

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UNIDADES DE
ALBAÑILERÍA Y MURETES CONFORMADOS POR BLOQUES DE
CONCRETO EN ADICIÓN DE CONCHAS DE ABANICO**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: CONSTRUCCIÓN Y MATERIALES

AUTORES:

Br. AKARLEY POMA, Daniela Francisca

Br. FLORIAN PLASENCIA, Claudia Elizabeth

ASESOR:

ING. DURAND ORELLANA, Rocío del Pilar

TRUJILLO – PERÚ

2019

TESIS: "CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA Y MURETES CONFORMADOS POR BLOQUES DE CONCRETO EN ADICIÓN DE CONCHAS DE ABANICO"

JURADO EVALUADOR

PRESIDENTE

ING. VILLALOBOS VARGAS, Manuel Antonio
CIP: 7156

SECRETARIO

ING. MORÁN GUERRERO, Víctor Manuel
CIP:50648

VOCAL

ING. VERTIZ MALABRIGO, Manuel Alberto
CIP: 71188

ASESOR

ING. DURAND ORELLANA, Rocío del Pilar
CIP: 60518

DEDICATORIA

A Dios por haberme dado la vida y permitirme llegar hasta este momento tan importante para mi formación profesional.

A mis padres Darleny y Jorge que, a pesar de la distancia, siempre me dieron su amor, confianza y motivación para alcanzar una de mis metas tan anheladas.

A mis hermanos Diana y Luis por todos los consejos que me brindaron para nunca rendirme y seguir adelante.

A Tonny Cuba, por brindarme su amor y apoyo incondicional en esta tesis y a lo largo de toda mi vida.

Gracias de todo corazón.

Atte. Daniela Francisca Akarley Poma.

DEDICATORIA

A Dios

Por darme la fortaleza de seguir a
adelante y de tener una familia
hermosa.

A mis padres Milton y Flor

Por ser mi mayor soporte en mi vida,
apoyarme en todas mis decisiones,
estar siempre conmigo para que
cada uno de mis sueños se cumplan,
cobijándome con su amor infinito y
su total confianza.

A mi hermana Thalía.

Por ser mi mejor amiga, apoyarme y
estar a mi lado
ayudándome incondicionalmente a
lo largo de toda mi vida.

A mis abuelos.

Por darme mis padres, por su amor y
paciencia guiándome siempre por el
buen sendero.

A mis primos

Por ayudarme siempre que he
necesitado de ellos, estar conmigo
en la buenas y malas brindándome
su paciencia y cariño siempre.

Gracias de todo corazón.

Atte. Claudia Elizabeth Florián Plasencia.

AGRADECIMIENTO

A nuestros padres por su apoyo, amor y paciencia a lo largo de nuestra etapa universitaria logrando así cumplir con una de nuestras metas.

A la Universidad Privada Antenor Orrego, a la Facultad de Ingeniería - Escuela Profesional de Ingeniería Civil, por brindarnos una educación de calidad y a los ingenieros por compartirnos sus conocimientos a lo largo de esta etapa.

Al laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales por brindarnos sus instalaciones para poder desarrollar esta tesis.

A la Ing. Rocío del Pilar Duran Orellana y al Ing. Elmer Polo Briceño por el asesoramiento y confianza para desarrollar este proyecto de investigación.

Y, por último, a nuestros amigos y familiares por su apoyo y su cariño a largo del desarrollo de nuestra investigación.

Los Autores.

RESUMEN

En esta investigación se estudió las características de las propiedades de unidades de albañilería y muretes conformados por bloques de concreto en adición de conchas de abanico para la ciudad de Trujillo.

Se realizaron ensayos a los materiales que se iban a emplear en la fabricación de los bloques de concreto artesanal, donde se utilizó confitillo con un TMN de 3/8" de la cantera de "Huanchaco", arena de 4.25mm a 0.076mm de la cantera de "Caballo Muerto", cemento tipo I Pacasmayo y agua potable de Trujillo, además se realizó un estudio físico - químico a la concha de abanico en la Universidad de Trujillo (LASASI), para luego ser triturada y ser incorporada en los bloques de concreto. Para los análisis de agregados se realizó ensayos como: análisis granulométrico, contenido de humedad, absorción, peso específico, peso unitario suelto y peso unitario compactado para determinar sus propiedades y posteriormente realizar el diseño de mezcla con una dosificación 1: 3.44: 1.96 / 24.07 con una relación de agua/cemento de 0.55 de acuerdo a la ACI 211.1.

Se fabricó bloque prototipos con las dimensiones de 14cm de ancho, 19cm de altura y 39cm de largo, siendo curados durante 7 primeros días para luego realizar las pilas y muretes con el fin de evaluar los ensayos que demanda la norma E.070 (2006), que constan de los ensayos de alabeo NTP 399.613, absorción, variación dimensional, resistencia a la compresión con la NTP 399.604, compresión axial de pilas NTP 399.605 y compresión diagonal de muretes NTP 399.621.

En los ensayos se obtuvo que el bloque con incorporación de concha de abanico de 16% tuvo una resistencia a la compresión de 26.475 kg/cm² siendo mayor en un 15 % al bloque patrón de 22.890 kg/cm² superando la carga mínima establecida en la norma. Con respecto a los ensayos de variación dimensional, alabeo y absorción se obtuvo resultado que cumplieron con lo especificado en la norma. Además, se verificó que a mayor incorporación del 20% de concha de abanico la resistencia a la compresión disminuye.

Finalmente, en los grupos de pilas y muretes ensayados se hizo una comparación con el ladrillo de arcilla King Kong artesanal obteniendo resultados menores con respecto a la resistencia mínima establecida en la norma.

PALABRAS CLAVES: Bloque, concreto, ensayo y resistencia.

ABSTRACT

In this investigation the characteristics of the properties of units of masonry and walls formed by concrete blocks in addition to shells of fan for the city of Trujillo were studied.

Tests were carried out on the materials that were going to be used in the manufacture of artisanal concrete blocks, where confitillo was used with a TMN of 3/8 "from the quarry of" Huanchaco ", sand from 4.25mm to 0.076mm from the quarry of "Caballo Muerto", cement type I Pacasmayo and potable water of Trujillo, also a physical - chemical study was carried out on the fan shell at the University of Trujillo (LASASI), to be later crushed and incorporated into the blocks of concrete. For the analysis of aggregates, tests were carried out such as: granulometric analysis, moisture content, absorption, specific weight, loose unit weight and compacted unit weight to determine their properties and then perform the mixing design with a dosage 1: 3.44: 1.96 / 24.07 with a water / cement ratio of 0.55 according to ACI 211.1.

Prototype block was made with the dimensions of 14cm wide, 19cm high and 39cm long, being cured for 7 first days to then make the piles and walls in order to evaluate the tests required by the E.070 (2006) , consisting of NTP 399.613 warping tests, absorption, dimensional variation, compression resistance with NTP 399.604, axial compression of NTP 399.605 piles and diagonal compression of NTP walls 399.621.

In the tests it was obtained that the block with incorporation of 16% fan shell had a compressive strength of 26,475 kg / cm² being 15% higher than the standard block of 22,890 kg / cm² exceeding the minimum load established in the norm . Regarding the tests of dimensional variation, warping and absorption, results were obtained that complied with what is specified in the standard. In addition, it was verified that the greater incorporation of 20% of the fan shell, the compression resistance decreases.

Finally, in the groups of piles and walls tested, a comparison was made with the handmade King Kong clay brick, obtaining lower results with respect to the minimum resistance established in the standard.

ÍNDICE

| | |
|--|-----------|
| DEDICATORIA | iii |
| DEDICATORIA | iv |
| AGRADECIMIENTO | v |
| ABSTRACT | vii |
| LISTADO DE TABLAS | xi |
| LISTADO DE FIGURAS | xiii |
| CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN | 15 |
| 1.1. Realidad Problemática | 15 |
| 1.2. Formulación del Problema | 16 |
| 1.3. Objetivo General | 16 |
| 1.4. Objetivos Específicos | 16 |
| 1.5. Justificación de la Investigación | 17 |
| CAPÍTULO II: MARCO DE REFERENCIA | 18 |
| 2.1. Antecedentes de la investigación | 18 |
| 2.2. Marco Teórico | 20 |
| 2.2.1. Bloque de concreto | 20 |
| 2.2.2. Funciones estructurales y arquitectónicas | 20 |
| 2.2.3. Influencia del agregado fino en las propiedades del concreto. 22 | |
| 2.2.4. Uso de residuos de conchas de abanico como agregado en la elaboración de bloques de concreto | 23 |
| 2.2.5. Concreto vibrado | 26 |
| 2.2.6. Curado del concreto | 27 |
| 2.3. Marco Conceptual | 27 |
| 2.3.1. Cemento Portland: | 27 |
| 2.3.2. Concreto: | 27 |
| 2.3.3. Agregado Fino: | 28 |
| 2.3.4. Módulo de fineza: | 28 |
| 2.3.5. Agua: | 28 |
| 2.4. Hipótesis | 29 |
| 2.5. Variables dependientes e independientes: | 29 |
| 2.5.1. Dependiente: | 29 |
| 2.5.2. Independientes: | 29 |
| 2.6. Operacionalización de las Variables: | 29 |

| | |
|---|----|
| CAPÍTULO III METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN | 31 |
| 3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN, ENFOQUE Y ALCANCE O NIVEL | 31 |
| 3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA | 31 |
| 3.2.1. Población | 31 |
| 3.2.2. Muestra..... | 31 |
| 3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN | 32 |
| 3.3.1. Material de estudio | 32 |
| 3.3.2. Métodos y Técnicas..... | 33 |
| 3.3.2.1. Diseño de contrastación..... | 33 |
| 3.3.2.2. Procedimiento Experimental | 36 |
| 3.3.2.2.1. Materia prima | 37 |
| 3.3.2.2.2. Caracterización física de agregados..... | 38 |
| 3.3.2.2.3. Preparación de diseño de mezcla | 43 |
| 3.3.2.2.4. Elaboración de bloques de concreto: | 46 |
| 3.3.2.2.5. Curado de los bloques | 47 |
| 3.3.2.2.6. Codificación y aleatorización de bloques de concreto. | 47 |
| 3.3.2.2.7. Elaboración de pilas y muretes:..... | 48 |
| 3.3.2.2.8. Caracterización en estado endurecido | 49 |
| 3.4. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN | 54 |
| CAPÍTULO IV RESULTADOS | 55 |
| 4.1. Análisis e interpretación de resultados: | 55 |
| 4.1.1. Ensayos de los agregados: | 55 |
| 4.1.2. Ensayo de Absorción:..... | 58 |
| 4.1.3. Ensayo de Variación dimensional:..... | 60 |
| 4.1.4. Ensayo de Alabeo:..... | 63 |
| 4.1.5. Ensayo de Resistencia a la compresión:..... | 64 |
| 4.1.5.1 Macrografía de especímenes:..... | 68 |
| 4.1.6. Ensayo de Resistencia a la compresión axial de pilas: | 76 |
| 4.1.7. Ensayo de Resistencia a la compresión diagonal de muretes: | 78 |
| CAPÍTULO V DISCUSIÓN DE RESULTADOS | 80 |
| 5.2. Ensayo de absorción: | 81 |
| 5.3. Ensayo de Variación dimensional: | 82 |
| 5.4. Ensayo de Alabeo: | 82 |

| | |
|--|-----|
| 5.5. Ensayo de Resistencia a la compresión: | 83 |
| 5.6. Ensayo de resistencia a la compresión axial y diagonal de pilas y muretes: | 85 |
| - Ensayo de Resistencia a la compresión axial de pilas: | 85 |
| - Ensayo de Resistencia a la compresión diagonal de muretes: | 87 |
| CONCLUSIONES | 89 |
| RECOMENDACIONES | 91 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 92 |
| APÉNDICES | 94 |
| ANEXOS | 107 |

LISTADO DE TABLAS

- Tabla N°01:** Dimensiones de bloque de concreto
- Tabla N°02:** Análisis químico de la concha de abanico.
- Tabla N°03:** Operacionalización de las variables del proyecto.
- Tabla N°04:** Dimensiones del bloque de concreto a realizar.
- Tabla N°05:** Operacionalización de las variables del proyecto.
- Tabla N°06:** Procedimiento experimental del proyecto.
- Tabla N°07:** Obtención del PH con concha de abanico calcinada.
- Tabla N°8:** Obtención del PH con concha de abanico sin calcinar.
- Tabla N°9:** Análisis Granulométrico de Agregado Fino.
- Tabla N°10:** Análisis Granulométrico de Agregado Grueso.
- Tabla N°11:** Análisis Granulométrico de la Concha de abanico.
- Tabla N°12:** Absorción de bloques de concreto elaborados con contenido de partículas de conchas de abanico (16%) (NTP 339.187).
- Tabla N°13:** Absorción de bloques de concreto elaborados con contenido de partículas de conchas de abanico (20%) (NTP 339.187)
- Tabla N°14:** Absorción de bloques de concreto elaborados sin contenido de partículas de conchas de abanico (NTP 339.187)
- Tabla N°15:** Absorción de bloques de concretos artesanales comerciales. (NTP 339.187)
- Tabla N°16:** Datos individuales de los bloques de concreto con respecto al largo.
- Tabla N°17:** Datos individuales de los bloques de concreto con respecto al ancho.
- Tabla N°18:** Datos individuales de los bloques de concreto con respecto al alto.
- Tabla N°19:** Resultados obtenidos del ensayo de variación dimensional de bloques de concreto (NTP399.604).
- Tabla N°20:** Ensayo de resistencia a la compresión de bloques de concreto elaborados con contenido de partículas de conchas de abanico (16%) (NTP 339.604).

- Tabla N°21:** Ensayo de resistencia a la compresión de bloques de concreto elaborados con contenido de partículas de conchas de abanico (20%) (NTP 339.604).
- Tabla N°22:** Ensayo de resistencia a la compresión de bloques de concreto elaborados sin contenido de partículas de conchas de abanico (20%) (NTP 339.604).
- Tabla N°23:** Ensayo de resistencia a la compresión de bloques artesanales comerciales (NTP 339.604).
- Tabla N°24:** Ensayo de compresión axial de pilas.
- Tabla N°25:** Resumen de ensayo de compresión axial de pilas.
- Tabla N°26:** Resistencia promedio final admisible de pilas.
- Tabla N°27:** Ensayo de compresión diagonal de muretes.
- Tabla N°28:** Resumen de ensayo de compresión diagonal de muretes.
- Tabla N°29:** Porcentaje de contenido de humedad del agregado fino.
- Tabla N°30:** Porcentaje de contenido de humedad del agregado grueso.
- Tabla N°31:** Porcentaje de contenido de humedad de concha de abanico.
- Tabla N°32:** Peso específico del agregado fino.
- Tabla N°33:** Porcentaje de absorción de la arena.
- Tabla N°34:** Peso específico del agregado grueso.
- Tabla N°35:** Porcentaje de absorción del confitillo.
- Tabla N°36:** Peso específico de la concha de abanico.
- Tabla N°37:** Porcentaje de absorción de la concha de abanico.
- Tabla N°38:** Peso Unitario Suelto del agregado fino.
- Tabla N°39:** Peso Unitario Compactado del agregado fino.
- Tabla N°40:** Peso Unitario Suelto del agregado grueso.
- Tabla N°41:** Peso Unitario Compactado del agregado grueso.
- Tabla N°42:** Trabajabilidad del concreto.
- Tabla N°43:** Características físicas de la arena.
- Tabla N°44:** Características físicas del confitillo.
- Tabla N°45:** Cálculo de F'_{cr} .

Tabla N°46: Cantidades aproximadas de agua de amasado para diferentes Slump, tamaño máximo de agregado y contenido de aire.

Tabla N°48: Relación de agua/cemento en peso.

Tabla N°49: % de aire atrapado de acuerdo al tamaño máximo nominal del agregado.

Tabla N°50: Volúmenes de los componentes de la mezcla de concreto.

Tabla N°51: Pesos de cada componente de la mezcla de concreto.

LISTADO DE FIGURAS

Figura N°01: Zonas Sísmicas del Territorio Nacional.

Figura N°02: Concha de abanico entera y triturada.

Figura N°03: Dimensiones del bloque de concreto a realizar.

Figura N°04: Ubicación de la cantera “Huanchaco”.

Figura N°05: Ubicación de la cantera “Caballo Muerto”.

Figura N°06: Ubicación del “Terminal Pesquero”.

Figura N°07: Ubicación de Botaderos “Puerto Morin”.

Figura N°08: “Slump” de la mezcla sin incorporación de concha de abanico.

Figura N°09: “Slump” de la mezcla con incorporación de concha de abanico.

Figura N°10: Ubicación de ladrillera “Marcelo”.

Figura N°11: Codificación de los bloques de concreto artesanales.

Figura N°12: Diseño de pilas y muretes.

Figura N°13: Lados del bloque de concreto.

Figura N°14: Concavidad y convexidad de un bloque de concreto.

Figura N°15: Cuña milimétrica.

Figura N°16: Comprensión diagonal en muretes.

Figura N°17: Curva granulométrica de agregado fino.

Figura N°18: Curva granulométrica de agregado grueso.

Figura N°19: Curva granulométrica de la concha de abanico.

Figura N°20: Macrografía del BL-16%

Figura N°21: Macrografía de los poros del bloque 16%

- Figura N°22:** Macrografía del bloque 20%
- Figura N°23:** Macrografía de poros del bloque 20%
- Figura N°24:** Macrografía del bloque Patron
- Figura N°25:** Macrografía de poros del bloque 20%
- Figura N°26:** Macrografía del bloque Artesanal Comercial
- Figura N°27:** Macrografía de poros del bloque Artesanal comercial
- Figura N°28:** Contrastación y demostración de hipótesis.
- Figura N°29:** Ensayo de Absorción.
- Figura N°30:** Ensayo de Variación Dimensional.
- Figura N°31:** Ensayo de Alabeo.
- Figura N°32:** Ensayo de Resistencia a la Compresión.
- Figura N°33:** Ensayo de Compresión Axial de pilas.
- Figura N°34:** Tipo de falla de pilas de 2 hileras.
- Figura N°35:** Tipo de falla de pilas de 3 hileras.
- Figura N°36:** Ensayo de Compresión diagonal de muretes.
- Figura N°37:** Tipos de falla de muretes de bloques de concreto.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad Problemática

En la actualidad los costos de construcción de vivienda son altos con tendencia a incrementarse, lo que origina que la mayoría de la población no puede acceder a ella. Para los sectores de altos ingresos (sector A y B) hay actualmente una sobreoferta de viviendas mientras que para los sectores de menos recursos (C y D) la vivienda es inaccesible; en estos últimos sectores la autoconstrucción sigue siendo la alternativa constructiva más factible, sin embargo, debe contar con el apoyo técnico y financiero adecuado, permitiendo elevar el nivel de vida de la población con menos recursos. (Barrera, 2014).

En la ciudad de Trujillo muchas de las edificaciones existentes son estructuras auto construidas de albañilería donde el material que más se emplea son las unidades de arcilla y concreto. Este proceso de autoconstrucción hace que en la mayoría de edificaciones se empleen materiales de mala calidad, mano de obra no calificada y procesos constructivos no adecuados, es decir, no cumplen con el Reglamento Nacional de Edificaciones. (Castillo, M & Viera D. 2016). Después de la evaluación del sismo ocurrido el 17 de febrero del 2016, se ha demostrado que estas edificaciones son vulnerables a eventos sísmicos, en donde se emplearon unidades artesanales de concreto que tenían serias dificultades en su calidad generalmente producido por la mala calidad de los materiales utilizados en estos. (Radio Programas del Perú, 2016).

La presencia de plantas bloqueras que fabrican bloques de concreto sin un control de calidad en diversas zonas de la ciudad de Trujillo, muchas veces no están bajo la supervisión técnica adecuada, generando como consecuencia que cada vez que se da un fenómeno sísmico cause desastres de gran magnitud en el sector construcción y pérdidas humanas.

Es por ello, que analizando este problema con respecto a los bloques de concreto se plantea utilizar las partículas de concha de abanico como agregado. Estos residuos marinos se utilizarán a favor de la construcción de bloques de concreto artesanales. De acuerdo a estudios realizados en

la Universidad de Piura, sostienen que las conchas de abanico están conformadas químicamente por carbonato de calcio (CaCO_3) (FONDECYT,2016, P.1) que viene a ser un componente del concreto.

Además, se ha observado que, en las Provincias de Trujillo y Viru ubicadas en el departamento de La Libertad, la concha de abanico fue uno de los moluscos de exportación con gran demanda. (RPP Noticias, 2012, p.1), produciéndose desechos marinos en zonas no apropiadas e invadiendo áreas de cultivos. Actualmente, se ha podido observar que, en terminales pesqueros de la ciudad de Trujillo, existe grandes cantidades de acumulación de este molusco, generando un aumento de la contaminación ambiental.

Durante el desarrollo de la tesis se observará la caracterización de las propiedades de unidades de albañilería y muretes conformados por bloques de concreto en adición de conchas de abanico.

1.2. Formulación del Problema

¿En qué medida influye la adición de partículas de conchas de abanico en la caracterización de las propiedades de unidades de albañilería y muretes conformados por bloques de concreto?

1.3. Objetivo General

- Determinar las características de las propiedades de unidades de albañilería y muretes conformados por bloques de concreto en adición de conchas de abanico.

1.4. Objetivos Específicos

- Determinar las características de la concha de abanico mediante un análisis físico-químico.
- Determinar la dosificación de la mezcla añadiendo las partículas de concha de abanico utilizando el método del ACI 211.1. y considerando las características de los agregados.
- Elaborar el prototipo de bloques de concreto artesanal de 39x19x14 cm.

- Realizar las pruebas experimentales respectivas que indiquen la norma E-070: Ensayo de Unidad de Albañilería, Ensayo de pilas a compresión axial y Ensayo de compresión diagonal de muretes.
- Comparar los resultados obtenidos con un bloque patrón (concreto sin adición de conchas de abanico) y un bloque comercial (artesanal).

1.5. Justificación de la Investigación

La presente investigación se enfocará en utilizar la concha de abanico como agregado alternativo en la fabricación de bloques de concreto artesanal, debido a investigaciones realizadas por la Universidad de Piura y otras instituciones, sostuvieron que las partículas de conchas de abanico modifican de manera directa las propiedades del concreto, por su alto contenido de carbono de calcio (CaCO_3) y la dureza que poseen. (FONDECYT,2016, P.1).

