. (Laura Huanca, 2006 pág. 16).

Tabla 20: Consistencia y asentamiento

CONSISTENCIA	ASENTAMIENTO
Seco	0" hasta 2"
Plástico	3" hasta 4"
Fluido	≥5" a mas

Fuente: Comité 211 del ACI

Selección del volumen unitario de agua

En la siguiente tabla, se escogerá la cantidad de agua optima en base al asentamiento solicitado y el TMN del agregado grueso, tomando en cuenta si se incorporara aire o no.

Tabla 21: Exigencias aproximadas de agua de mezclado y de contenido de aire

Asentamiento	Agua en Lt/m ³ para todos los tamaños Máximos Nominales de Agregado y consistencia indicadores							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Concreto Sin Aire Incorporado								
1" a 2"	207.0	199.0	190.0	179.0	166.0	154.0	130.0	113.0
3" a 4"	228.0	216.0	205.0	193.0	181.0	169.0	145.0	124.0
6" a 7"	243.0	228.0	216.0	202.0	190.0	178.0	160.0	-
% de aire atrapado	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0	0,5	0,3	0,2
Concreto Con Aire Incorporado								
1" a 2"	180.0	175.0	165.0	160.0	145.0	140.0	135.0	120.0
3" a 4"	200.0	190.0	180.0	175.0	160.0	155.0	150.0	135.0
6" a 7"	215.0	205.0	190.0	185.0	170.0	165.0	160.0	-
Concreto Con Aire Incorporado(%), en función al grado de exposición								
1" a 2"	4.5	4	3.5	3	2.5	2	1.5*	1.0*
3" a 4"	6	5.5	5	4.5	4	4	3.5*	3.0*
6" a 7"	7.5	7	6	6	5.5	5	4.5*	4.0*

Fuente: Comité 211 del ACI

Selección del contenido de aire:

Para esta selección se hará el uso de la siguiente tabla.

Tabla 22: Selección del aire atrapado

Tamaño Máximo Nominal	Aire Atrapado
6"	0,2%
3"	0,3%
2"	0,5%
1 1/2"	1,0%
1"	1,5%
3/4"	2,0%
1/2"	2,5%
3/8"	3,0%

Fuente: Comité 211 del ACI

Selección de la relación agua / cemento:

La cantidad del cemento a usarse, se calcula respecto a la cantidad del agua y se considera la relación a/c.

$$f'c = \frac{\text{Volumen unitario}}{\frac{a}{c}}$$

Si se utilizara cemento Portland del tipo IP o comunes, se optara por tomar los valores de la Tabla N°11 (Laura Huanca, 2006 pág. 8)

Tabla 23: *Relación agua/cemento de diseño*

Resistencia a la compresión a 28 días (f'_{cr}) (kg/cm ²)	RELACION A/C DE DISEÑO EN PESO	
	Concreto con aire incorporado	Concreto sin aire incorporado
450,0	--	0,38
400,0	--	0,43
350,0	0,40	0,48
300,0	0,46	0,55
250,0	0,53	0,62
200,0	0,61	0,70
150,0	0,71	0,80

Fuente: Comité 211 del ACI

Selección del volumen agregado grueso

El volumen del agregado grueso se obtiene mediante la siguiente tabla, teniendo en cuenta que se debe tener como dato de laboratorio en módulo de fineza del agregado fino y el TMN del agregado grueso.

Tabla 24: *Volumen del agregado grueso*

T.M.N. agregado grueso (pulg)	Vol. Del agregado grueso, seco y compacto, por unidad de Volumen del concreto para diversos módulos de finura			
	Módulo de Fineza del Agregado Fino			
	3	2.8	2,6	2.4
3/8	0.44	0.46	0.48	0.50
1/2	0.53	0.55	0.57	0.59
3/4	0.60	0.62	0.64	0.66
1	0.65	0.67	0.69	0.71
1 1/2	0.70	0.72	0.74	0.76
2	0.72	0.74	0.76	0.75
3	0.75	0.77	0.79	0.81
6	0.81	0.83	0.85	0.87

Fuente: Comité 211 del ACI

Calculo volúmenes absolutos de los componentes del concreto

Cuando ya se tengan el peso del cemento, agua y el agregado grueso se procede a calcular el volumen absoluto que estos pueden construir para producir una mezcla de concreto

Calculo del peso seco y volumen absoluto del agregado fino

“El volumen del agregado fino será igual a la diferencia entre la unidad y la suma de los valores absolutos conocidos. El peso del agregado fino será igual a su volumen absoluto multiplicado por su peso específico” (Lopez, 2018)

Calculo de los valores de diseño

Las cantidades de los materiales que serán usadas como valores de diseño que se calculen, posteriormente se debe corregir la cantidad los agregados a causa de la humedad que estos puedan tener

Corrección de absorción y humedad de los agregados

Las cantidades de los materiales que son parte de la unidad cubica del concreto se debe corregir en base a la humedad del agregado fino y grueso, con el fin de conseguir los valores que se usaran en obra. (Lopez, 2018)

Calculo de la proporción en peso, de los componentes del concreto

Para conocer las cantidades de los agregados y agua para una bolsa de cemento, se debe multiplicar las proporciones en peso, las que ya fue corregidas a la humedad del agregado, por 01 bolsa de cemento.

MÉTODO DE DISEÑO FACTORIAL

Este método de diseño toma en cuenta 02 factores primordiales que influyen en la resistencia a la compresión en el concreto son:

- La relación en peso de agregado fino – agregado total.
- La relación de agua – cemento.

A pesar de tener una contribución cuantificable, la cantidad de cemento influye en menor medida que de los que se mencionaron; es por eso que no fue tomado en cuenta como factor clave para el diseño de mezcla. (Ahmad, 2014 pág. 11)

Existen varios métodos para realizar el diseño de mezclas, el más usado es del comité 211 del ACI, pero hay autores que realizaron sus propios métodos tal es el caso Chandra & Berntsson, basado en pronosticar la interacción del mortero y agregado ligero, buscando darle provecho al mortero (Chandra, 2003 pág. 15)

Pruebas y Ensayos al Concreto

Muestreo de Concreto Premezclado

“The intent of this practice is to provide standardized requirements and procedures for sampling fresh concrete from various receptacles used in making and moving concrete. Detailed specifications for materials, concrete mixes, temperature, air content, slump, number of specimens, interpretation of results obtained, and trend and precision are found in the standard test methods of ASTM standards”. (ASTM International, 2017)

Determinación de Asentamiento (SLUMP)

Con este ensayo se determina el asentamiento del concreto, con el uso del equipo de cono de abrams, solo se usa en concretos que fueron elaborados con cemento hidráulico. El método de ensayo solo aplica a concretos que estén en su estado plástico y que su agregado grueso de TMN de 1 ½ pulg (37,5 mm) sea menor a este. Y si el agregado grueso excede el tamaño de 1 ½ pulgadas (37.5 mm), se deberá realizar el tamizaje de 1 ½ pulg (37.5 mm) y eliminar el agregado que quede retenido, y se realizará en base al "Procedimiento adicional para concretos con agregado grueso de gran tamaño máximo nominal" este procedimiento adicional se encuentra en la Práctica C 172.

“The test method does not apply to non-plastic and non-cohesive concretes. A representative sample of the concrete must be drawn and must be performed based on Practice C 172”. (ASTM International, 2020)



Figura 25: Determinación del asentamiento del concreto
Fuente: Producción Propia

Control de Temperatura del Concreto

La temperatura del concreto fresco influye en el proceso de vaciado, puesto que en climas cálidos tiende a tener un fraguado rápido, y ocurre lo contrario en zonas de bajas temperaturas, lo que norma ASTM recomienda es que el proceso de vaciado dure una hora y media ya colocado el concreto.

Tabla 25: *Temperatura Mínima de Concreto Colocado*

Tamaño de Sección, in.(cm)	Temperatura, mín. °C (°F)
<12 [<30]	13 [55]
12-36 [30-90]	10 [50]
36-72 [90-180]	7 [45]
>72 [>180]	5 [40]

Fuente: Especificación C94 – ASTM

En el proceso de fabricación del concreto y también en el traslado no debe exceder los 90 °F [32 °C]. Y los equipos o aparatos que se usen para esta medición deben ser calibrados al año o cuando este ya esté dando datos errados. La calibración debe realizarse comparando las lecturas de medición a 02 temperaturas diferentes y no debe haber variación más de 30°F (15°C) entre sí.

Los aparatos de medición de temperatura deben ser calibrados mediante la inmersión en aceite, puede ser otro líquido de similares características del aceite, debe poseer una densidad uniforme.

“The following precautions should be taken: Keep the bath temperature constant at 0.5 ° F (0.2 ° C) for the time necessary for the test to last. It should be held for about 5 min before reading the temperature. the liquid must be moved, so that the temperature is constant”. (ASTM International, 2017 pág. 2)



Figura 26. Medición de Temperatura 25.8 °C se encuentra dentro del rango
Fuente: Obtención Propia

Determinación de Densidad (Peso Unitario) y Rendimiento

Este método de ensayo determina la densidad del concreto en su estado fresco así también permite hallar, mediante fórmulas, la cantidad de cemento, rendimiento, y contenido de aire que tiene el concreto.

“Likewise, its concrete performance is determined by the volume that is produced from the mixture with quantities of already known materials. This test allows us to know the properties that the fresh concrete mixture will have, for when this information is needed. It gives us a density and yield value, as well as an estimate of the air content that the concrete

has. This test method applies to concretes made in the field and in the laboratory". (ASTM International, 2017)

Determinación del Contenido de Aire con la Olla de Washington

Este método trata de la determinación de la cantidad de aire que contiene un concreto en estado fresco. Este método no calcula los vacíos que puedan tener los agregados dentro de ellos. Y es por eso que este ensayo no es aplicable a concretos en donde sus agregados contengan vacíos y sean de baja densidad. Los métodos de ensayos C 138 y C 173, indican el proceso que se usa para la determinación del contenido de aire por presión, volumétrico y gravimétrico.

"This test method consists of making the use of a Washington pot that must be properly calibrated, where the fresh concrete will be placed, it will be rooted by 3 layers and after that the pot is hermetically closed, and with a bowler the pump and generate pressure inside the pot, and it is where the air enters all the voids that the fresh concrete will have, and then the air is released through a valve, and then we proceed to verify the reading on the pressure clock". (ASTM International, 2017)

El contenido de aire atrapado se determina mediante la olla de Washington, en zonas donde el clima es muy bajo es necesario incorporar aire mediante algún aditivo a la fabricación del concreto. En estos tiempos, incorporar aire es recomendable para la mayoría de concretos, especialmente para dar una mejoría a la resistencia en congelamiento de concretos que estén en exposición al agua ya a agentes congelantes. Así también la incorporación de aire tiene otras ventajas en el concreto endurecido y fresco.



Figura 27. Olla de Washington
Fuente: Obtención Propia

Elaboración de Probetas de Concreto

Esta práctica normalizada nos indica sobre los procedimientos que se deben realizar para la fabricación de probetas cilíndricas de concreto y su respectivo curado que puede ser, curado normalizado o curado en obra. El concreto que se utilizara para la elaboración de probetas debe ser muestreado de acuerdo a la Norma ASTM, previo antes que el concreto haya sido mezclado la cantidad suficiente. La práctica no es recomendable para la elaboración de probetas en concretos que no tengan un Slump mensurable o talvez que se necesite probetas de otro tipo de moldes. Los valores que se muestran en unidades SI o en pulgada-libra se debe considerar separado como los estándares. Puede ser que los valores no sean equivalentes respecto a los diferentes sistemas que se usa; y es por eso que se debe trabajar separadamente en cada sistema. Puede resultar errónea realizar una combinación de sistemas al momento de realizar los cálculos.

Tabla 26: *Requisitos de la Varilla de Compactación*

Diámetro del cilindro o ancho de la viga in. [cm]	Dimensiones de la varilla	
	Diámetro In. (mm)	Longitud de la varilla In. (mm)
<6 (15.0)	3/8 (10)	12 (300)
6 (15.0)	5/8 (16)	20 (500)
9 (22.5)	5/8 (16)	26 (650)

Fuente: ASTM Internacional

Las probetas a elaborarse deben ser de forma cilíndrica y colados en forma vertical y que fragüen en su misma posición. La altura de la probeta será el doble de su diámetro. El diámetro que debe tener el molde cilíndrico debe ser el triple del tamaño máximo nominal que presenta el agregado grueso. En casos que se exceda el tamaño máximo nominal de 2in. [50 mm], se debe realizar un tamizado de las partículas grandes con un tamiz de 2in. [50 mm] tal como lo indica la Práctica C 172. Y para los ensayos donde la aceptación del concreto sea la resistencia a la compresión, los moldes cilíndricos para las probetas deben ser 4 x 8 in. [100 x 200 mm] o 6 por 12 in. [150 por 300 mm]

“The molding of the concrete specimens is carried out respecting the guidelines of Practice C 172 of the international ASTM Standard, the compaction method is carried out based on the settlement as indicated in the following table”. (ASTM International, 2019)

Tabla 27: *Requisitos del Método de Compactación*

Asentamiento in. (mm)	Método de Compactación
≥ 1 [25]	Varillado ó vibración
< 1 [25]	Vibración

Fuente: ASTM Internacional

Tabla 28: *Requisitos de Moldeado por Varillado*

Tipo y Tamaño del Espécimen	Numero de capas de Aproximadamente igual Profundidad	Numero de golpes de Varilla por capa
Cilíndricos: Diámetro 4" (100 mm) 6" (150 mm) 9" (225 mm)	2 3 4	25 25 50
Vigas: Ancho 6" [150 mm] a 8" (200 mm) >8" (200 mm)	2 3 o más de igual profundidad, cada uno sin exceder 6 in. [150mm.]	

Fuente: ASTM Internacional



Figura 28. Desmolde de probetas de concreto de 100mm x 200 mm
Fuente: Elaboración Propia

“To give the final finish, it will be done based on Practice C 617, in practice the process is indicated to finish flat surfaces on the faces of fresh concrete specimens, hardened specimens or concrete cores when the surface faces do not conform to the requirements of smoothness and perpendicularity of the applicable standards Practice C 1231 should be applied where alternative practices that use non-bonded counters or bearings are described”. (ASTM International, 2015 pág. 4)

Curado Normalizado de Especímenes de Concreto

El curado normalizado se puede realizar en obra así como también en laboratorio, pero lo más usado es el curado en obra, porque para realizar un curado en laboratorio se debe tener en cuenta el curado inicial esto se realiza en cámaras de curado, una vez realizadas las probetas se procede a colocarlos ahí, pasado las 24 horas una vez que el concreto ya haya tenido un fraguado inicial se procede a colocar en las pozas curado, estas pozas curado son normalizadas y cuentan termostato y recirculado de flujo de agua, estos dos últimos mencionados son esenciales para que los especímenes de concreto tengan un curado normalizado bajo los lineamientos de la Practica C 172 de la ASTM Internacional (ASTM International, 2019)



Figura 29. Cámara de Curado Normalizado
Fuente: Concretos Supermix – Planta Arequipa



Figura 30. Poza de Curado Normalizado
Fuente: Concretos Supermix - Planta Arequipa

El curado en obra se realiza usualmente en obra, los especímenes de concreto que son curados en obra deben cumplir con la Practica C172 de la ASTM, aquí encontramos todas las recomendaciones para darle a los especímenes el curado inicial y final



Figura 31. Poza de Curado en Obra
Fuente: Elaboración Propia

Ensayo de Resistencia a la Compresión

Este ensayo se desarrolla en base a la NTP 339,034 que tiene como base fundamental la norma ASTM C-94. Que consiste en ejercer una presión a la probeta cilíndrica, mediante un equipo calibrado, se ejerce la presión constante, hasta que llegue a fracturarse la probeta, y se revisa el tipo de fractura de acuerdo a la siguiente tabla.

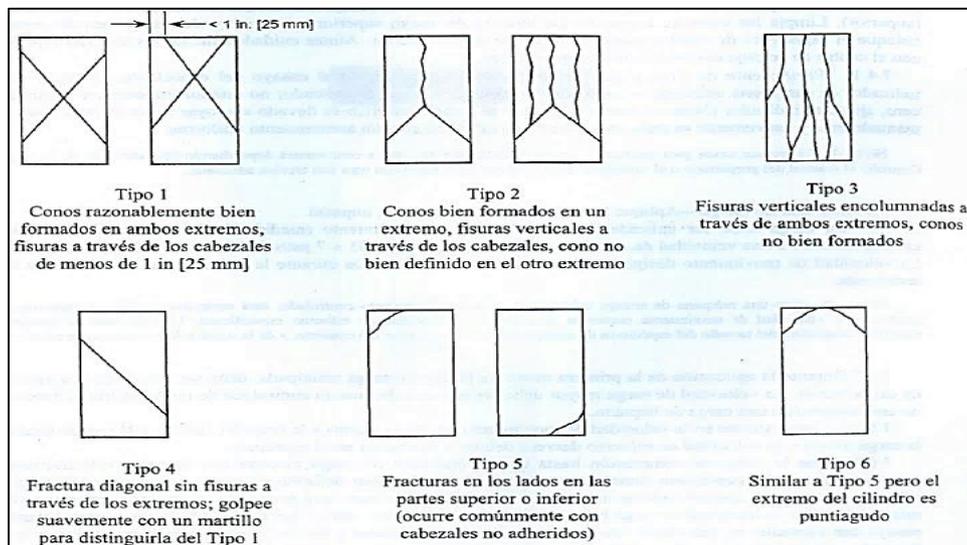


Figura 32.:Tipos de Fractura Típicas
Fuente: ASTM C 39

Cuando la base de aceptación del concreto es su resistencia a la compresión, las probetas de concreto estándar se elaborarán de acuerdo a la Práctica C 31/C 31M.

Las probetas cilíndricas pueden ser curadas de dos maneras, de manera normalizada en laboratorio o curado en obra y cumpliendo para ambos los requerimientos de la Práctica C 31/C 31M. De acuerdo a la norma el técnico que elaborara las probetas deber ser certificado por el ACI— en grado II o por algún otro programa similar en donde se califique la destreza del técnico en la elaboración de los mismos. Si la base de aceptación del concreto el técnico deberá contar con una certificación del ACI grado I o por otro programa similar de desempeño y exámenes escritos. Para los ensayos de resistencia a la compresión se debe fabricar mínimamente 2 probetas de la muestra asegurada bajo los lineamientos de la Norma ASTM.

“A test shall be the average of the strengths of the specimens tested at a specified age. If a specimen shows low resistance, it could have been by sampling, molding, handling, curing or improper tests, the specimen must be discarded and the resistance of the other remaining specimen must be considered as the result of the test”. (ASTM International, 2020 pág. 9)



Figura 33. Ensayo de Resistencia a la Compresión
Fuente: Laboratorio de Concretos Supermix

Ensayo de Resistencia a la Flexión

Este tipo de ensayo de resistencia a la flexión se determina mediante la elaboración de prismas que tiene su sección transversal de 6 (pulg) x 6 (pulg) ó 15.0 (cm) x 15.0 (cm) y la longitud del prisma rectangular no debe ser menor de 21 (pulg) ó 53.0

(cm), para la fabricación de estos se tiene que cumplir lo que indica la Práctica Normalizada C-31 de la norma ASTM, el proceso desde el colado del concreto, una vez que ya tenga su fragua inicial, pasado las 24 horas se debe colocar a la poza de curado, para su posterior ensayo de resistencia a la flexión, que será a los 28 días.

“This test consists of placing the rectangular prism in 2 support points of the equipment on the lower face, and on the upper face where the effort is applied continuously and without blows, the application speed must be constant until the prism fails”. (ASTM International, 2016 pág. 2)



Figura 34. Ensayo cuando la carga se aplica al punto medio
Fuente: Producción Propia

El ensayo para hallar la resistencia a la flexión es muy sensible desde la elaboración, manipuleo, curado y transporte. Porque las vigas tienen peso elevado y durante el transporte de la poza de curado al laboratorio para su respectivo pueden llegar a dañarse. Y para el ensayo deben realizarse inmediatamente después de ser retirado de la poza de curado, en su estado húmedo.

Los resultados del Módulo de Rotura siempre serán muchos menores respecto a la resistencia a la compresión, solo representarán de un 10% al 20%, dependerá del tipo de dosificación de la mezcla, y el Módulo de Rotura cuando el esfuerzo se aplica a los dos tercios de la cara superior, tiende a ser mucho más baja.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación:

La presente investigación es del **tipo aplicada**, porque parte de conocimientos ya establecidos y validados como artículos científicos y normas, donde se propone mejorar el concreto con el uso del sillar en reemplazo del agregado grueso, cuyo fin es dar una alternativa de solución de mejorar las propiedades mecánicas del concreto, este material no es muy usual y no se encuentran en muchos lugares, solo en zonas donde haya algún volcán que haya erupcionado.

Así también cuenta con un **diseño experimental**, que trata de demostrar que al modificar una variable independiente, genera un efecto predecible en la variable dependiente, el proceso de la investigación se efectuara en base a ensayos, que se realizaran en laboratorio, y para esto se elaboraron 09 testigos por 04 juegos siendo un total de 36 unidades experimentales, y 04 prismas de concreto para hallar la resistencia a la flexión y ensayos de análisis físico-químico del sillar adicional para conocer más sobre este material.

La presente investigación experimental se efectúa mediante diseños, y que estas son un conjunto de procesos en donde se realiza la manipulación de la variable independiente (sillar) y se medirá su efecto sobre las variables dependientes (propiedades físicas y mecánicas)

Además, consta de un **diseño cuasiexperimental**, que es derivado del diseño experimental, se realiza un diseño de comparación con dos grupos estáticos, tendremos 03 grupos experimentales y 01 de control, y también el investigador especificará el lugar de donde se extraerá la muestra a evaluar. Cabe mencionar que los diseños cuasiexperimentales consisten en accionar una variable independiente con el fin de observar el resultado significativo sobre las variables dependientes

Es de **nivel explicativo** debido a que se va a determinar a través de resultados el comportamiento físico-mecánico del concreto, tras la sustitución del agregado grueso por el sillar de manera independiente, y se y los procedimientos que se emplearán serán explícitos. Al respecto (Niño Rojas, 2011 pág. 35) señala que

“implica averiguar las causas de las cosas y hechos de la realidad, respondiendo preguntas fundamentales con la finalidad de conocer el porqué de los sucesos”

Es de **enfoque cuantitativo** ya que parte de una hipótesis cuyo resultado será representado numéricamente, es decir, en cuanto mejorará las propiedades mecánicas del concreto. Por otro lado, (Niño Rojas, 2011 pág. 31) menciona que “está relacionado con la cantidad y utiliza principalmente las mediciones y cálculos”

3.2. Variables y operacionalización:

Variable independiente:

El sillar como agregado grueso

Tabla 29: Operacionalización de variable independiente

Variable	Dimensión	Indicadores	índice	Técnica/instrumento de recolección de datos
Sillar como agregado grueso	Dosificación	Tamaño Máximo Nominal 3/8"	pulgadas	Observación/formatos de laboratorios
		Tamaño Máximo Nominal 1/2"	pulgadas	
		Tamaño Máximo Nominal 3/4"	pulgadas	

Fuente: Producción propia

Variable dependiente:

Propiedades Físico-Mecánicas del concreto con una resistencia de diseño a la compresión de $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$

Tabla 30: Operacionalización de variable dependiente

Variable	Dimensión	Indicadores	índice	Técnica/instrumento de recolección de datos
Concreto $f'c= 175 \text{ kg/cm}^2$	Propiedades Físicas del Concreto	Muestreo	M3	ASTM C-172 Practica para Muestreo de Concreto Fresco
		Asentamiento	pulgadas	ASTM C-143 Prueba para Determinar el Asentamiento del concreto
		Temperatura	°C	ASTM C-1064 Ensayo para Determinar la Temp. del concreto
		Densidad	Kg/m3	ASTM C-138 Prueba para Determinar la Densidad del Concreto
	Propiedades Mecánicas del Concreto	Resistencia a la compresión	Kg/cm2	ASTM C-39 Ensayo de Resistencia a la Compresión
		Resistencia a la Flexión	Kg/cm2	ASTM C-293 Ensayo de Resistencia a la Flexión

Fuente: Producción propia

3.3. Población, muestra y muestreo

Población:

Se tuvo como población a cualquier mezcla de concreto que vaya a ser elaborado en A.H APIPA Sector 16, del Distrito de Cerro Colorado

Según (Niño Rojas, 2011) sostiene que "la población se constituye por una totalidad de elementos que conforman el ámbito de la investigación" (p. 56).

Muestra:

Al respecto (Niño Rojas, 2011) sostiene la muestra es una representación de la población, que es seleccionada con la finalidad de estudiar las características de una población total" (p. 56).

La muestra está conformada por 36 especímenes cilíndricos de concreto de dimensiones de 10 cm x 20 cm, y 04 prismas de concreto de 53 x 15 x 15 cm, para cada diseño 09 especímenes y 01 prisma, para ser ensayados en laboratorio.

Muestreo:

Según (Niño Rojas, 2011) señala que "el muestreo se define como la técnica mediante el cual se calcula la muestra de la población" (p. 57).

Se realizó el muestreo por conveniencia, debido a que se tiene disponibilidad para poder efectuar la investigación. y fácil acceso a la zona.

3.4. Técnicas e instrumento de recolección de datos, validez y confiabilidad

Técnica. (Niño Rojas, 2011) sostiene que "se entiende como la actividad que implica la investigación, son llamados también métodos o como el instrumento que se aplicará a la investigación" (p. 30).

La técnica aplicada en la presente investigación será la de observación, debido a que es el método más confiable que acerca a la verdad. Según (Niño Rojas, 2011) señala que "la observación nos permite tener conocimiento del mundo cotidiano y evadir sus peligros y solventar sus necesidades" (p. 62).

El análisis granulométrico del sillar y piedra triturada se realizaron bajo la Norma Técnica Peruana 400.037

El diseño de mezcla se efectuó utilizando la Norma del Comité ACI 211 este método de diseño es el más usado.