Además, realizando estudios sociales y económicos acerca de la fabricación de bloques de concreto en la ciudad de Trujillo, se determinó que estos bloques tienen un costo elevado a comparación de un ladrillo artesanal, es por ello que se optó por utilizar un material accesible que disminuya la contaminación ambiental y mejore las propiedades del concreto.

Finalmente se determinará caracterización de las propiedades de unidades de albañilería y muretes conformados por bloques de concreto en adición de conchas de abanico.

CAPÍTULO II: MARCO DE REFERENCIA

2.1. Antecedentes de la investigación.

- Según D. Reyes Abarca (2006) en su Tesis titulada, "*Diseño de Hormigón de alta resistencia con el uso del agregado de conchas de abanico*" donde explica que el uso de las conchas de abanico como agregado fino tiende a mejorar la resistencia a la compresión del Hormigón aumentando en un 10 % a edades tempranas. Sin embargo, difiere cuando se varía la piedra redondeada a triturada, lo cual genera un cambio no tan significativo en relación a la mezcla de control.
- Según A. Richardson & T. Fuller (2013) en su Tesis titulada, "*Concha de mar utilizada como reemplazo parcial de agregado en el concreto*" sostuvo que las conchas marinas, cuando se utilizaron como reemplazo parcial, tuvieron el efecto de bajar el efecto de porosidad en un porcentaje relativamente pequeño de reemplazos de agregados. Esto no afecta a la resistencia a la compresión. Cuando un porcentaje mayor de reemplazo se usó, hubo una notable caída en la resistencia a la compresión del concreto. El 50 % de reemplazo de arena mostro un reemplazo de permeabilidad al agua y esto puede tener un impacto positivo en la durabilidad del concreto a pesar de la disminución de la resistencia a la compresión.

El uso de productos de desecho del desecho marino en materiales de construcción de concreto, puede reducir el impacto de las actividades humanas en la sociedad mediante la eliminación de flujos de residuo y la mejora de las propiedades de los materiales. La palabra desperdicio talvez no sea la mejor descripción, porque este documento ha demostrado que los materiales excedentes o reciclados, pueden mejorar las propiedades del concreto. Se pueden hacer ahorros con la reutilización de materiales y estos van desde no tener que buscar nuevos materiales y no tener que rellenar por rellenar. Este trabajo puede influir positivamente en el público y en la inclusión de materiales de desecho para el proceso de la construcción y el beneficio general de todos.

- Según J. Arrieta Freyre & E. Peñaherrera Deza (2001), en su programa científico *PC-CISMID*, donde explica que la fabricación de bloques de

concreto con una mesa vibrado con diferentes dosificaciones con agregados usuales y cementos Portland tipo I, permite la fabricación de bloques vibra compactados resistentes; así mismo se propone como mezcla de diseño óptima la dosificación 1.7 que en proporción es 1:5:2 (cemento: arena: piedra) en volumen.

- Según J. Saavedra Gonzaga (2016), en su tesis *“Iteración de la concha de abanico triturada con los agregados triturados y redondeados en mezclas de concreto”* sostuvo que el reemplazo de concha de abanico triturada (entre los tamaños 4.76 y 1.19 mm) en mezclas elaboradas con agregado grueso triturado tiende a disminuir la resistencia a la compresión a edades tempranas. Sin embargo, su comportamiento a edades tardías (90 días) se aproxima a la de la mezcla patrón, con excepción de las mezclas de mayor reemplazo (40% y 60%). Por otro lado, las mezclas realizadas con agregado redondeado presentan un comportamiento homogéneo a edades tempranas y una ligera disminución en la mezcla de 60% de reemplazo para mayor edad.
- Según D. Nizama Lazo (2014) en su tesis, *“Valoración de residuos crustáceos para concretos de baja resistencia”*, concluyo que es posible obtener un concreto con características mecánicas adecuadas al reemplazar el agregado grueso por conchas de abanico trituradas en tamaños menores a 1”, en proporciones máximas del 40%. Con más del 40% de reemplazo la trabajabilidad disminuye demasiado y además no se logra la resistencia especificada.
- Según L. Flores Salazar & J. Mazza Callirgos (2014), en su tesis, *“Utilización de residuos de conchas de abanico como mejoramiento en las propiedades resistentes del concreto”* donde explica que su trabajo, mediante los ensayos realizados, se pudo obtener que, las adiciones de residuos calcáreos en rangos de 5% - 15% mejoraron la resistencia del concreto, obteniendo una resistencia mayor en 5% con relación a la resistencia inicial.
- Según J. Alfaro Caycho (2014), en su tesis, *“Puzolanidad y reactividad álcali-sílice con carbonato de calcio obtenido de concha de abanico”* concluyó que el porcentaje mínimo de carbonato de calcio obtenido de la

concha de abanico necesario para obtener una buena resistencia a la compresión en un mortero sería el 10 % pues a este porcentaje se obtuvo una resistencia promedio de 225.84 Kg/cm² a 28 días de curado.

2.2. Marco Teórico

2.2.1. Bloque de concreto

Según la NTP 399.602, el bloque de concreto es una pieza prefabricada a base de cemento, agua y áridos finos y/o gruesos, naturales y/o artificiales, con o sin aditivos, incluidos pigmentos, de forma sensiblemente prismática, con dimensiones modulares y ninguna mayor de 60 cm, sin armadura alguna.

Las medidas modulares para los distintos bloques huecos de concreto, asentados con mortero de cemento serán las siguientes:

MEDIDAS MODULARES

Tabla N° 01:

Dimensiones de bloque de concreto.

| Largo (&) (cm) | Ancho (a) (cm) | Alto (h) (cm) |
|----------------|----------------|---------------|
| 29 | 19 | 29 |
| 39 | 19 | 19 |
| 39 | 29 | 19 |
| 29 | 24 | 29 |

Fuente: NTP 399.602 (Norma Técnica Peruana).

Para las unidades estándar, el total de las dimensiones (ancho, alto y largo) no deben diferir por más de ± 3 mm de las dimensiones especificadas.

2.2.2. Funciones estructurales y arquitectónicas

A) Función estructural

Esta función está ligada a la capacidad de un muro para soportar o no carga, diferente a la de su propio peso.

Muro No Portante:

Muro diseñado y construido en forma tal que pueda transmitir cargas horizontales y/o verticales de un nivel al nivel inferior y/o a la cimentación.

Muro Portante:

Muro diseñado y construido tal que pueda recibir cargas de otros elementos.

Según la Norma Técnica E0.70 Albañilería, para efectos de diseño estructura, los bloques de concreto tendrán las siguientes características:

Clases de Unidad de albañilería para fines estructurales

Existen dos tipos de bloques:

Portantes (P) y Bloques No Portantes

Variación de la dimensión:

Este ensayo comprende variaciones en un Portante de ± 4 hasta ± 2 y un No Portante ± 7 hasta ± 4 .

Alabeo:

Este ensayo tiene un alabeo en un Portante de 4 mm y en un NP 8mm.

Resistencia a la Compresión:

La resistencia a la compresión mínima de un Portante es de 4.9 MPa (50 kg/cm²) y de un No Portante 2.0 MPa (20 kg/cm²)

Limitaciones en su aplicación

El uso o aplicación de las unidades de albañilería estará condicionado de acuerdo a las zonas sísmicas. El Perú se encuentra dividido en 4 zonas, es por ello que cada edificación será diseñada y construida de acuerdo a la zona sísmica en donde se encuentre.

B) Función arquitectónica

Los numerales anteriores han hecho referencia a la función estructural de la mampostería de concreto, la cual puede estar o no ligada a su función arquitectónica de acuerdo tan sólo a la forma física que se les haya dado a las unidades. A continuación, se describe dos tipos de formas:

Sencilla

Elaborada con unidades planas lisas, cuya principal virtud sería la uniformidad total en color, textura y proceso constructivo, para conformar paredes que deben lucirse por sí mismas, sin más atributos desde el punto de vista arquitectónico.

Con acabados

Se abre todo un universo de combinaciones disponibles para el diseñador, que puede aprovechar para sacar el máximo provecho posible del sistema, tanto desde el punto de vista estructural como desde el arquitectónico.

2.2.3. Influencia del agregado fino en las propiedades del concreto.

Los agregados son un componente dinámico dentro de la mezcla, aunque la variación en sus características puede ocurrir también durante los procesos de explotación, manejo y transporte. Y puesto que forman la mayor parte del volumen del material, se consideran componentes críticos en el concreto y tienen un efecto significativo en el comportamiento de las estructuras (Chan 1993).

A) Influencia en el concreto fresco

La absorción es quizás la propiedad del agregado que más influye en la consistencia del concreto, puesto que las partículas absorben agua directamente en la mezcladora, disminuyendo la manejabilidad de la mezcla.

En el agregado fino hay dos elementos que deben ser considerados, por un lado, el módulo de finura (MF), en donde puede ocurrir que las mezclas sean poco trabajables, faltando cohesión entre sus componentes o de lo contrario cuando las mezclas son pastosas también existe la probabilidad de que ocurran agrietamientos de tipo contracción por secado. (Uribe 1991).

B) Influencia en el concreto endurecido

Frecuentemente la variación de la resistencia del concreto puede explicarse con el cambio de la relación a/c, no obstante, existe evidencia en la literatura que éste no siempre es el caso. Además, por consideraciones teóricas, independientemente de la relación a/c, las características de las partículas del agregado tales como el tamaño, la forma, la textura de la superficie y el tipo de mineral, influyen en las características de la zona de transición, y, por lo tanto, afectan la resistencia del concreto (Mehta y Monteiro 1998).

2.2.4. Uso de residuos de conchas de abanico como agregado en la elaboración de bloques de concreto

La creciente preocupación por el agotamiento de los recursos naturales de la tierra y la contaminación global, a obligado a la industria a estudiar la posibilidad de nuevo materiales y métodos que se puede confiar parcial o totalmente como una forma de construcción renovable. Estos incluyen el uso de sus productos y residuos en la construcción. (Richardson A. & Fuller T., 2013). Se han realizado diversos estudios de los cuales nos servirán para realizar nuestro análisis.

A) Enfoque general de residuos de moluscos en el concreto

Las conchas marinas se utilizan potencialmente en el concreto como reemplazo parcial del cemento o sustitutos de agregado fino, su cubierta generalmente tiene un alto contenido de calcio

(CaO) que puede mejorar las propiedades físicas y mecánicas del concreto. estudios (Yoon et al., 2003; Yang et al., 2005).

Según las pruebas realizadas (Dahnusi, 2002), concluyeron que el reemplazo del 100 % del agregado de conchas no tendría éxito y solo se podría usar como un reemplazo parcial de agregado en condiciones normales de trabajo de construcción. Cabe destacar que, para la adición de concha entre el 5 y 15% la sustitución agregada, no distingue diferencia en la resistencia a la compresión, pero sustituyendo más de un 20% de reemplazo en agregado fino se encontró una menor resistencia del concreto. (Yang, 2010)

La presente tesis busca estudiar esta posibilidad con un reemplazo parcial de conchas de abanico (16% y 20%) con respecto al agregado fino, teniendo como propósito estudiar la influencia de este molusco en las propiedades de bloques de concreto y muretes.

B) Características de las conchas de abanico que influyen en el concreto.

Las conchas crudas típicas contienen principalmente 95 y 97% de Carbonato de Calcio (CaCO_3), una pequeña cantidad de minerales, y materia orgánica. La cantidad de CaCO_3 se considera muy alta, pero es más importante como el CaO para aumentar la resistencia en la densidad del concreto (Yoon et al., 2003)

Sin embargo, al realizarse el estudio de análisis químico de nuestra concha de abanico, en la Universidad Nacional de Trujillo (LASACI), se obtuvo los siguientes resultados:

Tabla N° 02:

Análisis químico de la concha de abanico.

| PARÁMETROS | MEDICIÓN |
|--------------------------------|-----------------|
| pH | 9.89 |
| CaCO₃ | 35.56% |
| SiO | 12.13% |
| CaO | 25.67% |
| Cl⁻ cloruros | 0.24% |
| Mg²⁺ | 3000 ppm |
| Residuos | 26.40% |

Fuente: LASACI.

- Forma y Textura:

La concha de abanico presenta una forma redondeada, áspera y rugosa en la parte exterior de su caparazón y en la parte interna es lisa y suave. El grosor de su caparazón es de 3 mm y su color varía entre tonos cálidos y oscuros (morados - anaranjados).

De acuerdo a nuestra necesidad, como remplazo parcial del agregado fino, se optó por triturar la concha de abanico con un tamaño máximo de 4.75.mm y mínimo de 1.18 mm. Destacando una forma angular y puntiaguda.



Figura N°2: Concha de abanico entera y triturada.

Fuente: Propia

- **Absorción**

Con respecto a la absorción de la concha de abanico, se explicará en capítulo III, técnicas para el procesamiento y análisis de la información.

- **Granulometría**

Para el análisis granulométrico se considerará los límites establecidos del agregado fino de acuerdo a la norma NTP. 400.012 donde se tendrá en cuenta el Tamaño máximo nominal (TMN) y su módulo de finura (MF).

2.2.5. Concreto vibrado

a) Teoría de la vibración

La vibración es el método de asentamiento práctico más eficaz conseguido hasta ahora, dando un concreto de características bien definidas como son la resistencia mecánica, compacidad y un buen acabado.

La vibración consiste en someter al concreto a una serie de sacudidas y con una frecuencia elevada. Bajo este efecto, la masa de concreto que se halla en un estado más o menos suelto según su consistencia, entra a un proceso de acomodo y se va asentando uniforme y gradualmente, reduciendo notablemente el aire atrapado.

Nota. - El bloque vibrado con mesa alcanza el doble de resistencia que un bloque vibrado manualmente.

La unidad de albañilería, tiene en la resistencia a compresión, como una propiedad mecánica muy importante porque se relaciona con la resistencia del muro; cuanto mayor es la resistencia de la unidad de albañilería, aumenta proporcionalmente la resistencia del elemento estructural. Las propiedades físicas tales como la geometría, la densidad, la absorción y la eflorescencia, también influyen en la resistencia del elemento estructural.

Las variaciones de textura pueden lograrse controlando la granulometría del agregado y mediante otras operaciones, lo que permite obtener texturas superficiales finas, medias o gruesas. (Castillo, M. & Viera, D, 2016)

2.2.6. Curado del concreto

El curado de los ladrillos consiste en mantener los bloques húmedos para permitir que continúe la reacción química del cemento, con el fin de obtener una buena calidad y resistencia especificada. Por esto es necesario curar los ladrillos como cualquier otro producto de concreto.

Lo más recomendado para el proceso de curado, es sumergir los ladrillos en un pozo o piscina llena de agua saturada con cal, durante un periodo de tres días (Arrieta y Peñaherrera, 2001). Pero el curado también se puede realizar regando periódicamente con agua durante siete días, se humedecen los ladrillos al menos tres veces al día o lo necesario para que no se comiencen a secar en los bordes y se les cubre con plásticos o costales húmedos para evitar que no se evapore fácilmente el agua (San Bartolomé, 1994).

2.3. Marco Conceptual

2.3.1. Cemento Portland:

Producto obtenido por la pulverización del Clinker portland con la adición eventual de sulfato de calcio. Se admite la adición de otros productos que no excedan del 1% en peso del total siempre que la norma correspondiente establezca que su inclusión no afecta las propiedades del cemento resultante. Todos los productos adicionados deberán ser pulverizados conjuntamente con el Clinker. (NTP- E060).

2.3.2. Concreto:

El concreto es un material compuesto constituido por un elemento cementante, agua y agregado. El cemento, normalmente tipo Portland, una vez hidratado genera la adhesión química entre los componentes. Por lo general el agregado representa entre el 60% al

75% del volumen total del concreto estructural, el cemento entre un 7 a 15% y el aire atrapado entre 1 al 3%. Para ciertos propósitos se puede incorporar hasta un 8% de aire, en forma de pequeñas burbujas en el mortero, agregando sustancias especiales. (Carbajal, 1998)

2.3.3. Agregado Fino:

Es el agregado proveniente de la desintegración natural y/o artificial de rocas, que pasa como mínimo el 95% por el tamiz N° 3/8" (9.51mm) y queda retenido en el tamiz N° 200 (0.074 mm) que cumple con los límites establecidos en la Norma NTP 400.037. (Burgos, 2012)

2.3.4. Módulo de fineza:

El módulo de finura es un factor empírico que permite estimar que tan fino o grueso es un material. Está definido como la centésima parte del número que se obtiene al sumar los porcentajes retenidos acumulados en la siguiente serie de tamices: 149 mm(No.100), 297 mm(No.50), 595 mm(No.30), 1,19mm(No.16), 2,38mm(No.8), 4,76mm(No.4), 9,51mm (3/8"), 19mm (3/4"), 38,1mm(1½") y los tamices siguientes cuya abertura está en relación de 1 a 2.

El módulo de finura se puede calcular a cualquier material, sin embargo, se recomienda determinar el módulo de finura al agregado fino y según su valor, este agregado se puede clasificar. (Rivera, 2015)

2.3.5. Agua:

El agua es el elemento indispensable para la hidratación del cemento y el desarrollo de sus propiedades, por lo tanto, este componente debe cumplir ciertos requisitos para llevar a cabo su función en la combinación química, sin ocasionar problemas colaterales si tiene ciertas sustancias que pueden dañar al concreto; también el agua es usada para el curado del concreto lo cual debe cumplir algunas condiciones para poderse emplear en esta última etapa de hidratación del concreto.

El agua a emplearse en la preparación del concreto, deberá ser limpia y estará libre de cantidades perjudiciales de aceites, ácidos, álcalis, sales, material orgánico y otras sustancias que pueden ser nocivas al concreto o al acero. (Burgos, 2012).

2.4. Hipótesis

Si se añade el 16, 20 % de partículas de concha de abanico con respecto al peso del agregado fino en un bloque de concreto artesanal, entonces la resistencia a la compresión aumentará en un 20 %.

2.5. Variables dependientes e independientes:

2.5.1. Dependiente:

(Y) Características de las propiedades de unidades de albañilería de bloques de concreto artesanal.

2.5.2. Independientes:

(X₁) Porcentaje (%) de partículas de concha de abanico triturada.

(X₂) Unidades de albañilería

2.6. Operacionalización de las Variables:

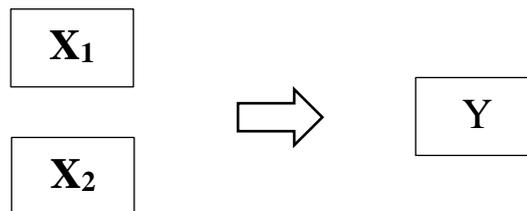


Tabla N°03:

Operacionalización de las variables del proyecto.

| VARIABLES | DIMENSIÓN | INDICADORES | UNIDAD DE MEDIDA | INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN |
|--|------------------------------|----------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| <u>INDEPENDIENTE:</u> | | | | |
| - Porcentaje (%) de partículas de concha de abanico triturada. | - Conchas de abanico. | - Forma y textura | - mm | - Instrumental (vernier) |
| | | - Absorción | - % | - Hornos |
| | | - Granulometría | - husos granulométricos | - Mallas |
| - Unidades de albañilería | - Diseño de mezcla | -Cantidad de los agregados | - Metros cúbicos (m ³) | - Método del ACI |
| | | - Cantidad de agua | - Metros cúbicos (m ³) | |
| | | - Cantidad de cemento | - Metros cúbicos (m ³) | |
| <u>DEPENDIENTE:</u> | | | | |
| - Características de las propiedades de unidades de albañilería de bloques de concreto artesanal. | -Variación de dimensiones | - Variabilidad dimensional | - Milímetros (mm) | - Instrumental (equipos de medición) |
| | -Alabeo | -Cónca (CC) | - Milímetros(mm) | - Instrumental (equipos de medición) |
| | | -Convexa (CV) | | |
| | - Absorción | -Porcentaje de saturación | - Porcentaje (%) | - Instrumental (equipos de medición) |
| | -Resistencia a la compresión | - Esfuerzo admisible | -Kg/ cm ² | - Instrumental (equipos de medición) |
| | -Compresión axial | - Esfuerzo admisible | -Kg/ cm ² | - Instrumental (equipos de medición) |
| -Compresión diagonal | - Esfuerzo admisible | -Kg/ cm ² | - Instrumental (equipos de medición) | |

Fuente: Elaboración Propia.

CAPÍTULO III METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN, ENFOQUE Y ALCANCE O NIVEL

- **Nivel de Investigación: investigación exploratoria – explicativa.**

Los resultados que se obtendrán en la presente investigación buscan explicar cómo influye la concha de abanico en las unidades de albañilería conformadas por bloques de concreto de acuerdo a la norma E070.

- **Diseño de Investigación: investigación experimental.**

En la presente investigación se realizarán ensayos de laboratorio usando equipos como la máquina de compresión digital ELE INTERNATIONAL para evaluar la resistencia máxima a compresión de la unidad de albañilería de un bloque de concreto, además se usará la máquina de compresión universal, la cual consta de perfiles metálicos sobre los que se monta una gata hidráulica, para obtener resultados de compresión máxima axial y diagonal de pilas y muretes respectivamente.

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. Población

Está constituida por bloques de concreto artesanal de la ciudad de Trujillo.

3.2.2. Muestra

Son 240 bloques de concreto artesanales de 14 x 19 x 39 cm, de los cuales se dividió en:

- Bloques con 16 % de concha de abanico: 60 unidades
- Bloques con 20 % de concha de abanico: 60 unidades
- Bloques sin incorporación de concha de abanico: 60 unidades
- Bloques artesanales comerciales de ladrillera “MARCELO”: 60 unidades.

3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

3.3.1. Material de estudio

En esta investigación se utilizó un bloque de concreto artesanal elaborado con una mezcla de cemento Pacasmayo Tipo I, arena de 4.25 mm – 0.075 mm de la cantera “El Milagro”, confitillo de 3/8” de la cantera “Caballo Muerto” y agua potable de la ciudad de Trujillo, de acuerdo a lo establecido en las NTP y en la norma E070.

Tabla N°04:

Dimensiones del bloque de concreto a realizar.

| DIMENSIONES DEL BLOQUE DE CONCRETO | |
|------------------------------------|-------|
| Ancho | 14 cm |
| Alto | 19 cm |
| Largo | 39 cm |

Fuente: *Elaboración propia.*

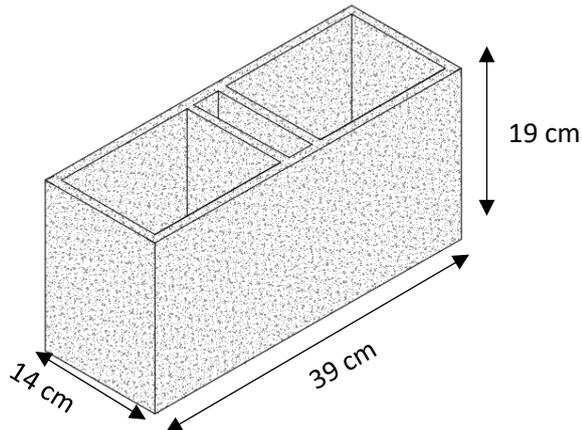


Figura N°3: Dimensiones del bloque de concreto a realizar.

Fuente: *Elaboración Propia.*

3.3.2. Métodos y Técnicas

3.3.2.1. Diseño de contrastación

En la presente investigación se utilizó un diseño experimental del tipo Unifactorial, en la cual se varió el porcentaje de partículas de concha de abanico, donde se tuvo como variables independientes de estudio la unidad de albañilería y el porcentaje de partículas de concha abanico con respecto al agregado fino (16 % y 20 %), tendiéndose como variables respuesta: la Resistencia a la compresión , Compresión Axial, Compresión Diagonal medida en (kg/cm²), la Absorción y la Variación Dimensional en (%), y el Alabeo en mm.

A continuación, se muestra la siguiente matriz de diseño realizada para nuestra investigación:

**Tabla N°05:
Operacionalización de las variables del proyecto.**

| Variable Independiente | Variable Independiente | | | | | | |
|------------------------|--------------------------------------|---|---|---|--|--|---|
| | Resistencia a compresión (W) | Absorción (X) | Variación dimensional (Y) | Alabeo (Z) | Compresión Diagonal (O) | Compresión axial (P) | |
| A, B | a ₁ ,b ₁ = 16% | a ₁ ,b ₁ W ₁ | a ₁ ,b ₁ X ₁ | a ₁ ,b ₁ Y ₁ | a ₁ ,b ₁ Z ₁ | a ₁ ,b ₁ O ₁ | a ₁ ,b ₁ P ₁ |
| | | a ₁ ,b ₁ W ₂ | a ₁ ,b ₁ X ₂ | a ₁ ,b ₁ Y ₂ | a ₁ ,b ₁ Z ₂ | a ₁ ,b ₁ O ₂ | a ₁ ,b ₁ P ₂ |
| | | a ₁ ,b ₁ W ₃ | a ₁ ,b ₁ X ₃ | a ₁ ,b ₁ Y ₃ | a ₁ ,b ₁ Z ₃ | a ₁ ,b ₁ O ₃ | a ₁ ,b ₁ P ₃ |
| | | a ₁ ,b ₁ W ₄ | a ₁ ,b ₁ X ₄ | a ₁ ,b ₁ Y ₄ | a ₁ ,b ₁ Z ₄ | a ₁ ,b ₁ 2O ₄ | a ₁ ,b ₁ P ₄ |
| | | a ₁ ,b ₁ W ₅ | a ₁ ,b ₁ X ₅ | a ₁ ,b ₁ Y ₅ | a ₁ ,b ₁ 2Z ₅ | a ₁ ,b ₁ O ₅ | a ₁ ,b ₁ P ₅ |
| | a ₂ ,b ₂ = 20% | a ₂ ,b ₂ W ₁ | a ₂ ,b ₂ X ₁ | a ₂ ,b ₂ Y ₁ | a ₂ ,b ₂ Z ₁ | a ₂ ,b ₂ O ₁ | a ₂ ,b ₂ P ₁ |
| | | a ₂ ,b ₂ W ₂ | a ₂ ,b ₂ X ₂ | a ₂ ,b ₂ Y ₂ | a ₂ ,b ₂ Z ₂ | a ₂ ,b ₂ O ₂ | a ₂ ,b ₂ P ₂ |
| | | a ₂ ,b ₂ W ₃ | a ₂ ,b ₂ X ₃ | a ₂ ,b ₂ Y ₃ | a ₂ ,b ₂ Z ₃ | a ₂ ,b ₂ O ₃ | a ₂ ,b ₂ P ₃ |
| | | a ₂ ,b ₂ W ₄ | a ₂ ,b ₂ X ₄ | a ₂ ,b ₂ Y ₄ | a ₂ ,b ₂ Z ₄ | a ₂ ,b ₂ O ₄ | a ₂ ,b ₂ P ₄ |
| | | a ₂ ,b ₂ W ₅ | a ₂ ,b ₂ X ₅ | a ₂ ,b ₂ Y ₅ | a ₂ ,b ₂ Z ₅ | a ₂ ,b ₂ 2O ₅ | a ₂ ,b ₂ P ₅ |
| | a ₃ ,b ₃ = 0% | a ₃ ,b ₃ W ₁ | a ₃ ,b ₃ X ₁ | a ₃ ,b ₃ Y ₁ | a ₃ ,b ₃ Z ₁ | a ₃ ,b ₃ O ₁ | a ₃ ,b ₃ P ₁ |
| | | a ₃ ,b ₃ W ₂ | a ₃ ,b ₃ X ₂ | a ₃ ,b ₃ Y ₂ | a ₃ ,b ₃ Z ₂ | a ₃ ,b ₃ O ₂ | a ₃ ,b ₃ P ₂ |
| | | a ₃ ,b ₃ W ₃ | a ₃ ,b ₃ X ₃ | a ₃ ,b ₃ Y ₃ | a ₃ ,b ₃ Z ₃ | a ₃ ,b ₃ O ₃ | a ₃ ,b ₃ P ₃ |

| | | | | | | |
|-------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | $a_{3,b_3} W_4$ | $a_{3,b_3} X_4$ | $a_{3,b_3} Y_4$ | $a_{3,b_3} Z_4$ | $a_{3,b_3} O_4$ | $a_{3,b_3} P_4$ |
| | $a_{3,b_3} W_5$ | $a_{3,b_3} X_5$ | $a_{3,b_3} Y_5$ | $a_{3,b_3} Z_5$ | $a_{3,b_3} O_5$ | $a_{3,b_3} P_5$ |
| $a_{4,b_4} = 0\%$ | $a_{4,b_4} W_1$ | $a_{4,b_4} X_1$ | $a_{4,b_4} Y_1$ | $a_{4,b_4} Z_1$ | $a_{4,b_4} O_1$ | $a_{4,b_4} P_1$ |
| | $a_{4,b_4} W_2$ | $a_{4,b_4} X_2$ | $a_{4,b_4} Y_2$ | $a_{4,b_4} Z_2$ | $a_{4,b_4} O_2$ | $a_{4,b_4} P_2$ |
| | $a_{4,b_4} W_3$ | $a_{4,b_4} X_3$ | $a_{4,b_4} Y_3$ | $a_{4,b_4} Z_3$ | $a_{4,b_4} O_3$ | $a_{4,b_4} P_3$ |
| | $a_{4,b_4} W_4$ | $a_{4,b_4} X_4$ | $a_{4,b_4} Y_4$ | $a_{4,b_4} Z_4$ | $a_{4,b_4} O_4$ | $a_{4,b_4} P_4$ |
| | $a_{4,b_4} W_5$ | $a_{4,b_4} X_5$ | $a_{4,b_4} Y_5$ | $a_{4,b_4} Z_5$ | $a_{4,b_4} O_5$ | $a_{4,b_4} P_5$ |

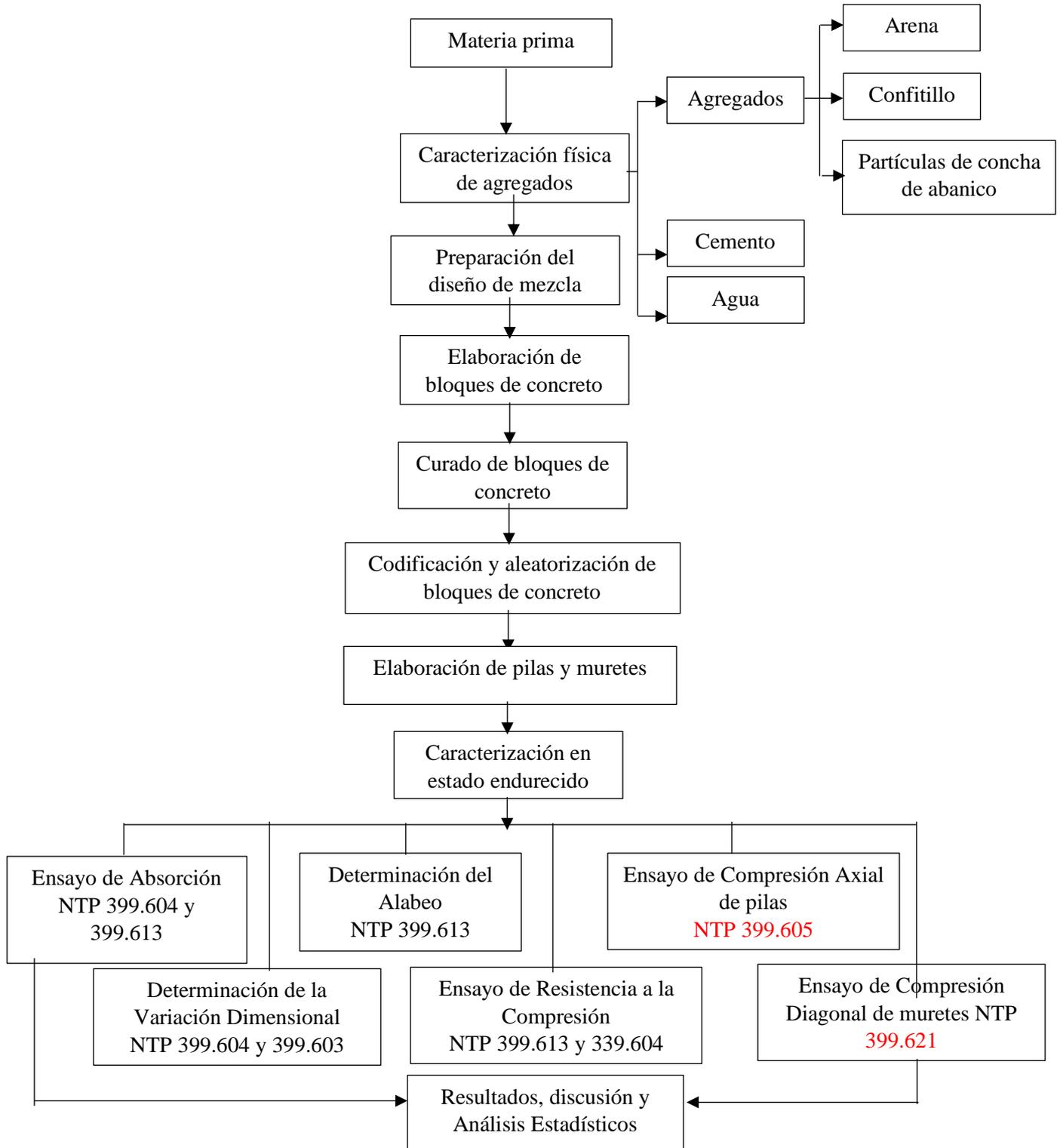
Fuente: *Elaboración propia.*

3.3.2.2. Procedimiento Experimental

En el siguiente diagrama se muestra los pasos que se siguieron para desarrollar el trabajo de investigación:

Tabla N°06:

Procedimiento experimental del proyecto.



Fuente: Elaboración propia.

3.3.2.2.1. Materia prima

En la elaboración de los bloques de concreto artesanal se utilizó agregado fino de la cantera “Huanchaco” con módulo de finura (MF) de 2.65 y confitillo de la cantera “Caballo Muerto” con un TMN de 3/8” del Distrito de Laredo. El cemento que se utilizó es Pacasmayo Tipo I y agua potable de la ciudad de Trujillo.



Figura N°4: Ubicación de la cantera “Huanchaco”.

Fuente: Internet.



Figura N°5: Ubicación de la cantera “Caballo Muerto”.

Fuente: Internet.

3.3.2.2.2. Caracterización física de agregados

- Granulometría del agregado fino:

Se procedió a determinar la granulometría del agregado fino de acuerdo a lo especificado en la NTP 400.012, para lo cual se empezó por secar la muestra a una temperatura constante de $110^{\circ}\text{C} \pm 5$, luego se seleccionó los tamices a partir de la malla N°4 (4.75 mm) hasta la malla N°200 (75 μm) para continuar con el tamizado de la muestra y pesado de cada porcentaje retenido en los tamices con respecto a su peso inicial. Finalmente se procedió a lavar el agregado retenido en la malla N°200 para eliminar finos y consecutivamente llevar al horno por 24 hrs. Después de este procedimiento se obtuvo la curva granulométrica junto con el módulo de finura (MF) del agregado.

- Granulometría del agregado grueso:

Se procedió a determinar la granulometría del agregado grueso de acuerdo a lo especificado en la NTP 400.012, para lo cual se empezó por secar la muestra a una temperatura constante de $110^{\circ}\text{C} \pm 5$, luego se seleccionó los tamices a partir de la malla $\frac{1}{2}$ " (12.5 mm) hasta la malla N°50 (0.30 mm) para continuar con el tamizado de la muestra y pesado de cada porcentaje retenido en los tamices con respecto a su peso inicial. Después de este procedimiento se obtuvo la curva granulométrica junto con el tamaño máximo nominal (TMN) del confitillo.

- **Proceso de obtención de partículas de concha de abanico:**

a) **Obtención de la concha de abanico**

La concha de abanico se obtuvo de la playa Puerto Morín en un 20% de su total, y el 80 % del terminal pesquero de Buenos Aires, tal como se muestra en el siguiente plano de ubicación.



Figura N°6: Ubicación del "Terminal Pesquero".

Fuente: *Internet.*



Imagen N°7: Ubicación de Botaderos "Puerto Morín".

Fuente: *Internet.*

b) Proceso de lavado y secado

Para su uso como agregado fino de la concha de abanico se la sometió a un proceso de lavado con la finalidad de eliminar la parte orgánica que posee este molusco. En él proceso no se usó ningún tipo de detergente, solo se optó por utilizar agua potable y escobillas para un cepillado manual, con un secado al aire libre.

c) Proceso de trituración

Debido a la dureza de su corteza, se optó por utilizar una máquina que facilitara el proceso de triturado de este molusco. Para este procedimiento se utilizó la "Máquina de los Ángeles". Se empezó colocando una cantidad de aproximadamente 10 kg en la máquina añadiendo las 12 bolas de acero a 500 revoluciones por minuto (RPM) y luego se procedió a tamizar por la malla N°4. Finalmente, para las partículas retenidas por esta malla, se las trituró manualmente con un molino de granos y se procedió a tamizar nuevamente.

d) Granulometría de la concha de abanico:

Se procedió a determinar la granulometría de la concha de abanico de acuerdo a lo especificado en la NTP 400.012, para lo cual se empezó por secar la muestra a una temperatura constante de $110^{\circ}\text{C} \pm 5$, luego se seleccionó los tamices a partir de la malla N°4 (4.75 mm) hasta la malla N°200 (75 μm) para continuar con el tamizado de la muestra y pesado de cada porcentaje retenido en los tamices con respecto a su peso inicial. Finalmente se procedió a lavar el agregado retenido en la malla N°200 para eliminar finos y consecutivamente llevar al horno por 24 hrs. Después de este procedimiento se obtuvo la curva granulométrica junto con el módulo de finura (MF) del agregado.

Cabe mencionar que el reemplazo de la concha triturada como agregado fino ira variando en la curva del agregado conforme al aumento del porcentaje de reemplazo, lo que ocasionará una redistribución de las partículas del material.

- **Porcentaje de contenido de humedad de los agregados:**

Se determinó el porcentaje de humedad de los agregados según la NTP 339.185 – 2013. Con respecto a este ensayo se procedió a cuartear la muestra para ser pesada y luego pueda ser llevada al horno por 24 horas con una temperatura constante de $110^{\circ}\text{C} \pm 5$. Después se sacó la muestra y se puso a enfriar a una temperatura ambiente de 1 a 3 horas para finalmente ser pesada y realizar los cálculos correspondientes. Este mismo procedimiento se realizó para el confitillo y la concha de abanico.

- **Porcentaje de absorción y peso específico de agregado fino**

Para determinar el porcentaje de absorción y peso específico de la arena se utilizó la NTP 400.022, para lo cual se procedió a cuartear la muestra y luego ser homogeneizada eliminando partículas mayores a 4.75 mm (tamiz N° 4), posteriormente se colocó la muestra, ya pesada, en el horno a una temperatura constante de $110^{\circ}\text{C} \pm 5$. Una vez enfriada, se sumergió la muestra completamente en agua durante 24 ± 4 horas y luego se realizó el procedimiento de decantación del agua cuidadosamente para evitar la eliminación de finos. Comenzando la operación de secado, se utilizó una secadora de aire caliente para secar a muestra y consecuentemente se sujetó el molde cónico sobre una superficie plana no absorbente, echando en su interior del embudo la cantidad de muestra suficiente y apisonando ligeramente con 25 golpes de la varilla,

levantando luego y con cuidado el embudo para ver el desmoronamiento parcial de este. Inmediatamente después se introdujo en el picnómetro 500 gr. de la muestra, añadiendo agua hasta llenar todo el recipiente, dejando reposar por 1 hora en una “baño maría”. Finalmente se pesa el picnómetro con la muestra más el agua para luego ser metida al horno a una temperatura constante de 110 ± 5 . Este mismo procedimiento se realizó para la concha de abanico.

- **Porcentaje de absorción y peso específico de agregado grueso:**

Para determinar el porcentaje de absorción y peso específico del confitillo se utilizó la NTP 400.021. Como primer paso, se cuarteó la muestra eliminando el material inferior al tamiz N° 4 (4.75 mm), se lavo hasta eliminar completamente el polvo adherido al material, para ser llevado al horno con una temperatura constante de 110 ± 5 . Una vez enfriada la muestra se sumergió en agua durante 24 ± 4 horas. Después del periodo de inmersión, se sacó la muestra del agua eliminando el agua superficial visible con un paño absorbente. Seguidamente se colocó la muestra en el interior de una canastilla metálica para determinar el peso sumergido en el agua. Finalmente se secó la muestra en el horno a una temperatura constante de $110^{\circ}\text{C} \pm 5$ para luego ser pesada.

- **Peso unitario suelto y compactado de los agregados:**

Para este ensayo se usó la NTP 400.017. Se realizó el cuarteo de la muestra para ser metida al horno con una temperatura constante de $110^{\circ}\text{C} \pm 5$. Luego se procedió a la calibración del recipiente de acuerdo a lo estipulado en la norma. Después de haber realizado la calibración, para el ensayo de peso unitario suelto, se llenó el recipiente hasta el rebose y con una varilla de acero se

nivelo la superficie hasta llenar los vacíos de la parte superior del recipiente y pueda ser pesado. Por otro lado, para el peso unitario compactado, se llenó el recipiente a 1/3 del total, apisonando la capa de agregado con 25 golpes con la varilla de acero uniformemente distribuido sobre la superficie. Este procedimiento se realizó hasta llenar el recipiente con el respectivo apisonado y nivelando la superficie para finalmente ser pesado y realizar los respectivos cálculos. Este ensayo se realizó para la arena y el confitillo.

3.3.2.2.3. Preparación de diseño de mezcla

El diseño de mezcla que se realizó en nuestra investigación, para la fabricación de bloques de concreto artesanales, se realizó en base a la caracterización de los agregados, cemento y agua, de acuerdo al ACI 211, tomando en cuenta que la consistencia con la que se trabajaría el concreto sería seca, con un asentamiento de 0 a 2" y poca trabajabilidad.

Se procedió a realizar los cálculos correspondientes para un buen diseño de mezcla.

- SLUMP:

Para la obtención del Slump se tuvo en consideración realizar dos pruebas con el cono de Abrahams. La primera, fue sin la incorporación de concha de abanico, en la cual se obtuvo un asentamiento de 1" y en la segunda, se adiciono partículas de concha de abanico, obteniendo un asentamiento de 1/2", pudiéndose notar que en esta mezcla la consistencia resultó muy seca, por lo que se añadió un 15% de agua a la mezcla donde se incorpore la concha de abanico.



Figura N°8: “Slump” de la mezcla sin incorporación de concha de abanico.

Fuente: *Fuente propia.*



Figura N°9: “Slump” de la mezcla con incorporación de concha de abanico.

Fuente: *Fuente propia.*

- Determinación del PH del concreto:

De acuerdo a la norma ASTM-C 4262 el PH del concreto es importante porque influye en la calidad del mismo de acuerdo al paso de los años. Un concreto con PH entre 11 y 12 es considerado un concreto en buen estado, mientras que un concreto entre 7 y 8 necesita de ciertos estudios para poder ser utilizado.

Para nuestra investigación se realizó la lectura del PH con incorporación de la concha de abanico, para evaluar si las partículas de esta influían de manera positiva o negativa en

el concreto. Este procedimiento se llevó a cabo mediante la mezcla suelta de los agregados (arena, confitillo y concha de abanico), cemento y agua en recipientes plásticos. Las mezclas que realizamos fueron con distintos porcentajes de concha de abanico y una muestra patrón. Luego se incorporó 40ml de agua destilada en cada una de las muestras, moviéndolas uniformemente con una varilla de vidrio, dejando reposar para luego realizar la medición correspondiente.

Para este ensayo también se tuvo en consideración la calcinación de la concha de abanico, debido a que contiene material orgánico, introduciéndolo en una estufa a 180C°. Luego se realizó el análisis comparativo de las muestras calcinadas y sin calcinar, llegamos a la conclusión de que no generaba ninguna alteración en el PH del concreto. En la siguiente tabla se muestra el PH obtenido a los 7, 14, 21 y 28 días.