Instrumento de recolección de datos. En cada variable se aplicarán diversos instrumentos, como ensayos efectuados en laboratorio con la finalidad de la obtención de resultados fiables, en cuanto a los diferentes ensayos mencionados anteriormente, para determinar las propiedades físico-mecánicas del concreto hecho con sillar y con agregado grueso del concreto de $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$, para cercos prefabricados en Arequipa. Según (Baena Paz, 2017) señala que “los instrumentos son considerado como apoyo de la técnica con la finalidad de que cumpla con su propósito” (p.83).

Validez. El proyecto de investigación será validado por el juicio de especialistas en el área de Ingeniería Civil, consistirá en validar los instrumentos que se aplicarán en el desarrollo de los ensayos que se efectuaran en el laboratorio, y a través de la obtención las firmas de tres especialistas en el tema se dará mayor consistencia a los instrumentos propuestos.

Confiabilidad. En el proyecto de averiguación, se relaciona la confiabilidad con la calibración de los equipos empleados en los ensayos de laboratorio, con el fin de garantizar de que los resultados conseguidos en los ensayos sean los más exactos posibles y a la vez sean confiables. Que para dar una mayor credibilidad los ensayos se realizaran en laboratorios reconocidos, con equipos calibrados.

3.5. Procedimientos

PASO 01: IDENTIFICACION Y EXTRACCION

En este paso se realizará la identificación de la zona de donde se realizará la extracción del sillar, que será en la cantera de Añashuayco. Obteniendo una muestra representativa para poder efectuar los ensayos como agregado, así también para la elaboración de mezcla.

PASO 02: ENSAYOS AL AGREGADO

Se efectuará ensayos físico-químicos al sillar, y a los demás agregados, la piedra triturada y arena solo se efectuarán ensayos físicos, los ensayos físicos comprenden lo siguiente: determinación del peso específico, absorción, contenido de humedad y peso específico varillado, este último solo se aplicará a agregados gruesos, y respecto a los ensayos químicos se efectuarán los siguientes: contenido de pH, contenido de sulfatos, contenido de sales solubles, contenido de cloruros.

PASO 03: CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES

Las características de los materiales a ser usados para la elaboración del concreto, deben contar la información necesaria, la información de los agregados se obtendrán en base a los ensayos, del cemento de acuerdo a su ficha técnica, el agua será potable.

PASO 04: OPTIMIZACION DE LA GRANULOMETRIA DEL AGREGADO GRUESO

De acuerdo al análisis granulométrico general que se realizó en laboratorio, se debe optimizar la granulometría de acuerdo a la norma NTP 400.037 "Agregados para Concreto", en donde indica los porcentajes mínimos y máximos, para cada tamaño máximo nominal.

PASO 05: DISEÑO DE MEZCLA

Para la elaboración del concreto se realizará de acuerdo a la norma del comité 211 del ACI, en donde calcularemos para el volumen necesario para el proyecto de investigación. Y se procederá a la elaboración de la mezcla.

PASO 06: ENSAYOS FÍSICOS Y MECÁNICOS AL CONCRETO

Se realizarán ensayos físicos al concreto que son: Asentamiento, Control de Temperatura y Densidad, y ensayos mecánicos que son: Resistencia a la Compresión y Flexión.

PASO 07: ANÁLISIS DE RESULTADOS

En base a los resultados hallados de los ensayos, se procederá a analizar y sacar conclusiones, discusiones y recomendaciones.

Procedimientos de Ensayos Físicos a los Agregado para Concreto

Análisis Granulométrico NTP 400,012

Para el análisis granulométrico se requiere que el agregado este seco, se debe conocer la masa, y esta se separa por medio de tamices de diferentes diámetros de abertura, desde una abertura mayor a menor, con este proceso se determina la gradación del agregado, mediante el porcentaje retenido en cada tamiz.

Aparatos

- Balanzas
- Tamices
- Agitador Mecánico de Tamices
- Horno

Muestreo

Agregado fino. Tamaño mínimo de la muestra seca será de 300 g

Agregado grueso: La muestra tendrá un tamaño tal como lo indica la siguiente tabla.

Tabla 31: *Peso mínimo de muestra del agregado grueso o global*

Tamaño Máximo Nominal Aberturas Cuadradas mm (pulg)	Cantidad de la Muestra de Ensayo, Mínimo kg (lb)
9,50 (3/8)	1,00 (2)
12,50 (1/2)	2,00 (4)
19,00 (3/4)	5,00 (11)
25,00 (1)	10,00 (22)
37,50 (1 1/2)	15,00 (33)
50,00 (2)	20,00 (44)
63,00 (2 1/2)	35,00 (77)
75,00 (3)	60,00 (130)

Fuente: NTP 400,012

Procedimiento

Se realiza el secado de la muestra a temperatura constante de $110.0^{\circ} \text{C} \pm 5.0^{\circ} \text{C}$. Se seleccionarán tamaños apropiados de mallas para brindar la información necesaria de acuerdo a las especificaciones que se necesiten para este material a ensayarse. Para obtener el módulo de fineza se hará el uso de tamices adicionales. Colocar los tamices de la abertura mayor a menor, de arriba hacia abajo, se coloca la muestra dentro del tamiz. Empezar a sacudir manualmente o usando alguien equipo mecánico, culminado este paso se procede a efectuar el pesaje de cada peso retenido en cada tamiz

Los juegos de tamices deben ser agitados manualmente o usando algún tipo de aparato mecánico por un lapso indicado, todo el material pasante el tamiz N°4, puede reducirse usando el agitador mecánico en base a la norma ASTM C 702. Y la masa de incremento de la muestra se calcula con la siguiente formula.

$$A = \frac{W_1}{W_2} \times B$$

Dónde:

A = masa del incremento de la medida sobre la base de la muestra total

W_1 = masa de la fracción más fina que la malla n°4 en la muestra total

W_2 = masa de la porción reducida de material más fino que la malla n°4

B = masa del incremento en la posición reducida tamizada

Calculo

Se efectúa el cálculo del porcentaje pasante, el porcentaje sobre cada tamiz, o los porcentajes totales retenidos con aproximación del 0.1% que esté más cerca del peso seco inicial de la muestra. Para hallar el módulo de fineza, se realiza la suma del porcentaje retenido acumulado del material de los siguientes tamices N°100, N°50, N°30, N°16, N°8, N°4, 3/8", 3/4", 1 1/2" a mas, y se divide entre 100, así se incrementa en relación de 2 a 1.

Informe

En el informe deberá indicar lo siguiente:

- El porcentaje total pasante en cada malla.
- El porcentaje total retenido en cada malla.
- El porcentaje retenido entre mallas consecutivas

La información reportada deberá ser en números enteros, excepto a partir de la malla 200 que su valor es menor al 10%. Así también reportar el módulo de finura

Contenido de Humedad del Agregado ASTM C 566

La humedad de los agregados se obtendrá mediante el uso de un horno.

Aparatos

- Balanza
- Horno capacidad de 110°C +-5°
- Recipiente para muestras

Muestreo

Las muestras serán inalteradas, se trasladarán en bolsas o recipientes herméticos, para que esta no pierda su humedad natural.

Procedimiento

Colocar la muestra en frascos herméticos y realizar el pesaje, se debe conocer el peso de fresco, posterior a eso colocar en el horno, el horno debe estar a una temperatura constante, no debe haber cambios bruscos de temperatura y podría ocasionarse un sobrecaliente, y hacer que algunas partículas exploten, se debe contralar la temperatura del horno, en caso de usarse un horno microondas, opcionalmente se debe revolver l muestra.

Calcular la humedad utilizando la siguiente formula

$$\%H = 100(W - D)/D$$

Dónde:

H = Porcentaje de Humedad.

W = Peso de muestra húmeda en gr.

D = Peso de muestra seca en gr.

Peso Unitario del Agregado Grueso ASTM C-29

Este método usualmente se usa para encontrar la densidad de cierto agregado, que es dato requerido para la fabricación de concreto, y así seleccionar las proporciones que se necesitaran en la mezcla de concreto.

Aparatos

- Balanza
- Varilla de apisonado
- Recipiente

Muestreo de Ensayo

La cantidad de la muestra será aprox. de 125% a 200% dependiente del tamaño del recipiente, evitar la segregación al momento de la manipulación. Secar la muestra a temperatura de $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Procedimiento De Varillado

Llenar con el agregado a un tercio del recipiente y aplicar 25 golpes con la varilla de forma uniforme en toda la superficie, luego a los dos tercios llenar con agregado y aplicar el mismo procedimiento, y nivelar al ras del recipiente y seguir el mismo procedimiento, equilibrar los vacíos que hubiese en la superficie del recipiente

Procedimiento De Percusión

Realizar el procedimiento de apisonado, el recipiente debe estar sobre una base firme puede ser piso de concreto, luego inclinar hasta que el borde opuesto del recipiente respecto a la base de apoyo este a unos 5 cm del piso, posterior a esto dejar caer y debe dar un golpe seco, y es así que de esta forma el agregado se acomoda de una forma compacta. Se debe compactar cada una de las capas y dejar caer 50 veces repetir el proceso, 25 cada extremo. La superficie debe ser nivelada y equilibrar los vacíos que pudiesen existir.

Procedimiento Para Peso Suelto

Llenar con el agregado todo el recipiente hasta que reboce, en forma de lomo que no exceda los 5 cm, se debe evitar la segregación, la superficie será nivelada y se debe equilibrar los vacíos que pueden existir en la superficie.

CALCULO

Las siguientes formulas son para calcular la densidad en forma apisonada, de percusión, o peso suelto con las siguientes formulas.

$$M = (G - T)/V \quad (1)$$

$$M = (G - T) \times F \quad (2)$$

Dónde:

M = Densidad de la masa del agregado, kg/m³

T = Masa del receptáculo, kg

G = M, kg

F = Factor para el receptáculo, 1/m³

V = Volumen del receptáculo, m³

Calculo de la densidad de masa seca

$$M_{SS} = M \left[1 + \left(\frac{A}{100} \right) \right] \quad (3)$$

Dónde:

M_{ss} = Densidad de masa, kg/m³

A = Porcentaje de la absorción

Calculo de contenido de vacíos

$$\% \text{ Vacios} = 100 \{ (S \times W) - M \} / (S \times W) \quad (4)$$

Dónde:

M = Densidad de masa del agregado, kg/m³

W = Densidad del agua, 998 kg/m³

S = Gravedad específica de masa (Base seca)

Calculo del volumen del recipiente como sigue:

$$V = (W - M)/D \quad (5)$$

$$F = D/(W - M) \quad (6)$$

Dónde:

V = Volumen del receptáculo, m³

M = Masa de la base de vidrio y receptáculo, kg

D = Densidad del agua, kg/m³

W = Masa del agua, base de vidrio, y receptáculo, kg

F = Factor para el receptáculo, 1/m³

INFORME

Se debe informar lo siguiente en el reporte con precisión de 10 kg/m³

- Densidad de masa por varillado.
- Densidad de masa suelto.
- Densidad de masa por percusión.

Absorción y Peso Específico del Agregado Grueso

Sumergir la muestra por 24 horas aproximadamente, esto para que los poros que tiene sean llenados, luego se retira del agua y se pesa, luego se limpia lo superficial y luego nuevamente se coloca al agua, se retira y se pesa, posterior a esto se realiza el secado en horno, y se efectúa el pesaje nuevamente, así tendremos 3 tipos de pesos específicos y la absorción (NORMA TECNICA PERUANA, 2018)

APARATOS

- Balanza calibrada
- Cesto con malla alambrada
- Tamices
- Recipiente de agua
- Horno

MUESTREO. Mezclar toda la muestra en base a la norma ASTM C702 seleccionar la cantidad necesaria, se debe desechar todo material pasante la malla n°4.

PROCEDIMIENTO

Secar en horno la muestra a temperatura de 110 °C +-5°C, el ambiente tiene que estar ventilado a temperatura ambiente de una hora a tres horas, para muestras que tengan tamaño máximo nominal de 1 1/2" o mayores, hasta que haya secado al tacto, posterior a esto debe sumergirse en agua a temperatura ambiente por un lapso de 24 hrs, si el agregado será para concreto en donde la humedad natural del agregado es la que se usa, el secado a peso constate será descartada. Secar por completo la superficie del agregado con paño absorbente. Se obtiene el peso en condición saturada con superficie seca. Luego que sea pesada colocar en el cesto y se halla su peso en el agua a una temperatura de 23°C.

CÁLCULOS

Peso específico de masa (Pem)

$$Pem = \frac{X}{(Y - Z)} \times 100$$

Dónde:

X = Cantidad pesada de la muestra secada al aire, gr;

Y = Cantidad pesada de la muestra superficialmente saturada secada al aire, gr;

Z = Cantidad pesada en agua de la muestra saturada.

Peso específico de masa saturada con superficie seca (PeSSS)

$$PeSSS = \frac{Y}{(Y - Z)} \times 100$$

Peso específico aparente (Pea)

$$Pea = \frac{X}{(X - Z)} \times 100$$

Absorción (Ab)

$$Ab, (\%) = \frac{Y - X}{X} \times 100$$

REPORTE

Se debe reportar los resultados de los pesos específicos con aproximaciones de 0,01, y se indicará el tipo de peso específico aparente, saturado y masa, el dato de la absorción será de aproximación al 0,1%

Procedimiento de Ensayos Químicos al Agregado Grueso (Sillar)

Método de Ensayos para Sulfatos

El análisis se efectúa a temperaturas elevadas, para que se reduzca la sobresaturación relativa. La solución del sulfato barico crece, no considerablemente de (2.2 mg/L hasta 3.9 mg/L), en cualquiera de los casos, el efecto de los iones comunes hace una reducción de la solubilidad, y la temperatura influye de poca manera. El proceso analítico se efectúa en ácido medio, para prevenir que se formen sales de bario, también porque la precipitación alcanzada se encuentra conformado por cristales de más dimensión y por ende facilita su filtración y se reduce la coprecipitación.

Método de Ensayos para Cloruros ASTM D 1411

Para la determinación de los cloruros totales, se le agrega un exceso de la solución estándar de nitrato de plata a la muestra (sillar), y posterior se procede a calcular el exceso de plata con una solución de tiocianato amoniac, hasta que este que ese rojizo anaranjado, utilizando el indicador de Volhard. Los resultados serán indicados en partes por millón (ppm)

Determinación de pH en Suelos

El pH de los suelos o agregados se determinan para ver el grado de alcalinidad, y esto se mide con la unidad de medida de pH. Esta es una propiedad sustancial que se le atribuye a los suelos que perjudican la nutrición del suelo, así también con la determinación del pH se inspecciona las actividades biológicas y químicas que suceden en los suelos.

Proceso de Extracción

Se procede a la extracción de una muestra de agregado y se efectúa su molido y que se encuentre seco, se pone en un recipiente. Se le adiciona agua que este desionizada en una proporción de 1,25 y se revuelve en un lapso de 10 min.

Procedimiento Analítico

El pH-metro será calibrado en soluciones buffer de 4.00 pH, 7 y 10. Posterior a esto se le inserta el electrodo dentro de la muestra y se lee la lectura de pH que indica.

Método de Ensayos para Sales Solubles

Se realiza la preparación de un extracto y se le agita por el lapso de una hora hasta que tenga una consistencia acuosa, la muestra con agua desionizada, que son para la disolución las sales solubles. Posterior a esto se realiza la filtración y luego a la evaporación de la solución hasta que se seque, pero no debe llegar al punto de la ebullición. Y en la base del recipiente quedaran los cristales de la sal.

Procedimientos de Ensayos al Concreto

Muestreo de Concreto Premezclado

Procedimiento

La selección del tamaño de muestra será efectuada para el fin que este será usado, para la elaboración de probetas debe tener como mínimo un pie cubico, y para los ensayos de contenido de aire, asentamiento y medición de temperatura puede ser menor a lo que se vea conveniente, las muestras deben ser representativas. La extracción de muestra para mezcladores de extraerse en el rango que este dentro del 15% al 85% de la amasada, no se extraerá muestra al inicio o al final.

Determinación del Asentamiento

Este ensayo es utiliza para determinar la consistencia del concreto, y que podrían ser secos, plásticos o fluidos. Este ensayo no es aplicable a hormigones no plásticos y no cohesivos.

APARATOS

- Molde
- Pisón

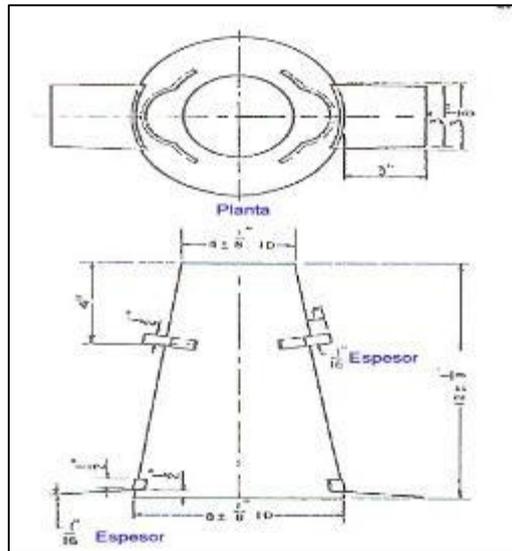


Figura 35: Molde para el ensayo de descenso de cono
Fuente: ASTM Internacional

Procedimiento

Humedecer el molde y colocarlo en un lugar donde la zona sea plana, la placa debe estar firme, o colocar el cono encima de la placa, y se debe mantener los pies del técnico en el estribo del cono, remover la muestra y colocar la tercera parte del cono y dar 25 varilladas uniformemente en forma espiral, enrasar y empezar a retirar el cono de forma constante, no debe durar más de 5 segundos el retiro, y colocar en invertido el cono al costado y colocar la varilla encima del cono, y realizar la medida con cinta métrica, respecto al lomo del descenso del hormigón.

Informe

Informar el descenso de cono la medición en pulgadas, y determinar la consistencia, seca, plástica o fluida.

Control de Temperatura

Este método se utiliza para determinar la temperatura del concreto fresco, para constatar que este se encuentre a temperatura óptima para su vaciado.

APARATOS

- Aparato para medir la temperatura

Procedimiento

Colocar el termómetro dentro de la mezcla en estado fresco, el vástago del termómetro debe ingresar 3 pulgadas aproximadamente, dejar que se estabilice el reloj durante 2 minutos, luego registre la temperatura.

Informe

Reportar la temperatura del concreto fresco con aproximación de 0.5°C al que se encuentre más cerca.

Determinación de la Densidad del Concreto

Para calcular la densidad del concreto en estado endurecido se requiere lo siguiente:

APARATOS

- Vernier
- Balanza

PROCEDIMIENTO

Retirar los especímenes de la poza de curado, dejar que pierda la humedad superficial, medir con el vernier la altura y el diámetro, luego pesar en la balanza, calcular el volumen de la probeta cilíndrica.

INFORME

Con el dato del volumen y el peso, realizar una división

$$D = \frac{M}{V}$$

Dónde:

D = Densidad

V = Volumen de la probeta cilíndrica

M = Peso de la Probeta

Elaboración de Testigos de Concreto

Esta práctica nos guía para la elaboración de las probetas cilíndricas y prismas, así también para el curado normalizado en condición de laboratorio.

APARATOS

- Moldes Cilíndricos
- Moldes de Viga
- Varilla Compactadora
- Mazo de Goma
- Cucharon, Paleta, Badilejo

PROCEDIMIENTO

Después de realizar el muestreo de la mezcla de concreto, se procede a colocar los moldes en un lugar que este nivelado, colocar la mitad del concreto dentro del molde, compactar con la varilla de 3/8" unas 25 veces de forma uniforme, golpear con el mazo de goma suavemente el molde unos 8 golpes, posterior a eso colocar la mitad faltante hasta enrasar el molde, y varillar 25 veces, el varillado de ingresar una pulgada aproximadamente de la capa anterior, y golpear con el mazo de goma para acomodar los vacíos, enrasar con mezcla la superficie de la probeta y dar un acabado uniforme, el mismo procedimiento se aplica a todos los diseños elaborados y el número de probetas efectuadas.

Curado Normalizado

Las probetas cilíndricas y prismas de concreto una vez elaboradas, se procederán a colocar en una cámara de curado inicial en donde la temperatura en el interior se encuentre a 23°C, evitar que al momento de colocarse puedan generar algún tipo de impactos, se debe tener mucho cuidado y pasado las 24 horas cuando el concreto ya haya cumplido su fragua inicial, trasladar con cuidado a la poza de curado normalizada que estará a temperatura del agua de 23°C, esta poza consta de un recirculado de agua que hace que el agua no se empoce.

Ensayo de Resistencia a la Compresión

Este ensayo se usa para determinar la resistencia a la compresión de probetas cilíndricas de concreto, que son elaboradas en base a la norma ASTM C 39, en donde indica la forma correcta de fabricación y curado.

EQUIPO

- Equipo de ensayo: Este equipo someterá a una carga axial, a la probeta de concreto a velocidad constante.

PROCEDIMIENTO

- Para que este método de ensayo sea realizado correctamente, se debe tener mínimamente 2 probetas de concreto, para que sea ensayada a cierta edad especificada, con la finalidad de tener un promedio de los resultados.

- Para iniciar el ensayo se debe verificar las probetas y que estas deben estar planas en ambos extremos, la tolerancia para las caras es menor a 0.5 mm.

- Se procederá con la limpieza de las caras de la probeta, antes de colocar al equipo (prensa hidráulica), luego se alinea la probeta al eje de las bases que tiene el equipo, debe estar al centro.

- Y luego se empieza a aplicar la carga a velocidad constante, de forma continua y hacer golpes bruscos, ni generar fuertes impactos (velocidad de movimiento de esfuerzo ejercido es la probeta es de 0,25 Mpa/segundo \pm 0,05 Mpa/segundo)

CALCULOS

Se efectúan realizando una división de la carga máxima efectuada hasta que llegue la rotura de la probeta, entre el área de la sección transversal de la probeta cilíndrica.

$$f'c = \frac{P}{A}$$

F'_c = Resistencia a la compresión

A= Área de la sección transversal de la probeta cilíndrica

P= carga máxima alcanzada

- Si la división entre la altura del espécimen cilíndrico y su diámetro resulta menos que 1.75 se procederá a corregir, se debe corregir multiplicando la relación por el factor de corrección tal como se indica en la siguiente tabla.:

Tabla 32: *Relación entre la longitud y el diámetro de la probeta*

L/D	1,75	1,50	1,25	1,00
Factor	0,980	0,960	0,930	0,870

Fuente: ASTM Internacional

Ensayo de Resistencia a la Flexión

Este método de prueba se utiliza para hallar el valor del Módulo de Rotura de probetas (vigas) elaboradas en base a la norma ASTM C 192 o ASTM C 192, en estas normas indican como deben ser la correcta fabricación de los prismas de concreto, en donde influyen varios factores que intervienen para que los resultados sean óptimos, tales como la preparación de la muestra y curado.

APARATOS

- Equipo de carga: mecanismo por el cual las fuerzas se aplican a la muestra, debe tener dos puntos de apoyo, y uno de aplicación que es en sentido contrario a los puntos de apoyo.

PROCEDIMIENTO

El ensayo de resistencia a la flexión de prismas de concreto que son curados en húmedo deben ser efectuados después del retiro de la poza de curado en su estado húmedo, colocar el prisma en los dos puntos de apoyo y centrarlo, se efectuara el pulido de la superficie que estarán en contacto con los puntos de apoyo, y no es necesario realizar el pulido en los laterales. Aplicar la carga de forma uniforme y evitando golpes. La aplicación de la carga será constantemente hasta que llegue a quebrarse el prisma. Aplique la carga de modo que en los extremos aumente a

velocidad entre 125 y 175 psi / min. La tasa de carga se calcula utilizando la siguiente formula.

$$r = 2Tbd^2/3L$$

Dónde:

r = Aumento de carga (MN/min),

T = Medida de aumento de la tensión extrema de la fibra (Mpa/min),

b = ancho del prisma (mm),

d = profundidad del prisma (mm)

L = longitud de los puntos de apoyo (mm).

CALCULO

Calcular el módulo de ruptura con la siguiente formula

$$R = 3PL/2bd^2$$

Dónde:

R = Módulo de rotura, Mpa o psi

P = Carga máxima ejercida indicada por el equipo de prueba, N

L = Longitud del tramo de los puntos de apoyo, mm

b = Ancho promedio del prisma, en el punto de quiebre, mm

d = Profundidad promedio del prisma, en el punto de quiebre, mm

INFORME

- Informe la siguiente información:
- Número de identificación,
- Ancho promedio al 1 mm más cercano, en la fractura,
- Profundidad promedio a 1 mm más cercano, en la fractura,
- Longitud del tramo en pulgadas o milímetros
- Carga máxima que se aplicó en Newton
- Módulo de rotura, y que su cálculo sea a los 5 psi más cercanos (0,05 Mpa),

- Registro de curado y estado de humedad aparente de las muestras en el instante de la prueba,
- Defectos en las muestras, y
- Edad de los especímenes.

3.6. Método de análisis de datos

En esta investigación se realizaron ensayos a los agregados gruesos al sillar y la piedra triturada que son los siguientes: absorción, contenido de humedad, peso específico varillado, peso específico y análisis granulométrico, y al agregado fino los ensayos: de absorción, contenido de humedad, y granulometría, así también se efectuó análisis químico al sillar y cuyos ensayos son los siguientes: contenidos de pH, sulfatos, sales solubles, cloruros. Y respecto al concreto se efectuaron ensayos físicos (en estado fresco) y mecánicos, en estado fresco son los siguientes: determinación del asentamiento, control de temperatura, determinación de la densidad, y los ensayos mecánicos se efectuaron ensayos de resistencia a la compresión y flexión. El análisis se efectuará en base a las normas ASTM Internaciones, que también son base fundamental de las Normas Técnicas peruanas.

3.7. Aspectos éticos

El proyecto de investigación está realizado con mucha transparencia, compromiso, responsabilidad y sobre todo respeto por los antecedentes, citándose de manera adecuada ya que sirvieron como principal fuente de información. Por otro lado, el presente proyecto se elaboró guiándose de la Norma Técnica Peruana, ASTM Internacional, ACI.