Tabla N°07:

Obtención del PH con concha de abanico calcinada.

| DECODIFICACIÓN | PH | | | |
|----------------|--------|---------|---------|---------|
| | 7 DÍAS | 14 DÍAS | 21 DÍAS | 28 DÍAS |
| AP – 180°C 16% | 12.91 | 13.05 | 13.16 | 13.20 |
| AP – 180°C 18% | 12.90 | 13.06 | 13.15 | 13.22 |
| AP – 180°C 20% | 12.93 | 13.03 | 13.13 | 13.20 |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°8:

Obtención del PH con concha de abanico sin calcinar.

| DECODIFICACIÓN | PH | | | |
|-----------------|--------|---------|---------|---------|
| | 7 DÍAS | 14 DÍAS | 21 DÍAS | 28 DÍAS |
| AP – BLANCO 16% | 13.18 | 13.15 | 13.17 | 13.28 |
| AP – BLANCO 18% | 13.12 | 13.13 | 13.17 | 13.22 |
| AP – BLANCO 20% | 13.13 | 13.11 | 13.15 | 13.16 |

Fuente: Elaboración propia.

3.3.2.2.4. Elaboración de bloques de concreto:

Para la elaboración de bloques de concreto artesanales se contactó con la ladrillera “MARCELO” ubicada en la Av. Federico Villarreal.

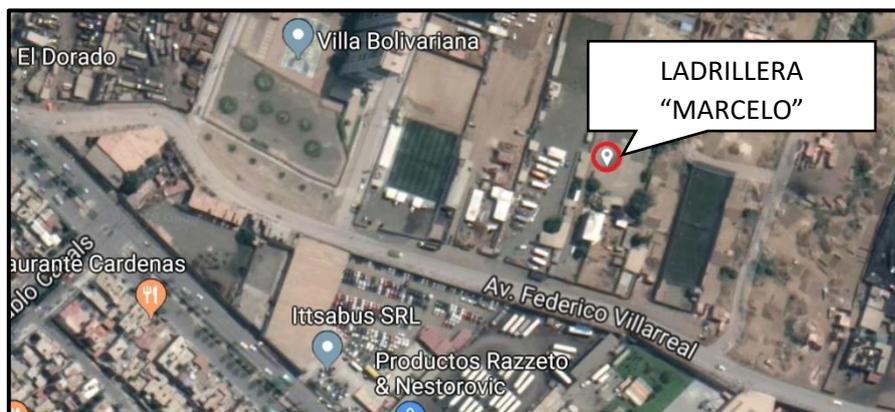


Figura N°9: Ubicación de ladrillera “Marcelo”.

Fuente: Google Maps.

Se contó con la mano de obra de un operario y un peón, equipos como una mesa vibradora y molde del bloque de concreto junto con las manoplas y herramientas manuales como: palana, cilindros, carretilla y manguera.

En la elaboración de la mezcla se añadió la arena con los confitillos mezclados conjuntamente con el cemento, para luego poder añadir la cantidad de agua calculada y completar la mezcla.

En primer lugar, se revisó que el molde se encontrara en perfecto estado, luego se procedió a añadir la mezcla al molde sobre la mesa vibradora por un promedio de 5 segundos para acomodar la mezcla y llenar los vacíos del bloque. Si se llega a dejar mucho tiempo la mezcla en la mesa vibradora puede producir segregación en los agregados. Al terminar de llenar la mezcla en el molde se procede a limpiar y nivelar con las manoplas para que pueda ser volteado en una base ya establecida con plástico evitando el contacto con el piso. Este mismo proceso se realizó para la fabricación de bloques de concreto en

adición de partículas de concha de abanico con diferentes porcentajes (16% y 20%).

- **Fraguado de los bloques:**

Luego de a ver realizado la cantidad de bloques requeridos, estos permanecieron cubiertos con plástico evitando el contacto directo con el sol y el viento, para que puedan fraguar sin secarse. Se dejó fraguar hasta que llegue a una resistencia suficiente donde pueda ser manipulados y trasladado a un ambiente que este cubierto para que pueda proceder a realizarse el curado.

3.3.2.2.5. Curado de los bloques

El curado consistió en mantener los bloques húmedos durante los primeros 7 días, para que desarrolle la resistencia y otras propiedades. Es por ello que el primer día se curó al transcurrir las 12 horas de su fabricación. La manera en la que se realizó el curado fue roseándolos con una manguera de manera que no se sequen en ningún momento.

- **Almacenamiento de los bloques:**

Los bloques fueron almacenados bajo sombra manejándolos con delicadeza para evitar afectar su forma inicial.

3.3.2.2.6. Codificación y aleatorización de bloques de concreto

- ***Codificación de bloques de concreto:***

Para este proceso de codificación se separó los ladrillos en 4 grupos. El primer grupo estuvo conformado por bloques de concreto con adición de 16 % de concha de

abanico (A), el segundo grupo por bloques de concreto con adición de 20 % de concha de abanico (B), el tercer grupo fue llamado patrón porque no constaba con adición de concha de abanico (C) y el cuarto grupo fue los bloques de concreto artesanales comprados (D).

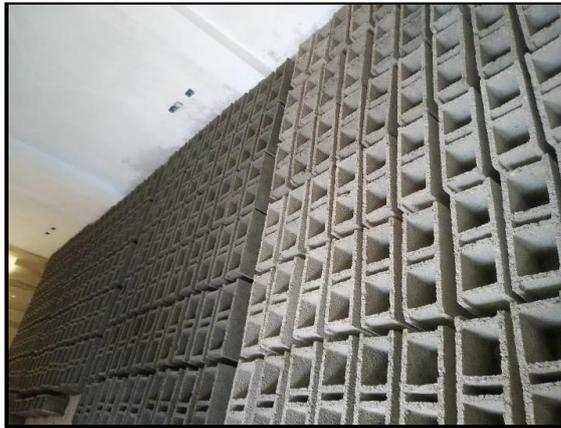


Figura N°11: Codificación de los bloques de concreto artesanales.

Fuente: *Elaboración propia.*

- ***Aleatorización de bloques de concreto***

Se extrajo de manera aleatoria los bloques de concreto artesanal para realizar los ensayos especificados en la norma E070.

3.3.2.2.7. Elaboración de pilas y muretes:

Transcurridos los 28 días de la elaboración de los bloques de concreto artesanal, se procedió a la elaboración de pilas y muretes. Se elaboraron las siguientes muestras: 03 muretes por grupo, 03 pilas de dos bloques y 03 pilas de tres bloques de cada grupo. Se utilizó como mano de obra un operario y un peón, equipos como amoladora de concreto para realizar el corte de los bloques de concreto, herramientas como

palana, badilejo, cordel, nivel y bandeja; el mortero tuvo una relación 1:4.

Se colocó en la base de los muretes y las pilas una tabla de manera para evitar el contacto del cemento con el piso.

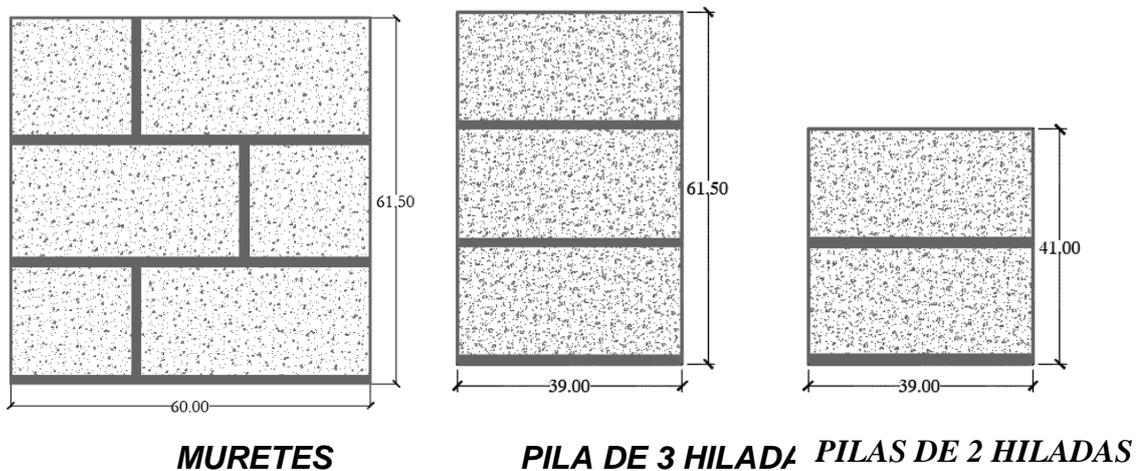


Figura N°12: Diseño de pilas y muretes.

Fuente: *Elaboración propia.*

- Curado de pilas y muretes:

Para el curado se procedió a rociar agua uniformemente con una manguera para mantener la humedad y llegar a la resistencia requerida durante 28 días del mortero.

3.3.2.2.8. Caracterización en estado endurecido

- Ensayo de absorción:

Para determinar la absorción de los bloques de concreto artesanal se empleó la NTP. 339.613 y 339.604. Se sumergió los especímenes en un recipiente con agua a una temperatura de 24°C aproximadamente durante 24 horas, luego se procedió a sacar los especímenes del agua y permitir el drenado por 1 minuto en una malla de alambre.

Seguidamente se secó los especímenes con un paño húmedo retirando el agua superficial visible y ser pesado para luego meter al horno a una temperatura constante de 110 °C ± 5 por 24 horas y por último pesar.

$$\text{Absorción \%} = \frac{(Ws - Wd)}{Wd} \times 100$$

Ws= Peso saturado del espécimen (kg)

Wd= Peso seco al horno des espécimen (kg)

- **Ensayo de variación dimensional:**

Para determinar la variación dimensional de los bloques de concreto artesanal se empleó la NTP. 339.604 y 339.613. Este ensayo consistió en medir 5 muestras aleatorias de cada grupo con la ayuda de un vernier de precisión de 1mm el ancho, la longitud y la altura de los bloques de concreto artesanal. Se registraron los datos en una tabla.

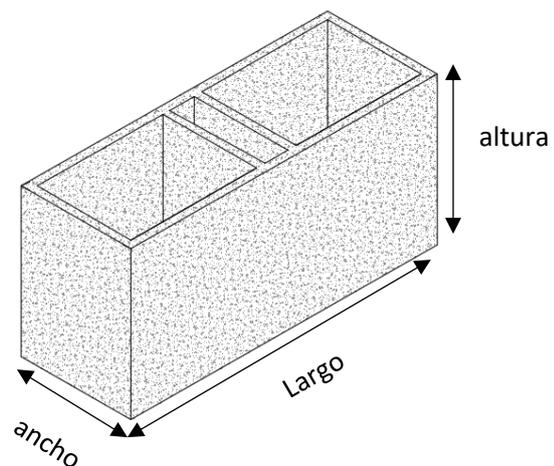


Figura N°13: Lados del bloque de concreto.
Fuente: *Elaboración propia.*

- **Ensayo de alabeo:**

Para determinar el alabeo de los bloques de concreto artesanal se empleó la NTP. 339.613. En este ensayo se determinó el tipo de superficie de los bloques de concreto, ya sea cóncavas o convexas utilizando una varilla de borde recto que se colocó en la superficie del bloque longitudinal y diagonalmente adaptando la ubicación de la mayor desviación introduciendo la cuña con una aproximación de 1 mm, registrando así la mayor distancia.

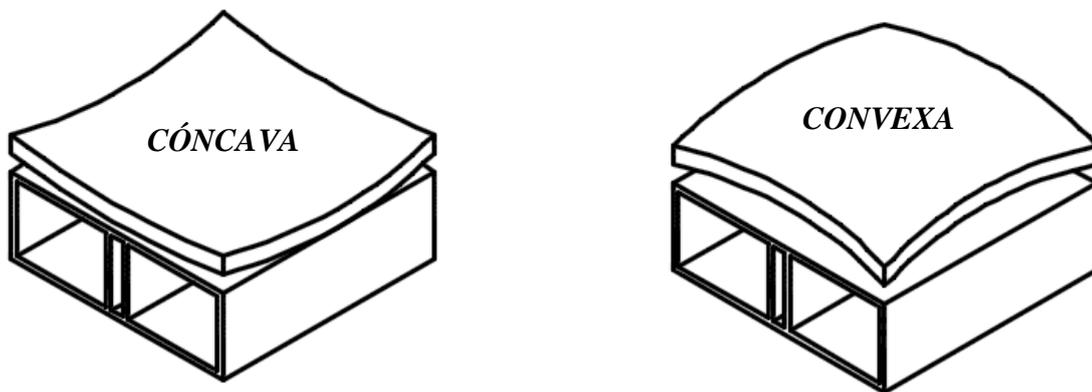


Figura N°14: Concavidad y convexidad de un bloque de concreto.

Fuente: *Elaboración propia.*

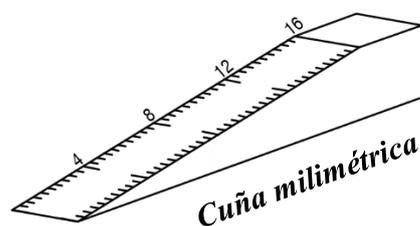


Figura N°15: Cuña milimétrica.

Fuente: *Elaboración propia.*

- **Ensayo de Resistencia a la compresión:**

Para determinar el alabeo de los bloques de concreto artesanal se empleó la NTP. 339.613 y 339.604. El ensayo consistió en colocar 5 especímenes de cada grupo de acuerdo a la norma E.070 en el equipo de compresión

digital ELE INTERNATIONAL alineados con el centroide de la superficie de apoyo. En la parte superior se colocó una plancha de metal ajustada al tamaño del bloque para que la carga transmitida sea uniforme. Por último, se tomó nota de los resultados obtenidos.

$$f_m = P/A$$

f_m = Es la resistencia a la compresión en kg/cm²

P = Es la carga máxima total en N.

A = Área de la superficie de carga en cm²

- **Ensayo de Compresión Axial de pilas:**

Para determinar la compresión Axial de las pilas de bloques de concreto artesanal se empleó la NTP. 339.605. Las pilas se ensayaron en una máquina de compresión universal la cual consta de perfiles metálicos sobre los que se monta una gata hidráulica. Se colocó la muestra cuidadosamente sobre una viga de acero sostenido con unos espigones de acero, en la parte superior de la máquina se colocó la plancha metálica para uniformizar la carga, la cual fue aplicada manualmente moviendo la gata hidráulica verticalmente con una velocidad uniforme sin producir impactos, tomando lectura en un manómetro colocado en la parte superior. Luego de producirse la rotura de las pilas se obtuvo una carga última. La resistencia de las pilas a compresión axial se determinó con la siguiente ecuación:

$$f'_m = aC(X - m\epsilon)$$

a = Es un coeficiente la edad del testigo al momento del ensayo (a es 1 para testigos ensayados a

los 28 días, y 1.1 cuando el ensayo se hace a los 7 días)

c= Es el factor de corrección de la esbeltez. De acuerdo a la Norma E070.

X= Es el promedio de los resultados de las pruebas

m= Es un numero dependiente del porcentaje de los resultados defectuosos aceptable (10%).

σ = Desviación estándar.

- **Ensayo de Compresión diagonal de muretes:**

Para determinar la compresión diagonal de muretes de bloques de concreto artesanal se empleó la NTP. 339.605 y 399.621. Los muretes se ensayaron con la misma máquina de compresión de pilas. Se colocó la muestra cuidadosamente sobre una viga de acero sostenido con unos espigones de acero, en la parte superior e inferior de la máquina se colocó 2 angulares para poder sostener el murete en forma diagonal aplicando la carga manualmente moviendo la gata hidráulica de forma vertical con una velocidad uniforme sin producir impactos y tomando lectura con un manómetro colocado en la parte superior. Luego de producirse la rotura de los muretes se obtuvo una carga ultima, la cual fue dividida entre el área bruta de la diagonal cargada para así obtener la resistencia a compresión diagonal de cada murete.

$$v'm = \frac{P}{Area}$$

V'm = Resistencia unitaria al corte

P= Carga diagonal

A= Área bruta de la diagonal carga

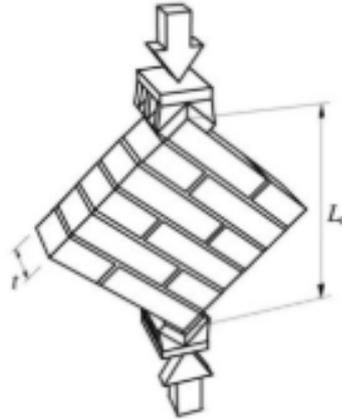


Figura N°16: Compresión diagonal en muretes.
Fuente: *Elaboración propia.*

3.3.2.2.8. Resultados, discusión y análisis estadísticos

Los resultados, discusión y análisis estadísticos se mostrarán en el CAPÍTULO IV.

3.4. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Para el procesamiento de datos de los ensayos realizados se usó los softwares como el Microsoft Excel, Microsoft Word y AutoCAD.

CAPÍTULO IV RESULTADOS

4.1. Análisis e interpretación de resultados:

4.1.1. Ensayos de los agregados:

- Granulometría del agregado fino:

El módulo de finura que se obtuvo en el ensayo de granulometría de la arena fue de 2.65 encontrándose dentro del rango de 2.3 – 3.1 de acuerdo a la Norma ASTM C33, considerándose una arena adecuada para la fabricación del concreto.

Tabla N°9:

Curva granulométrica del agregado fino.

| GRANULOMETRIA DE AGREGADO FINO | | | | | |
|--------------------------------|-----------------------|---------------|------------|---------------------|------------|
| MASA INICIAL DE 1008.00 GRAMOS | | | | | |
| TAMIZ # | TAMAÑO DE TAMIZ EN mm | PESO RETENIDO | % RETENIDO | %RETENIDO ACUMULADO | % QUE PASA |
| 3/8" | 6.350 | 0 | 0.00% | 0.00% | 100.00% |
| # 4 | 4.750 | 51.68 | 5.13% | 5.13% | 94.87% |
| # 8 | 2.360 | 140.48 | 13.94% | 19.06% | 80.94% |
| # 16 | 1.180 | 160.38 | 15.91% | 34.97% | 65.03% |
| # 30 | 0.600 | 155.98 | 15.47% | 50.45% | 49.55% |
| # 50 | 0.300 | 151.28 | 15.01% | 65.46% | 34.54% |
| # 80 | 0.180 | 170.18 | 16.88% | 82.34% | 17.66% |
| # 100 | 0.150 | 78.28 | 7.77% | 90.10% | 9.90% |
| # 200 | 0.075 | 77.6 | 7.70% | 97.80% | 2.20% |
| | FONDO | 22.18 | 2.20% | 100.00% | 0.00% |
| | Σ | 1008 | 100.00% | | |

Fuente: *Elaboración propia.*

| | |
|-----|--------|
| TM | 3/8" |
| TMN | 4" |
| MF | 2.6517 |

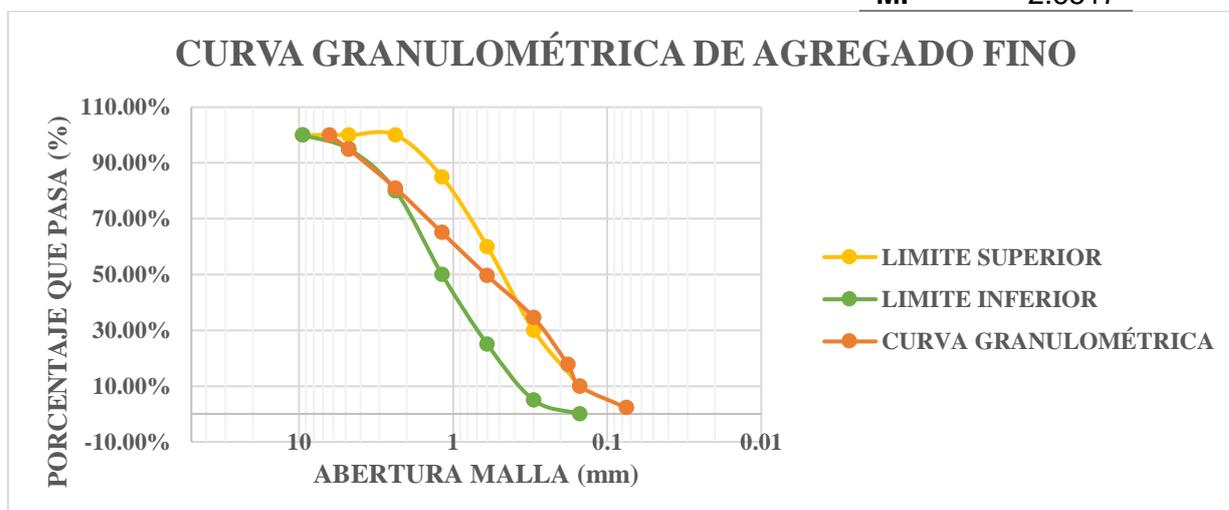


Figura N°17: Curva granulométrica de agregado fino.

Fuente: *Elaboración propia.*

Además, se puede observar que en la gráfica de la curva granulométrica sobresale un punto con respecto al límite superior, indicando que este material si es apto para el diseño de mezcla.

- **Granulometría del agregado grueso:**

El tamaño máximo nominal del agregado grueso es 3/8", lo que nos indica el límite que debe escoger en el número de malla.

Tabla N° 10:

Análisis Granulométrico de Agregado Grueso.

| GRANULOMETRIA DE AGREGADO GRUESO | | | | | |
|---|------------------------------|----------------------|-------------------|----------------------------|-------------------|
| MASA INICIAL DE 1198.21 GRAMOS | | | | | |
| TAMIZ # | TAMAÑO DE TAMIZ EN mm | PESO RETENIDO | % RETENIDO | %RETENIDO ACUMULADO | % QUE PASA |
| 1/2" | 12.500 | 0.00 | 0.00% | 0.00% | 100.00% |
| 3/8" | 9.500 | 0.00 | 0.00% | 0.00% | 100.00% |
| # 4 | 4.750 | 539.23 | 45.00% | 45.00% | 55.00% |
| # 8 | 2.360 | 630.50 | 52.62% | 97.62% | 2.38% |
| # 16 | 1.180 | 28.00 | 2.34% | 99.96% | 0.04% |
| # 30 | 0.600 | 0.31 | 0.03% | 99.99% | 0.01% |
| # 50 | 0.300 | 0.15 | 0.01% | 100.00% | 0.00% |
| | FONDO | 0.02 | 0.00% | 100.00% | 0.00% |
| | Σ | 1198.21 | 100.00% | | |

Fuente: *Elaboración propia.*

| | |
|------------|------|
| TM | 1/2" |
| TMN | 3/8" |
| MF | 5.71 |

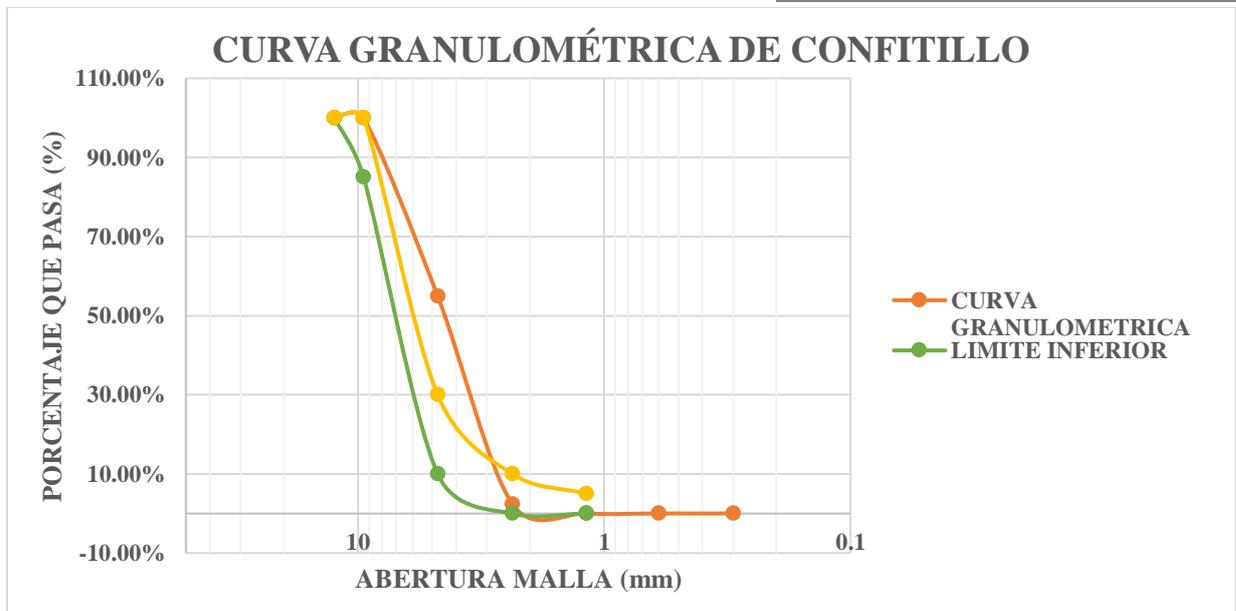


Figura N°18: Curva granulométrica de agregado grueso.

Fuente: *Elaboración propia.*

En la gráfica de la curva granulométrica, se puede observar que sobresale un punto por el límite superior de la curva establecida en la norma, por lo tanto, es un material que necesita un proceso de mejoramiento para que el diseño de mezcla sea el correcto.

- **Granulometría de la concha de abanico:**

La concha de abanico ensayada obtuvo un módulo de finura de 1.80, encontrándose fuera del rango de 2.3 – 3.1 de acuerdo a la Norma ASTM C33, lo que dice que es un agregado demasiado fino, por lo que es necesario desechar lo que pasa la malla N°200.

Tabla N° 11:

Análisis Granulométrico de la Concha de abanico.

| TAMIZ # | TAMAÑO DE TAMIZ EN mm | PESO RETENIDO | % RETENIDO | %RETENIDO ACUMULADO | % QUE PASA |
|---------|-----------------------|---------------|------------|---------------------|------------|
| 3/8" | 6.350 | 0 | 0.00% | 0.00% | 100.00% |
| # 4 | 4.750 | 2.61 | 0.42% | 0.42% | 99.58% |
| # 8 | 2.360 | 79.31 | 12.85% | 13.27% | 86.73% |
| # 16 | 1.180 | 170.71 | 27.65% | 40.92% | 59.08% |
| # 30 | 0.600 | 138.51 | 22.44% | 63.36% | 36.64% |
| # 50 | 0.300 | 101.21 | 16.39% | 79.75% | 20.25% |
| # 80 | 0.180 | 42.71 | 6.92% | 86.67% | 13.33% |
| # 100 | 0.150 | 23.11 | 3.74% | 90.41% | 9.59% |
| # 200 | 0.075 | 37.0 | 5.99% | 96.41% | 3.59% |
| | FONDO | 22.18 | 3.59% | 100.00% | 0.00% |
| | Σ | 617.35 | 100.00% | | |

| | |
|------------|-------------|
| TM | 3/8" |
| TMN | 4" |
| MF | 2.88 |

Fuente: *Elaboración propia.*

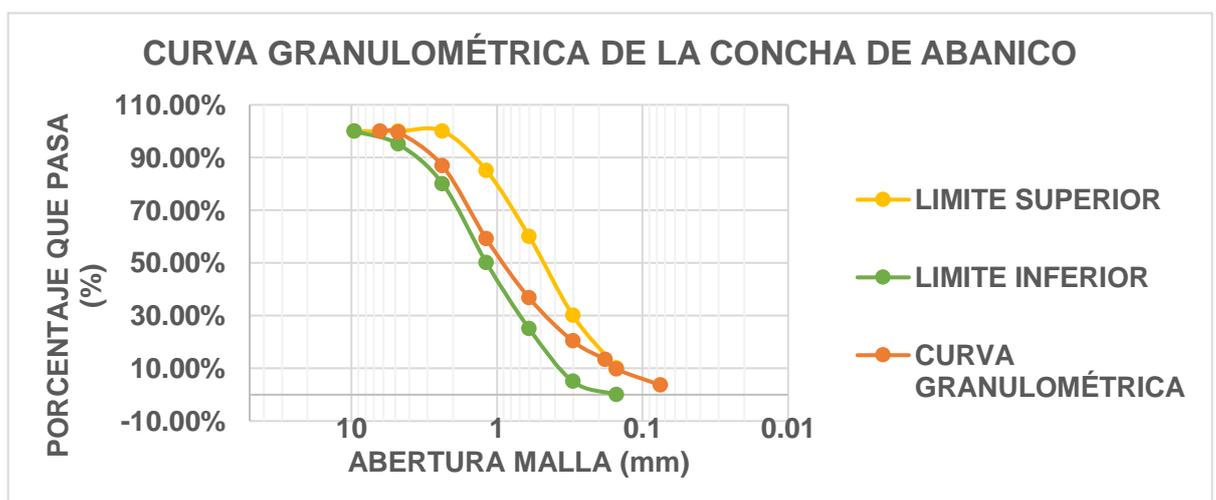


Figura N°19: Curva granulométrica de la concha de abanico

Fuente: *Elaboración propia.*

4.1.2. Ensayo de Absorción:

Tabla N° 12:

Absorción de bloques de concreto elaborados con contenido de partículas de conchas de abanico (16%) (NTP 339.187).

| Resultado de la Absorción de las muestras a1, b1 | | | |
|--|-------------------|---------------|--------------|
| Muestra a1 | Masa Saturada (M) | Masa Seca (D) | Absorción % |
| a ₁ , b ₁ W ₁ | 11104.0 | 10395.3 | 6.82% |
| a ₁ , b ₁ W ₂ | 11028.5 | 10299.5 | 7.08% |
| a ₁ , b ₁ W ₃ | 11084.0 | 10388.6 | 6.69% |
| a ₁ , b ₁ W ₄ | 10784.9 | 10011.8 | 7.72% |
| a ₁ , b ₁ W ₅ | 11107.1 | 10267.8 | 8.17% |
| Promedio | | | 7.30% |

Fuente: *Elaboración propia.*

Tabla N° 13:

Absorción de bloques de concreto elaborados con contenido de partículas de conchas de abanico (20%) (NTP 339.187)

| Resultado de la Absorción de las muestras a2, b2 | | | |
|--|-------------------|---------------|--------------|
| Muestra b1 | Masa Saturada (M) | Masa Seca (D) | Absorción % |
| a ₂ , b ₂ W ₁ | 11008.8 | 10227.4 | 7.64% |
| a ₂ , b ₂ W ₂ | 11164.2 | 10289.8 | 8.50% |
| a ₂ , b ₂ W ₃ | 10976.7 | 10152.3 | 8.12% |
| a ₂ , b ₂ W ₄ | 11016.3 | 10235.5 | 7.63% |
| a ₂ , b ₂ W ₅ | 11244.1 | 10514.4 | 6.94% |
| Promedio | | | 7.77% |

Fuente: *Elaboración propia.*

Tabla N° 14:

Absorción de bloques de concreto elaborados sin contenido de partículas de conchas de abanico (NTP 339.187).

Resultado de la Absorción de las muestras a3, b3

| Muestra c1 | Masa Saturada (M) | Masa Seca (D) | Absorción % |
|---|--------------------------|----------------------|--------------------|
| a₃, b₃ W₁ | 11163.7 | 10382.9 | 7.52% |
| a₃, b₃ W₂ | 11227.4 | 10420.2 | 7.75% |
| a₃, b₃ W₃ | 11225.3 | 10406.0 | 7.87% |
| a₃, b₃ W₄ | 11226.5 | 10412.2 | 7.82% |
| a₃, b₃ W₅ | 11319.5 | 10531.3 | 7.48% |
| | Promedio | | 7.69% |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 15:

Absorción de bloques de concretos artesanales comerciales (NTP 339.187).

Resultado de la Absorción de las muestras a4, b4

| Muestra d1 | Masa Saturada (M) | Masa Seca (D) | Absorción % |
|---|--------------------------|----------------------|--------------------|
| a₄, b₄ W₁ | 10872.4 | 10016.3 | 8.55% |
| a₄, b₄ W₂ | 11152.3 | 10184.7 | 9.50% |
| a₄, b₄ W₃ | 10485.0 | 9562.2 | 9.65% |
| a₄, b₄ W₄ | 11359.2 | 10407.6 | 9.14% |
| a₄, b₄ W₅ | 10739.7 | 9835.5 | 9.19% |
| | Promedio | | 9.21% |

Fuente: Elaboración propia.

4.1.3. Ensayo de Variación dimensional:
**RESULTADOS OBTENIDOS DEL ENSAYO DE VARIACIÓN
 DIMENSIONAL DE BLOQUES DE CONCRETO (NTP 399.604).**

Tabla N° 16:

Datos individuales de los bloques de concreto con respecto a largo.

| Dimensiones (mm) | | | | | | | |
|--|--|---------|----------|------|---------------|----------------|--------------------|
| | Muestra | Teórica | Practica | Var. | Var. Prom. | % Variación | % Var. Promedio |
| BLOQUES CON CONCHA DE ABANICO (16%) | a ₁ , b ₁ Y ₁ | 390 | 391.58 | 1.58 | 1.544 | 0.41% | 0.40% |
| | a ₁ , b ₁ Y ₂ | 390 | 391.68 | 1.68 | | 0.43% | |
| | a ₁ , b ₁ Y ₃ | 390 | 392.18 | 2.18 | | 0.56% | |
| | a ₁ , b ₁ Y ₄ | 390 | 391.1 | 1.1 | | 0.28% | |
| | a ₁ , b ₁ Y ₅ | 390 | 391.18 | 1.18 | | 0.30% | |
| BLOQUES CON CONCHA DE ABANICO (20%) | a ₂ , b ₂ Y ₁ | 390 | 391.38 | 1.38 | 0.874 | 0.35% | 0.22% |
| | a ₂ , b ₂ Y ₂ | 390 | 391.18 | 1.18 | | 0.30% | |
| | a ₂ , b ₂ Y ₃ | 390 | 391.13 | 1.13 | | 0.29% | |
| | a ₂ , b ₂ Y ₄ | 390 | 390.47 | 0.47 | | 0.12% | |
| | a ₂ , b ₂ Y ₅ | 390 | 390.21 | 0.21 | | 0.05% | |
| BLOQUES SIN CONCHA DE ABANICO | a ₃ , b ₃ Y ₁ | 390 | 391.78 | 1.78 | 2.174 | 0.46% | 0.56% |
| | a ₃ , b ₃ Y ₂ | 390 | 392.95 | 2.95 | | 0.76% | |
| | a ₃ , b ₃ Y ₃ | 390 | 392.08 | 2.08 | | 0.53% | |
| | a ₃ , b ₃ Y ₄ | 390 | 391.78 | 1.78 | | 0.46% | |
| | a ₃ , b ₃ Y ₅ | 390 | 392.28 | 2.28 | | 0.58% | |
| BLOQUES ARTESANALES COMERCIALES | a ₄ , b ₄ Y ₁ | 390 | 392.28 | 2.28 | 2.624 | 0.58% | 0.67% |
| | a ₄ , b ₄ Y ₂ | 390 | 392.18 | 2.18 | | 0.56% | |
| | a ₄ , b ₄ Y ₃ | 390 | 393.44 | 3.44 | | 0.88% | |
| | a ₄ , b ₄ Y ₄ | 390 | 391.38 | 1.38 | | 0.35% | |
| | a ₄ , b ₄ Y ₅ | 390 | 393.84 | 3.84 | | 0.98% | |

Fuente: *Elaboración propia.*

Tabla N° 17:

Datos individuales de los bloques de concreto con respecto al ancho.

| Dimensiones (mm) | | | | | | | |
|--|---|---------|----------|-------|--------------|----------------|--------------------|
| | Muestra | Teórica | Practica | Var. | Var. Prom | % Variación | % Var. Promedio |
| BLOQUES CON CONCHA DE ABANICO (16%) | a₁, b₁ Y₁ | 140 | 139.17 | -0.83 | 0.57 | -0.59% | 0.41% |
| | a₁, b₁ Y₂ | 140 | 141.09 | 1.09 | | 0.78% | |
| | a₁, b₁ Y₃ | 140 | 141.58 | 1.58 | | 1.13% | |
| | a₁, b₁ Y₄ | 140 | 140.13 | 0.13 | | 0.09% | |
| | a₁, b₁ Y₅ | 140 | 140.88 | 0.88 | | 0.63% | |
| BLOQUES CON CONCHA DE ABANICO (20%) | a₂, b₂ Y₁ | 140 | 141.03 | 1.03 | 0.946 | 0.74% | 0.68% |
| | a₂, b₂ Y₂ | 140 | 140.14 | 0.14 | | 0.10% | |
| | a₂, b₂ Y₃ | 140 | 141.48 | 1.48 | | 1.06% | |
| | a₂, b₂ Y₄ | 140 | 141.48 | 1.48 | | 1.06% | |
| | a₂, b₂ Y₅ | 140 | 140.6 | 0.6 | | 0.43% | |
| BLOQUES SIN CONCHA DE ABANICO | a₃, b₃ Y₁ | 140 | 141.24 | 1.24 | 0.906 | 0.89% | 0.65% |
| | a₃, b₃ Y₂ | 140 | 140.23 | 0.23 | | 0.16% | |
| | a₃, b₃ Y₃ | 140 | 140.15 | 0.15 | | 0.11% | |
| | a₃, b₃ Y₄ | 140 | 141.31 | 1.31 | | 0.94% | |
| | a₃, b₃ Y₅ | 140 | 141.6 | 1.6 | | 1.14% | |
| BLOQUES ARTESANAL ES COMERCIALE S | a₄, b₄ Y₁ | 140 | 140.28 | 0.28 | 0.798 | 0.20% | 0.57% |
| | a₄, b₄ Y₂ | 140 | 141.18 | 1.18 | | 0.84% | |
| | a₄, b₄ Y₃ | 140 | 141.41 | 1.41 | | 1.01% | |
| | a₄, b₄ Y₄ | 140 | 139.74 | -0.26 | | -0.19% | |
| | a₄, b₄ Y₅ | 140 | 141.38 | 1.38 | | 0.99% | |

Fuente: *Elaboración propia.*

Tabla N° 18:

Datos individuales de los bloques de concreto con respecto al alto.

| Dimensiones (mm) | | | | | | | |
|--|---|---------|----------|-------|---------------|----------------|--------------------|
| | Muestra | Teórica | Practica | Var. | Var. Prom. | % Variación | % Var. Promedio |
| BLOQUES CON CONCHA DE ABANICO (16%) | a₁, b₁ Y₁ | 190 | 189.02 | -0.98 | -0.300 | -0.52% | -0.16% |
| | a₁, b₁ Y₂ | 190 | 189.1 | -0.9 | | -0.47% | |
| | a₁, b₁ Y₃ | 190 | 189.58 | -0.42 | | -0.22% | |
| | a₁, b₁ Y₄ | 190 | 189.98 | -0.02 | | -0.01% | |
| | a₁, b₁ Y₅ | 190 | 190.82 | 0.82 | | 0.43% | |
| BLOQUES CON CONCHA DE ABANICO (20%) | a₂, b₂ Y₁ | 190 | 189.83 | -0.17 | -0.406 | -0.09% | -0.21% |
| | a₂, b₂ Y₂ | 190 | 189.36 | -0.64 | | -0.34% | |
| | a₂, b₂ Y₃ | 190 | 188.43 | -1.57 | | -0.83% | |
| | a₂, b₂ Y₄ | 190 | 189.86 | -0.14 | | -0.07% | |
| | a₂, b₂ Y₅ | 190 | 190.49 | 0.49 | | 0.26% | |
| BLOQUES SIN CONCHA DE ABANICO | a₃, b₃ Y₁ | 190 | 189.2 | -0.8 | -0.952 | -0.42% | -0.50% |
| | a₃, b₃ Y₂ | 190 | 189.35 | -0.65 | | -0.34% | |
| | a₃, b₃ Y₃ | 190 | 188.33 | -1.67 | | -0.88% | |
| | a₃, b₃ Y₄ | 190 | 189.43 | -0.57 | | -0.30% | |
| | a₃, b₃ Y₅ | 190 | 188.93 | -1.07 | | -0.56% | |
| BLOQUES ARTESANAL ES COMERCIALE S | a₄, b₄ Y₁ | 190 | 186.37 | -3.63 | -1.738 | -1.91% | -0.91% |
| | a₄, b₄ Y₂ | 190 | 190.84 | 0.84 | | 0.44% | |
| | a₄, b₄ Y₃ | 190 | 184.51 | -5.49 | | -2.89% | |
| | a₄, b₄ Y₄ | 190 | 192.18 | 2.18 | | 1.15% | |
| | a₄, b₄ Y₅ | 190 | 187.41 | -2.59 | | -1.36% | |

Fuente: *Elaboración propia.*

4.1.4. Ensayo de Alabeo:

Tabla N° 19:

Resultados obtenidos del ensayo de variación dimensional de bloques de concreto (NTP399.604).

| | Muestra | Concavidad | | | | Convexidad | | | | | | |
|-------------------------------------|--|----------------|-----|----------------|-----|--------------------|------------------|----------------|---|----------------|------------|------|
| | | Cara Sup. (mm) | | Cara Inf. (mm) | | Prom. parcial (mm) | Prom. total (mm) | Cara Sup. (mm) | | Cara Inf. (mm) | Prom. (mm) | |
| BLOQUES CON CONCHA DE ABANICO (16%) | a ₁ , b ₁ Z ₁ | 3.0 | 4.0 | 1.0 | 0.0 | 2.00 | 2.75 | - | - | - | - | |
| | a ₁ , b ₁ Z ₂ | 4.0 | 3.0 | 2.0 | 2.0 | 2.75 | | - | - | - | - | |
| | a ₁ , b ₁ Z ₃ | 5.0 | 3.0 | 4.0 | 4.0 | 4.00 | | - | - | - | - | 0.00 |
| | a ₁ , b ₁ Z ₄ | 4.0 | 4.0 | 3.0 | 3.0 | 3.50 | | - | - | - | - | |
| | a ₁ , b ₁ Z ₅ | 2.0 | 1.0 | 3.0 | 0.0 | 1.50 | | - | - | - | - | |
| BLOQUES CON CONCHA DE ABANICO (20%) | a ₂ , b ₂ Z ₁ | 4.0 | 2.0 | 1.0 | 1.0 | 2.00 | 2.25 | - | - | - | - | |
| | a ₂ , b ₂ Z ₂ | 3.0 | 1.0 | 6.0 | 4.0 | 3.50 | | - | - | - | - | |
| | a ₂ , b ₂ Z ₃ | 4.0 | 2.0 | 3.0 | 1.0 | 2.50 | | - | - | - | - | 0.00 |
| | a ₂ , b ₂ Z ₄ | 2.0 | 3.0 | 2.0 | 1.0 | 2.00 | | - | - | - | - | |
| | a ₂ , b ₂ Z ₅ | 2.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.25 | | - | - | - | - | |
| BLOQUES SIN CONCHA DE ABANICO | a ₃ , b ₃ Z ₁ | 2.0 | 5.0 | 6.0 | 1.0 | 3.50 | 3.25 | - | - | - | - | |
| | a ₃ , b ₃ Z ₂ | 3.0 | 2.0 | 6.0 | 5.0 | 4.00 | | - | - | - | - | |
| | a ₃ , b ₃ Z ₃ | 2.0 | 1.0 | 5.0 | 1.0 | 2.25 | | - | - | - | - | 0.00 |
| | a ₃ , b ₃ Z ₄ | 2.0 | 4.0 | 1.0 | 2.0 | 2.25 | | - | - | - | - | |
| | a ₃ , b ₃ Z ₅ | 6.0 | 8.0 | 2.0 | 1.0 | 4.25 | | - | - | - | - | |
| BLOQUES ARTESANALES COMERCIALES | a ₄ , b ₄ Z ₁ | 2.0 | 1.0 | 5.0 | 2.0 | 2.50 | 3.30 | - | - | - | - | |
| | a ₄ , b ₄ Z ₂ | 5.0 | 1.0 | 3.0 | 1.0 | 2.50 | | - | - | - | - | |
| | a ₄ , b ₄ Z ₃ | 7.0 | 3.0 | 4.0 | 2.0 | 4.00 | | - | - | - | - | 0.00 |
| | a ₄ , b ₄ Z ₄ | 1.0 | 8.0 | 3.0 | 4.0 | 4.00 | | - | - | - | - | |
| | a ₄ , b ₄ Z ₅ | 4.0 | 2.0 | 1.0 | 7.0 | 3.50 | | - | - | - | - | |

Fuente: *Elaboración propia.*

4.1.5. Ensayo de Resistencia a la compresión:
Tabla N° 20:

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE BLOQUES DE CONCRETO ELABORADOS CON CONTENIDO DE PARTÍCULAS DE CONCHAS DE ABANICO (16%) (NTP 339.604).