IV. RESULTADOS

4.1. Ubicación geográfica

4.2. Nombre del proyecto:

La presente investigación titulada “Influencia del sillar en la mejora de las propiedades físico-mecánicas del concreto $f'c=175$ kg/cm², para cercos prefabricados, Arequipa 2021”

Ubicación de la Zona de estudio:

La presente tesis se realizó en el distrito de Cerro Colorado, ubicada específicamente en el A.H. APIPA Sector 16 cuya coordenada es 16°20'31"S con 71°37'41"O con una elevación de 2415 msnm ubicada exactamente el lote N° 15 Mz. E.

El objetivo de esta tesis es la determinación de cómo influye el sillar en la mejora de las propiedades físico-mecánicas del concreto $f'c=175$ kg/cm², para cercos prefabricados, Arequipa 2021

La tesis tiene como área a estudiar, situada en:

Región	:	Arequipa.
Departamento	:	Arequipa.
Provincia	:	Arequipa.
Región Geográfica	:	Sur.
Distrito	:	Cerro Colorado.

El Distrito Cerro Colorado pertenece a la provincia de Arequipa del Departamento de Arequipa, es una de los 32 distritos que componen la provincia antes mencionada, y tiene su población (2017) en total 197954 habitantes con una Densidad 1131,81 hab/km².

Límites del distrito:

Por el sur están los distritos de Yanahuara y Sachaca

Por el norte está el distrito de Yura

Por el este está el distrito de Cayma

Por el oeste está el distrito de Uchumayo

Localización geográfica del Proyecto



Figura 37: Ubicación de la Región de Arequipa

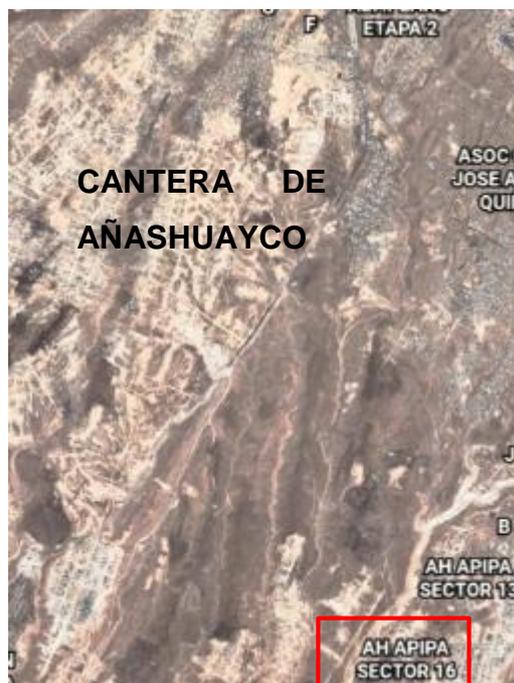


Figura 36: Lugar de estudio A.H. APIPA Sector 16 – Cerro Colorado

Accesibilidad a la Zona de Estudio:

Para llegar a la zona de estudio de extracción del sillar, ir por la salida a Puno con el cruce de la vía de evitamiento, llegar a la Av. Argentina luego ingresar 3 kilómetros y ahí se encuentra la cantera de Añashuayco, y la zona donde se realizará el proyecto se encuentra en el Asentamiento Humano APIPA Sector 16, estas zonas pertenecen al Distrito de Cerro Colorado Provincia de Arequipa Departamento de Arequipa.

Estado actual de la zona del proyecto:

En la actualidad el predio se encuentra como terreno solar, en donde se realizará el cercado de todo el perímetro que comprende 100 metros lineales, 10 metros lineales de frente y atrás, 20 metros lineales a los costados, los terrenos de la zona son típicos de 10 m x 20 m, la zona se encuentra plana no tiene ningún tipo de pendiente, esto facilitará su construcción.

Ensayos de Campo

El trabajo en campo concerniente a los ensayos, que se realizaron al concreto, fueron para determinar las propiedades físicas, en donde se utilizaron materiales que cumplen lo estipulado en las normas ASTM, se inició con el muestreo del concreto, luego se procedió con el control de temperatura mediante la norma ASTM 1064, seguidamente se realizó la determinación del asentamiento mediante la norma ASTM C 143, y después se elaboraron las probetas cilíndricas, 09 unidades y 01 prisma conforme a la norma ASTM C 39, para cada diseño, se hizo el mismo procedimiento para los 03 demás diseños, luego se inicia el curado normalizado de los testigos, de acuerdo a lo estipulado en la norma ASTM C 31, y finalmente se efectuó la determinación de la densidad del concreto, utilizando balanza y vernier, una vez que se terminó los ensayos físicos, se inició el trabajo en laboratorio.

Ensayos de Laboratorio

Respecto a los ensayos en laboratorio se efectuaron a los agregados y concreto, de los agregados consistió, en realizar ensayos físico-químicos al sillar, considerando la información necesaria que se requiere de los agregados, para la elaboración del diseño de mezcla, tales son, determinación del contenido de humedad, de acuerdo a la norma ASTM C 566, absorción y peso específico en base a la norma ASTM C 137, peso unitario compactado de acuerdo a la norma ASTM C 29, el análisis granulométrico se realizó para ver en el estado situacional que se encontraba la gradación, y viendo que no cumplía lo estipulado en la norma NTP 400.037, se efectuó la optimización de la granulometría, y los ensayos químicos al sillar fueron para determinar si contenían sustancias extrañas que puedan alterar el proceso de fragua del concreto, y respecto a los ensayos al concreto en estado endurecido se realizó ensayos a la compresión en base a la norma ASTM C 39 y ensayos a la flexión en base a la norma ASTM C 293, el laboratorio donde se realizaron los ensayos físicos a los agregados y los ensayos mecánicos al concreto, pertenece a la Universidad Católica “San Pablo” – Arequipa, y los ensayos químicos al sillar se realizó en Laboratorios Analíticos del Sur “LAS”

Propiedades Físicas de los Agregados

Contenido de Humedad

Este ensayo es para determinar el contenido de Humedad, que se realizó en laboratorio, bajo la norma ASTM C 566, al sillar, piedra triturada y arena fina, el material se trasladó a laboratorio de forma inalterada, tal como se obtuvo de las canteras, este dato se usa para realizar el diseño de mezcla.

Tabla 33: *Contenido de Humedad del Sillar*

DESCRIPCIÓN	RESULTADO
Peso del agregado en estado natural + recipiente	1846,2 g
Peso agregado seco + recipiente	1843,0 g
Peso recipiente	725,0 g
Peso del agua	3,2 g
Peso del agregado seco	1118,0 g
CONTENIDO DE HUMEDAD	0,29 %

Fuente: Certificado de Laboratorio Universidad Católica "San Pablo"

Tabla 34: *Contenido de Humedad de la Piedra Triturada*

DESCRIPCIÓN	RESULTADO
Peso del agregado en estado natural + recipiente	2662,9 g
Peso agregado seco + recipiente	2631,2 g
Peso recipiente	842,3 g
Peso del agua	31,7 g
Peso del agregado seco	1788,9 g
CONTENIDO DE HUMEDAD	1,77 %

Fuente: Certificado de Laboratorio Universidad Católica "San Pablo"

Tabla 35: *Contenido de Humedad de la Piedra Triturada*

DESCRIPCIÓN	RESULTADO
Peso del agregado en estado natural + recipiente	1 239,0 g
Peso agregado seco + recipiente	1 216,7 g
Peso recipiente	326,7 g
Peso del agua	22,3 g
Peso del agregado seco	890,0 g
CONTENIDO DE HUMEDAD	2,51 %

Fuente: Certificado de Laboratorio Universidad Católica "San Pablo"



Figura 38. Horno de Laboratorio, para determinar contenido de Humedad
Fuente: Elaboración Propia

Peso Específico y Absorción

Este ensayo es para determinar el Peso específico y Absorción, que se realizó en laboratorio, bajo las normas ASTM C 127, al sillar, piedra triturada y arena fina, este dato se usa para realizar el diseño de mezcla.

Tabla 36: *Peso Específico y Absorción del sillar*

DESCRIPCIÓN	RESULTADOS
Peso en el aire de la muestra saturada superficialmente seca	2686,10 g
Peso sumergido en agua de la muestra saturada superficialmente seca	1034,50 g
Peso de muestra desecada al horno	2032,50 g
Peso específico de masa seca	1,23 g/cm³
Peso específico aparente	2,04 g/cm³
Peso específico saturado superficialmente seco	1,63 g/cm³
Porcentaje de absorción	32,16 %

Fuente: Certificado de Laboratorio Universidad Católica “San Pablo”

Tabla 37: *Peso Específico y Absorción de la Piedra Triturada*

DESCRIPCIÓN	RESULTADOS
Peso en el aire de la muestra saturada superficialmente seca	3320,00 g
Peso sumergido en agua de la muestra saturada superficialmente seca	1981,20 g
Peso de la muestra desecada al horno	3238,50 g
Peso específico de masa seca	2,42 g/cm³
Peso específico aparente	2,58 g/cm³
Peso específico saturado superficialmente seco	2,48 g/cm³
Porcentaje de absorción	2,52 %

Fuente: Certificado de Laboratorio Universidad Católica “San Pablo”

Tabla 38: *Peso Específico y Absorción de la Arena*

DESCRIPCIÓN	RESULTADOS
N° de frasco	01
Peso de la muestra saturada superficialmente seca	500,00 g
Peso frasco + agua	660,35 g
Peso frasco + muestra + agua	970,02 g
Peso de la muestra desecada al horno	489,91 g
Peso específico de masa seca	2,57 g/cm³
Peso específico aparente	2,72 g/cm³
Peso específico saturado superficialmente seco	2,63 g/cm³
Porcentaje de absorción	2,06 %

Fuente: Certificado de Laboratorio Universidad Católica "San Pablo"

Peso Específico Varillado

Este ensayo es para determinar el peso específico varillado, y se realizó en laboratorio, bajo las normas ASTM C 29, al sillar, piedra triturada, este dato se usa para realizar el diseño de mezcla.

Tabla 39: *Peso Específico Suelto y Varillado del Sillar*

DESCRIPCIÓN	Und.	SUELTO			VARILLADO		
		1	2	3	1	2	3
Peso del agregado + recipiente	g	1082,0	10736,8	10795,2	12394,0	12403,8	12385,1
Peso del recipiente	g	4918,2	4918,2	4918,2	4918,2	4918,2	4918,2
Peso neto del agregado	g	5907,8	5818,6	5818,6	7475,8	7485,6	7466,9
Volumen del recipiente	cm ³	9457,8	9457,8	9457,8	9457,8	9457,8	9457,8
Peso Unitario	kg/m³	625	615	621	790	791	789
PROMEDIO	kg/m³	620			790		

Fuente: Certificado de Laboratorio Universidad Católica "San Pablo"

Tabla 40: *Peso Específico Suelto y Varillado de la Piedra Triturada*

DESCRIPCIÓN	Und.	SUELTO			VARILLADO		
		1	2	3	1	2	3
Peso del agregado + recipiente	g	16604,4	16722,0	16861,1	18521,2	18468,0	18587,5
Peso del recipiente	g	4918,2	4918,2	4918,2	4918,2	4918,2	4918,2
Peso neto del agregado	g	11686,2	11803,8	11942,9	13603,0	13549,8	13669,3
Volumen del recipiente	cm ³	9457,8	9457,8	9457,8	9457,8	9457,8	9457,8
Peso Unitario	kg/m³	1236	1248	1263	1438	1433	1445
PROMEDIO	kg/m³	1249			1439		

Fuente: Certificado de Laboratorio Universidad Católica "San Pablo"



Figura 39. Muestra de Sillar para Ensayo de Peso específico Varillado
Fuente: Elaboración Propia

Análisis Granulométrico

El análisis granulométrico se realizó en laboratorio, bajo las normas ASTM C 33, al sillar, piedra triturada y arena fina, en la norma se indica los porcentajes mínimos y máximos que debe tener los agregados para que sean empleados en el concreto, en vista de que los agregados no contaban con la granulometría adecuada, se realizó la optimización de la granulometría

Tabla 41: Análisis Granulométrico del Sillar

ANÁLISIS GRANULOMETRO (ASTM C-136)						CARACTERÍSTICAS MUESTRA
TAMICES ASTM	PESO RETENIDO (g)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF. HUSO 57	
2"	0,00	0,00	0,00	100,00		Modulo de Fineza 6.96
1 1/2"	0,00	0,00	0,00	100,00	100	
1"	49,70	1,07	1,07	98,93	95 - 100	Tamaño Máximo Nominal 1"
3/4"	967,90	20,82	21,89	78,11	-	
1/2"	2206,90	47,47	69,36	30,64	25 – 60	
3/8"	561,20	12,07	81,43	18,57	-	
1/4"	433,60	9,33	90,75	9,25	-	
N°4	152,10	3,27	94,02	5,98	0 – 10	
N°8	235,20	5,06	99,08	0,92	0 - 5	
N°16	42,60	0,92	100,00	0,00		

Fuente: Certificado de Laboratorio Universidad Católica "San Pablo"

Tabla 43: Análisis Granulométrico de la Piedra Triturada

ANÁLISIS GRANULOMETRO (ASTM C-136)						PROPIEDADES FÍSICAS
TAMICES ASTM	PESO RETENIDO (g)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFIC.	
1/2"	0,00	0,00	0,00	100,00		Modulo de Fineza 2,78
3/8"	3,56	0,49	0,49	99,51	100	
1/4"	4,37	0,60	1,09	98,91		
N°4	5,04	0,69	1,78	98,22	95 – 100	
N°8	136,44	18,68	20,46	79,54	80 – 100	
N°16	149,24	20,43	40,89	59,11	50 – 85	
N°30	127,71	17,49	58,38	41,62	25 – 60	
N°50	103,80	14,21	72,59	27,41	10 – 30	
N°100	80,19	10,98	83,57	16,43	2 - 10	
N°200	54,85	7,51	91,08	8,92		
<N°200	65,12	8,92	100,00	0,00		

Fuente: Certificado de Laboratorio Universidad Católica "San Pablo"

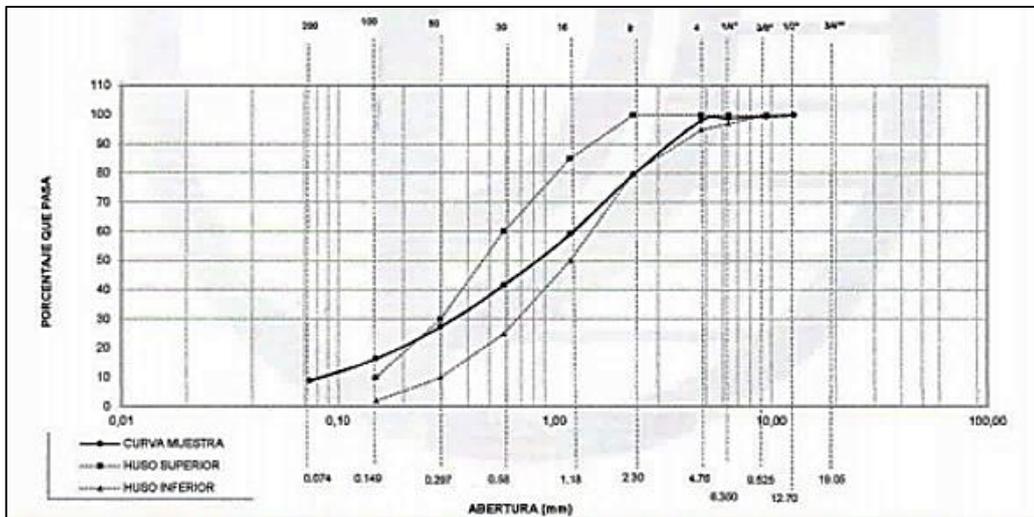


Figura 42. Curva Granulométrica del Agregado Fino (arena)
Fuente: Certificado de Laboratorio Universidad Católica "San Pablo"



Figura 43. Proceso de Agitación de Tamices
Fuente: Elaboración Propia

Como resultado de los ensayos físico-químicos del sillar, se pudo apreciar que el contenido de humedad de los agregados para el sillar, piedra triturada y arena fueron 0.29%, 1.77% y 2.51% respectivamente, y respecto al peso específico del sillar, piedra triturada y arena dieron como resultado 1.23 g/cm³, 2.42 g/cm³ y 2.57 g/cm³ respectivamente, se vio que el sillar tiene un peso específico menor, puesto que esta es una propiedad resaltante de este material, y la absorción para el sillar, piedra triturada y arena dio como resultado 32.16% ,2.52% y 2.06% respectivamente, se pudo ver que el sillar contiene al alto contenido de absorción, propiedad que destaca este material, y el peso específico varillado del sillar fue 790 kg/m³, y de la piedra triturada fue 1439 kg/m³, y respecto al análisis granulométrico, se vio que estaba dentro del rango de la NTP 400.037, y para tener un buen diseño de mezcla, se procedió a efectuar la optimización de los agregados.

Propiedades Químicas Del Sillar

Se realizaron ensayos químicos al sillar, para determinar el contenido de cloruros, mediante la norma ASTM D1411 Métodos de ensayo para cloruros solubles en agua presentes como aditivos en mezclas de carreteras de agregados graduados, y el ensayo para la determinación de sulfatos se efectuó en base a la norma ASTM C1580 Método de prueba estándar para sulfato soluble en agua en suelo, y la determinación de pH en suelos, y se en contenido de sales solubles

Tabla 44: *Propiedades Químicas del Sillar*

Nombre de Muestra	Procedencia de Muestra	Descripción de Muestra	*4502	*4503	*4506		*4507
			Cl-	SO ₄ =	pH	T	Sales Solubles
			ppm	ppm	Unidad de pH	°C	ppm
sillar	Cantera Añashuayco	Agregado	170	773	7,83	20,4	1488

Fuente: Certificado de Laboratorios Analíticos del Sur

Los resultados del ensayo químico al sillar mostraron que es un material que no cuenta con alguna sustancia extraña que pueda afectar al concreto, el contenido de cloruros, sulfatos, pH y sales solubles, se encuentran dentro del rango mínimo.

Diseño De Mezclas De Concreto

El diseño de mezclas se realizó utilizando el método del comité 211 del ACI, en donde nos indicó la dosificación de la mezcla y las proporciones para 01 metro cubico de concreto, teniendo en considerando lo siguiente: La resistencia a la compresión fue de $f'c=175$ kg/cm², consistencia plástica, cemento YURA Tipo IP, sin incorporación de aire, Diseño de Mezcla N° 1 (concreto convencional de TMN 3/4"), Diseño de Mezcla N° 2 (concreto con sillar de TMN 3/4"), Diseño de Mezcla N° 3 (concreto con sillar de TMN 1/2"), Diseño de Mezcla N° 4 (concreto con sillar de TMN 3/8"), en donde se calculó posteriormente el volumen, para la elaboración de las probetas y prismas, la información necesaria para realizar el diseño, se obtiene de los resultados efectuados a los agregados, en laboratorio, así también la información del cemento obtenido de la ficha técnica, el agua usada fue potable.

Tabla 45: *Diseño de Mezcla de Concreto Convencional de TMN 3/4"*

DISEÑO DE MEZCLA N°1		
Resistencia a la compresión Mínima	f'c= 175 kg/cm ²	
Tamaño Máximo Nominal	TMN=3/4"	
Asentamiento	Slump=2" – 4"	
Selección del Volumen de Agua	205 lt	
Selección del Volumen de Aire	2.0 %	
Relación agua/cemento	0.628	
Peso del Cemento para 1 m ³	326.4 kg	
Volumen Piedra Triturada	0.506 m ³	
Peso de Piedra Triturada	895 kg	
Volumen Agregado Fino	0.154 m ³	
Peso del Agregado Fino	395.8 kg	
Corrección de Peso por Humedad de los Agregados		
Peso de Piedra Triturada	895 kg	
Peso de Agregado Fino	396 kg	
Corrección por Absorción de Agregados		
Volumen de Agua Corregida	210 lt	
Dosificación para 1 metro Cubico de Concreto		
Materiales	Peso Corregido (kg)	Volumen (m ³)
Cemento	327	0.11
Piedra Triturada	911	0.52
Agregado Fino	406	0.16
Agua	210	0.21

Fuente: Producción Propia

Tabla 46: Diseño de Mezcla de Concreto con Sillar de TMN 3/4"

DISEÑO DE MEZCLA N°2		
Resistencia a la compresión Mínima	f'c= 175 kg/cm2	
Tamaño Máximo Nominal	TMN=3/4"	
Asentamiento	Slump=2" – 4"	
Selección del Volumen de Agua	205 lt	
Selección del Volumen de Aire	2.0 %	
Relación agua/cemento	0.628	
Peso del Cemento para 1 m3	326.4 kg	
Volumen Sillar	0.399 m3	
Peso del Sillar	491 kg	
Volumen Agregado Fino	0.2 m3	
Peso del Agregado Fino	668.2 kg	
Corrección de Peso por Humedad de los Agregados		
Peso de Sillar	493 kg	
Peso de Agregado Fino	685 kg	
Corrección por Absorción de Agregados		
Volumen de Agua Corregida	359 lt	
Dosificación para 1 metro Cubico de Concreto		
Materiales	Peso Corregido (kg)	Volumen (m3)
Cemento	327	0.11
Sillar	493	0.40
Agregado Fino	685	0.27
Agua	359	0.36

Fuente: Producción Propia

Tabla 47: Diseño de Mezcla de Concreto con Sillar de TMN 1/2"

DISEÑO DE MEZCLA N°3		
Resistencia a la compresión Mínima	f'c= 175 kg/cm2	
Tamaño Máximo Nominal	TMN=1/2"	
Asentamiento	Slump=2" – 4"	
Selección del Volumen de Agua	216 lt	
Selección del Volumen de Aire	2.5 %	
Relación agua/cemento	0.628	
Peso del Cemento para 1 m3	343.9 kg	
Volumen Sillar	0.355 m3	
Peso del Sillar	436 kg	
Volumen Agregado Fino	0.283 m3	
Peso del Agregado Fino	727.3 kg	
Corrección de Peso por Humedad de los Agregados		
Peso de Sillar	437 kg	
Peso de Agregado Fino	746 kg	
Corrección por Absorción de Agregados		
Volumen de Agua Corregida	352 lt	
Dosificación para 1 metro Cubico de Concreto		
Materiales	Peso Corregido (kg)	Volumen (m3)
Cemento	344	0.12
Sillar	437	0.36
Agregado Fino	746	0.29
Agua	352	0.35

Fuente: Producción Propia

Tabla 48. Diseño de Mezcla de Concreto con Sillar de TMN 3/8"

DISEÑO DE MEZCLA N°4		
Resistencia a la compresión Mínima	f'c= 175 kg/cm2	
Tamaño Máximo Nominal	TMN=3/8"	
Asentamiento	Slump=2" – 4"	
Selección del Volumen de Agua	220 lt	
Selección del Volumen de Aire	3.0 %	
Relación agua/cemento	0.628	
Peso del Cemento para 1 m3	350.3 kg	
Volumen Sillar	0.297 m3	
Peso del Sillar	365 kg	
Volumen Agregado Fino	0.33 m3	
Peso del Agregado Fino	848.1 kg	
Corrección de Peso por Humedad de los Agregados		
Peso de Sillar	366 kg	
Peso de Agregado Fino	869 kg	
Corrección por Absorción de Agregados		
Volumen de Agua Corregida	351 lt	
Dosificación para 1 metro Cubico de Concreto		
Materiales	Peso Corregido (kg)	Volumen (m3)
Cemento	353	0.12
Sillar	366	0.30
Agregado Fino	869	0.34
Agua	333	0.33

Fuente: Producción Propia

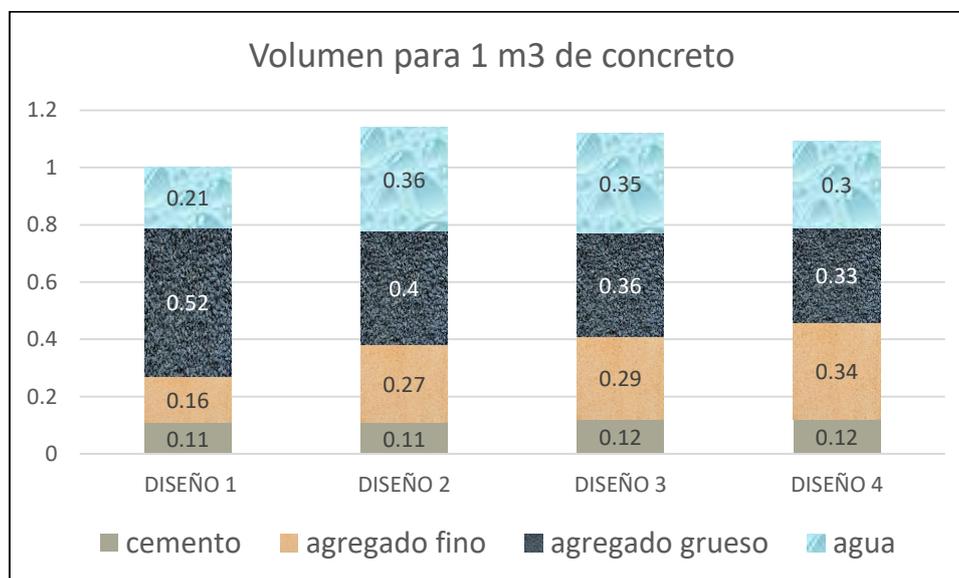


Figura 44: Volúmenes para 1 metro cubico de concreto

Fuente: Producción Propia

La dosificación de mezcla para los diferentes diseños realizados, tuvieron casi la misma proporción de cemento, y el agregado fino tuvo menor proporción, y más proporción de piedra triturada, en el concreto convencional, y respecto a los diseños

elaborados con sillar, tuvieron más cantidad de agua, porque el sillar tiene un alto contenido de absorción, de acuerdo a las 03 mezclas elaboradas con sillar, la dosificación que tuvo mejores propiedades físico-mecánicas, fue la elaborada con sillar de TMN=1/2", para un metro cubico de concreto se empleara la siguiente dosificación: cemento 344 kg, agua 352 lt, agregado fino 746 kg y sillar 437 kg



Figura 45. Elaboración de Probetas Cilíndricas de concreto
Fuente: Elaboración Propia



Figura 46. Probetas y Prismas de Concreto
Fuente: Elaboración Propia

Propiedades Físicas Del Concreto

Para realizar en análisis de los resultados de las propiedades físicas del concreto, se identificará de la siguiente manera.