Resistencia a la compresión de las muestras a1, b1 (14 días).

| MUESTRA a1 | Carga máxima Kg | Largo cm | Ancho cm | Sección cm ² | Resistencia Compresión a los 14 días Kg/cm ² |
|--|-----------------|---------------|---------------|-------------------------|---|
| a ₁ , b ₁ W ₁ | 10764.7 | 39.002 | 14.000 | 546.028 | 19.715 |
| a ₁ , b ₁ W ₂ | 10764.6 | 39.000 | 14.030 | 547.170 | 19.673 |
| a ₁ , b ₁ W ₃ | 11390.6 | 39.008 | 14.080 | 549.233 | 20.739 |
| a ₁ , b ₁ W ₄ | 7956.4 | 39.025 | 14.000 | 546.350 | 14.563 |
| a ₁ , b ₁ W ₅ | 5328.3 | 39.000 | 14.027 | 547.053 | 9.740 |
| Promedio | 9240.9 | 39.007 | 14.027 | 547.167 | 16.886 |

Resistencia a la compresión de las muestras a1, b1 (21 días).

| MUESTRA a2 | Carga máxima Kg | Largo cm | Ancho cm | Sección cm ² | Resistencia Compresión a los 21 días Kg/cm ² |
|--|-----------------|---------------|---------------|-------------------------|---|
| a ₁ , b ₁ W ₁ | 10846.8 | 39.015 | 14.020 | 546.990 | 19.830 |
| a ₁ , b ₁ W ₂ | 11944.6 | 39.000 | 14.000 | 546.000 | 21.877 |
| a ₁ , b ₁ W ₃ | 12850.7 | 39.008 | 14.027 | 547.165 | 23.486 |
| a ₁ , b ₁ W ₄ | 12252.5 | 39.000 | 14.008 | 546.312 | 22.428 |
| a ₁ , b ₁ W ₅ | 11811.9 | 39.007 | 14.027 | 547.151 | 21.588 |
| Promedio | 11941.3 | 39.006 | 14.016 | 547 | 21.842 |

Resistencia a la compresión de las muestras a1, b1 (28 días).

| MUESTRA a3 | Carga máxima Kg | Largo cm | Ancho cm | Sección cm ² | Resistencia Compresión a los 28 días Kg/cm ² |
|--|-----------------|---------------|---------------|-------------------------|---|
| a ₁ , b ₁ W ₁ | 13796.9 | 39.000 | 14.000 | 546.000 | 25.269 |
| a ₁ , b ₁ W ₂ | 14090.6 | 39.019 | 14.002 | 546.344 | 25.791 |
| a ₁ , b ₁ W ₃ | 14269.2 | 39.014 | 14.012 | 546.664 | 26.102 |
| a ₁ , b ₁ W ₄ | 14938.5 | 39.000 | 14.008 | 546.312 | 27.344 |
| a ₁ , b ₁ W ₅ | 15227.4 | 39.001 | 14.011 | 546.443 | 27.866 |
| Promedio | 14464.5 | 39.007 | 14.007 | 546 | 26.475 |

Fuente: *Elaboración propia.*

Tabla N° 21:

RESULTADOS DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE BLOQUES DE CONCRETO ELABORADOS CON CONTENIDO DE RESIDUOS DE CONCHAS DE ABANICO (20%)

Resistencia a la compresión de las muestras a2, b2

| MUESTRA b1 | Carga máxima Kg | Largo cm | Ancho cm | Sección cm2 | Resistencia Compresión a los 14 días Kg/cm2 |
|---|--------------------------------|-----------------|---------------------|------------------------|--|
| a₂, b₂ W₁ | 9410.8 | 39.008 | 14.003 | 546.229 | 17.229 |
| a₂, b₂ W₂ | 10371.2 | 39.008 | 14.014 | 546.658 | 18.972 |
| a₂, b₂ W₃ | 9500 | 39.003 | 14.047 | 547.875 | 17.340 |
| a₂, b₂ W₄ | 12241 | 39.047 | 14.048 | 548.532 | 22.316 |
| a₂, b₂ W₅ | 7500.2 | 39.021 | 14.060 | 548.635 | 13.671 |
| Promedio | 9804.6 | 39.017 | 14.034 | 547.586 | 17.905 |

Resistencia a la compresión de las muestras a2, b2

| MUESTRA b2 | Carga máxima Kg | Largo cm | Ancho cm | Sección cm2 | Resistencia Compresión a los 21 días Kg/cm2 |
|---|--------------------------------|-----------------|---------------------|------------------------|--|
| a₂, b₂ W₁ | 10317.9 | 39.002 | 14.001 | 546.067 | 18.895 |
| a₂, b₂ W₂ | 10876.3 | 39.000 | 14.014 | 546.546 | 19.900 |
| a₂, b₂ W₃ | 12170.9 | 39.045 | 14.021 | 547.450 | 22.232 |
| a₂, b₂ W₄ | 13196.9 | 39.001 | 14.028 | 547.106 | 24.121 |
| a₂, b₂ W₅ | 10489.9 | 39.021 | 14.020 | 547.074 | 19.175 |
| Promedio | 11410.4 | 39.014 | 14.017 | 546.849 | 20.865 |

Resistencia a la compresión de las muestras a2, b2

| MUESTRA b3 | Carga máxima Kg | Largo cm | Ancho cm | Sección cm2 | Resistencia Compresión a los 28 días Kg/cm2 |
|---|--------------------------------|-----------------|---------------------|------------------------|--|
| a₂, b₂ W₁ | 10510 | 39.021 | 14.001 | 546.333 | 19.237 |
| a₂, b₂ W₂ | 12074 | 39.023 | 14.014 | 546.868 | 22.078 |
| a₂, b₂ W₃ | 11248 | 39.000 | 14.017 | 546.663 | 20.576 |
| a₂, b₂ W₄ | 11473.9 | 39.040 | 14.000 | 546.560 | 20.993 |
| a₂, b₂ W₅ | 11710 | 39.017 | 14.001 | 546.277 | 21.436 |
| Promedio | 11403.2 | 39.020 | 14.007 | 546.540 | 20.864 |

Fuente: *Elaboración propia.*

Tabla N° 22:

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE BLOQUES DE CONCRETO ELABORADOS SIN CONTENIDO DE PARTÍCULAS DE CONCHAS DE ABANICO (NTP 339.604).

Resistencia a la compresión de las muestras a3, b3 (14 días).

| MUESTRA c1 | Carga máxima Kg | Largo cm | Ancho cm | Sección cm ² | Resistencia Compresión a los 14 días Kg/cm ² |
|--|-----------------|---------------|---------------|-------------------------|---|
| a ₃ , b ₃ W ₁ | 11724.2 | 39.000 | 14.003 | 546.117 | 21.468 |
| a ₃ , b ₃ W ₂ | 12102.2 | 39.008 | 14.014 | 546.658 | 22.139 |
| a ₃ , b ₃ W ₃ | 11328.5 | 39.012 | 14.000 | 546.168 | 20.742 |
| a ₃ , b ₃ W ₄ | 12068.4 | 39.070 | 14.012 | 547.449 | 22.045 |
| a ₃ , b ₃ W ₅ | 10170.8 | 39.000 | 14.000 | 546.000 | 18.628 |
| Promedio | 11478.8 | 39.018 | 14.006 | 546.478 | 21.004 |

Resistencia a la compresión de las muestras a3, b3 (21 días).

| MUESTRA c2 | Carga máxima Kg | Largo cm | Ancho cm | Sección cm ² | Resistencia Compresión a los 21 días Kg/cm ² |
|--|-----------------|---------------|---------------|-------------------------|---|
| a ₃ , b ₃ W ₁ | 11793.3 | 39.120 | 14.000 | 547.680 | 21.533 |
| a ₃ , b ₃ W ₂ | 13420.9 | 39.040 | 14.008 | 546.872 | 24.541 |
| a ₃ , b ₃ W ₃ | 10451.9 | 39.000 | 14.005 | 546.195 | 19.136 |
| a ₃ , b ₃ W ₄ | 11074.9 | 39.001 | 14.012 | 546.482 | 20.266 |
| a ₃ , b ₃ W ₅ | 10864.9 | 39.005 | 14.021 | 546.889 | 19.867 |
| Promedio | 11521.2 | 39.033 | 14.009 | 546.824 | 21.069 |

Resistencia a la compresión de las muestras a3, b3 (28 días).

| MUESTRA c3 | Carga máxima Kg | Largo cm | Ancho cm | Sección cm ² | Resistencia Compresión a los 28 días Kg/cm ² |
|--|-----------------|---------------|---------------|-------------------------|---|
| a ₃ , b ₃ W ₁ | 12711.3 | 39.000 | 14.035 | 547.365 | 23.223 |
| a ₃ , b ₃ W ₂ | 11350.1 | 39.008 | 14.029 | 547.243 | 20.741 |
| a ₃ , b ₃ W ₃ | 14082.4 | 39.004 | 14.000 | 546.056 | 25.789 |
| a ₃ , b ₃ W ₄ | 11551.5 | 39.027 | 14.068 | 549.032 | 21.040 |
| a ₃ , b ₃ W ₅ | 13030.9 | 39.098 | 14.087 | 550.774 | 23.659 |
| Promedio | 12545.2 | 39.027 | 14.044 | 548.093 | 22.890 |

Fuente: *Elaboración propia.*

Tabla N° 23:

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE BLOQUES ARTESANALES COMERCIALES (NTP 339.604).

| Resistencia a la compresión de las muestras a4, b4 (14 días). | | | | | |
|--|------------------------|-----------------|-----------------|-------------------------------|---|
| MUESTRA d1 | Carga máxima Kg | Largo cm | Ancho cm | Sección cm² | Resistencia Compresión a los 14 días Kg/cm² |
| a₄, b₄ W₁ | 3517.4 | 39.021 | 14.121 | 551.016 | 6.383 |
| a₄, b₄ W₂ | 4598.3 | 39.025 | 14.089 | 549.823 | 8.363 |
| a₄, b₄ W₃ | 4734.2 | 39.080 | 14.189 | 554.506 | 8.538 |
| a₄, b₄ W₄ | 3392.7 | 39.064 | 14.029 | 548.029 | 6.191 |
| a₄, b₄ W₅ | 5316.6 | 39.089 | 14.211 | 555.494 | 9.571 |
| Promedio | 4311.8 | 39.056 | 14.128 | 551.773 | 7.809 |

| Resistencia a la compresión de las muestras a4, b4 (21 días). | | | | | |
|--|------------------------|-----------------|-----------------|-------------------------------|---|
| MUESTRA d2 | Carga máxima Kg | Largo cm | Ancho cm | Sección cm² | Resistencia Compresión a los 21 días Kg/cm² |
| a₄, b₄ W₁ | 5620.8 | 39.000 | 14.214 | 554.346 | 10.140 |
| a₄, b₄ W₂ | 4615.6 | 39.147 | 14.321 | 560.624 | 8.233 |
| a₄, b₄ W₃ | 5553.1 | 39.621 | 14.587 | 577.952 | 9.608 |
| a₄, b₄ W₄ | 5564 | 39.064 | 14.295 | 558.420 | 9.964 |
| a₄, b₄ W₅ | 5509.1 | 39.026 | 14.125 | 551.242 | 9.994 |
| Promedio | 5372.5 | 39.172 | 14.308 | 560.483 | 9.588 |

| Resistencia a la compresión de las muestras a4, b4 (28 días). | | | | | |
|--|------------------------|-----------------|-----------------|-------------------------------|---|
| MUESTRA d3 | Carga máxima Kg | Largo cm | Ancho cm | Sección cm² | Resistencia Compresión a los 28 días Kg/cm² |
| a₄, b₄ W₁ | 5329.8 | 39.021 | 14.021 | 547.113 | 9.742 |
| a₄, b₄ W₂ | 5176.3 | 39.025 | 14.029 | 547.482 | 9.455 |
| a₄, b₄ W₃ | 5266.6 | 39.023 | 14.211 | 554.556 | 9.497 |
| a₄, b₄ W₄ | 7109.5 | 39.024 | 14.111 | 550.668 | 12.911 |
| a₄, b₄ W₅ | 4803.2 | 39.002 | 14.018 | 546.730 | 8.785 |
| Promedio | 5537.1 | 39.019 | 14.078 | 549.309 | 10.078 |

Fuente: *Elaboración propia.*

4.1.5.1 Macrografía de especímenes:

Se realizó la macrografía en muestras de cada grupo de bloques de concreto para observar el tamaño y la forma de la concha de abanico, así como los vacíos que posee estos especímenes.

- Macrografía del espécimen **BL- 16 %** de partículas de concha de abanico triturada, donde se puede apreciar la dispersión de esta concha con áreas de 3381.70, 911.06 y 5880.00 μm . aproximadamente.

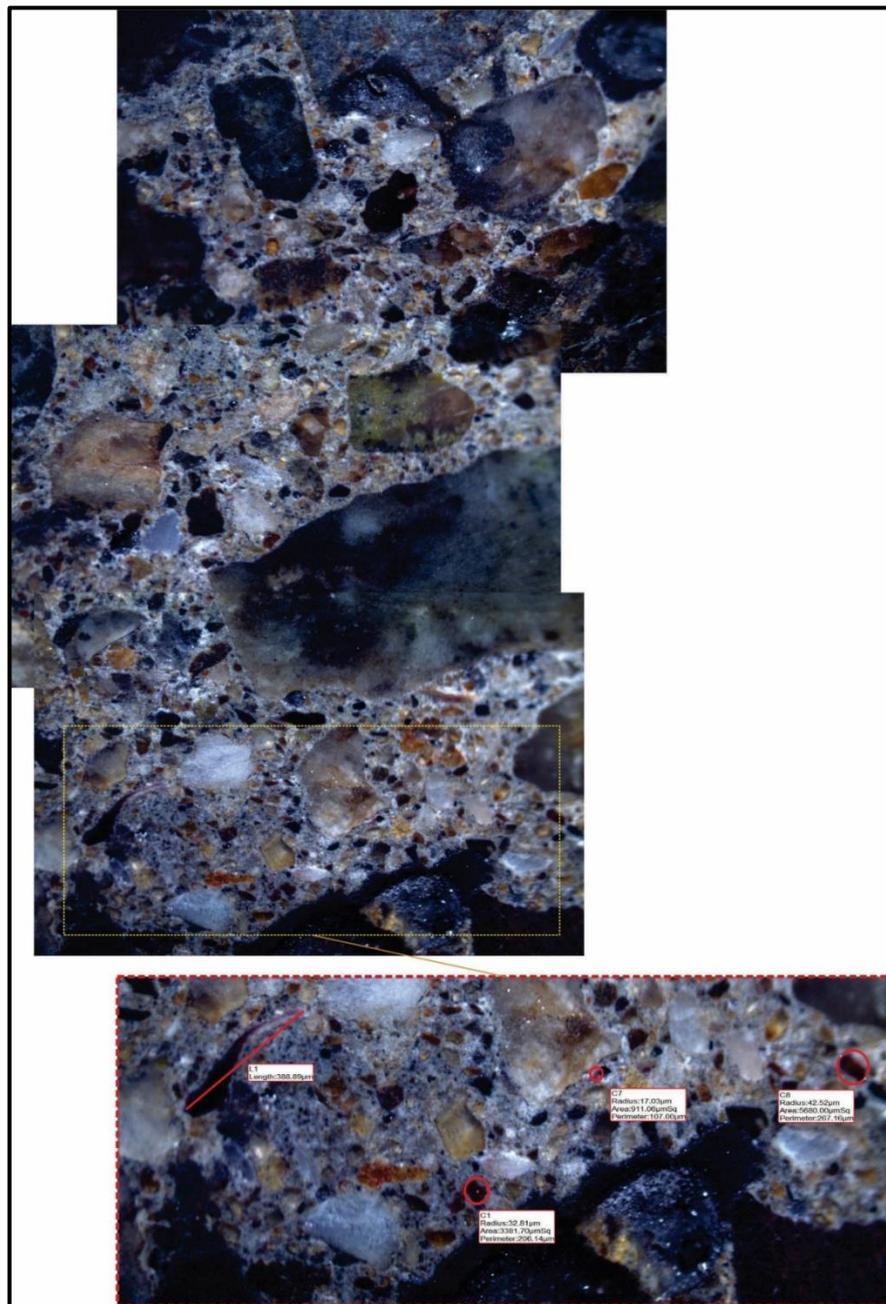


Figura N°20: Macrografía del BL-16%
Fuente: *Elaboración propia.*

- Macrografía (Aumento 25x) de poros encontrados del espécimen BL- 16 % de partículas de concha de abanico triturada donde se puede apreciar el tamaño de área máxima = 3372.024 μm y área mínima = 229.014 μm

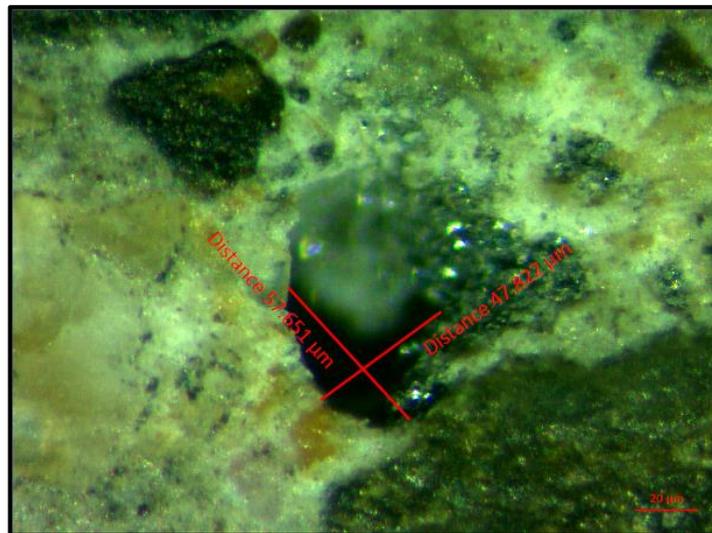
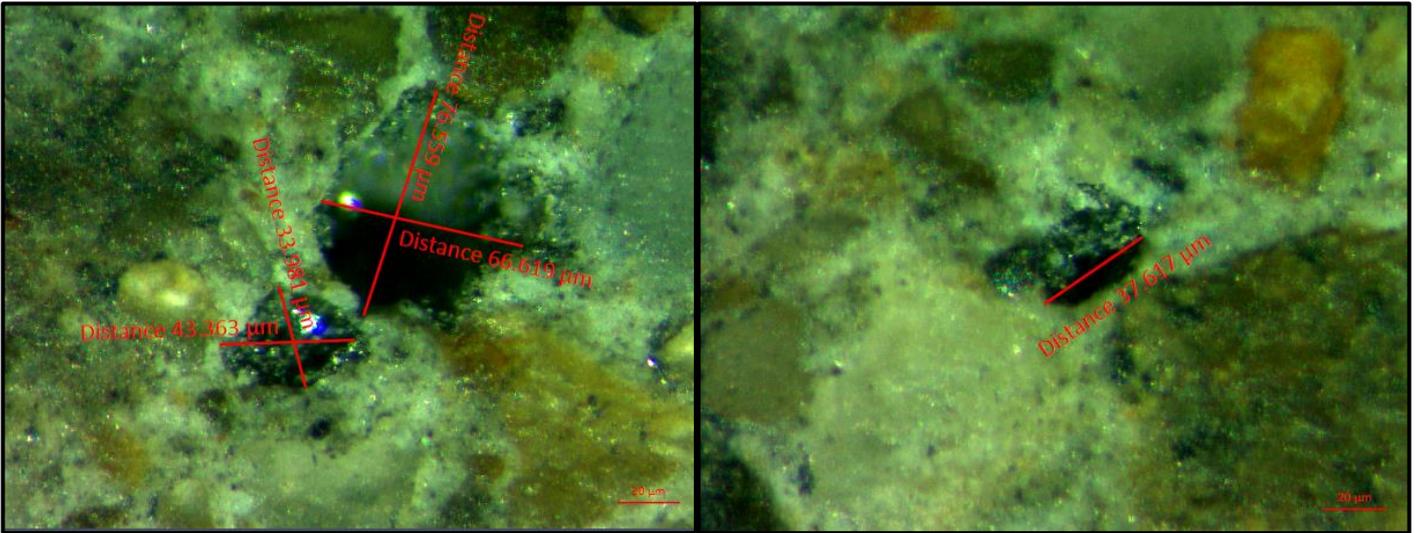


Figura N°21: Macrografía de los poros del bloque 16%
Fuente: *Elaboración propia.*

- Macrografía (Aumento 25x) del espécimen BL- 20 % partículas de concha de abanico triturada donde se pude apreciar la dispersión de esta concha con áreas aproximada de 27491.28 μm

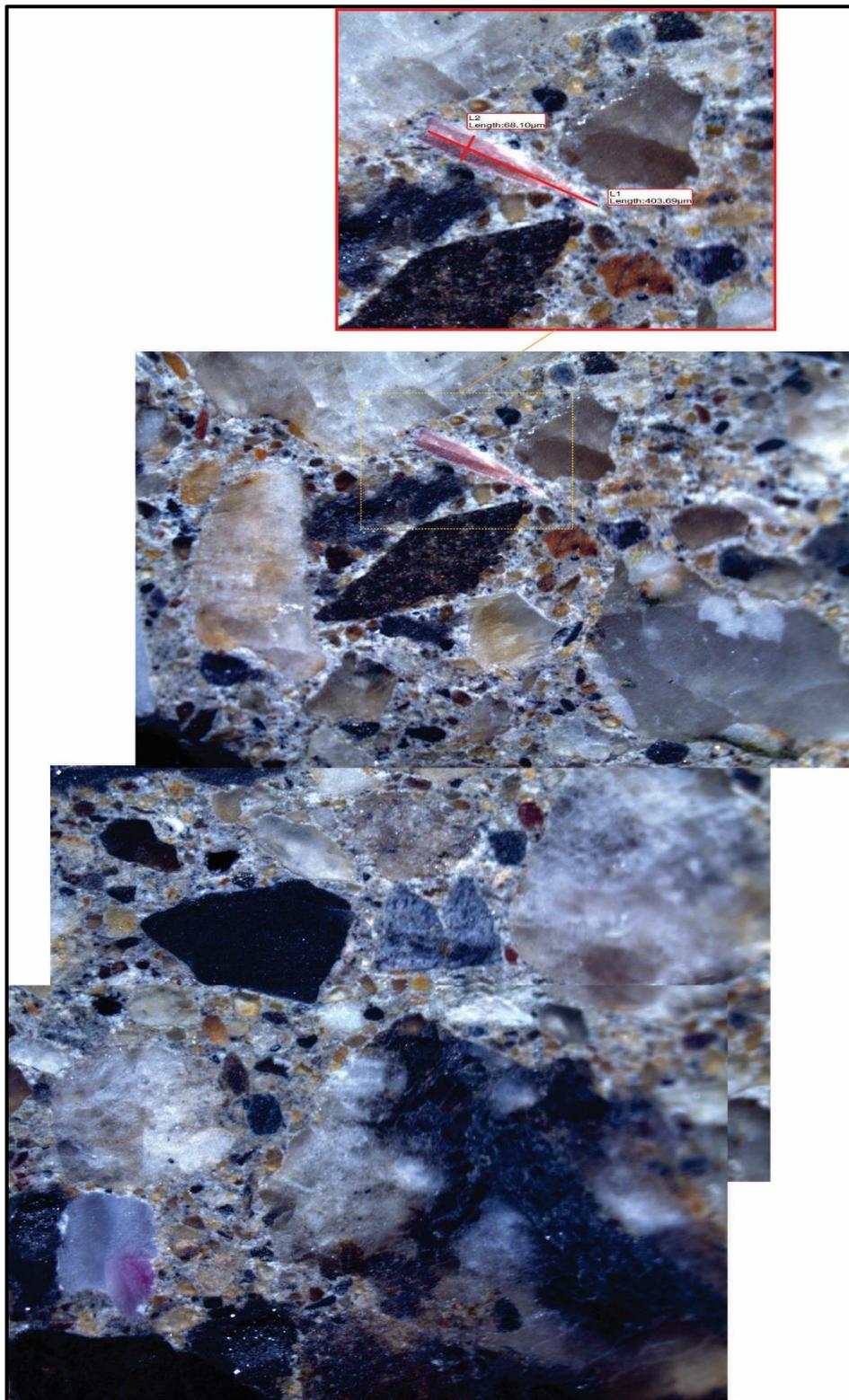


Figura N°22: Macrografía del bloque 20%
Fuente: *Elaboración propia.*

- Macrografía (aumento 25x) de poros encontrados del espécimen BL- 20% partículas de concha de abanico triturada donde se puede apreciar el tamaño de área máxima de poro = 4025.154 μm y área mínima de poro = 1111.37 μm

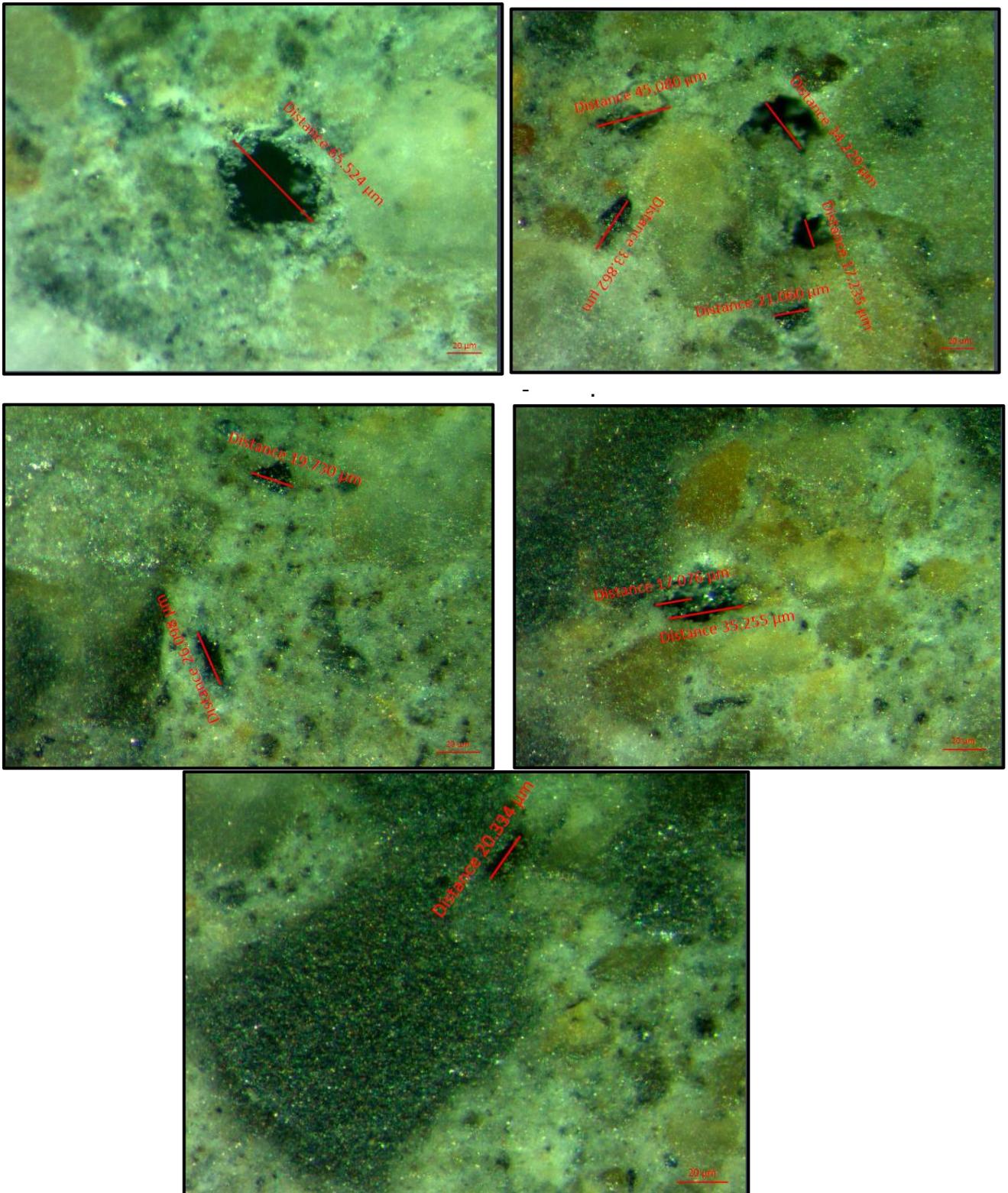


Figura N°23: Macrografía de poros del bloque 20%
Fuente: *Elaboración propia.*

- Macrografía de poros encontrados del espécimen **BL-PATRON** que contiene **0 %** partículas de concha de abanico triturada.

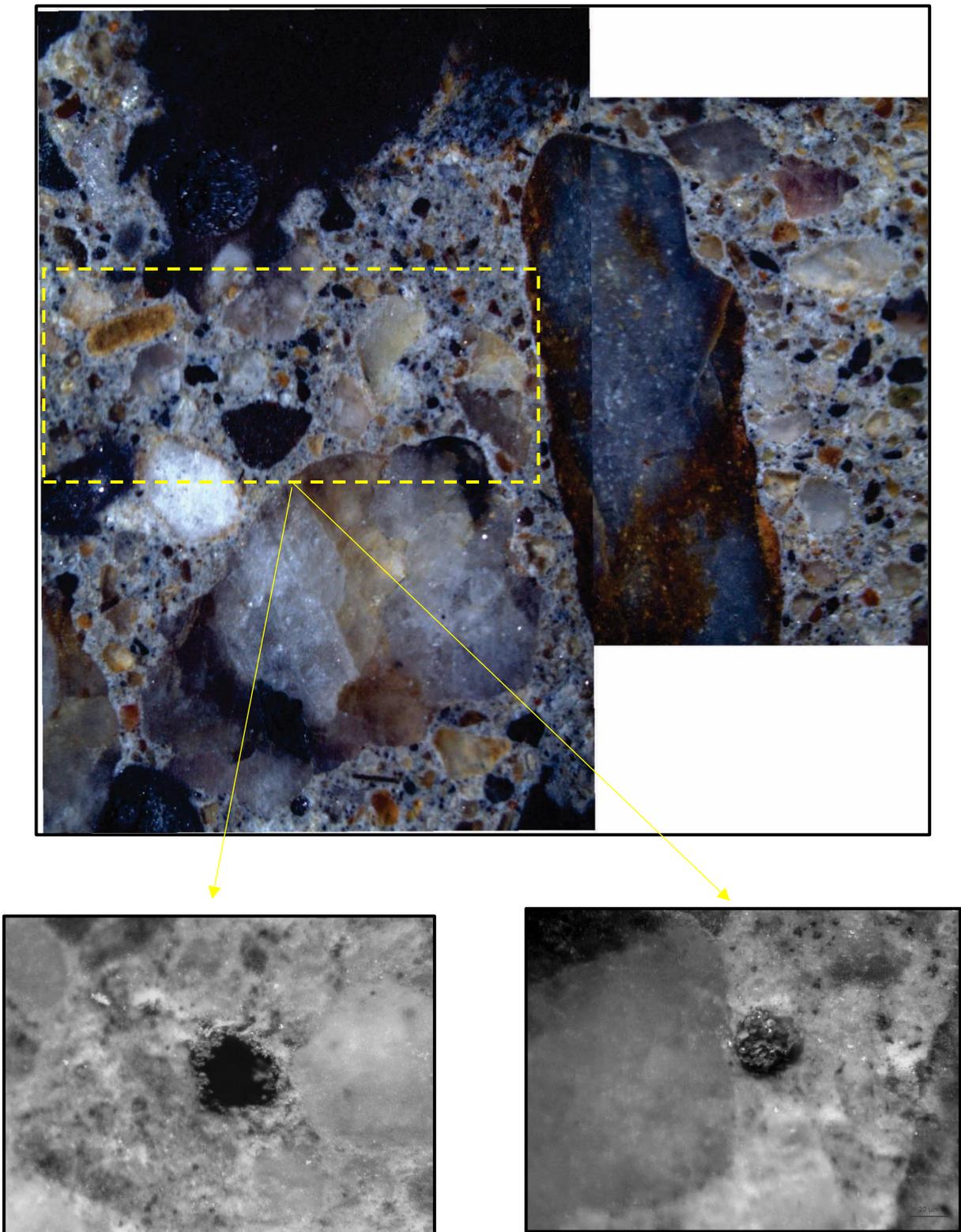


Figura N°24: Macrografía del bloque Patrón
Fuente: *Elaboración propia.*

- Macrografía (aumento 25x) del espécimen **BL-PATRON**, donde se puede apreciar el tamaño de área máxima = 3656.54 μm y área mínima = 1177.04 μm de poros encontrados.

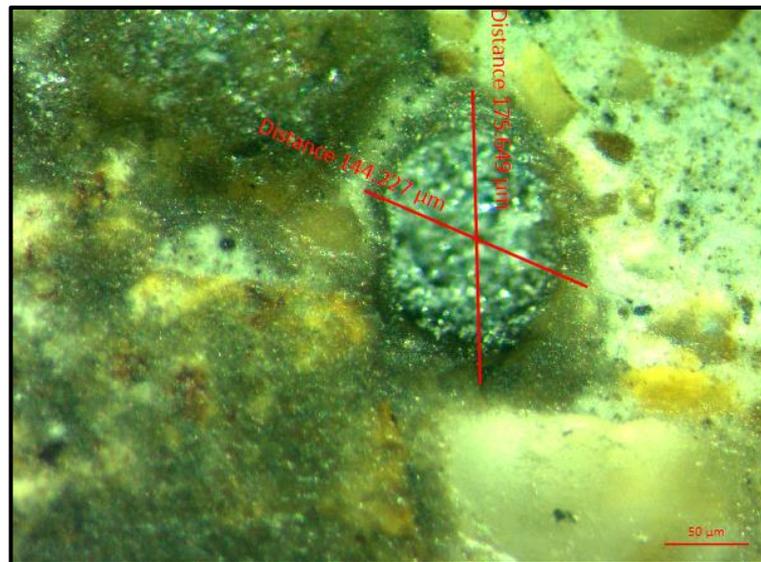
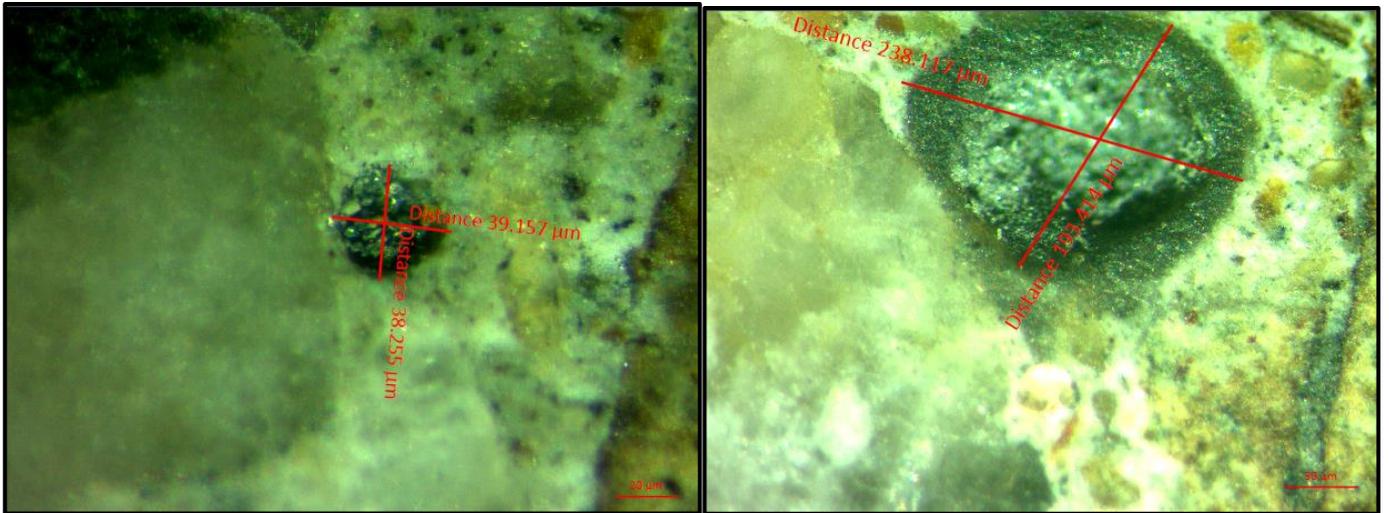


Figura N°25: Macrografía de poros del bloque 20%
Fuente: *Elaboración propia.*

- Macrografía de poros encontrados del espécimen **BL- ARTESANAL COMERCIAL** que contiene **0 %** partículas de concha de abanico triturada.

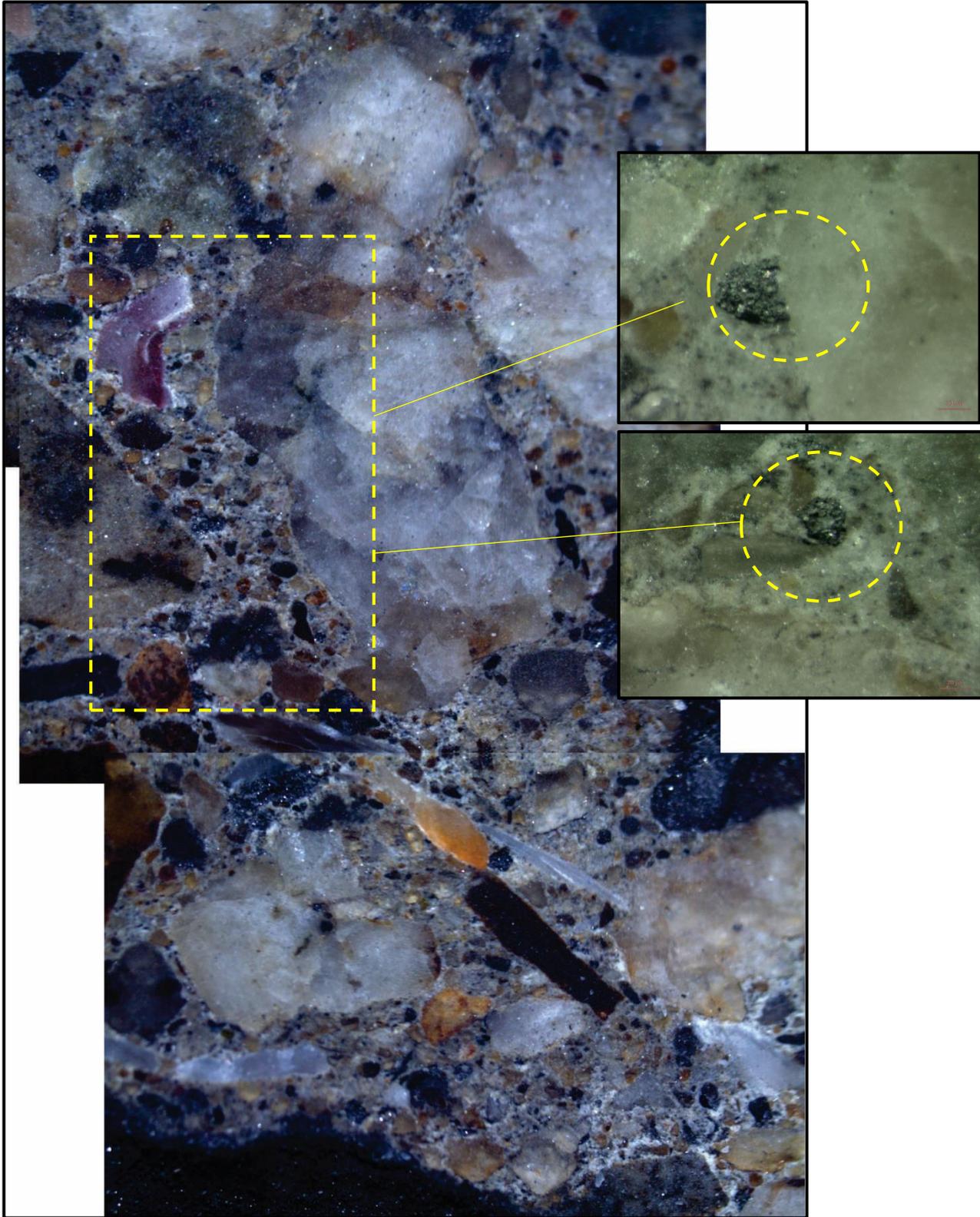


Figura N°26: Macrografía del bloque Artesanal Comercial
Fuente: *Elaboración propia.*

- Macrografía (aumento 25x) del espécimen **BL-ARTESANAL COMERCIAL**, donde se puede apreciar el tamaño de área máxima = 5818.26 μm y área mínima = 173.85 μm de poros encontrados

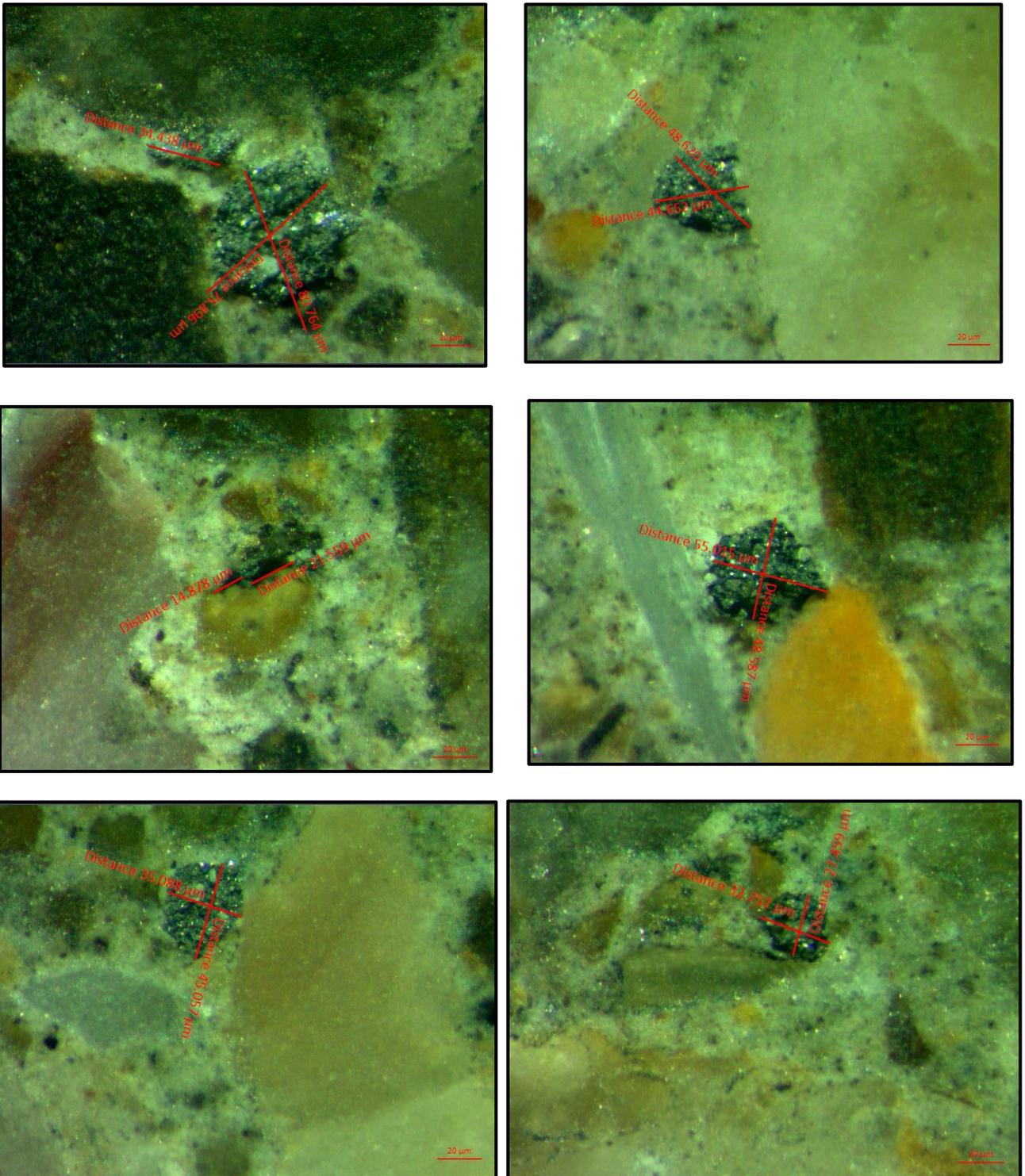


Figura N°27: Macrografía de poros del bloque Artesanal comercial
Fuente: *Elaboración propia.*