DISEÑO DE MEZCLA N°1: Concreto con Piedra Triturada de TMN 3/4"

DISEÑO DE MEZCLA N°2: Concreto con Sillar de TMN 3/4"

DISEÑO DE MEZCLA N°3: Concreto con Sillar de TMN 1/2"

DISEÑO DE MEZCLA N°4: Concreto con Sillar de TMN 3/8"

Determinación del Asentamiento

La medición del asentamiento de la mezcla de concreto se realizó en base a la norma ASTM 143, en donde de acuerdo al diseño de mezcla, debe tener una consistencia plástica, y se cumplió con lo especificado, estando los resultados dentro del rango de 2" a 4".

Tabla 49: *Ensayo de determinación de Asentamiento*

ID	DISEÑO DE MEZCLA	RESISTENCIA DE DISEÑO	TMN	FECHA DE MUESTREO	ASENTAMIENTO
1	CONCRETO CON PIEDRA T.	175	3/4"	15/03/2021	4"
2	CONCRETO CON SILLAR	175	3/4"	15/03/2021	3"
3	CONCRETO CON SILLAR	175	1/2"	15/03/2021	3 1/2"
4	CONCRETO CON SILLAR	175	3/8"	15/03/2021	3 1/2"

Fuente: Elaboración Propia

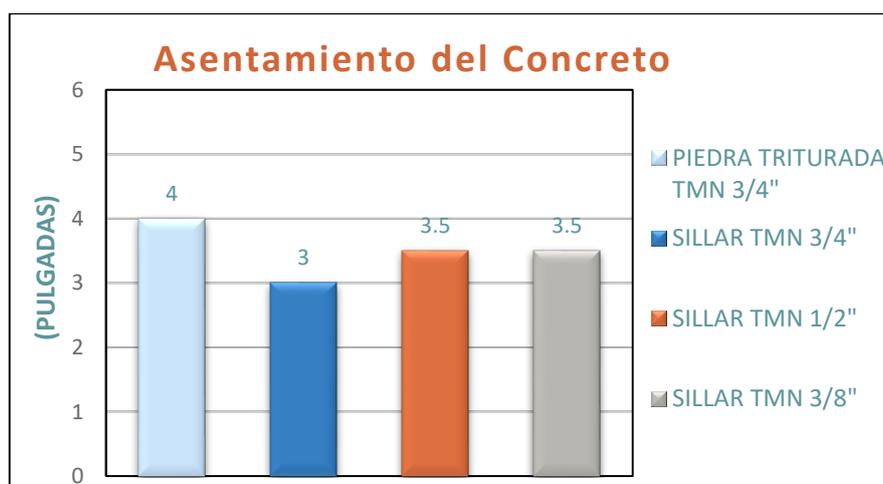


Figura 47. Asentamiento del Concreto Fresco

Fuente: Elaboración Propia



Figura 48. Determinación del Asentamiento del Concreto Fresco
Fuente: Elaboración Propia

Control de Temperatura

El control de temperatura se realizó de acuerdo a la norma ASTM 1064, utilizando un termómetro calibrado, para medir el concreto en estado fresco, y teniendo como temperatura ambiente de 18° C el día que se elaboraron las mezclas.

Tabla 50: Control de Temperatura del Concreto Fresco

ID	DISEÑO DE MEZCLA	RESISTENCIA DE DISEÑO	TMN	FECHA DE MUESTREO	TEMPERATURA
1	CONCRETO CON PIEDRA T.	175	3/4"	15/03/2021	22.5°C
2	CONCRETO CON SILLAR	175	3/4"	15/03/2021	24.8°C
3	CONCRETO CON SILLAR	175	1/2"	15/03/2021	24.2°C
4	CONCRETO CON SILLAR	175	3/8"	15/03/2021	24.6°C

Fuente: Elaboración Propia

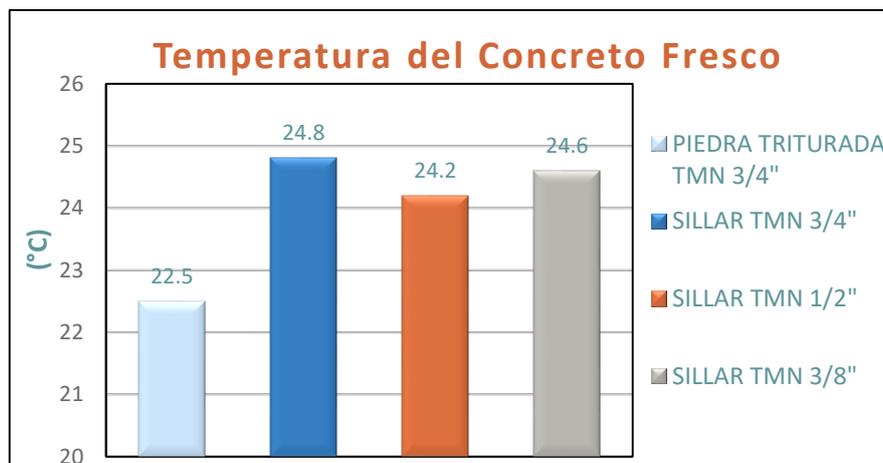


Figura 49. Control de Temperatura del Concreto Fresco
Fuente: Elaboración Propia



Figura 50. Determinación de la Temperatura del concreto
Fuente: Elaboración Propia

Determinación de la Densidad

La medición de la densidad se realizó, en base a la norma ASTM C 138, que consiste en realizar el peso de la probeta cilíndrica, y se divide por el volumen medido (área x altura).

Tabla 51: Determinación de la Densidad del Concreto

ID	Diseño de Mezcla	Resistencia de Diseño	TMN	(kg/m ³)
1	CONCRETO CON PIEDRA T.	175	3/4"	2279
2	CONCRETO CON SILLAR	175	3/4"	1913
3	CONCRETO CON SILLAR	175	1/2"	1937
4	CONCRETO CON SILLAR	175	3/8"	1860

Fuente: Elaboración Propia



Figura 51. Densidad del Concreto de los 4 Diseños de Mezcla
Fuente: Elaboración Propia

En las propiedades físicas del concreto, respecto al asentamiento se pudo apreciar que el concreto convencional y el concreto con sillar, se encuentran dentro del rango de la consistencia plástica, de acuerdo a lo indicado en el diseño de mezclas de 2" a 4", efectuado de acuerdo al Comité 211 del ACI, y el control de temperatura, dio resultados que se encuentran desde los 22°C hasta los 25°C, estos datos se encuentran dentro de la temperatura del concreto aceptable, y la temperatura ambiente fue de 19°C, y en relación a la densidad del concreto, para el concreto elaborado con piedra triturada de TMN 3/4" obtuvo 2279 kg/m³, para el concreto con sillar de TMN 3/4" alcanzo 1913 kg/m³, para el concreto con sillar de TMN 1/2" alcanzo 1937 kg/m³, para el concreto con sillar de TMN 3/8" alcanzo 1860 kg/m³, en donde este último alcanzo la menor densidad, de acuerdo a los resultados el concreto elaborado con sillar de TMN=1/2" tuvo el mejor resultado, esta mezcla si se pueden emplear para la fabricación de cercos prefabricados



Figura 52. Retiro de Probetas de Poza de Curado
Fuente: Elaboración Propia

Propiedades Mecánicas Del Concreto

Los ensayos de resistencia a la compresión se realizaron en laboratorio, a 7, 14 y 28 días de edad, y para los ensayos de resistencia a la flexión se realizaron a los 28 días de edad, estas probetas y prismas de concreto tuvieron curado normalizado, y se ensayaron en su condición húmeda, teniendo cuidado en el transporte de la poza de curado hacia el laboratorio.

Resistencia a la Compresión a 7 Días

Tabla 52: Resistencia a la Compresión a 7 Días, Diseño de Mezcla con P.T.

ÍTEM	PROBETA	FECHA		EDAD	ÁREA	CARGA	ESFUERZO DE ROTURA (f'c)	
	ELEMENTO	VACIADO	ROTURA	(Días)	(cm ²)	(kgf)	(Mpa)	(kgf/cm ²)
1	PIEDRA T. TMN 3/4"	15/03/2021	22/03/2021	7	82.8	8646	10.2	104.4
2	PIEDRA T. TMN 3/4"	15/03/2021	22/03/2021	7	78.3	8792	11.0	112.3
3	PIEDRA T. TMN 3/4"	15/03/2021	22/03/2021	7	82.2	8890	10.6	108.2

Fuente: Certificado de Laboratorio Universidad Católica "San Pablo"

Tabla 53: Resistencia a la Compresión a 7 Días, Diseño de Mezcla con sillar

ÍTEM	PROBETA	FECHA		EDAD	ÁREA	CARGA	ESFUERZO DE ROTURA (f'c)	
	ELEMENTO	VACIADO	ROTURA	(Días)	(cm ²)	(kgf)	(Mpa)	(kgf/cm ²)
1	SILLAR TMN 3/8"	15/03/2021	22/03/2021	7	82.6	5587	6.6	67.6
2	SILLAR TMN 3/8"	15/03/2021	22/03/2021	7	82.8	6883	8.2	83.1
3	SILLAR TMN 3/8"	15/03/2021	22/03/2021	7	82.9	6691	7.9	80.7
4	SILLAR TMN 1/2"	15/03/2021	22/03/2021	7	82.4	9816	11.7	119.1
5	SILLAR TMN 1/2"	15/03/2021	22/03/2021	7	83.4	8277	9.7	99.2
6	SILLAR TMN 1/2"	15/03/2021	22/03/2021	7	82.1	8850	10.6	107.8
7	SILLAR TMN 3/4"	15/03/2021	22/03/2021	7	83.3	7911	9.3	95.0
8	SILLAR TMN 3/4"	15/03/2021	22/03/2021	7	82.9	7430	8.8	89.6
9	SILLAR TMN 3/4"	15/03/2021	22/03/2021	7	83.4	7051	8.3	84.5

Fuente: Certificado de Laboratorio Universidad Católica "San Pablo"

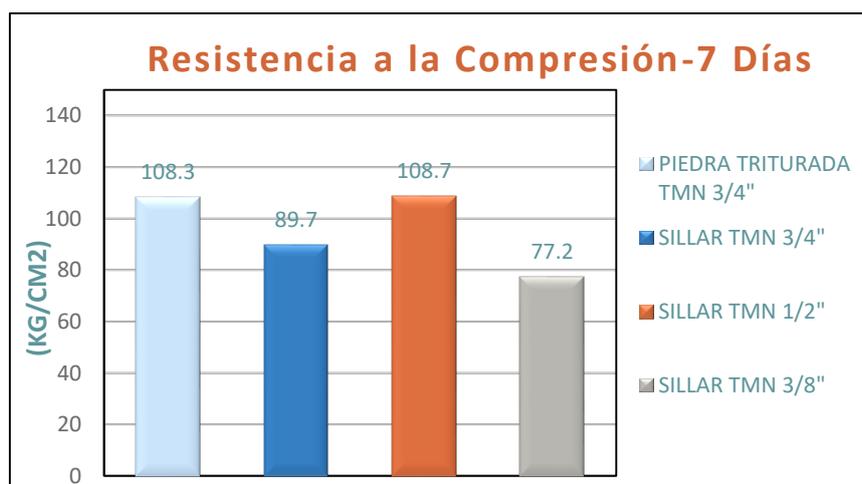


Figura 53. Resistencia a la Compresión a 7 días, de los 4 diseños
Fuente: Elaboración Propia

Resistencia a la Compresión a 14 Días

Tabla 54: Resistencia a la Compresión a 14 Días, Diseño de Mezcla con Piedra Triturada

ÍTEM	PROBETA	FECHA		EDAD (Días)	ÁREA (cm ²)	CARGA (kgf)	ESFUERZO DE ROTURA (f'c)	
	ELEMENTO	VACIADO	ROTURA				(Mpa)	(kgf/cm ²)
1	PIEDRA T. TMN 3/4"	15/03/2021	29/03/2021	14	84.5	12545	14.6	148.5
2	PIEDRA T. TMN 3/4"	15/03/2021	29/03/2021	14	83.4	11503	13.5	137.9
3	PIEDRA T. TMN 3/4"	15/03/2021	29/03/2021	14	82.2	11502	13.7	139.9

Fuente: Certificado de Laboratorio Universidad Católica "San Pablo"

Tabla 55: Resistencia a la Compresión a 14 días, Diseño de Mezcla con Sillar

ÍTEM	PROBETA	FECHA		EDAD (Días)	ÁREA (cm ²)	CARGA (kgf)	ESFUERZO DE ROTURA (f'c)	
	ELEMENTO	VACIADO	ROTURA				(Mpa)	(kgf/cm ²)
1	SILLAR TMN 3/8"	15/03/2021	29/03/2021	14	82.1	6725	8.0	81.9
2	SILLAR TMN 3/8"	15/03/2021	29/03/2021	14	83.7	7901	9.3	94.4
3	SILLAR TMN 3/8"	15/03/2021	29/03/2021	14	82.4	7222	8.6	87.6
4	SILLAR TMN 1/2"	15/03/2021	29/03/2021	14	82.3	10260	12.2	124.7
5	SILLAR TMN 1/2"	15/03/2021	29/03/2021	14	83.1	10831	12.8	130.3
6	SILLAR TMN 1/2"	15/03/2021	29/03/2021	14	83.4	11629	13.7	139.4
7	SILLAR TMN 3/4"	15/03/2021	29/03/2021	14	83.4	9183	10.8	110.1
8	SILLAR TMN 3/4"	15/03/2021	29/03/2021	14	82.6	8941	10.6	108.2
9	SILLAR TMN 3/4"	15/03/2021	29/03/2021	14	83.0	8696	10.3	104.8

Fuente: Certificado de Laboratorio Universidad Católica "San Pablo"

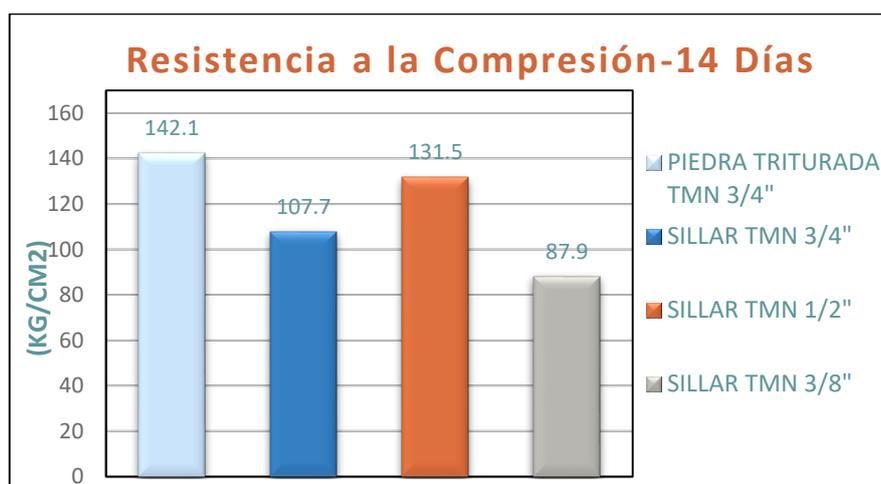


Figura 54. Resistencia a la Compresión a 14 días, de los 4 diseños
Fuente: Elaboración Propia

Resistencia a la Compresión a 28 Días

Tabla 56: Resistencia a la Compresión a 28 Días, Diseño de Mezcla con P.T.

ITEM	PROBETA	FECHA		EDAD (Días)	AREA (cm ²)	CARGA (kgf)	ESFUERZO DE ROTURA (f'c)	
	ELEMENTO	VACIADO	ROTURA				(Mpa)	(kgf/cm ²)
1	SILLAR TMN 3/4"	15/03/2021	12/04/2021	28	83.2	15596	18.4	187.5
2	SILLAR TMN 3/4"	15/03/2021	12/04/2021	28	82.9	16197	19.2	195.4
3	SILLAR TMN 3/4"	15/03/2021	12/04/2021	28	82.4	15850	18.9	192.4

Fuente: Certificado de Laboratorio Universidad Católica "San Pablo"

Tabla 57: Resistencia a la Compresión a 14 Días, Diseño de Mezcla con Sillar

ÍTEM	PROBETA	FECHA		EDAD (Días)	ÁREA (cm ²)	CARGA (kgf)	ESFUERZO DE ROTURA (f'c)	
	ELEMENTO	VACIADO	ROTURA				(Mpa)	(kgf/cm ²)
1	SILLAR TMN 3/8"	15/03/2021	12/04/2021	28	82.4	9035	10.8	109.6
2	SILLAR TMN 3/8"	15/03/2021	12/04/2021	28	82.6	9079	10.8	109.9
3	SILLAR TMN 3/8"	15/03/2021	12/04/2021	28	81.6	8798	10.6	107.8
4	SILLAR TMN 1/2"	15/03/2021	12/04/2021	28	83.3	14799	17.4	177.7
5	SILLAR TMN 1/2"	15/03/2021	12/04/2021	28	83.2	14981	17.7	180.1
6	SILLAR TMN 1/2"	15/03/2021	12/04/2021	28	84.6	15010	17.4	177.4
7	SILLAR TMN 3/4"	15/03/2021	12/04/2021	28	83.9	11103	13.0	132.3
8	SILLAR TMN 3/4"	15/03/2021	12/04/2021	28	82.9	10797	12.8	130.2
9	SILLAR TMN 3/4"	15/03/2021	12/04/2021	28	84.2	11608	13.5	137.9

Fuente: Certificado de Laboratorio Universidad Católica "San Pablo"

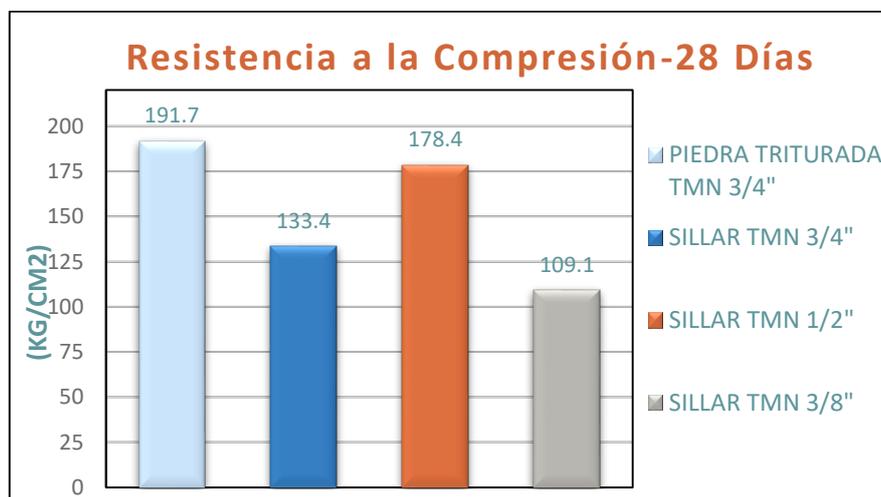


Figura 55. Resistencia a la Compresión a 7 días, de los 4 diseños
Fuente: Certificado de Laboratorio Universidad Católica "San Pablo"

Tabla 58: Resumen de Resultados de Resistencia a la Compresión

DISEÑO DE MEZCLA	RELACION A/C	RESISTENCIA MINIMA (f'c)	DÍAS DE CURADO	RESISTENCIA OBTENIDA (f'c)	% OBTENIDO
ACI-PIEDRA T.- TMN 3/4"	0.628	175	7	108.3	110%
			14	142.1	
			28	191.7	
ACI-SILLAR-TMN 3/4"	0.628	175	7	89.7	76%
			14	107.7	
			28	133.5	
ACI-SILLAR-TMN 1/2"	0.628	175	7	108.7	102%
			14	131.5	
			28	178.4	
ACI-SILLAR-TMN 3/8"	0.628	175	7	77.2	62%
			14	88.0	
			28	109.1	

Fuente: Elaboración Propia

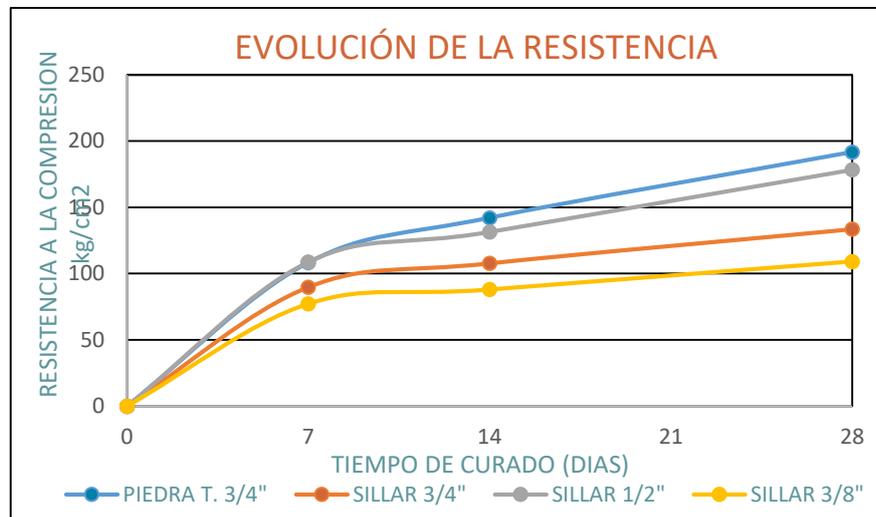


Figura 56. Evolución de la Resistencia del Concreto en el tiempo
Fuente: Elaboración Propia

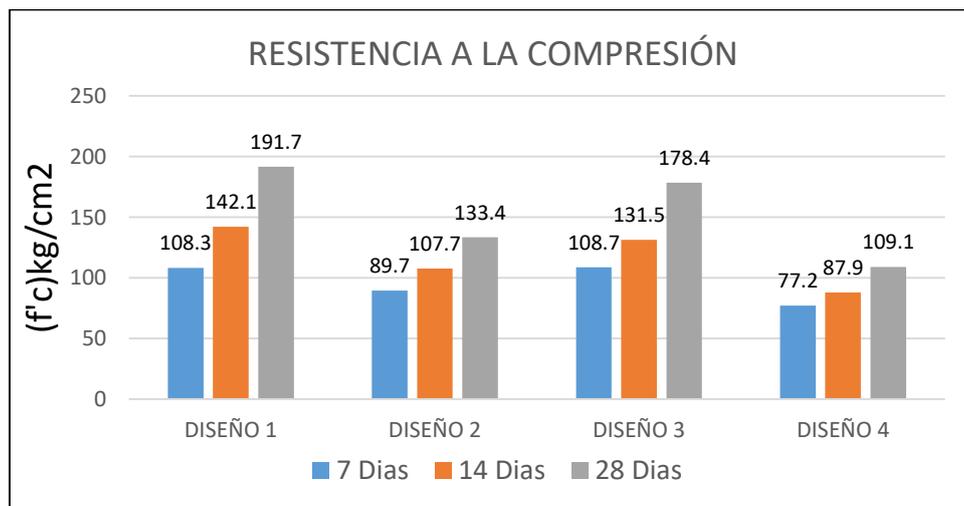


Figura 57. Resumen de Resistencia a la Compresión
Fuente: Elaboración Propia

Resistencia a la Flexión

Tabla 59: Ensayos de Resistencia a la Flexión a 28 días

Id	VIGA	FECHA		EDA D	L	b	h	CARGA	ESFUERZO DE ROTURA (f'c)	
	ELEMENTO	VACIADO	ROTURA	(Días)	(cm)	(cm)	(cm)	(kgf)	(Mpa)	(kgf/cm ²)
1	SILLAR TMN 3/8"	15/03/2021	12/04/2021	28	51	15	15.3	2107	4.5	45.9
2	SILLAR TMN 1/2"	15/03/2021	12/04/2021	28	51	15.4	15	2704	5.9	59.8
3	SILLAR TMN 3/4"	15/03/2021	12/04/2021	28	51.1	14.8	14.85	1887	4.3	44.3
3	PIEDRA T. TMN 3/4"	15/03/2021	12/04/2021	28	51.1	15.1	15.35	1731	3.7	37.3

Fuente: Elaboración Propia

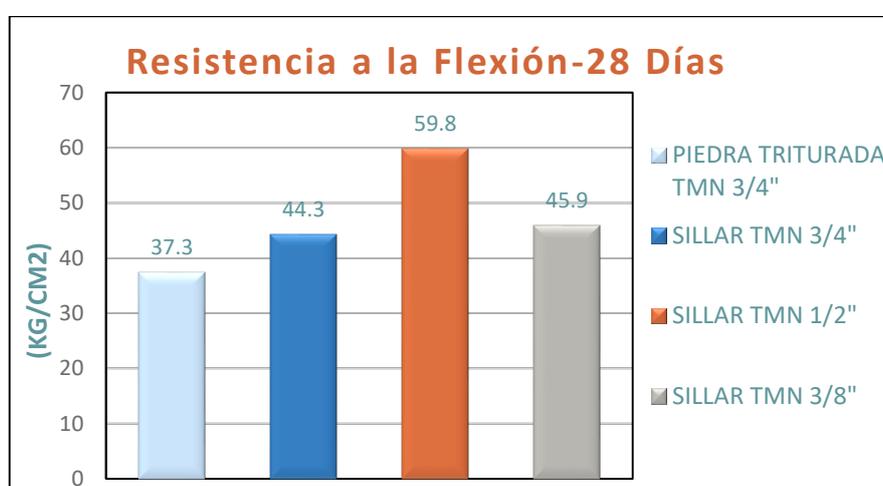


Figura 58. Resistencia a la Flexión de los 4 Diseños de Mezcla

Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo a los ensayos de resistencia a la compresión realizados, se puede ver que a los 28 días de edad, la resistencia obtenida para el concreto elaborado con piedra triturada obtuvo 191.7 kg/cm², superando la resistencia de diseño que es de 175 kg/cm², y para el concreto elaborado con sillar de TMN 3/4" alcanzo 133.4 kg/cm², no alcanzando la resistencia d diseño, y para el concreto elaborado con sillar de TMN 1/2" alcanzo 178.4kg/cm², consiguiendo superar la resistencia de diseño, y para el concreto elaborado con sillar de TMN 3/8" alcanzo 109.1 kg/cm², no logrando alcanzar el diseño especificado, los resultados fueron analizadas con una muestra de 03 probetas para cada diseño y cada edad de rotura, siendo el promedio de 03 probetas los resultados antes mencionados, tal como lo indica la normativa. Y en relación a los ensayos de resistencia a los 28 días se obtuvo, para el concreto fabricado con piedra triturada de TMN 3/4" alcanzo 37.3 kg/cm², y para

el concreto fabricado con sillar de TMN 3/4" obtuvo 44.3 kg/cm², y para el concreto fabricado con sillar de TMN 1/2" obtuvo 59.8 kg/cm², y para el concreto fabricado con sillar de TMN 3/8" obtuvo 45.9 kg/cm², siendo el concreto con sillar de TMN 1/2", el que alcanzo la mayor resistencia a la flexión. De acuerdo a los resultados obtenidos el mejor diseño fue el que se elaboró con sillar de TMN 1/2" y que puede ser utilizado para la fabricación de cercos prefabricados



Figura 59. Equipos de Compresión y Flexión
Fuente: Laboratorio "San Pablo"



Figura 60. Prensa Hidráulica para Ensayo de Resistencia a la Compresión
Fuente: Laboratorio "San Pablo"

V. DISCUSIÓN

V. DISCUSIÓN

OG. Determinar cómo influye el sillar en las propiedades del concreto. de $f'c=175$ kg/cm² para cercos prefabricados, Arequipa 2021.

Ospina (2019) realizó la determinación de las propiedades físico-mecánicas del concreto, en base a los ensayos realizados en laboratorio en el transcurso de su investigación, concluye que las propiedades físicas no se ven afectadas, su asentamiento estuvo de 2 1/2" a 3" (consistencia plástica), su densidad fue de 2238 kg/m³. Y de acuerdo a los resultados obtenidos de la compresión, que no es viable, técnica ni económica reemplazar al 100% por agregado reciclado, así también el empleo de 30% como reemplazo de agregado reciclado genera aumento de resistencia a la compresión, superando la resistencia de diseño de 21 Mpa, y la resistencia a la flexión obtuvo 3.47 Mpa, y esta resistencia reduce a medida que se incrementa la cantidad de agregado reciclado

En la presente investigación se realizaron ensayos para determinar las propiedades físico-mecánicas, en relación a las propiedades físicas, se vio que el asentamiento tuvo consistencia plástica, y la densidad tuvo una disminución en comparación del concreto convencional, y respecto a las propiedades mecánicas, el que tuvo mejor comportamiento, fue el que se elaboró con sillar de TMN 1/2", superando la resistencia de diseño 175 kg/cm², y en relación a la resistencia a la flexión este mismo diseño obtuvo el mejor resultado de 59.8 kg/cm², y que sean usados para la fabricación de cercos prefabricados.

En ese sentido se coincide parcialmente con el autor, en relación a las propiedades físicas del concreto, para ambos el asentamiento es de consistencia plástica, la densidad del concreto, no se coincide porque el material que usó el autor es agregado reciclado frente al sillar que es un material liviano, y en relación a las propiedades mecánicas se coincide con el autor, porque se llega a superar la resistencia de diseño, es más en la investigación del autor logra superar el concreto patrón de agregado convencional, cuando sustituye el 30% al agregado grueso por el reciclado, y en relación a la resistencia a la flexión se puede ver que se alcanza buenos resultados, ambos representan el 15% a más, respecto a la resistencia de diseño.

O1. Determinar las propiedades físicas del concreto con sillar $f'c=175$ kg/cm² para cercos prefabricados Arequipa 2021

Quito (2019) en sus ensayos efectuados a las propiedades físicas, cumplió con la consistencia plástica, el valor obtenido de la densidad se considera concreto liviano teniendo valores entre 1811 a 1888 kg/m³, y la temperatura del concreto estuvo entre 15.5 a 17.4°C, estañado dentro del rango establecido por la normativa ASTM, y concluye que la sustitución del agregado grueso por ignimbrita, no afecta desfavorablemente las propiedades físicas.

En la presente investigación los ensayos efectuados a las propiedades físicas del concreto, de los 03 diseños elaborados con sillar, se obtuvo de 3 1/2" a 4" de asentamiento, de consistencia plástica, respecto a la temperatura se obtuvo desde 24.2°C a 24.8°C, y respecto a la densidad se obtuvo valores de 1860 a 1937 kg/m³

En tal sentido se coincide parcialmente con Quito, en relación al asentamiento del concreto se coincide, ambos son de consistencia plástica, y respecto a la temperatura del concreto se discrepa, porque la temperatura del concreto obtenida por el autor es menor, teniendo en cuenta que la investigación es realizada en la misma Región, respecto a la densidad del concreto, los valores obtenidos por el autor son menores a los obtenidos en esta investigación, y teniendo en cuenta los resultados obtenidos, si es factible elaborar mezclas, para la fabricación de cercos prefabricados

O2. Determinar las propiedades mecánicas del concreto con sillar $f'c=175$ kg/cm² para cercos prefabricados Arequipa 2021

Baquero, Guiza y García (2019) realizó ensayos para determinar las propiedades mecánicas del concreto elaborado con agregados alternos piedra pómez y arlita, para una resistencia de diseño de 21 Mpa, y los ensayos de resistencia a la compresión, como mejor resultado fue de 18 Mpa, esto representa el 80% de la resistencia mínima, y respecto a la resistencia a la flexión el mejor resultado alcanzo 2.78 Mpa esto representa el 13% de la resistencia de diseño.

En la presente investigación para determinar las propiedades mecánicas del concreto, se efectuaron ensayos de resistencia a la compresión y flexión, en donde de los 03 diseños de $f'c=175$ kg/cm² elaborados con sillar, el mejor resultado alcanzo 178.4 kg/cm² superando la resistencia de diseño que representa el 102%, y respecto a la resistencia a la flexión se alcanzó 59.8 kg/cm², y que esto representa el 34% de la resistencia de diseño.

En ese sentido discrepamos con el autor, porque en relación a la resistencia a la compresión, el autor no alcanzo la resistencia de diseño específica, y en la presente investiga se supera la resistencia de diseño, y respecto a la resistencia a flexión, de igual manera se discrepa con el autor porque solo alcanzo un 13% de su resistencia diseño, y en la presente investigación se alcanzó el 34%, en tal sentido de acuerdo a los resultados de la presente investigación, este concreto puede ser usado para la fabricación de cercos prefabricados

O3. Determinar la dosificación óptima para concreto con sillar de $f'c=175$ kg/cm² para cercos prefabricados, Arequipa 2021

Matamoros (2019) la dosificación óptima para el autor es cuando se reemplaza al 100% el agregado grueso, por piedra pómez con un TMN de 3/4", siendo este el diseño que obtuvo el mejor resultado de sus propiedades mecánicas, para una resistencia a la compresión de 175 kg/cm², en donde se logra superar esta resistencia de diseño.

En la presente investigación la dosificación optima es cuando se reemplaza al agregado al 100% por sillar, con TMN de 1/2", siendo este diseño el que obtuvo el mejor resultado de sus propiedades mecánicas, para una resistencia de diseño de 175 kg/cm², en donde se supera la resistencia de diseño

En tal sentido no coincidimos con el autor, teniendo en cuenta que ambos se sustituyen al 100%, el tamaño máximo nominal para el autor fue de 3/4" el óptimo, y para la presente investigación fue de 1/2", teniendo en cuenta que para ambos se realizó la optimización de la granulometría de acuerdo a la norma NTP 400.037, el sillar y la piedra pómez son de origen volcánico, y se caracterizan por su baja densidad, y que pueden ser usados para la fabricación de cercos prefabricados.

O4. Determinar las propiedades físico-químicas del sillar para concreto $f'c=175$ kg/cm² para cercos prefabricados Arequipa 2021

Cañarte (2016) realizó ensayos físico-químicos a la piedra pómez, este es un material liviano y de origen volcánico, de los ensayos físicos que se realizaron fue el peso específico que obtuvo 1078.5 kg/m³, absorción de 20.89%, y la granulométrica se encontró dentro del rango permisible, para la elaboración de concreto, y respecto a los ensayos químicos de la piedra pómez, realizó el análisis del contenido de pH, presentó rango de 7, que corresponde al 2.0%, considera de pH neutro, y en referencia al contenido de cloruros fue de 1.0%, y de salinidad normal, y de acuerdo a estos ensayos este material no contiene sustancias químicas que puedan afectar la durabilidad del concreto.

En la presente investigación se realizaron ensayos físico-químicos al sillar, este es un material liviano y de origen volcánico, de los ensayos físicos que se realizaron fue el peso específico que obtuvo 1230 kg/m³, absorción de 32.16%, y la granulométrica no se encontró dentro del rango permisible, y es por eso que se realizó la optimización de la granulometría, para la elaboración de concreto, y respecto a los ensayos químicos, en donde el contenido de pH tuvo rango de 7.83, que corresponde al 2.2%, considerado así en pH neutro, y en referencia al contenido de cloruros 0.02%, y respecto al contenido de contenido de sales solubles dio como resultado 0.2%, y el contenido de sales solubles se encuentra en rango de "Standard de salinidad normal", esto indica que este material contiene sustancias químicas que puedan ser dañinos a la durabilidad del concreto.

En tal sentido se coincide con el autor, ambos materiales de origen volcánico, y de acuerdo a los ensayos físicos, tiene peso específico liviano y también un alto contenido de absorción, por la presencia de vacíos en el material, porque en base a los ensayos químicos efectuados al agregado grueso utilizado, y respecto a los ensayos químicos también se coincide con el autor, porque no tienen concentraciones de sustancias químicas que puedan ser perjudiciales ante la durabilidad del concreto, determinando que las concentraciones están en rangos muy bajos, concluyendo que estas sustancias son inofensivas para la fabricación de concreto.

V. CONCLUSIONES

VI. CONCLUSIONES

En relación a las propiedades físicas del concreto, se concluye que el sillar en diferentes tamaños máximos nominales de 3/4", 1/2" y 3/8" no afecta la consistencia del concreto, y la temperatura del concreto aumenta mínimamente en comparación del concreto convencional, y este cambio no afecta al fraguado porque de acuerdo a la norma ASTM la temperatura máxima del concreto no debe ser mayor que los 32°C, y la densidad del concreto disminuye en comparación del concreto convencional, pero a este concreto con sillar no se le puede denominar como concreto liviano, porque tiene que estar dentro del rango 1440 a 1840 kg/m³, de acuerdo a lo estipulado en la norma del ACI 213-R, de acuerdo a los resultados obtenidos las propiedades físicas de la mezcla con sillar, no se ven alteradas y que para el proceso de vaciado de paneles de los cercos prefabricados, no se tendrá ningún inconveniente.

Y respecto a las propiedades mecánicas del concreto elaborado con sillar, se concluye que, la utilización de este material como sustituto del agregado grueso convencional, da buen resultado cuando se utiliza como tamaño máximo nominal del sillar de 1/2" alcanzando una resistencia a la compresión de 178.4 kg/cm², superando la resistencia de diseño 175 kg/cm², y en relación a la resistencia a la flexión se alcanzó un excelente resultado que representa el 34% de la resistencia de diseño. Este diseño es ideal para la fabricación de paneles de cercos prefabricados

Y en relación a la dosificación óptima para la fabricación de cercos prefabricados, se concluye en reemplazar al 100% el agregado por sillar con TMN de 1/2", siendo este diseño que alcanzo el resultado ideal para la elaboración de mezclas.

En base a los ensayos físico-químicos en laboratorio al sillar, se concluye que el sillar tiene un contenido mínimo de humedad, y tiene un alto contenido de absorción, y la densidad es inferior a la piedra triturada, y la granulometría debe ser optimizada en base a la norma NTP 400.037, y en relación a las propiedades químicas, se concluye que el sillar contiene pH, cloruros, sulfatos y sales solubles que sus valores son sumamente mínimos, y que no afectan en lo más mínimo la durabilidad del concreto para cercos prefabricados.

VII. RECOMENDACIONES

VI RECOMENDACIONES

En relación a las propiedades físicas del concreto, se recomienda que para la elaboración de mezclas utilizar una mezcla que tenga consistencia plástica, para dar una mejor trabajabilidad a la mezcla, y la temperatura del concreto no deberá exceder los 32°C tal como lo indica la norma ASTM, y en relación a la densidad del concreto, si se requiere tener un concreto de menor densidad cuyo fin no sea estructural se recomienda usar el sillar de TMN=3/8" para la fabricación de cercos prefabricados.

Y respecto a las propiedades mecánicas del concreto, para la fabricación de cercos prefabricados, se recomienda utilizar el diseño de mezcla con sillar de TMN=1/2" para una resistencia de diseño de 175 kg/cm², con fines no estructurales, si se requiere elaborar concreto con sillar de resistencias mayores con fines estructurales se recomienda utilizar el método del comité 211 del ACI, para el diseño de mezcla, puesto que en la investigación presente se logró superar la resistencia de diseño, y en relación a la resistencia a la flexión, cuando la base de aceptación del concreto sea la resistencia a la flexión, se recomienda utilizar el diseño de mezcla con sillar de TMN=1/2", este diseño fue el que dio mejor resultado.

Para la fabricación de cercos prefabricados, se recomienda utilizar el diseño de mezcla N° 3 que es de concreto elaborado sillar, de tamaño máximo nominal de 1/2" en donde se indica las proporciones para 1 metro cubico de concreto.

Y respecto a los ensayos físico-químicos del sillar, se recomienda utilizar este material como agregado grueso para elaborar concreto, y que sea aplicado para la fabricación de cercos prefabricados, se debe cumplir la granulometría indicada en la NTP 400.037 y el tamaño máximo nominal recomendable es de 1/2", y respecto a la absorción se debe tener mucho cuidado por el alto porcentaje de absorción, puede llegar a un fraguado rápido por la pérdida de humedad, y la densidad del sillar es baja, casi se le podría considerar como agregado liviano porque los agregados livianos oscilan de 560 kg/m³ a 1120 kg/m³ y el sillar tiene como densidad de 1230 kg/m³, y en relación a la propiedades químicas se vio que estas no afectan en lo mínimo y se recomienda no realizar ensayos químicos al sillar si es procedente de la cantera de Añashuayco

REFERENCIAS

Abanto Castillo, F. 2009. *Tecnología del concreto (Teoría y Problemas)*. 2da. edición. Lima : San Marcos E.I.R.L., 2009.

Ahmad, S., & Alghamdi, S. 2014. A Statistical Approach to Optimizing Concrete. *The Scientific World Journal*. s.l. : H. Cui, İ. B. Topçu, & H. Wang, Edits., 2014.

Alfonso, Aire U. 2015. Características físicas de las canteras de sillar. *Proyecto: Desarrollo inclusivo de la ruta turística del sillar*. Arequipa : s.n., 2015.

ALIVEN. 2012. Agregados Livianos de Venezuela. [En línea] 2012. http://www.aliven.com.ve/producto_historia.html.

Arce, X. 1997. Hormigones Livianos. *Escuela Superior Politécnica del Litoral*. Guayaquil, Guayas, Ecuador : ESPOL, 1997.

Argos. 2013. RECOMENDACIONES PARA LA COLOCACIÓN DE CONCRETO EN OBRA. [En línea] 08 de Agosto de 2013. [Citado el: 10 de Febrero de 2021.] <https://www.360enconcreto.com/blog/que-hacer-cuando/colocacion-del-concreto-en-obra#:~:text=La%20segregaci%C3%B3n%20ocurre%20cuando%20los,un%20po bre%20acabado%20de%20superficie..>

Asociacion de Cemento Portland PCA. 2004. *Diseño y Control de Mezclas de Concreto*. Mexico DF : EB201, 2004. 0-89312-2335.

ASTM International. 2017. ASTM C1064 / C1064M-17. *Standard Test Method for the Temperature of Freshly Mixed Hydraulic Cement Concrete*. West Conshohocken : PA, 2017.

—. **2017.** ASTM C138 / C138M-17a. *Standard Test Method for Density (Unit Weight), Yield, and Air Content (Gravimetric) of Concrete*. West Conshohocken : PA, 2017.

—. **2020.** ASTM C143 / C143M-20. *Standard Test Method for Slumping of Hydraulic Cement Concrete*. West Conshohocken : PA, 2020.

- **2017.** ASTM C172 / C172M-17. *Standard Practice for Sampling Freshly Mixed Concrete.* West Conshohocken : PA, 2017.
- **2017.** ASTM C231 / C231M-17a. *Standard Test Method for Air Content of Freshly Mixed Concrete by Pressure Method.* West Conshohocken : PA, 2017.
- **2016.** ASTM C293 / C293M-16. *Standard test method for flexural strength of concrete (using a simple beam with center point load).* West Conshohocken : PA, 2016.
- **2019.** ASTM C31 / C31M-19a. *Standard Practice for Manufacturing and Curing Test Specimens of Concrete in the Field, ASTM International.* West Conshohocken : PA, 2019.
- **2020.** ASTM C39 / C39M-20. *Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Samples.* West Conshohocken : PA, 2020.
- **2015.** ASTM C617 / C617M-15. *Standard Practice for Plugging Cylindrical Concrete Samples.* West Conshohocken : PA, 2015.
- Baena Paz, Guillermina. 2017.** *Metodología de la Investigación.* Mexico : Grupo Editorial Patria, 2017. 978-607-744-748-1.
- Calderon Cahuana, Diana. 2014.** *Mecánica de rocas.* Universidad Nacional de Lima : s.n., 2014.
- Chandra, S., & Berntsson, L. 2003.** *Lightweight aggregate concrete: science,.* Noyes Publications. Norwich, Nueva Jersey, EE.UU : s.n., 2003.
- El-Gammal, AK Abdel-Gawad Y. El-Sherbini A. Shalaby. 2010.** *Compressive Strength of Concrete Utilizing.* *Journal of Emerging Trends in Engineering and Applied Sciences (JETEAS).* 2010. Vol. 1, 1.
- Flores, Ing. David Umiri. 2019.** *PELIGROS DEL EXCESO DE AGUA EN EL CONCRETO.* *Blog de la Construcción.* [En línea] 06 de Agosto de 2019. <https://www.yura.com.pe/blog/peligros-del-exceso-de-agua-en-el-concreto/>.

Hawken & Lovins, P Lovins, A. B, L. 1999. Natural capitalism: creating the next. Boston: Little : Brown and Co., 1999.

Hossain, K. 2004. Properties of volcanic pumice based cement and lightweight concrete",. 2 *Cement and Concrete Research*. 2004. Vol. 34.

Hou, D., Caicedo, J., & Falconí, A. 2009. Hormigones livianos de alto desempeño. Guayaquil, Guayas, Ecuador : s.n., 2009.

Laura Huanca, S. 2006. Universidad Nacional del Altiplano. *Diseño de Mezclas de Concreto*. Puno : Manual, 2006.

Lopez, Enrique Rivva. 2018. *Diseño de Mezclas*. Lima : ICG, 2018.

López, M. 2000. Hormigones estructurales con áridos livianos. *Dosificación de hormigones estructurales con áridos livianos*. Santiago, Chile : s.n., 2000.

Mackenzie, W., Donaldson, C., & Guilford, C. 1996. Atlas de rocas ígneas y sus texturas, rocas eruptivas. *Ch. Pomerol*. 1996.

Martinez, D. 2010. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. *Concreto liviano estructural con arcilla expandida térmicamente extraída de canteras localizadas en el sur de la sabana de Bogotá*. [En línea] 2010. <http://www.bdigital.unal.edu.co/8825/1/diegorobertomartinezpineda.2010.pdf>.

Mathers, S. J., Harrison, D. J., Mitchell, C. J., & Evans, E. J. 2000. Exploration, evaluation & testing of volcanic raw materials for use in construction. *British Geological Survey 2000*. Nottingham : s.n., 2000.

McPhie, J., Doyle, M., & Allen, R. 2005. Volcanic Textures: A guide to the interpretation of textures in volcanic rocks. *Universsity of Tasmania*. Tasmania, Australia : s.n., 2005.

Neville, A. M., & Brooks, J. J. 1998. *Tecnología del Concreto*. Primera edición en. Mexico DF : s.n., 1998.

Niño Rojas, Victor Miguel. 2011. Metodología de la investigación. *Diseño y Ejecucion*. Bogota : Ediciones de la U, 2011. 9588675944/9789588675947.

NORMA TECNICA PERUANA. 2018. NTP 400.021:2018 . *Agregados. Metodo de Ensayo Normalizado para Peso especifico y absorcion del agregado grueso.* Lima : s.n., 2018.

Patiño & Mendez, Oscar Rosalin. 2016. CONTROL DE CALIDAD DE CONCRETO. *Revista de I+D Tecnológico.* 2016. ISS 1860-8894.

PAULINO & ESPINO, FIERRO ALMEYDA. 2017. Análisis comparativo de la utilización del concreto simple y el concreto liviano con perlitas de poliestireno como aislante térmico y acústico aplicado a unidades de albañilería en el Perú. *UPC.* Lima : s.n., 2017.

Saenz, F. 2015. Concreto Ligero utilizando Cáscara de Nuez. 1 *Revista de Arquitectura e Ingeniería.* 2015. Vol. 9.

SIKA Peru S.A. 2013. Aditivos para Concreto. 1 *Sika Informaciones Técnicas.* Lima : s.n., Marzo de 2013.

Terreros, C. 2013. Hormigones Especiales. *Escuela Superior Politécnica del Litoral - ESPOL.* Guayaquil, Guayas, Ecuador : s.n., 2013.

Van Bueren, E. 2014. Environmental policy: Encyclopaedia. 2014. Obtenido de Encyclopaedia Britannica..

Videla, C., & López, M. 2000. *Dosificaciones de hormigones estructurales con áridos.* [En línea] 2000.
<http://www.registrocdt.cl/registrocdt/www/admin/uploads/docTec/06171019353>.

ANEXOS

ANEXO 01: Matriz de Consistencia

TÍTULO						
INFLUENCIA DEL SILLAR EN LA MEJORA DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO $f'c=175$ kg/cm ² PARA CERCOS PREFABRICADOS, AREQUIPA 2021						
AUTOR						
QUISPE TICONA, SAMUEL						
PROBLEMAS		OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLE, DIMENSIÓN, INDICADOR E INSTRUMENTO		
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	V. DEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
¿Cómo influye el sillar en las propiedades del concreto de $f'c=175$ kg/cm ² para cercos prefabricados, Arequipa 2021?	Determinar cómo influye el sillar en las propiedades del concreto. de $f'c=175$ kg/cm ² para cercos prefabricados, Arequipa 2021.	El sillar influye en las propiedades del concreto de $f'c=175$ kg/cm ² para Cercos Prefabricados	Concreto $f'c=175$ kg/cm ²	Propiedades Físicas del Concreto	Muestreo	ASTM C-172 Practica para Muestreo de Concreto Fresco
					Asentamiento	ASTM C-143 Prueba para Determinar el Asentamiento del concreto
					Temperatura	ASTM C-1064 Ensayo para Determinar la Temperatura del concreto
					Densidad	ASTM C-138 Prueba para Determinar la Densidad del Concreto
				Propiedades Mecánicas del Concreto	Resistencia a la compresion	ASTM C-39 Ensayo de Resistencia a la Compresion
					Resistencia a la Flexion	ASTM C-293 Ensayo de Resistencia a la Flexion
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPOTESIS ESPECÍFICAS	V. INDEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
¿Cómo influye la adición del sillar en las propiedades físicas del concreto $f'c=175$ kg/cm ² para Cercos Prefabricados Arequipa 2021?	Determinar las propiedades físicas del concreto con sillar $f'c=175$ kg/cm ² para cercos prefabricados Arequipa 2021	El sillar influye en las propiedades físicas del concreto de $f'c=175$ kg/cm ² para Cercos Prefabricados, Arequipa 2021	Sillar	Dosificacion	Muestra Patron = (3/4 Piedra Chancada como agregado grueso	Juego de Tamices y Balanza Digital ASTM C-33 Especificación Normalizada para Agregados para Concreto
					Tamaño Maximo Nominal = 3/8" (Sillar)	
					Tamaño Maximo Nominal = 1/2" (Sillar)	
¿Cómo influye la adición del sillar en las propiedades mecánicas del concreto de $f'c=175$ kg/cm ² para Cercos Prefabricados Arequipa 2021?	Determinar las propiedades mecánicas del concreto con sillar $f'c=175$ kg/cm ² para cercos prefabricados Arequipa 2021	El sillar influye en las propiedades mecánicas del concreto de $f'c=175$ kg/cm ² para Cercos Prefabricados, Arequipa 2021			Tamaño Maximo Nominal = 3/4" (Sillar)	
¿Cómo influye la dosificación óptima del sillar en las propiedades del concreto de $f'c=175$ kg/cm ² para cercos prefabricados, Arequipa 2021?	Determinar la dosificación óptima para concreto con sillar de $f'c=175$ kg/cm ² para cercos prefabricados, Arequipa 2021	La dosificación influye en la elaboración de concreto con sillar de $f'c=175$ kg/cm ² para cercos prefabricados Arequipa 2021	Sillar	PROPIEDADES FISICO-QUIMICAS DEL SILLAR	contenido de humedad	ASTM C-566 Método para Determinar la humedad de Agregados
					Peso específico	ASTM C-127 Método de para determinar la densidad y absorcion del agregado
¿Cómo influye las propiedades físico-química del sillar en el concreto $f'c=175$ kg/cm ² para Cercos Prefabricados Arequipa 2021?	Determinar las propiedades físico-químicas del sillar para concreto $f'c=175$ kg/cm ² para cercos prefabricados Arequipa 2021	Las propiedades físico-químicas del sillar influyen el concreto $f'c=175$ kg/cm ² para cercos prefabricados Arequipa 2021	Sillar	PROPIEDADES FISICO-QUIMICAS DEL SILLAR	Absorcion	
					peso unitario compactado	ASTM C-29 Ensayo para dterminar la densidad aparente del agregado
					Contenido de sulfatos	AASHTO T-290 Método para determinar el contenido de sulfatos
					Contenido de sales solubles	NTP 339.152 Ensayo para la determinación del contenido de sales solubles
					Contenido cloruros	ASTM 291 Método para determinar el contenido de iones cloruro
					Contenido de Ph	ASTM D-4972 Métodos de prueba estándar para pH de suelos

ANEXO 02: Matriz de Operacionalización de Variables

INFLUENCIA DEL SILLAR EN LA MEJORA DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO F'C= 175 kg/cm ² PARA CERCOS PREFABRICADOS, AREQUIPA 2021					
VARIABLES	DEFINICIÓN	DEFINICIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
	CONCEPTUAL	OPERACIONAL			
VARIABLE INDEPENDIENTE - SILLAR	El sillar, de origen volcánico posee una textura porosa llamada vesícula, que es producida por la desgasificación en las erupciones volcánicas, de color pálido y la matriz vítrea es metaestable, de baja densidad, que contiene en su mayor cantidad 60 al 75 % sílice (SiO ₂) (McPhie, 2005)	La variable independiente que es el sillar tiene una dimensión, tres indicadores y un instrumento que será medido	DOSIFICACIÓN	Tamaño Máximo Nominal = 3/8"	Razón
				Tamaño Máximo Nominal = 1/2"	
				Tamaño Máximo Nominal = 3/4"	
VARIABLE DEPENDIENTE - PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO DE F'C= 175 kg/cm ²	Las propiedades del concreto liviano es su baja densidad a comparación de los concretos convencionales que su densidad oscila entre los 2200 kg/m ³ y 2400 kg/m ³ , la reducida densidad de este tipo de concretos se debe al tipo de agregados que se utilizan para su producción	La variable dependiente tiene 2 dimensiones, 6 indicadores y un instrumento con la que será medido	Propiedades Físicas del Concreto	MUESTREO	Razón
				ASENTAMIENTO	Pulgadas
				TEMPERATURA	Grados Centígrados
				Densidad	kg/m ³
			Propiedades Mecánicas del Concreto	Resistencia a la compresión	kg/cm ²
				Resistencia a la Flexión	kg/cm ²

ANEXO 03: INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: DIAS RAMIREZ MARTHA ROSSANA
 Institución donde labora : CONSORCIO SUPERVISOR PENITENCIARIO
 Especialidad : CONTROL DE CALIDAD
 Instrumento de evaluación : Contenido de humedad, Peso específico, Absorción, Peso específico Varillado, Análisis granulométrico por tamizado, Análisis químicos (pH, sulfatos, sales solubles, cloruros), Resistencia a la Compresión y Resistencia a la Flexión
 Autor (s) del instrumento (s): Quispe Ticona, Samuel

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

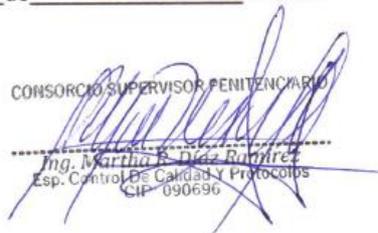
CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.				X	
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: Concreto f_c= 175 kg/cm² en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.				X	
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: Concreto f_c= 175 kg/cm²					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.				X	
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.				X	
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.				X	
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: Concreto f_c= 175 kg/cm²					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.				X	
PUNTAJE TOTAL					44	

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

PROMEDIO DE VALORACIÓN: 44

Lima, 12 de MAYO de 2021

CONSORCIO SUPERVISOR PENITENCIARIO

 Ing. Martha B. Díaz Ramírez
 Esp. Control de Calidad y Protocolos
 CIP-090696

ANEXO 03: INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: Cabanillas Toro Lucar A.
 Institución donde labora : CONSORCIO SUPERVISOR PENITENCIARIO
 Especialidad : ESTRUCTURAS
 Instrumento de evaluación : Contenido de humedad, Peso específico, Absorción, Peso específico Varillado, Análisis granulométrico por tamizado, Análisis químicos (pH, sulfatos, sales solubles, cloruros), Resistencia a la Compresión y Resistencia a la Flexión
 Autor (s) del instrumento (s): Quispe Ticona, Samuel

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.				✓	
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: Concreto f'c= 175 kg/cm² en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.				✓	
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: Concreto f'c= 175 kg/cm²				✓	
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.			✓		
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					✓
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					✓
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					✓
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: Concreto f'c= 175 kg/cm²					✓
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.				✓	
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.				✓	
PUNTAJE TOTAL						43

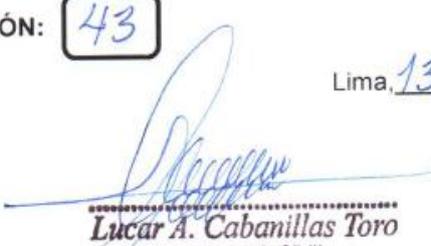
(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

PROMEDIO DE VALORACIÓN:

43

Lima, 13 de MAYO de 2021


Lucar A. Cabanillas Toro
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP: 15985

ANEXO 03: INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: FLORES VARGAS FRANCISCO DANIEL
 Institución donde labora : CONSEJO SUPERVISOR PENITENCIARIO
 Especialidad : ESTRUCTURAS
 Instrumento de evaluación : Contenido de humedad, Peso específico, Absorción, Peso específico Varillado, Análisis granulométrico por tamizado, Análisis químicos (pH, sulfatos, sales solubles, cloruros), Resistencia a la Compresión y Resistencia a la Flexión
 Autor (s) del instrumento (s): Quispe Ticona, Samuel

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: Concreto f_c= 175 kg/cm² en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.				X	
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: Concreto f_c= 175 kg/cm²					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.				X	
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: Concreto f_c= 175 kg/cm²				X	
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.				X	
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.				X	
PUNTAJE TOTAL						45

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

PROMEDIO DE VALORACIÓN: 45

Lima, 13 de MAYO de 2021


Flores Vargas Francisco Daniel
 INGENIERO CIVIL
 REG. COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ N° 223260

ANEXO 04: Cuadro de Dosificaciones

INFLUENCIA DEL SILLAR EN LA MEJORA DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO F'C= 175 kg/cm ² PARA CERCOS PREFABRICADOS, AREQUIPA 2021																		
QUISPE TICONA, SAMUEL																		
TITULO	AUTOR	AÑO	DATOS DEL AGREGADO GRUESO			DISEÑO DE MEZCLAS	RESULTADOS											
			DOSIFICACION	TIPO	TMN		PROPIEDADES FISICAS			PROPIEDADES MECANICAS								
						RESISTENCIA MINIMA	SLUMP	TEMP.	DENSIDAD	RESISTENCIA A LA COMPRESION (F'c)						R. FLEXION		
7 Dias	%	14 Dias	%	28 Dias	%	28 Dias	%											
Estudio exploratorio de arcilla expandida y piedra pómez como agregados en la producción de concretos ligeros	BAQUERO, Gúiza Y GARCIA	2019	100%	P. Pómez y Arlita	1/2"	21 Mpa	13 cm		1383.06 kg/m ³	13.1	62%	14.33	68%	15.38	73%	2.58	12%	
			100%	P. Pomez, Arlita y Silice	1/2"	21 Mpa	15.5 cm		1432.08 kg/m ³	14.28	68%	15.95	76%	15.31	73%	--		
			100%	P. Pomez, Arlita y Fibra	1/2"	21 Mpa	16.5 cm		1425.81 kg/m ³	12.84	61%	12.74	61%	17.73	84%	--		
			100%	P. Pomez, Arlita, Sil y Fib	1/2"	21 Mpa	15 cm		1453.33 kg/m ³	14.35	68%	16.12	77%	18.14	86%	2.783	13%	
"estudio de aumento de resistencia a la compresión del hormigón liviano con piedra pómez como solución estructural"	CAÑARTE	2016	100%	Piedra Pomez	3/8"	210	-----	24	1809,08 kg/m ³	167.05	80%	230.69	110%	163.07	78%			
			100%			290	-----	24	1809,08 kg/m ³	221.9	77%	256.33	89%	229.55	79%			
			100%			390	-----	24	1809,08 kg/m ³	273.55	71%	344.33	88%	244.85 5	63%			
Uso de residuos de la producción de bloques de sillar de la cantera de añashuayco en el diseño de concreto de resistencias convencionales y su análisis de durabilidad ante la acción química, en la ciudad de arequipa	QUITO	2019	100%	Ignimbrita	1"	210 + Ad	4"	15.5	1811.44 kg/m ³	103.26	49%	115.16	55%	140.28	67%			
			100%			210	4"	17.3	1827.86	88.43	42%	106.74	51%	118.13	56%			
			100%			280 + Ad	3"	16.1	1826.3	101.77	36%	119.84	43%	131.91	47%			
			100%			280	4"	17.4	1888.24	97.01	35%	111.11	40%	108.52	39%			
Optimización de diseños de mezcla de concreto ligero con ignimbrita y evaluación de modelos de sostenibilidad para la actividad extractiva en la cantera de añashuayco en la ciudad de arequipa	TALAVERA y PEÑA	2018	100%	Ignimbrita	1/2"	21	3 A 4	-----	1874.2	13.01	62%	14.5	69%	19.52	93%			
			100%			28	3 A 4	-----	1889.64	14.91	53%	19	68%	22.06	79%			
			100%			35	3 A 4	-----	1952.03	18.04	52%	23.63	68%	25.47	73%			
"INFLUENCIA DE PIEDRA PÓMEZ EN LA ELABORACIÓN DE UN CONCRETO LIVIANO ESTRUCTURAL DE F'C = 175 KG/CM ² UTILIZANDO MATERIAL DE REGIÓN DE HUANCavelica"	MATAMOROS	2019	100%	Piedra Triturada	1"	175	3 A 4	-----	2268.38	140.97	81%	165.67	95%	190.07	109%			
			100%	Piedra Pomez	3/4"	175	3 A 4	-----	2115.23	139.5	80%	163.05	93%	184.32	105%			

ANEXO 05: Certificados de Ensayos de Laboratorios



Universidad Católica
San Pablo

Departamento de
Ingeniería Civil

**Laboratorio de Concreto y Ensayo
de Materiales de Construcción**

INFORME DE ENSAYO

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO (NORMA ASTM C-566 NTP 339.185)

Nº DE EXPEDIENTE

LC 2974-21 / UCSP

Página: 01 de 11

Fecha de emisión: 22/03/2021

SOLICITANTE : SAMUEL QUISPE TICONA

PROYECTO : TESIS: INFLUENCIA DEL SILLAR EN LA MEJORA DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO
f'c=175 kg/cm² PARA CERCOS PREFABRICADOS, AREQUIPA 2022

UBICACION : CERRO COLORADO - AREQUIPA

CARACTERÍSTICAS DEL AGREGADO

AGREGADO GRUESO : SILLAR CHANCADO

PROCEDENCIA : CANTERA "AÑASHUAYCO"

UBICACIÓN CANTERA : CERRO COLORADO - AREQUIPA

SILLAR CHANCADO

DESCRIPCION	RESULTADO
Peso del agregado en estado natural + recipiente	1 846,2 g
Peso agregado seco + recipiente	1 843,0 g
Peso recipiente	725,0 g
Peso del agua	3,2 g
Peso del agregado seco	1 118,0 g
CONTENIDO DE HUMEDAD	0,29 %

OBSERVACION : Las muestras fue proporcionada e identificada por el solicitante




Ing. FERNANDO CARNICA CUBA
Jefe de Laboratorios de Ingeniería Civil

Laboratorios:
Calle Sucre N°601, Cercado - Arequipa, Perú
Telf: (054) 605630 anexo: 281 - Cel: 971351240
Email: labcivil@ucsp.edu.pe

 **INDECOSO**
INSTITUTO PARA EL DESARROLLO Y CRECIMIENTO SOCIAL
Av. Salaverry 301, Cercado - Arequipa



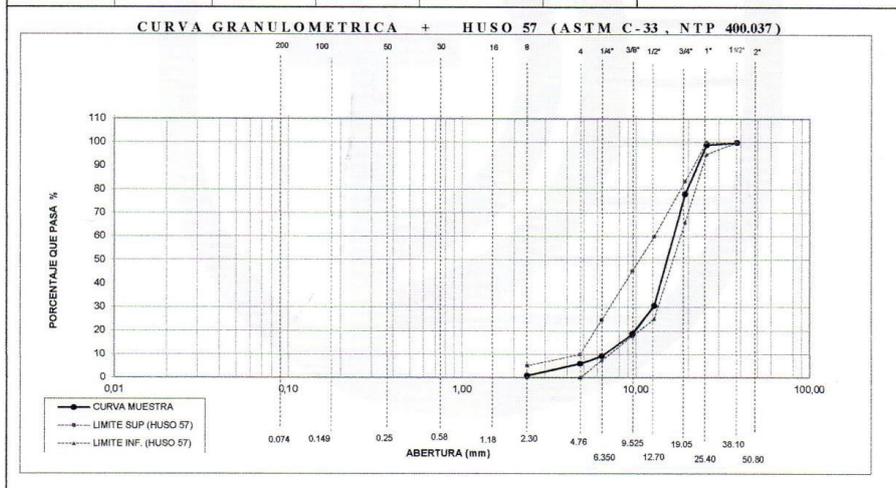
INFORME DE ENSAYO
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - AGREGADO GRUESO PARA CONCRETO
(NORMAS ASTM C-136 NTP 400.012)

Nº DE EXPEDIENTE
LC 2974-21 / UCSP
Página: 02 de 11
Fecha de emisión: 22/03/2021

SOLICITA : SAMUEL QUISPE TICONA
PROYECTO : TESIS: INFLUENCIA DEL SILLAR EN LA MEJORA DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO
f'c=175 kg/cm² PARA CERCOS PREFABRICADOS, AREQUIPA 2022
UBICACIÓN : CERRO COLORADO - AREQUIPA

CARACTERÍSTICA DE LA MUESTRA
DESCRIPCIÓN : SILLAR CHANCADO
PROCEDENCIA : CANTERA "AÑASHUAYCO"
UBICACIÓN CANTERA : CERRO COLORADO - AREQUIPA

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM C-136)						CARACTERÍSTICAS MUESTRA	
TAMICES ASTM	PESO RETENIDO (g)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF. HUSO 57		
2"	0,00	0,00	0,00	100,00		Modulo de Fineza	6,96
11/2"	0,00	0,00	0,00	100,00	100	Tamaño Máximo Nominal	1"
1"	49,70	1,07	1,07	98,93	95 - 100		
3/4"	967,90	20,82	21,89	78,11	-		
1/2"	2206,90	47,47	69,36	30,64	25 - 60		
3/8"	561,20	12,07	81,43	18,57	-		
1/4"	433,60	9,33	90,75	9,25	-		
Nº 4	152,10	3,27	94,02	5,98	0 - 10		
Nº 8	235,20	5,06	99,08	0,92	0 - 5		
Nº 16	42,60	0,92	100,00	0,00			



OBSERVACION: - La muestra fue proporcionada e identificada por el solicitante.



Fernando Garnica Cuba
Ing. FERNANDO GARNICA CUBA
Jefe de Laboratorios de Ingeniería Civil

Laboratorios:
Calle Sucre N°601, Cercado - Arequipa, Perú
Telf: (054) 605630 anexo: 281 - Cel: 971351240
Email: labcivil@ucsp.edu.pe

INDECOSO
INSTITUTO PARA EL DESARROLLO Y CRECIMIENTO SOCIAL
Av. Salaverry 301, Cercado - Arequipa



INFORME DE ENSAYO
PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO
(NORMAS ASTM C 127 NTP 400.021)

Nº DE EXPEDIENTE

LC 2974-21 / UCSP

Página: 03 de 11

Fecha de emisión: 22/03/2021

SOLICITANTE : SAMUEL QUISPE TICONA

PROYECTO : TESIS: INFLUENCIA DEL SILLAR EN LA MEJORA DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO
f'c=175 kg/cm² PARA CERCOS PREFABRICADOS, AREQUIPA 2022

UBICACION : CERRO COLORADO - AREQUIPA

CARACTERISTICA DEL AGREGADO

DESCRIPCION : SILLAR CHANCADO
PROCEDENCIA : CANTERA "AÑASHUAYCO"
UBIC. CANTERA : CERRO COLORADO - AREQUIPA

DESCRIPCION	RESULTADOS
Peso en el aire de la muestra saturada superficialmente seca	2686,10 g
Peso sumergido en agua de la muestra saturada superficialmente seca	1034,50 g
Peso de la muestra desecada al horno	2032,50 g
Peso especifico de masa seca	1,23 g/cm³
Peso especifico saturado superficialmente seco	1,63 g/cm³
Peso especifico aparente	2,04 g/cm³
Porcentaje de absorción	32,16 %

OBSERVACION : La muestra fue proporcionada e identificada por el solicitante.



Fernando Garnica Cuba
Ing. FERNANDO GARNICA CUBA
Jefe de Laboratorios de Ingeniería Civil



INFORME DE ENSAYO
PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO
(NORMAS ASTM C-29 NTP 400.017)

N° DE EXPEDIENTE
LC 2974-21 / UCSP

Página: 04 de 11

Fecha de emisión: 22/03/2021

SOLICITANTE : SAMUEL QUISPE TICONA
PROYECTO : TESIS: INFLUENCIA DEL SILLAR EN LA MEJORA DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO
f'c=175 kg/cm² PARA CERCOS PREFABRICADOS, AREQUIPA 2022
UBICACION : CERRO COLORADO - AREQUIPA

CARACTERISTICA DE LA MUESTRA

DESCRIPCION : SILLAR CHANCADO
PROCEDENCIA : CANTERA "AÑASHUAYCO"
UBIC. CANTERA : CERRO COLORADO - AREQUIPA

SILLAR CHANCADO

DESCRIPCION	Und.	SUELTO			VARILLADO		
		1	2	3	1	2	3
Peso del agregado + recipiente	g	10826,0	10736,8	10795,2	12394,0	12403,8	12385,1
Peso del recipiente	g	4918,2	4918,2	4918,2	4918,2	4918,2	4918,2
Peso neto del agregado	g	5907,8	5818,6	5877,0	7475,8	7485,6	7466,9
Volumen del recipiente	cm³	9457,8	9457,8	9457,8	9457,8	9457,8	9457,8
Peso Unitario	kg/m³	625	615	621	790	791	789
PROMEDIO	kg/m³	620			790		

OBSERVACION : La muestra fue proporcionada e identificada por el solicitante.



.....
Ing. FERNANDO GARNICA CUBA
Jefe de Laboratorios de Ingeniería Civil

Laboratorios:
Calle Sucre N°601, Cercado - Arequipa, Perú
Telf: (054) 605630 anexo: 281 - Cel: 971351240
Email: labcivil@ucsp.edu.pe

INDECOSO
INSTITUTO PARA EL DESARROLLO Y CRECIMIENTO SOCIAL
Av. Salaverry 301, Cercado - Arequipa



INFORME DE ENSAYO
CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO
(NORMA ASTM C-566 NTP 339.185)

N° DE EXPEDIENTE
LC 2974-21 / UCSP
Página: 05 de 11
Fecha de emisión: 22/03/2021

SOLICITANTE : SAMUEL QUISPE TICONA
PROYECTO : TESIS: INFLUENCIA DEL SILLAR EN LA MEJORA DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO
 $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ PARA CERCOS PREFABRICADOS, AREQUIPA 2022
UBICACION : CERRO COLORADO - AREQUIPA

CARACTERÍSTICAS DEL AGREGADO

AGREGADO GRUESO : PIEDRA CHANCADA
 PROCEDENCIA : CANTERA "SEÑOR DE LOS MILAGROS"
 UBICACIÓN CANTERA : YARABAMBA - AREQUIPA

PIEDRA CHANCADA

DESCRIPCION	RESULTADO
Peso del agregado en estado natural + recipiente	2 662,9 g
Peso agregado seco + recipiente	2 631,2 g
Peso recipiente	842,3 g
Peso del agua	31,7 g
Peso del agregado seco	1 788,9 g
CONTENIDO DE HUMEDAD	1,77 %

OBSERVACION : Las muestras fue proporcionada e identificada por el solicitante





 Ing. FERNANDO CARNICA CUBA
 Jefe de Laboratorios de Ingeniería Civil

Laboratorios:
 Calle Sucre N°601, Cercado - Arequipa, Perú
 Telf: (054) 605630 anexo: 281 - Cel: 971351240
 Email: labcivil@ucsp.edu.pe

 **INDECOSO**
 INSTITUTO PARA EL DESARROLLO Y CRECIMIENTO SOCIAL
 Av. Salaverry 301, Cercado - Arequipa



INFORME DE ENSAYO
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - AGREGADO GRUESO PARA CONCRETO
(NORMAS ASTM C-136 NTP 400.012)

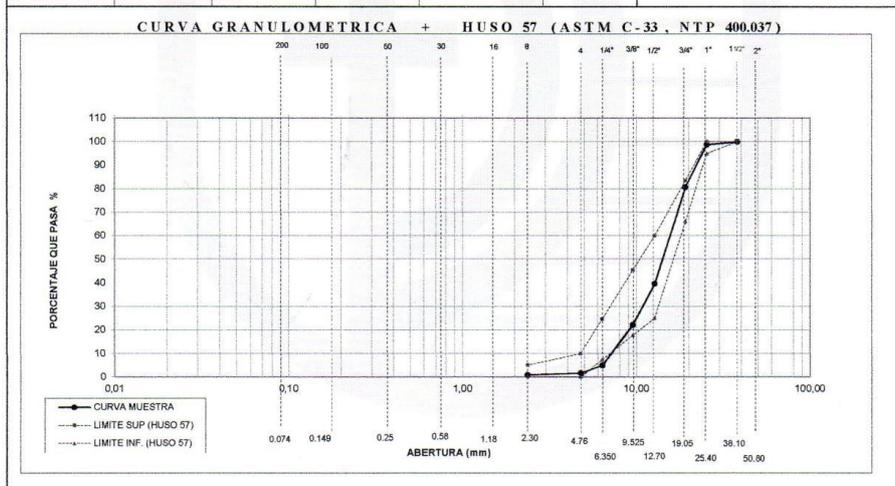
Nº DE EXPEDIENTE
LC 2974-21 / UCSP
Página: 06 de 11
Fecha de emisión: 22/03/2021

SOLICITA : SAMUEL QUISPE TICONA
 PROYECTO : TESIS: INFLUENCIA DEL SILLAR EN LA MEJORA DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO
 f'c=175 kg/cm² PARA CERCOS PREFABRICADOS, AREQUIPA 2022
 UBICACIÓN : CERRO COLORADO - AREQUIPA

CARACTERÍSTICA DE LA MUESTRA

DESCRIPCIÓN : PIEDRA CHANCADA
 PROCEDENCIA : CANTERA "SEÑOR DE LOS MILAGROS"
 UBICACIÓN CANTERA : YARABAMBA - AREQUIPA

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM C-136)						CARACTERÍSTICAS MUESTRA	
TAMICES ASTM	PESO RETENIDO (g)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF. HUSO 57		
2"	0,00	0,00	0,00	100,00		Modulo de Fineza	6,95
11/2"	0,00	0,00	0,00	100,00	100	Tamaño Máximo Nominal	1"
1"	79,80	1,25	1,25	98,75	95 - 100		
3/4"	1155,90	18,06	19,30	80,70	-		
1/2"	2626,20	41,03	60,33	39,67	25 - 60		
3/8"	1126,10	17,59	77,92	22,08	-		
1/4"	1105,30	17,27	95,19	4,81	-		
Nº 4	204,10	3,19	98,38	1,62	0 - 10		
Nº 8	44,40	0,69	99,07	0,93	0 - 5		
Nº 16	59,30	0,93	100,00	0,00			



OBSERVACION: - La muestra fue proporcionada e identificada por el solicitante.



Fernando Garnica Cuba
 Ing. FERNANDO GARNICA CUBA
 Jefe de Laboratorios de Ingeniería Civil

Laboratorios:
 Calle Sucre N°601, Cercado - Arequipa, Perú
 Telf: (054) 605630 anexo: 281 - Cel: 971351240
 Email: labcivil@ucsp.edu.pe

INDECOSO
 INSTITUTO PARA EL DESARROLLO Y CRECIMIENTO SOCIAL
 Av. Salaverry 301, Cercado - Arequipa



INFORME DE ENSAYO
PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO
(NORMAS ASTM C 127 NTP 400.021)

Nº DE EXPEDIENTE

LC 2974-21 / UCSP

Página: 07 de 11

Fecha de emisión: 22/03/2021

SOLICITANTE : SAMUEL QUISPE TICONA

PROYECTO : TESIS: INFLUENCIA DEL SILLAR EN LA MEJORA DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO
f'c=175 kg/cm² PARA CERCOS PREFABRICADOS, AREQUIPA 2022

UBICACION : CERRO COLORADO - AREQUIPA

CARACTERISTICA DEL AGREGADO

DESCRIPCION : PIEDRA CHANCADA

PROCEDENCIA : CANTERA "SEÑOR DE LOS MILAGROS"

UBIC. CANTERA : YARABAMBA - AREQUIPA

DESCRIPCION	RESULTADOS
Peso en el aire de la muestra saturada superficialmente seca	3320,00 g
Peso sumergido en agua de la muestra saturada superficialmente seca	1981,20 g
Peso de la muestra desecada al horno	3238,50 g
Peso específico de masa seca	2,42 g/cm³
Peso específico saturado superficialmente seco	2,48 g/cm³
Peso específico aparente	2,58 g/cm³
Porcentaje de absorción	2,52 %

OBSERVACION : La muestra fue proporcionada e identificada por el solicitante.




Ing. FERNANDO GARNICA CUBA
Jefe de Laboratorios de Ingeniería Civil

Laboratorios:
Calle Sucre N°601, Cercado - Arequipa, Perú
Telf: (054) 605630 anexo: 281 - Cel: 971351240
Email: labcivil@ucsp.edu.pe

 **INDECOSO**
INSTITUTO PARA EL DESARROLLO Y CRECIMIENTO SOCIAL
Av. Salaverry 301, Cercado - Arequipa



INFORME DE ENSAYO
PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO
(NORMAS ASTM C-29 NTP 400.017)

Nº DE EXPEDIENTE
LC 2974-21 / UCSP

Página: 08 de 11

Fecha de emisión: 22/03/2021

SOLICITANTE : SAMUEL QUISPE TICONA
PROYECTO : TESIS: INFLUENCIA DEL SILLAR EN LA MEJORA DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO
f'c=175 kg/cm² PARA CERCOS PREFABRICADOS, AREQUIPA 2022
UBICACION : CERRO COLORADO - AREQUIPA

CARACTERISTICA DE LA MUESTRA

DESCRIPCION : PIEDRA CHANCADA
PROCEDENCIA : CANTERA "SEÑOR DE LOS MILAGROS"
UBIC. CANTERA : YARABAMBA - AREQUIPA

PIEDRA CHANCADA

DESCRIPCION	Und.	SUELTO			VARILLADO		
		1	2	3	1	2	3
Peso del agregado + recipiente	g	16604,4	16722,0	16861,1	18521,2	18468,0	18587,5
Peso del recipiente	g	4918,2	4918,2	4918,2	4918,2	4918,2	4918,2
Peso neto del agregado	g	11686,2	11803,8	11942,9	13603,0	13549,8	13669,3
Volumen del recipiente	cm ³	9457,8	9457,8	9457,8	9457,8	9457,8	9457,8
Peso Unitario	kg/m ³	1236	1248	1263	1438	1433	1445
PROMEDIO	kg/m ³	1249			1439		

OBSERVACION : La muestra fue proporcionada e identificada por el solicitante.



Ing. FERNANDO GARNICA CUBA
Jefe de Laboratorios de Ingeniería Civil

Laboratorios:
Calle Sucre N°601, Cercado - Arequipa, Perú
Telf: (054) 605630 anexo: 281 - Cel: 971351240
Email: labcivil@ucsp.edu.pe

INDECOSO
INSTITUTO PARA EL DESARROLLO Y CRECIMIENTO SOCIAL
Av. Salaverry 301, Cercado - Arequipa



INFORME DE ENSAYO
CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO
(NORMA ASTM C-566 NTP 339.185)

N° DE EXPEDIENTE

LC 2974-21 / UCSP

Página: 09 de 11

Fecha de emisión: 22/03/2021

SOLICITANTE : SAMUEL QUISPE TICONA

PROYECTO : TESIS: INFLUENCIA DEL SILLAR EN LA MEJORA DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO
f'c=175 kg/cm² PARA CERCOS PREFABRICADOS, AREQUIPA 2022

UBICACION : CERRO COLORADO - AREQUIPA

CARACTERISTICAS DEL AGREGADO

AGREGADO GRUESO : ARENA GRUESA PARA CONCRETO

PROCEDENCIA : CANTERA "SEÑOR DE LOS MILAGROS"

UBICACIÓN CANTERA : YARABAMBA - AREQUIPA

ARENA GRUESA

DESCRIPCION	RESULTADO
Peso del agregado en estado natural + recipiente	1 239,0 g
Peso agregado seco + recipiente	1 216,7 g
Peso recipiente	326,7 g
Peso del agua	22,3 g
Peso del agregado seco	890,0 g
CONTENIDO DE HUMEDAD	2,51 %

OBSERVACION : Las muestras fue proporcionada e identificada por el solicitante



Fernando Garnica Cuba

Ing. FERNANDO GARNICA CUBA
Jefe de Laboratorios de Ingeniería Civil

Laboratorios:
Calle Sucre N°601, Cercado - Arequipa, Perú
Telf: (054) 605630 anexo: 281 - Cel: 971351240
Email: labcivil@ucsp.edu.pe

 **INDECOSO**
INSTITUTO PARA EL DESARROLLO Y CRECIMIENTO SOCIAL
Av. Salaverry 301, Cercado - Arequipa



INFORME DE ENSAYO
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - AGREGADO FINO PARA CONCRETO
(NORMA ASTM C-136 N.T.P. 400.012)

N° DE EXPEDIENTE
LC 2974-21 / UCSP
Página: 10 de 11
Fecha de emisión: 22/03/2021

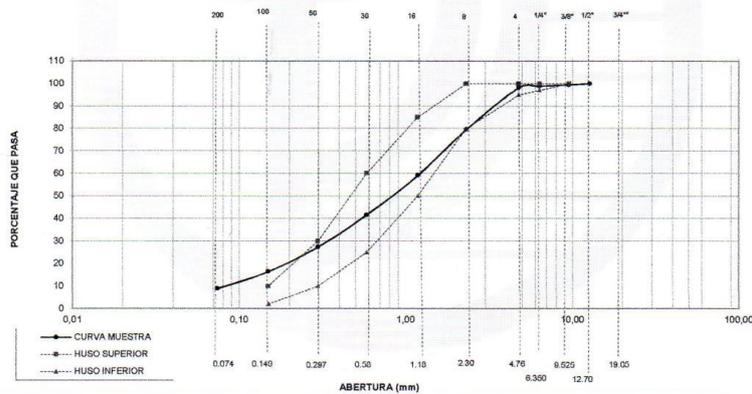
SOLICITANTE : SAMUEL QUISPE TICONA
PROYECTO : TESIS: INFLUENCIA DEL SILLAR EN LA MEJORA DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO
f'c=175 kg/cm² PARA CERCOS PREFABRICADOS, AREQUIPA 2022
UBICACIÓN : CERRO COLORADO - AREQUIPA

CARACTERÍSTICA DEL AGREGADO

DESCRIPCIÓN : ARENA GRUESA PARA CONCRETO
CANTERA : CANTERA "SEÑOR DE LOS MILAGROS"
UBICACIÓN CANTERA : YARABAMBA - AREQUIPA

GRANULOMETRÍA						PROPIEDADES FÍSICAS	
TAMICES ASTM	PESO RETENIDO (g)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFIC.		
1/2"	0,00	0,00	0,00	100,00		Módulo de Fineza	2,78
3/8"	3,56	0,49	0,49	99,51	100		
1/4"	4,37	0,60	1,09	98,91			
N° 4	5,04	0,69	1,78	98,22	95 - 100		
N° 8	136,44	18,68	20,46	79,54	80 - 100		
N° 16	149,24	20,43	40,89	59,11	50 - 85		
N° 30	127,71	17,49	58,38	41,62	25 - 60		
N° 50	103,80	14,21	72,59	27,41	10 - 30		
N° 100	80,19	10,98	83,57	16,43	2 - 10		
N° 200	54,85	7,51	91,08	8,92			
< N° 200	65,12	8,92	100,00	0,00			

CURVA GRANULOMÉTRICA + HUSO AGREGADO FINO (ASTM C-33, NTP 400.037)



OBSERVACION: La muestra fue proporcionada e identificada por el solicitante.



Fernando Garnica Cueva
Ing. FERNANDO GARNICA CUEVA
Jefe de Laboratorios de Ingeniería Civil

Laboratorios:
Calle Sucre N°601, Cercado - Arequipa, Perú
Telf: (054) 605630 anexo: 281 - Cel: 971351240
Email: labcivil@ucsp.edu.pe

INDECOSO
INSTITUTO PARA EL DESARROLLO Y CRECIMIENTO SOCIAL
Av. Salaverry 301, Cercado - Arequipa



INFORME DE ENSAYO

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO FINO

(NORMAS ASTM C 128 NTP 400.022)

Nº DE EXPEDIENTE

LC 2974-21 / UCSP

Página: 11 de 11

Fecha de emisión: 22/03/2021

SOLICITANTE : SAMUEL QUISPE TICONA

PROYECTO : TESIS: INFLUENCIA DEL SILLAR EN LA MEJORA DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO

$f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ PARA CERCOS PREFABRICADOS, AREQUIPA 2022

UBICACION : CERRO COLORADO - AREQUIPA

CARACTERISTICA DEL AGREGADO

DESCRIPCION : ARENA GRUESA PARA CONCRETO

PROCEDENCIA : CANTERA "SEÑOR DE LOS MILAGROS"

UBIC. CANTERA : YARABAMBA - AREQUIPA

DESCRIPCION	RESULTADOS
Nº de frasco	01
Peso de la muestra saturada superficialmente seca	500,00 g
Peso frasco + agua	660,35 g
Peso frasco + muestra + agua	970,02 g
Peso de la muestra desecada al horno	489,91 g
Peso específico de masa seca	2,57 g/cm³
Peso específico saturado superficialmente seco	2,63 g/cm³
Peso específico aparente	2,72 g/cm³
Porcentaje de absorción	2,06 %

OBSERVACION : La muestra fue proporcionada e identificada por el solicitante.




Ing. FERNANDO GARNICA CUBA
Jefe de Laboratorios de Ingeniería Civil

Laboratorios:
Calle Sucre N°601, Cercado - Arequipa, Perú
Telf: (054) 605630 anexo: 281 - Cel: 971351240
Email: labcivil@ucsp.edu.pe

 **INDECOSO**
INSTITUTO PARA EL DESARROLLO Y CRECIMIENTO SOCIAL
Av. Salaverry 301, Cercado - Arequipa



Laboratorios Analíticos del Sur

Laboratorios Analíticos del Sur

Parque Industrial Río Seco C-1 Cerro Colorado – Arequipa – Perú
www.laboratoriosanaliticosdesur.com

+51 (054) 443294
+51 (054) 444582
+51 958 961 254
+51 958 961 253

INFORME DE ENSAYO LAS01-CC-21-00118

Fecha de emisión: 12/04/2021

Página 1 de 1
Clave generada : 484F8528

Señores: OLISPE TICONA, SAMUEL
Dirección: JOSE LUIS BUSTAMANTE Y RIVERO - AREQUIPA
Atención: OLISPE TICONA, SAMUEL
Recepción: 6/04/2021
Realización: 6/04/2021
Observación: El Laboratorio no realiza la toma de muestra.

Métodos ensayados

- 14502 Método de ensayo para cloruros ASTM D1411 - 02 Standard Test Methods for Water-Soluble Chlorides Present as Admixtures in Graded Aggregate Road Mixes
- 14503 Método de ensayo para sulfatos ASTM C1090 - 09e1 Standard Test Method for Water-Soluble Sulfate in Soil
- 14506 Determinación de pH en suelos
- 14507 Método de ensayo para sales solubles - gravimetría Measurements of Soluble Salt Content of Soils from Arid and Semi-Arid Regions

Codigo Interno L.A.S.	Nombre de Muestra	Proyecto	Procedencia de Muestra	Descripción de Muestra	14502	14503	14506		14507
					Cl. ppm	SO ₄ ²⁻ ppm	pH	T °C	Salin. Sal ppm
CC21006208	SILLAR	INFLUENCIA DEL SILLAR EN LA MEJORA DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO FC=175 kg/cm ² PARA CERROS PREFABRICADOS, AREQUIPA 2021	CANTINA ARASHUNYO	Agrepe	170	770	7.83	20.4	1688

Fin del informe

Laboratorio Analítico del Sur
Arequipa - Perú

*"Valor numérico"=Límite de detección del método, **"Valor Numérico"=Límite de cuantificación del método

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto e como evidencia del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados sólo están relacionados a la muestra ensayada. Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización escrita de LAS. Cualquier error en o con respecto al contenido del presente documento le avisará. Los resultados se aplican a la muestra como se recibió.

Web: <http://www.laboratoriosanaliticosdesur.com> Parque Ind. Río Seco C-1 C. Colorado-Arequipa-Perú (054)443294 - (054)444582.





INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION
PROBETAS DE CONCRETO
(NORMAS: ASTM C-39, NTP 339.034)

N° DE EXPEDIENTE
LC 3022-21 / UCSP

Página: 01 de 2
Fecha de emisión: 15/04/2021

SOLICITANTE: SAMUEL QUISPE TICONA

PROYECTO : TESIS: INFLUENCIA DEL SILLAR EN LA MEJORA DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO
f'c=175 kg/cm² PARA CERCOS PREFABRICADOS, AREQUIPA 2021

UBICACION : CERRO COLORADO - AREQUIPA

CARACTERISTICAS DE LAS MUESTRAS

DESCRIPCION : PROBETAS CILINDRICAS DE CONCRETO DE 4" DE DIAMETRO Y 8" DE ALTURA

FECHA DE RECEPCION DE MUESTRAS : 12 DE ABRIL DEL 2021

RESISTENCIA DE DISEÑO: f'c = 175 kgf/cm²

ITEM	PROBETA		FECHA		EDAD (días)	AREA (cm ²)	CARGA (kgf)	ESFUERZO DE ROTURA (f'c)	
	ELEMENTO	CODIGO	VACIADO	ROTURA				(MPa)	(kgf/cm ²)
1	SILLAR TMN 3/8"	-	15/03/2021	12/04/2021	28	82.4	9035	10.8	109.7
2	SILLAR TMN 3/8"	-	15/03/2021	12/04/2021	28	82.6	9079	10.8	109.9
3	SILLAR TMN 3/8"	-	15/03/2021	12/04/2021	28	81.6	8798	10.6	107.8
4	SILLAR TMN 1/2"	-	15/03/2021	12/04/2021	28	83.3	14799	17.4	177.7
5	SILLAR TMN 1/2"	-	15/03/2021	12/04/2021	28	83.2	14981	17.7	180.1
6	SILLAR TMN 1/2"	-	15/03/2021	12/04/2021	28	84.6	15010	17.4	177.4
7	SILLAR TMN 3/4"	-	15/03/2021	12/04/2021	28	83.9	11103	13.0	132.3
8	SILLAR TMN 3/4"	-	15/03/2021	12/04/2021	28	82.9	10797	12.8	130.2
9	SILLAR TMN 3/4"	-	15/03/2021	12/04/2021	28	84.2	11608	13.5	137.9

OBSERVACIONES : - Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.



Ing. FERNANDO GARNICA CUBA
Jefe de Laboratorios de Ingeniería Civil

Laboratorios:
Calle Sucre N°601, Cercado - Arequipa, Perú
Telf: (054) 605630 anexo: 281 - Cel: 971351240
Email: labcivil@ucsp.edu.pe

INDECISO
INSTITUTO PARA EL DESARROLLO Y CRECIMIENTO SOCIAL
Av. Salaverry 301, Cercado - Arequipa



INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION
PROBETAS DE CONCRETO

(NORMAS: ASTM C-39, NTP 339.034)

Nº DE EXPEDIENTE

LC 3022-21 / UCSP

Página: 02 de 2

Fecha de emisión: 15/04/2021

SOLICITANTE : SAMUEL QUISPE TICONA

PROYECTO : TESIS: INFLUENCIA DEL SILLAR EN LA MEJORA DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO

$f'_{c}=175 \text{ kg/cm}^2$ PARA CERCOS PREFABRICADOS, AREQUIPA 2021

UBICACION : CERRO COLORADO - AREQUIPA

CARACTERISTICAS DE LAS MUESTRAS

DESCRIPCIO : PROBETAS CILINDRICAS DE CONCRETO DE 4" DE DIAMETRO Y 8" DE ALTURA

FECHA DE RECEPCION DE MUESTRAS : 12 DE ABRIL DEL 2021

RESISTENCIA DE DISEÑO : $f'_{c} = 175 \text{ kgf/cm}^2$

ITEM	PROBETA		FECHA		EDAD (días)	AREA (cm ²)	CARGA (kgf)	ESFUERZO DE ROTURA (f'_{c})	
	ELEMENTO	CODIGO	VACIADO	ROTURA				(MPa)	(kgf/cm ²)
1	PIEDRA CHANCADA TMN 3/4"	-	15/03/2021	12/04/2021	28	83.2	15596	18.4	187.5
2	PIEDRA CHANCADA TMN 3/4"	-	15/03/2021	12/04/2021	28	82.9	16197	19.2	195.4
3	PIEDRA CHANCADA TMN 3/4"	-	15/03/2021	12/04/2021	28	82.4	15850	18.9	192.4

OBSERVACIONES : - Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.



Fernando Garnica
Ing. FERNANDO GARNICA CUBA
Jefe de Laboratorios de Ingeniería Civil



INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION
PROBETAS DE CONCRETO
(NORMAS: ASTM C-39 , NTP 339.034)

Nº DE EXPEDIENTE

LC 2989-21 / UCSP

Página: 01 de 2

Fecha de emisión: 30/03/2021

SOLICITANTE: SAMUEL QUISPE TICONA

PROYECTO: TESIS: INFLUENCIA DEL SELLAR EN LA MEJORA DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO

$f_c=175 \text{ kgf/cm}^2$ PARA CERCOS PREFABRICADOS, AREQUIPA 2021

UBICACION: CERRO COLORADO - AREQUIPA

CARACTERÍSTICAS DE LAS MUESTRAS

DESCRIPCIÓN: PROBETAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO DE 4" DE DIÁMETRO Y 8" DE ALTURA

FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS: 29 DE MAIZO DEL 2021

RESISTENCIA DE DISEÑO: $f'_c = 175 \text{ kgf/cm}^2$

ITEM	PROBETA		FECHA		EDAD (días)	AREA (cm^2)	CARGA (kgf)	ESFUERZO DE ROTURA (f'_c)	
	ELEMENTO	CODIGO	VACIADO	ROTURA				(MPa)	(kgf/cm^2)
1	SELLAR TMN 3/8"	-	15/03/2021	29/03/2021	14	82,1	6725	8,0	81,9
2	SELLAR TMN 3/8"	-	15/03/2021	29/03/2021	14	83,7	7901	9,3	94,4
3	SELLAR TMN 3/8"	-	15/03/2021	29/03/2021	14	82,4	7222	8,6	87,7
4	SELLAR TMN 1/2"	-	15/03/2021	29/03/2021	14	82,3	10260	12,2	124,7
5	SELLAR TMN 1/2"	-	15/03/2021	29/03/2021	14	83,1	10831	12,8	130,3
6	SELLAR TMN 1/2"	-	15/03/2021	29/03/2021	14	83,4	11629	13,7	139,4
7	SELLAR TMN 3/4"	-	15/03/2021	29/03/2021	14	83,4	9183	10,8	110,1
8	SELLAR TMN 3/4"	-	15/03/2021	29/03/2021	14	82,6	8941	10,6	108,2
9	SELLAR TMN 3/4"	-	15/03/2021	29/03/2021	14	83,0	8696	10,3	104,8

OBSERVACIONES: - Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.



Fernando Garnica Cuba
Ing. FERNANDO GARNICA CUBA
Jefe de Laboratorio de Ingeniería Civil

Laboratorios:
Calle Sucre N°601, Cercado - Arequipa, Perú
Telf: (054) 605630 anexo: 281 - Cel: 971351240
Email: labcivil@ucsp.edu.pe

INDECOSO
INSTITUTO PARA EL DESARROLLO Y ORDENAMIENTO SOCIAL
Av. Salaverry 301, Cercado - Arequipa



INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION
PROBETAS DE CONCRETO
(NORMAS: ASTM C-39, NTP 339.034)

Nº DE EXPERIMENTO

E.C 2889-21 / UCSP

Página: 02 de 2

Fecha de emisión: 30/03/2021

SOLICITANTE: SAMUEL QUISTE TICONA

PROYECTO: TESIS: INFLUENCIA DEL SILLAR EN LA MEJORA DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO
F_c=175 kgf/cm² PARA EFECTOS PREFABRICADOS, ARQUITPA 3021

UBICACION: CERRO COLORADO - AREQUIPA

CARACTERÍSTICAS DE LAS MUESTRAS

DESCRIPCION: PROBETAS CILINDRICAS DE CONCRETO DE 4" DE DIAMETRO Y 8" DE ALTURA

FECHA DE RECEPCION DE MUESTRAS: 29 DE MARZO DEL 2021

RESISTENCIA DE DISEÑO: f'_c = 175 kgf/cm²

ITEM	PROBETA		FECHA		EDAD (días)	AREA (cm ²)	CARGA (kgf)	ESFUERZO DE ROTURA (f' _c)	
	ELEMENTO	CODIGO	VACIADO	ROTURA				(MPa)	(kgf/cm ²)
1	PEDRA CHANCAIDA TMI 54"	-	15/03/2021	29/03/2021	14	84,3	12945	14,6	148,5
2	PEDRA CHANCAIDA TMI 54"	-	15/03/2021	29/03/2021	14	83,4	11803	13,5	137,9
3	PEDRA CHANCAIDA TMI 54"	-	15/03/2021	29/03/2021	14	82,2	11802	13,7	139,9

OBSERVACIONES: - Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.



General
Ing. FERRNANDO OSUNA CUERVA
Jefe de Laboratorio de Ingeniería Civil



INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION
PROBETAS DE CONCRETO
(NORMAS: ASTM C-39, NTP 339.034)

N° DE EXPEDIENTE

LC 2977-21 / UCSP

Página: 01 de 2

Fecha de emisión: 23/03/2021

SOLICITANTE: SAMUEL QUESPE TICONA

PROYECTO: TESIS: INFLUENCIA DEL SILLAR EN LA MEJORA DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO
f'c=175 kg/cm² PARA CERCOS PREFABRICADOS, AREQUIPA 2021

UBICACION: CERRO COLORADO - AREQUIPA

CARACTERISTICAS DE LAS MUESTRAS

DESCRIPCIO: PROBETAS CILINDRICAS DE CONCRETO DE 4" DE DIAMETRO Y 8" DE ALTURA

FECHA DE RECEPCION DE MUESTRAS: 22 DE MARZO DEL 2021

RESISTENCIA DE DISEÑO: f'c = 175 kgf/cm²

ITEM	PROBETA		FECHA		EDAD (días)	AREA (cm ²)	CARGA (kgf)	ESFUERZO DE ROTURA (f'c)	
	ELEMENTO	CODIGO	VACIADO	ROTURA				(MPa)	(kgf/cm ²)
1	SILLAR TMN 3/8"	-	15/03/2021	22/03/2021	7	82,6	5587	6,6	67,6
2	SILLAR TMN 3/8"	-	15/03/2021	22/03/2021	7	82,8	6883	8,2	83,1
3	SILLAR TMN 3/8"	-	15/03/2021	22/03/2021	7	82,9	6691	7,9	80,7
4	SILLAR TMN 1/2"	-	15/03/2021	22/03/2021	7	82,4	9816	11,7	119,1
5	SILLAR TMN 1/2"	-	15/03/2021	22/03/2021	7	83,4	8277	9,7	99,2
6	SILLAR TMN 1/2"	-	15/03/2021	22/03/2021	7	82,1	8850	10,6	107,8
7	SILLAR TMN 3/4"	-	15/03/2021	22/03/2021	7	83,3	7911	9,3	95,0
8	SILLAR TMN 3/4"	-	15/03/2021	22/03/2021	7	82,9	7430	8,8	89,6
9	SILLAR TMN 3/4"	-	15/03/2021	22/03/2021	7	83,4	7051	8,3	84,5

OBSERVACIONES: - Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.



Fernando Garrica Cuba

Ing. FERNANDO GARRICA CUBA
Jefe de Laboratorio de Ingeniería Civil



INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION
PROBETAS DE CONCRETO
(NORMAS: ASTM C-39, NTP 339.034)

Nº DE EXPEDIENTE

LC 2977-21 / UCSP

Página: 02 de 2

Fecha de emisión: 23/03/2021

SOLICITANTE : SAMUEL QUISPE TICONA

PROYECTO : TESIS: INFLUENCIA DEL SILLAR EN LA MEJORA DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO

$f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ PARA CERCOS PREFABRICADOS, AREQUIPA 2022

UBICACION : CERRO COLORADO - AREQUIPA

CARACTERISTICAS DE LAS MUESTRAS

DESCRIPCIO : PROBETAS CILINDRICAS DE CONCRETO DE 4" DE DIAMETRO Y 8" DE ALTURA

FECHA DE RECEPCION DE MUESTRAS : 22 DE MARZO DEL 2021

RESISTENCIA DE DISEÑO : $f'c = 175 \text{ kgf/cm}^2$

ITEM	PROBETA		FECHA		EDAD (días)	AREA (cm^2)	CARGA (kgf)	ESFUERZO DE ROTURA ($f'c$)	
	ELEMENTO	CODIGO	VACIADO	ROTURA				(MPa)	(kgf/cm^2)
1	PIEDRA CHANCADA TMN 3/4"	-	15/03/2021	22/03/2021	7	82,8	8546	10,2	104,4
2	PIEDRA CHANCADA TMN 3/4"	-	15/03/2021	22/03/2021	7	78,3	8792	11,0	112,3
3	PIEDRA CHANCADA TMN 3/4"	-	15/03/2021	22/03/2021	7	82,2	8890	10,6	108,2

OBSERVACIONES : - Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.



Fernando Garnica Dúba

Ing. FERNANDO GARNICA DUBA
Jefe de Laboratorios de Ingeniería Civil



ANEXO 06: Certificados De Calibración



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CMC-039-2021

Peticionario : UNIVERSIDAD CATÓLICA SAN PABLO

Atención : Laboratorio de Concreto y Ensayos de Materiales de Construcción.

Lugar de calibración : Laboratorios de Ingeniería Civil. Ubicado en la Calle Sucre N° 601. Arequipa.

Tipo de equipo : Máquina de Compresión Axial Eléctro-hidráulica

Capacidad del equipo : 2 000 kN

División de escala : 0,1 kN

Marca : ELE - INTERNATIONAL

Modelo : ADR 2000

N° de serie del equipo : 1796-9-3096

Panel digital : ADR TOUCH ELE-INTERNATIONAL

N° de serie panel digital : 1912-3-0867

Procedencia : USA

Código Interno : No Indica

Método de calibración : ASTM E-4 "Standard Practices for Force Verification of Testing Machines"

Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 25,6°C / 35%

Temp.(°C) y H.R.(%) final : 25,9°C / 35%

Patrón de referencia : Patrón utilizado Morehouse, N° de serie C-8517, clase A, calibrado de acuerdo a la norma ASTM E74-18 Metodo B, certificado de calibración reporte N° C-8517L1820 con Trazabilidad NIST (United States National Institute of Standards & Technology).

Número de páginas : 2

Fecha de calibración : 2021-05-03

Este certificado de verificación sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad.

Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.

El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2021-05-10	 Vladimir Tello Torre TECNICO DE LABORATORIO	 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA INGENIERO CIVIL Reg. del CIP N° 34286

CMC-039-2021

Página 1 de 2

Resultados de medición

Dirección de carga : Compresión

Indicación de fuerza de la máquina de ensayo		Indicación de fuerza en la celda patrón			Promedio	Error	Incertidumbre K=2
(%)	(kN)	1° ascenso (kN)	2° ascenso (kN)	3° ascenso (kN)			
0	0	0	0	0	0	0	0.1
5	100	99.51	100.33	100.07	99.97	0.0	0.1
10	200	199.35	199.69	199.31	199.45	0.3	0.1
15	300	299.77	300.35	300.18	300.10	0.0	0.1
20	400	400.25	400.11	400.68	400.35	-0.1	0.1
25	500	500.48	500.01	500.81	500.43	-0.1	0.1
30	600	599.48	599.76	600.69	599.98	0.0	0.1
40	800	799.50	799.88	799.95	799.78	0.0	0.1
50	1000	1000.61	1000.68	1001.06	1000.78	-0.1	0.1
60	1200	1199.91	1200.16	1200.81	1200.29	0.0	0.1
80	1600	1600.62	1600.57	1600.36	1600.52	0.0	0.1

Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la Incertidumbre Expandida de medición, que resulta de multiplicar la Incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$ y ha sido determinada de acuerdo a la "Guía para la expresión de la Incertidumbre en la medición".

Notas

El usuario esta obligado a tener el equipo calibrado en intervalos apropiados de tiempo de acuerdo al uso, mantenimiento y conservación que este expuesto.

El equipo se encuentra calibrado.

kN = Kilonewtons = 102 Kilogramos.



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CMC-040-2021**

Peticionario : UNIVERSIDAD CATÓLICA SAN PABLO

Atención : Laboratorio de Concreto y Ensayos de Materiales de Construcción.

Lugar de calibración : Laboratorios de Ingeniería Civil. Ubicado en la Calle Sucre N° 601. Arequipa.

Tipo de equipo : Máquina para ensayos de flexión.

Capacidad del equipo : 100 kN

División de escala : 0,1 kN

Marca : ELE - INTERNATIONAL

N° de Serie : 1638-7-1590

Modelo : N. I.

Tipo de indicador de carga : ADR TOUCH ELE INTERNATIONAL

N° de serie del indicador : 1912-3-0867

Procedencia : USA

Código Interno : No Indica

Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 25,9°C / 34%

Temp.(°C) y H.R.(%) final : 26,2°C / 34%

Método de calibración : ASTM E-4 "Standard Practices for Force Verification of Testing machines"

Patrón de referencia : Patrón utilizado HBM, C18/100 kN, N° de serie 00283T00, clase A, calibrado de acuerdo a la norma ASTM E74-18, método B, certificado de calibración reporte N° 822023841 (ASRET)L1820. Con trazabilidad NIST (United States National Institute of Standards & Technology).

Número de páginas : 2

Fecha de calibración : 2021-05-03

Este certificado de verificación sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad.
Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.
El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2021-05-10	 Vladimir Tello Torre TECNICO DE LABORATORIO	 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA INGENIERO CIVIL Reg. del CIP N° 84286

CMC-040-2021

Página 1 de 2

Resultados de medición

Dirección de carga : Compresión

Indicación de fuerza de la máquina de ensayo		Indicación de fuerza en la celda patrón			Promedio	Error	Incertidumbre K=2
(%)	(kN)	1° ascenso	2° ascenso	3° ascenso			
0	0	0	0	0	0	0	0.1
10	10.0	10.00	9.97	9.97	9.98	0.2	0.1
20	20.0	19.95	19.92	19.92	19.93	0.3	0.1
30	30.0	29.95	29.88	29.81	29.88	0.4	0.1
40	40.0	39.92	39.84	39.69	39.81	0.5	0.1
50	50.0	49.89	49.71	49.59	49.73	0.5	0.1
60	60.0	59.80	59.75	59.57	59.71	0.5	0.1
70	70.0	69.79	69.69	69.51	69.66	0.5	0.1
80	80.0	79.90	79.75	79.61	79.76	0.3	0.1
90	90.0	90.12	89.61	89.36	89.69	0.3	0.1
100	100.0	100.03	99.79	99.42	99.74	0.3	0.1

Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la Incertidumbre Expandida de medición, que resulta de multiplicar la Incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$ y ha sido determinada de acuerdo a la "Guía para la expresión de la Incertidumbre en la medición".

Notas

El usuario esta obligado a tener el equipo calibrado en intervalos apropiados de tiempo de acuerdo al uso, mantenimiento y conservación que este expuesto.

El equipo se encuentra calibrado.

kN = Kilonewtons = 102 Kilogramos.



ANEXO 07: Boletas y Boucher de Pagos

25/3/2021

::: Boleta de Venta Electronica - Impresion :::

INDECSO INSTITUTO PARA EL DESARROLLO Y CRECIMIENTO SOCIAL - INDECSO AV. SALAVERRY 301 LOCAL INSTITUTO DEL SUR AREQUIPA - AREQUIPA - AREQUIPA		BOLETA DE VENTA ELECTRONICA RUC: 20456027378 EB01-255					
Fecha de Vencimiento : Fecha de Emisión : 24/03/2021 Señor(es) : SAMUEL QUISPE TICONA CAL. JAVIER HERAUD 104 URB. 13 DE ENERO LOTE. - AREQUIPA- Dirección del Cliente : AREQUIPA-JOSE LUIS BUSTAMANTE Y RIVERO Tipo de Moneda : SOLES Observación : OPERCION BCP N° 615748							
Cantidad	Unidad Medida	Descripción	Valor Unitario(*)	Descuento(*)	Importe de Venta(**)	ICBPER	
3.00	UNIDAD	ENSAYOS DE HUMEDAD DE AGREGADOS	12.7118	0.00	45.00	0.00	
3.00	UNIDAD	ENSAYOS DE GRANULOMETRIA DE AGREGADOS	25.423	0.00	90.00	0.00	
3.00	UNIDAD	ENSAYOS DE PESO ESPECIFICO DE AGREGADOS	29.66	0.00	105.00	0.00	
2.00	UNIDAD	ENSAYOS DE PESO UNITARIO VARILLADO	25.423	0.00	60.00	0.00	
Otros Cargos :						S/0.00	
Otros Tributos :						S/0.00	
ICBPER :						S/ 0.00	
Importe Total :						S/300.00	
SON: TRESCIENTOS Y 00/100 SOLES							
(*) Sin impuestos.		Op. Gravada :					S/ 254.24
(**) Incluye impuestos, de ser Op. Gravada.		Op. Exonerada :					S/ 0.00
					Op. Inafecta :		S/ 0.00
					ISC :		S/ 0.00
					IGV :		S/ 45.76
					ICBPER :		S/ 0.00
					Otros Cargos :		S/ 0.00
					Otros Tributos :		S/ 0.00
					Monto de Redondeo :		S/ 0.00
					Importe Total :		S/ 300.00
Esta es una representación impresa de la Boleta de Venta Electrónica, generada en el Sistema de la SUNAT. El Emisor Electrónico puede verificarla utilizando su clave SOL, el Adquirente o Usuario puede consultar su validez en SUNAT Virtual: www.sunat.gob.pe , en Opciones sin Clave SOL/ Consulta de Validez del CPE.							

INDECSO		BOLETA DE VENTA ELECTRONICA				
INSTITUTO PARA EL DESARROLLO Y CRECIMIENTO SOCIAL - INDECSO		RUC: 20456027378				
AV. SALAVERRY 301 LOCAL INSTITUTO DEL SUR		EB01-256				
AREQUIPA - AREQUIPA - AREQUIPA						
Fecha de Vencimiento :						
Fecha de Emisión :	25/03/2021					
Señor(es) :	SAMUEL QUISPE TICONA					
Dirección del Cliente :	CAL. JAVIER HERAUD 104 URB. 13 DE ENERO LOTE. - AREQUIPA- AREQUIPA-JOSE LUIS BUSTAMANTE Y RIVERO					
Tipo de Moneda :	SOLES					
Observación :	OPERACION BCP N° 413823					
Cantidad	Unidad Medida	Descripción	Valor Unitario(*)	Descuento(*)	Importe de Venta(**)	ICBPER
12.00	UNIDAD	ENSAYOS DE COMPRESION PROBETAS DE CONCRETO	10.169	0.00	144.00	0.00
Otros Cargos :						S/0.00
Otros Tributos :						S/0.00
ICBPER :						S/ 0.00
Importe Total :						S/144.00
SON: CIENTO CUARENTA Y CUATRO Y 00/100 SOLES						
(*) Sin impuestos.		Op. Gravada :	S/ 122.03			
(**) Incluye impuestos, de ser Op. Gravada.		Op. Exonerada :	S/ 0.00			
		Op. Inafecta :	S/ 0.00			
		ISC :	S/ 0.00			
		IGV :	S/ 21.97			
		ICBPER :	S/ 0.00			
		Otros Cargos :	S/ 0.00			
		Otros Tributos :	S/ 0.00			
		Monto de Redondeo :	S/ 0.00			
		Importe Total :	S/ 144.00			
Esta es una representación impresa de la Boleta de Venta Electrónica, generada en el Sistema de la SUNAT. El Emisor Electrónico puede verificarla utilizando su clave SOL, el Adquirente o Usuario puede consultar su validez en SUNAT Virtual: www.sunat.gob.pe , en Opciones sin Clave SOL/ Consulta de Validez del CPE.						

INDECSO		BOLETA DE VENTA ELECTRONICA				
INSTITUTO PARA EL DESARROLLO Y CRECIMIENTO SOCIAL - INDECSO		RUC: 20456027378				
AV. SALAVERRY 301 LOCAL INSTITUTO DEL SUR		EB01-259				
AREQUIPA - AREQUIPA - AREQUIPA						
Fecha de Vencimiento :						
Fecha de Emisión :	02/04/2021					
Señor(es) :	SAMUEL QUISPE TICONA					
Dirección del Cliente :	CAL. JAVIER HERAUD 104 URB. 13 DE ENERO LOTE. - AREQUIPA- AREQUIPA-JOSE LUIS BUSTAMANTE Y RIVERO					
Tipo de Moneda :	SOLES					
Observación :	OPERACION BCP N° 0825829					
Cantidad	Unidad Medida	Descripción	Valor Unitario(*)	Descuento(*)	Importe de Venta(**)	ICBPER
12.00	UNIDAD	ENSAYOS DE COMPRESION PROBETAS DE CONCRETO	10.169	0.00	144.00	0.00
Otros Cargos :						S/0.00
Otros Tributos :						S/0.00
ICBPER :						S/ 0.00
Importe Total :						S/144.00
SON: CIENTO CUARENTA Y CUATRO Y 00/100 SOLES						
(*) Sin impuestos.		Op. Gravada :		S/ 122.03		
(**) Incluye impuestos, de ser Op. Gravada.		Op. Exonerada :		S/ 0.00		
		Op. Inafecta :		S/ 0.00		
		ISC :		S/ 0.00		
		IGV :		S/ 21.97		
		ICBPER :		S/ 0.00		
		Otros Cargos :		S/ 0.00		
		Otros Tributos :		S/ 0.00		
		Monto de Redondeo :		S/ 0.00		
		Importe Total :		S/ 144.00		
Esta es una representación impresa de la Boleta de Venta Electrónica, generada en el Sistema de la SUNAT. El Emisor Electrónico puede verificarla utilizando su clave SOL, el Adquirente o Usuario puede consultar su validez en SUNAT Virtual: www.sunat.gob.pe , en Opciones sin Clave SOL/ Consulta de Validez del CPE.						





Laboratorios Analíticos del Sur E.I.R.Ltda
Análisis Químico de Minerales, Aguas, Suelos, Plantas

Laboratorio: Parque Industrial Río Seco C-1 - Cerro Colorado - Arequipa - Arequipa
Teléfonos.: (054) 443294 Tel. Fax: (054) 444582
Whatsapp: 958961254
Web: <https://www.laboratoriosanaliticosdelsur.com>

BOLETA ELECTRONICA

R.U.C. N° 20272874680
B001-00013633

Señor(es): QUISPE TICONA, SAMUEL
Dirección: JOSE LUIS BUSTAMANTE Y RIVERO - AREQUIPA
DNI N°: 47444643
Fecha de emisión: 06/04/2021 09:00 a.m. Usuario: Usuario : YQR Moneda: PEN OS/OC:
Fecha de expiración: 06/04/2021

Cantidad	Unidad	Descripción	Precio Unitario	Descuento	Total
1	NIU	4503-Método de ensayo para sulfatos ASTM C1580 - 09e1 Standard Test Method for Water-Soluble Sulfate in Soil	44.00	0.00	44.00
1	NIU	4508-Preparación de muestra	17.00	0.00	17.00
1	NIU	4502-Método de ensayo para cloruros ASTM D1411 - 09 Standard Test Methods for Water-Soluble Chlorides Present as Admixtures in Graded Aggregate Road Mixes	44.00	0.00	44.00
1	NIU	4506-Determinación de pH en suelos.	11.00	0.00	11.00
1	NIU	4507-Método de ensayo para sales solubles - gravimetría Measurements of Soluble Salt Content of Soils from Arid and Semi-Arid Regions	33.00	0.00	33.00

SON: CIENTO CUARENTA Y NUEVE CON 00/100.- SOLES

LABORATORIOS ANALITICOS DEL SUR E.I.R.L.
CANCELADO
DEL 06/04/2021

Op. Gravadas	126.27
Op. Gratuitas	0.00
Op. Exoneradas	0.00
Op. Inafectas	0.00
Descuentos	0.00
IGV 18%	22.73
Importe Total:	149.00

Código Hash: 5+Z2g18hvjtjCNejd7+1qFMgQ10=

Observaciones de SUNAT



AUTORIZADO A SER EMISOR ELECTRONICO MEDIANTE RI SUNAT N° 0540050000948

Registro	Resultados via web	Muestras
R-2101898	CLAVE: CD4CCCE4	CC21000205

BCP Soles
215-1945855-0-16 CCI 002-215-001945855016-27
BBVA Soles
0011-0220-0100012304-10 CCI 011-220-000100012304-10
BBVA Dolares
0011-0220-010003367019 CCI 011-220-00010003367019

NOTA: Toda factura que no sea cancelada a su vencimiento ocasionará el cobro de intereses Financieros, Intereses Moratorios y Gastos Administrativos a tasas vigentes.

ANEXO 08: Ficha Técnica de Cemento Yura



DESCRIPCIÓN

EL CEMENTO MULTI-PROPÓSITO DE ALTA DURABILIDAD YURA IP es un cemento elaborado bajo los más estrictos estándares de la industria cementera, colaborando con el medio ambiente, debido a que en su producción se reduce ostensiblemente la emisión de CO₂, contribuyendo a la reducción de los gases con efecto invernadero.

Es un producto fabricado a base de Clinker de alta calidad, puzolana natural de origen volcánico de alta reactividad y yeso. Esta mezcla es molida industrialmente en molinos de última generación, logrando un alto grado de finura. La fabricación es controlada bajo un sistema de gestión de calidad certificado con ISO 9001 y de gestión ambiental ISO 14001, asegurando un alto estándar de calidad.

Sus componentes y la tecnología utilizada en su fabricación, hacen que el CEMENTO MULTI-PROPÓSITO YURA TIPO IP, tenga propiedades especiales que otorgan a los concretos y morteros cualidades únicas de ALTA DURABILIDAD, permitiendo que el concreto mejore su resistencia e impermeabilidad y también pueda resistir la acción del intemperismo, ataques químicos (aguas saladas, sulfatadas, ácidas, desechos industriales, reacciones químicas en los agregados, etc.), abrasión, u otros tipos de deterioro.

Puede ser utilizado en cualquier tipo de obras de infraestructura y construcción en general. Especialmente para OBRAS DE ALTA EXIGENCIA DE DURABILIDAD.

DURABILIDAD

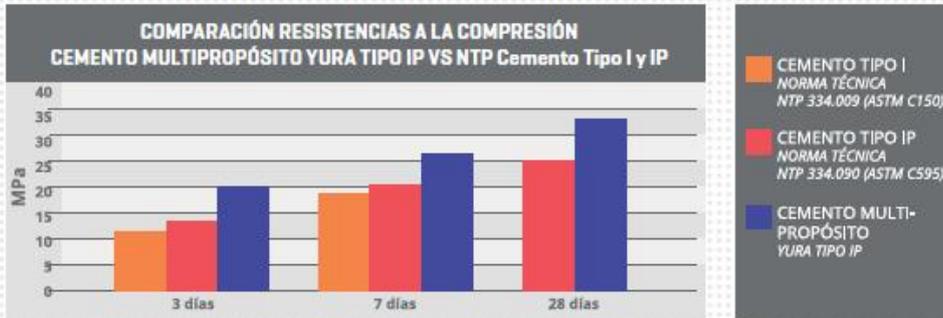
"Es aquella propiedad del concreto endurecido que define la capacidad de éste para resistir la acción agresiva del medio ambiente que lo rodea, permitiendo alargar su vida útil".

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

REQUISITOS	CEMENTO MULTI-PROPÓSITO YURA TIPO IP		REQUISITOS NORMA NTP 334.090 ASTM C-695		REQUISITOS NORMA NTP 334.009 ASTM C-150 (CEMENTO TIPO I)	
REQUISITOS QUÍMICOS						
MgO (%)	1.5 a 3.0		6.00 Máx.			
SO ₃ (%)	1.5 a 3.0		4.00 Máx.			
Pérdida por ignición (%)	1.5 a 4.0		5.00 Máx.			
REQUISITOS FÍSICOS						
Peso específico (gr/cm ³)	2.75 a 2.85		-			
Expansión en autodescarga (%)	0.07 a 0.03		-0.20 a 0.80			
Fraguado Vicat Inicial (minutos)	170 a 270		45 a 420			
Contenido de aire	2.5 a 8.0		12 Máx			
Resistencia a la compresión	Kg/cm ²	MPa	Kg/cm ²	MPa	Kg/cm ²	MPa
3 días	175 a 200	17.1 a 19.6	133 Mín	13	122 Mín	12 Mín
7 días	225 a 255	22 a 25	204 Mín	20	194 Mín	19 Mín
28 días	306 a 340	30 a 33.3	255 Mín	25	-	-
Resistencia a los sulfatos	%		%			
% Expansión a los 6 meses	< 0.04		0.05 Máx			
% Expansión a 1 año	< 0.05		0.10 Máx			

YURA

COMPARATIVO CON REQUISITOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE NORMAS TÉCNICAS



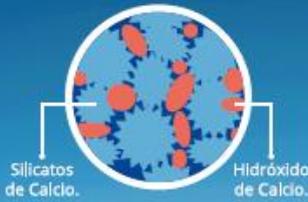
OTRAS PROPIEDADES

1 ALTA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Debido a su contenido de puzolana natural de origen volcánico, la cual tiene mayor superficie específica interna en comparación con otros tipos de puzolanas, hacen que el CEMENTO MULTI-PROPÓSITO YURA IP desarrolle con el tiempo resistencias a la compresión superiores a las que ofrecen otros tipos de cemento.

Los silicatos de la puzolana reaccionan con el hidróxido de calcio liberado de la reacción de hidratación del cemento formando silicatos cálcicos que son compuestos hidráulicos que le dan una resistencia adicional al cemento, superando a otros tipos de cemento que no contienen puzolana.

CON CEMENTO TIPO I

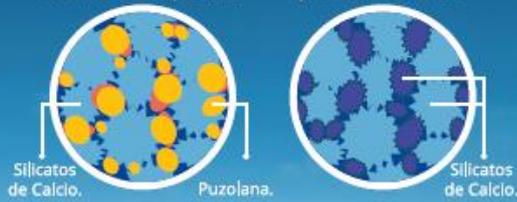


El cemento Tipo I produce un 75% de silicatos de calcio (resistencia), el otro 25 % es hidróxido de calcio que no ofrece resistencia y es susceptible a los ataques químicos, produciendo erosiones y/o expansiones.

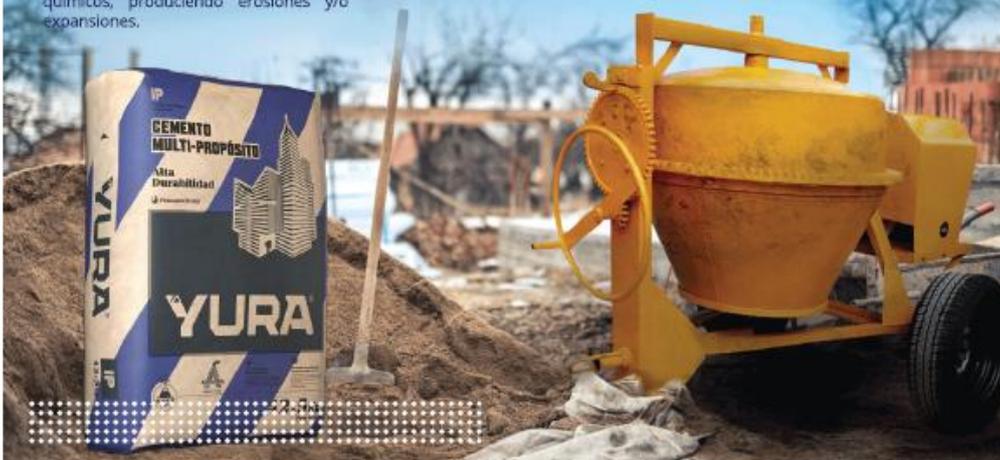
CON CEMENTO MULTI-PROPÓSITO DE ALTA DURABILIDAD YURA IP

Hidróxido de calcio reacciona con la puzolana

Reacción puzolánica produce más silicatos



La puzolana que contiene el cemento MULTI-PROPÓSITO YURA IP, reacciona con el hidróxido de calcio, produciendo más silicatos de calcio, lo que otorga mayor resistencia, sellando los poros haciendo un concreto más impermeable.



2 RESISTENCIA AL ATAQUE DE SULFATOS Y CLORUROS

El hidróxido de calcio, liberado en la hidratación del cemento, reacciona con los sulfatos produciendo sulfato de calcio deshidratado que genera una expansión del 18% del sólido y produce también etringita que es el compuesto causante de la fisuración del concreto.

Debido a la capacidad de la puzolana de Yura para fijar este hidróxido de calcio liberado y a su mayor impermeabilidad, el CEMENTO MULTI-PROPÓSITO YURA IP es resistente a los sulfatos, cloruros y al ataque químico de otros iones agresivos.

Resultados de laboratorio demuestran que el CEMENTO MULTI-PROPÓSITO YURA IP, tiene mayor resistencia a los sulfatos que el cemento Tipo V.



3 MAYOR IMPERMEABILIDAD

El CEMENTO MULTI-PROPÓSITO YURA IP, produce mayor cantidad de silicatos cálcicos, debido a la reacción de los silicatos de la puzolana con los hidróxido de calcio producidos en la hidratación del cemento disminuyendo la porosidad capilar, así el concreto se hace más impermeable y protege a la estructura metálica de la corrosión.

4 REDUCE LA REACCIÓN NOCIVA ÁLCALI - AGREGADO

La puzolana de Yura remueve los álcalis de la pasta de cemento antes que estos puedan reaccionar con los agregados evitando así la fisuración del concreto debido a la reacción expansiva álcali - agregado, ante la presencia de agregados álcali reactivos.

El ensayo de expansión del mortero es un requisito opcional de los cementos portland puzolánicos y se solicita cuando el cemento es utilizado con agregados álcali reactivos.

El CEMENTO MULTI-PROPÓSITO YURA IP cumple con este requisito opcional demostrado en ensayos de laboratorio. Así se demuestra la efectividad de su puzolana en controlar la expansión causada por la reacción entre los agregados reactivos y los álcalis del cemento.



5 RECOMENDACIONES DE USO

- Curado adecuado con abundante agua.
- Mantener humectada la superficie para lograr la mayor resistencia y evitar fisuramiento por excesivo secado.
- Tomar precauciones para el adecuado curado en vaciados cuando se presentan bajas temperaturas.
- Asesorarse siempre con un profesional de la construcción/ingeniero civil.

RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD

El contacto con este producto provoca irritación cutánea e irritación ocular grave, evite el contacto directo en piel y mucosas.

En caso de contacto con los ojos, lavar con abundante agua limpia.

En caso de contacto con la piel, lavar con agua y jabón.

Para su manipulación es obligatorio el uso de los siguientes elementos de protección:

BENEFICIOS AMBIENTALES

- Menor emisión de gases de efecto invernadero durante su fabricación
- Cemento fabricado con menor emisión de CO2.



Botas Impermeables



Protección Respiratoria



Guantes Impermeables



Protección Ocular



ALMACENAMIENTO

Para mantener el cemento en óptimas condiciones, se recomienda:

- Almacenar en un ambiente seco, bajo techo, separado del suelo y de las paredes.
- Protegerlos contra la humedad o corriente de aire húmedo.
- En caso de almacenamiento prolongado, cubrir el cemento con polietileno.
- No apilar más de 10 bolsas o en 2 pallet de altura.



PRESENTACIONES DISPONIBLES

Bolsas 25 Kg	Ergonómico. Ideal para proyectos pequeños y pocas áreas de almacenamiento.
Bolsas 42.5 Kg	Ideal para proyectos medianos y pequeños, o con accesos complicados y pocas áreas de almacenamiento.
Big Bag 1.0 TM	Para proyectos de constructoras que tienen planta de concreto. Facilita la manipulación de grandes volúmenes.
Big Bag 1.5 TM	Para proyectos mineros y de gran construcción, requiere la utilización de equipos de carga.
Granel	Abastecido en bombonas para descargar en silos contenedores.

NORMAS TÉCNICAS

NORMA DE PAÍS	NORMA	DENOMINACIÓN	
NORMA TÉCNICA PERUANA	NTP 334.090	Cemento Portland Puzolánico	TIPO IP
NORMA CHILENA	NCh 148 Of.68	Cemento Puzolánico	GRADO CORRIENTE
NORMA AMERICANA	ASTM C595	Portland Pozzolan Cement	TYPE IP
NORMA BOLIVIANA	NB-011	Cemento Puzolánico	TIPO P 30
NORMA ECUATORIANA	NTE INEN 490	Cemento Portland Puzolánico	TIPO IP
NORMA BRASILEÑA	NBR 5736	Cimento Portland pozolánico	TIPO CP IV 32
NORMA COLOMBIANA	NTC 121 - 321	Cemento Portland	TIPO UG

DURACIÓN

Almacenar y consumir de acuerdo a la fecha de producción utilizando el más antiguo. Se recomienda que el cemento sea utilizado antes de 60 días de la fecha de envasado indicada en la bolsa, luego de esa fecha, verifique la calidad del mismo.



Cuidemos juntos el medio ambiente.
Big Bag: Se sugiere desechar como basura común.
Bolsas: Se sugiere reciclar el envase.