4.1.6. Ensayo de Resistencia a la compresión axial de pilas:

Tabla N° 24:

Ensayo de compresión axial de pilas.

| ENSAYOS A COMPRESIÓN AXIA EN PILAS | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|-----|----------------------------------|-----------|-----------|-----------|------------------|-----------|-----------|-----------|------------------|
| PILAS | | PILAS (BL-16%) | | | | PILAS (BL-20%) | | | | |
| PILAS | | 2 HILERAS | P1 | P2 | P3 | Promedio | P1 | P2 | P3 | Promedio |
| AREA (cm ²) = | 546 | CARGA MÁXIMA | 17275.528 | 15617.077 | 16446.303 | 16446.303 | 14619.243 | 14884.595 | 15188.644 | 14897.494 |
| | | ALTURA | 40.86 | 40.5 | 40.92 | 40.760 | 40.87 | 40.62 | 40.98 | 40.823 |
| | | ESPEJOR | 14.1 | 14.15 | 14.1 | 14.117 | 14.12 | 13.98 | 14.05 | 14.050 |
| | | ESBELTEZ | 2.90 | 2.86 | 2.90 | 2.887 | 2.89 | 2.91 | 2.92 | 2.906 |
| | | RESISTENCIA(Kg/cm ²) | 31.640 | 28.603 | 30.121 | 30.121 | 26.775 | 27.261 | 27.818 | 27.285 |
| PILAS | | 3 HILERAS | P1 | P2 | P3 | Promedio | P1 | P2 | P3 | Promedio |
| AREA (cm ²) = | 546 | CARGA MÁXIMA | 16722.711 | 16169.894 | 15893.486 | 16262.031 | 13820.423 | 14856.954 | 15064.261 | 14580.546 |
| | | ALTURA | 57.22 | 58.3 | 59.12 | 58.213 | 58.9 | 58.73 | 59.2 | 58.943 |
| | | ESPEJOR | 14.09 | 14.15 | 14.12 | 14.120 | 14.06 | 14.13 | 14.03 | 14.073 |
| | | ESBELTEZ | 4.06 | 4.12 | 4.19 | 4.123 | 4.19 | 4.16 | 4.22 | 4.188 |
| | | RESISTENCIA(Kg/cm ²) | 30.628 | 29.615 | 29.109 | 29.784 | 25.312 | 27.211 | 27.590 | 26.704 |
| PILAS (BL-PATRÓN) | | | | | | | | | | |
| PILAS | | 2 HILERAS | P1 | P2 | P3 | Promedio | P1 | P2 | P3 | Promedio |
| AREA (cm ²) = | 546 | CARGA MÁXIMA | 17551.937 | 15893.486 | 17275.528 | 16906.984 | 10365.317 | 7186.620 | 5804.577 | 7785.505 |
| | | ALTURA | 40.96 | 40.57 | 40.5 | 40.677 | 40.03 | 40.1 | 40.6 | 40.243 |
| | | ESPEJOR | 14.1 | 14.17 | 14.15 | 14.140 | 14 | 14.1 | 14.05 | 14.050 |
| | | ESBELTEZ | 2.90 | 2.86 | 2.86 | 2.877 | 2.86 | 2.84 | 2.89 | 2.864 |
| | | RESISTENCIA(Kg/cm ²) | 32.146 | 29.109 | 31.640 | 30.965 | 18.984 | 13.162 | 10.631 | 14.259 |
| PILAS | | 3 HILERAS | P1 | P2 | P3 | Promedio | P1 | P2 | P3 | Promedio |
| AREA (cm ²) = | 546 | CARGA MÁXIMA | 15893.486 | 16169.894 | 15202.465 | 15755.282 | 5113.556 | 7048.415 | 7739.437 | 6633.803 |
| | | ALTURA | 58.7 | 59.61 | 60 | 59.437 | 58.9 | 59.1 | 59.45 | 59.150 |
| | | ESPEJOR | 14 | 14.1 | 14.1 | 14.067 | 14.1 | 14.03 | 14.06 | 14.063 |
| | | ESBELTEZ | 4.19 | 4.23 | 4.26 | 4.225 | 4.18 | 4.21 | 4.23 | 4.206 |
| | | RESISTENCIA(Kg/cm ²) | 29.109 | 29.615 | 27.843 | 28.856 | 9.365 | 12.909 | 14.175 | 12.150 |

Fuente: *Elaboración propia*

**Tabla N° 25:
Resumen de ensayo de compresión axial de pilas.**

| | PILAS (BL-16%) | | PILAS (BL-20%) | |
|---|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | 2 hileras | 3 hileras | 2 hileras | 3 hileras |
| Resistencia a la compresión promedio | 36.87 Kg/cm2 | 34.00 Kg/cm2 | 27.28 Kg/cm2 | 26.70 Kg/cm2 |
| Desviación estándar | 0.77 | 0.77 | 0.52 | 1.22 |
| Coefficiente de Variación | 2.10% | 2.27% | 1.91% | 4.57% |
| Esbeltez promedio | 2.887 | 4.123 | 2.906 | 4.188 |
| Factor de corrección | 0.85 | 0.96 | 0.89 | 0.96 |

| | PILAS (BL-PATRÓN) | | PILAS (BL-ARTESANAL COMERCIAL) | |
|---|-------------------|-----------------|--------------------------------|-----------------|
| | 2 hileras | 3 hileras | 2 hileras | 3 hileras |
| Resistencia a la compresión promedio | 34.51 Kg/cm2 | 30.25 Kg/cm2 | 19.07 Kg/cm2 | 13.08 Kg/cm2 |
| Desviación estándar | 0.29 | 0.33 | 0.64 | 0.15 |
| Coefficiente de Variación | 0.85% | 1.11% | 3.34% | 1.11% |
| Esbeltez promedio | 2.877 | 4.255 | 2.864 | 4.206 |
| Factor de corrección | 0.85 | 0.97 | 0.85 | 0.96 |

Fuente: Elaboración propia.

$$f'm = aC(X - m\epsilon)$$

a: Es un coeficiente de la edad del ensayo (a=1, cuando el ensayo se realiza a los 28 días y a=1.1, cuando el ensayo se realiza a los 07 días.).

C: Factor de corrección de la esbeltez, ver Norma E 0.70.

X: Promedio de resultados de pruebas ensayadas.

m: Número que depende del % de resultados defectuosos (m=1.3).

o: Desviación estándar de las pruebas.

Tabla N° 26:

Resistencia promedio final admisible de pilas.

| Resistencia promedio final admisible (f'm) | PILAS (BL-16%) | | PILAS (BL-20%) | |
|--|--------------------|--------------------|--------------------------------|--------------------|
| | 2 hileras | 3 hileras | 2 hileras | 3 hileras |
| | 30.49 | 31.68 | 23.68 | 24.11 |
| | Kg/cm ² | Kg/cm ² | Kg/cm ² | Kg/cm ² |
| Resistencia promedio final admisible (f'm) | PILAS (BL-PATRÓN) | | PILAS (BL-ARTESANAL COMERCIAL) | |
| | 2 hileras | 3 hileras | 2 hileras | 3 hileras |
| | 29.01 | 28.59 | 14.42 | 12.09 |
| | Kg/cm ² | Kg/cm ² | Kg/cm ² | Kg/cm ² |

Fuente: *Elaboración propia.*

4.1.7. Ensayo de Resistencia a la compresión diagonal de muretes:

Tabla N° 27:

Ensayo de compresión diagonal de muretes.

| COMPRESION DIAGONAL EN MURETES (BL-16%) | | | | | | |
|---|-------------|-------|-------|---------|--------------------------|--|
| MURETE | P máx. (kg) | t(cm) | L(cm) | A(cm) | V'm(kg/cm ²) | Tipo de falla |
| M1 | 4837.15 | 14.00 | 85.92 | 1202.88 | 4.02 | Falla por tensión diagonal en bloques y juntas |
| M2 | 4975.35 | 14.00 | 86.02 | 1204.28 | 4.13 | Falla por tensión diagonal en juntas |
| M3 | 5044.45 | 14.00 | 85.47 | 1196.58 | 4.22 | Falla por tensión diagonal en bloques y juntas |
| PROMEDIO (kg/cm²) | | | | | 4.12 | |

| COMPRESION DIAGONAL EN MURETES (BL-20%) | | | | | | |
|---|-------------|-------|-------|---------|--------------------------|--------------------------------------|
| MURETE | P máx. (kg) | t(cm) | L(cm) | A(cm) | V'm(kg/cm ²) | Tipo de falla |
| M1 | 4975.35 | 14.00 | 85.92 | 1202.88 | 4.14 | Falla por tensión diagonal en juntas |
| M2 | 4864.79 | 14.00 | 86.02 | 1204.28 | 4.04 | Falla por tensión diagonal en juntas |
| M3 | 4837.15 | 14.00 | 85.47 | 1196.58 | 4.04 | Falla por tensión diagonal en juntas |
| PROMEDIO (kg/cm²) | | | | | 4.07 | |

| COMPRESION DIAGONAL EN MURETES (BL-PATRÓN) | | | | | | |
|---|------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------------|--|
| MURETE | P máx. (kg) | t(cm) | L(cm) | A(cm) | V'm(kg/cm2) | Tipo de falla |
| M1 | 5044.45 | 14.00 | 85.92 | 1202.88 | 4.19 | Falla por tensión diagonal en juntas |
| M2 | 5113.56 | 14.00 | 86.02 | 1204.28 | 4.25 | Falla por tensión diagonal en bloques y juntas |
| M3 | 4768.05 | 14.00 | 85.47 | 1196.58 | 3.98 | Falla por tensión diagonal en juntas |
| PROMEDIO (kg/cm2) | | | | | 4.14 | |

| COMPRESION DIAGONAL EN MURETES (BL-ARTESANAL COMERCIAL) | | | | | | |
|--|------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------------|--|
| MURETE | P máx. (kg) | t(cm) | L(cm) | A(cm) | V'm(kg/cm2) | Tipo de falla |
| M1 | 3524.21 | 14.00 | 85.92 | 1202.88 | 2.93 | Falla por tensión diagonal en juntas |
| M2 | 3455.11 | 14.00 | 86.02 | 1204.28 | 2.87 | Falla por tensión diagonal en bloques y juntas |
| M3 | 3316.90 | 14.00 | 85.47 | 1196.58 | 2.77 | Falla por tensión diagonal en bloques |
| PROMEDIO (kg/cm2) | | | | | 2.86 | |

Fuente: *Elaboración propia.*

Tabla N° 28:
Resumen de ensayo de compresión diagonal de muretes.

| COMPRESIÓN DIAGOAL EN MURETES (BL-16%) (v´m) | |
|---|--------------|
| Resistencia a la compresión promedio | 4.12 |
| Desviación estándar | 0.097 |
| Resistencia a la compresión final | 4.03 |
| Dispersión de resultados | 2.36 |
| COMPRESIÓN DIAGOAL EN MURETES (BL-20%) (v´m) | |
| Resistencia a la compresión promedio | 4.07 |
| Desviación estándar | 0.055 |
| Resistencia a la compresión final | 4.02 |
| Dispersión de resultados | 1.35 |

| COMPRESIÓN DIAGONAL EN MURETES (BL-PATRÓN) (v´m). | |
|--|-------------|
| Resistencia a la compresión promedio | 4.14 |
| Desviación estándar | 0.138 |
| Resistencia a la compresión final | 4.00 |
| Dispersión de resultados | 3.34% |

| COMPRESIÓN DIAGONAL EN MURETES (BL-ARTESANAL COMERCIAL) (v´m). | |
|---|-------------|
| Resistencia a la compresión promedio | 2.86 |
| Desviación estándar | 0.080 |
| Resistencia a la compresión final | 2.78 |
| Dispersión de resultados | 2.79% |

Fuente: *Elaboración propia.*

CAPÍTULO V DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. Contrastación y prueba de la hipótesis

La presente investigación busco determinar la Caracterización de las propiedades de unidades de albañilería y muretes conformados por bloques de concreto en adición de conchas de abanico mediante ensayo de la norma E070. Al finalizar los ensayos se obtuvieron resultados de diferentes resistencias a la compresión con diferentes incorporaciones de partículas de concha de abanico y sin esta, demostrando que, a mayor incorporación de partículas de concha de abanico, la resistencia a la compresión disminuye. En la siguiente grafica se muestra los resultados de los bloques ensayados con respecto a lo planteado en la hipótesis.

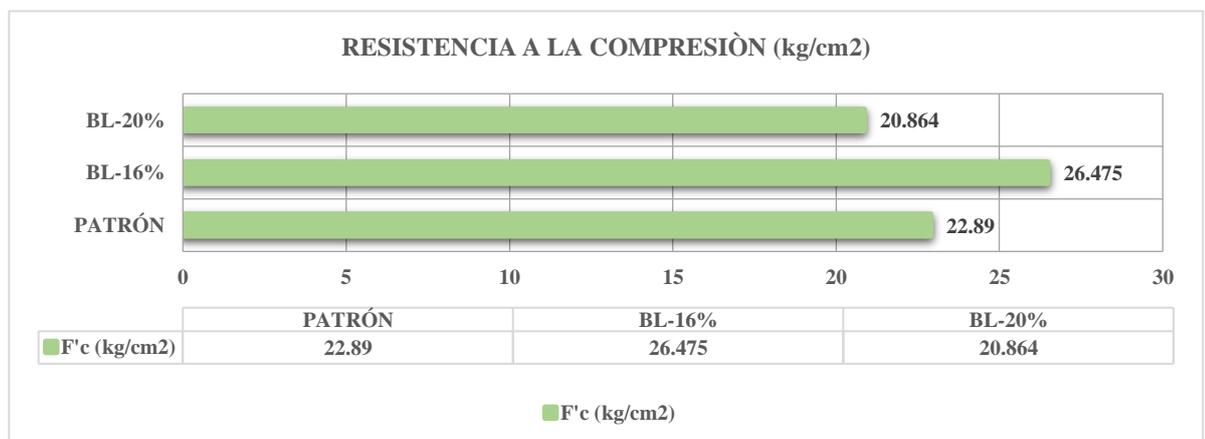


Figura N°28: Contrastación y demostración de hipótesis.

Fuente: *Elaboración propia.*

De acuerdo a lo especificado en la hipótesis, el bloque con los diferentes porcentajes de 16% y 20% debió aumentar su resistencia a la compresión en un 20% con respecto al bloque patrón resultando que los bloques de concha de abanico no superaron con lo especificado. Sin embargo, cumplió con lo mínimo requerido en la norma E070.

5.2. Ensayo de absorción:

La absorción de un bloque de concreto NP, no será mayor que 15%.

De acuerdo a la gráfica mostrada, se puede observar que los 4 grupos ensayados están dentro del rango estipulado en la norma E.070. Sin embargo, se encontró que al sustituir el 16%, la absorción disminuye con respecto al bloque patrón, no obstante, si se aumenta el porcentaje de incorporación en un 20% su absorción, con respecto a este mismo, tiende a aumentar.

Esto ocurre debido a que la concha de abanico posee un mayor porcentaje de absorción con respecto a la arena.

Cabe resaltar que el bloque comprado en la ladrillera “Marcelo” posee una absorción mucho mayor con respecto a los demás grupos ensayados, esto indica que el bloque es más poroso y menos resistente al interperismo.

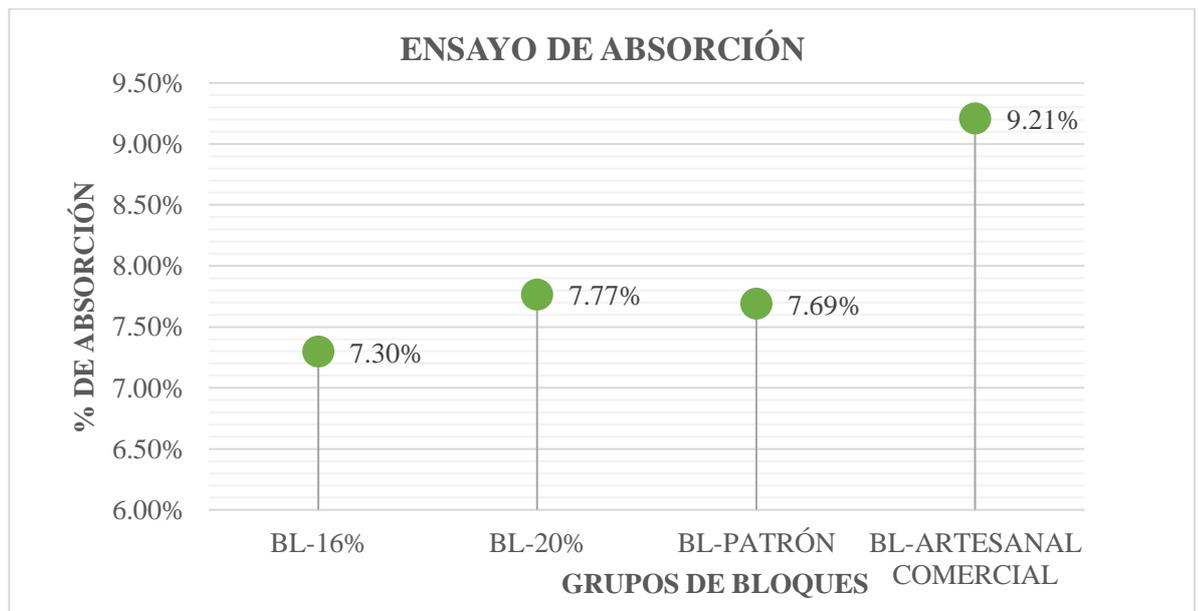


Figura N° 29: Ensayo de Absorción.

Fuente: *Elaboración propia.*

5.3. Ensayo de Variación dimensional:

En la gráfica se muestra que los tres primeros grupos, sus dimensiones varían ligeramente con respecto a las dimensiones nominales (largo, ancho y alto), sin embargo, el bloque artesanal comercial tiene un ligero aumento de variación en cuanto a su altura de 0.91%.

Cabe mencionar que si se reemplaza entre los rangos de 5% - 20%, sus variaciones mejorarían con respecto al bloque patrón, sin embargo, si se incorpora más de lo especificado, sus dimensiones tienden a distorsionarse.

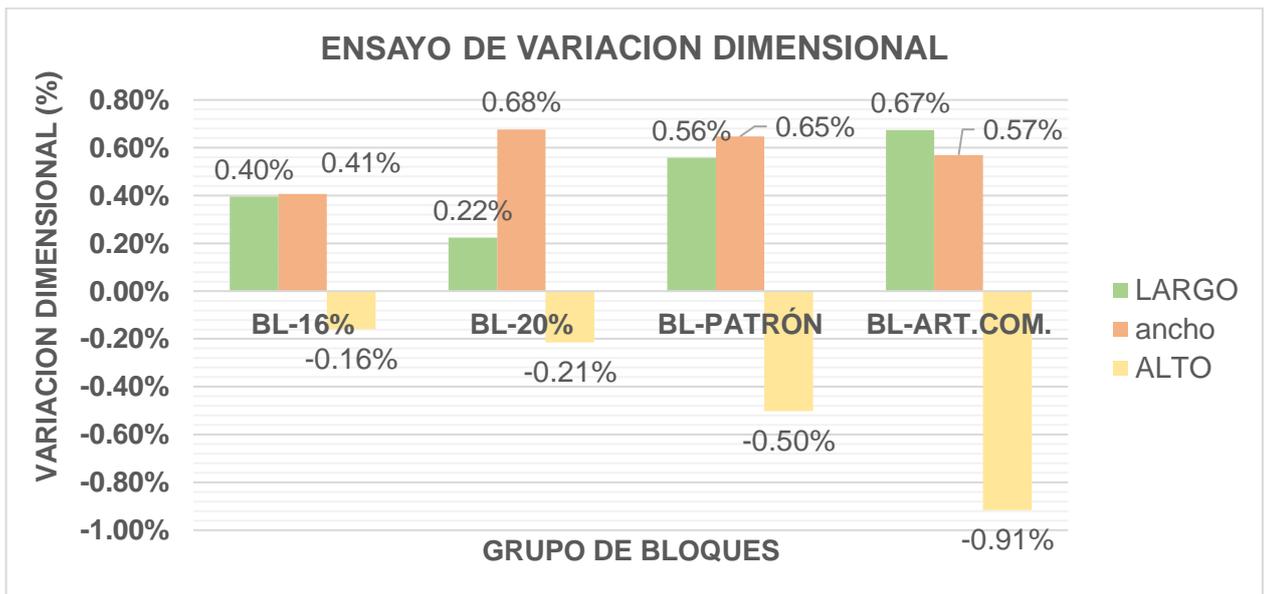


Figura N° 30: Ensayo de Variación Dimensional.

Fuente: *Elaboración propia.*

5.4. Ensayo de Alabeo:

El alabeo de un bloque de concreto NP, no será mayor a 8 mm.

Los resultados mostrados en la siguiente tabla indican que el alabeo disminuye al incorporar mayor porcentaje de concha de abanico con respecto al bloque patrón. Esto sucede porque la concha de abanico es un material poco trabajable al momento de realizar la mezcla, lo que conlleva a que la elaboración de los bloques resulte tener mayor estabilidad cuando son volteados para ser colocados en la base.

La mayor variación de dimensiones y el mayor alabeo de las unidades, conducen a un mayor grosor de las juntas del mortero, es por ello que genera una baja resistencia a la compresión y a la fuerza cortante de acuerdo a la norma E070.

Cabe mencionar que el alabeo se da también debido a la contracción o secado en las caras laterales del bloque de concreto y por la baja mano de obra calificada de los operarios cuando realizan esta elaboración.

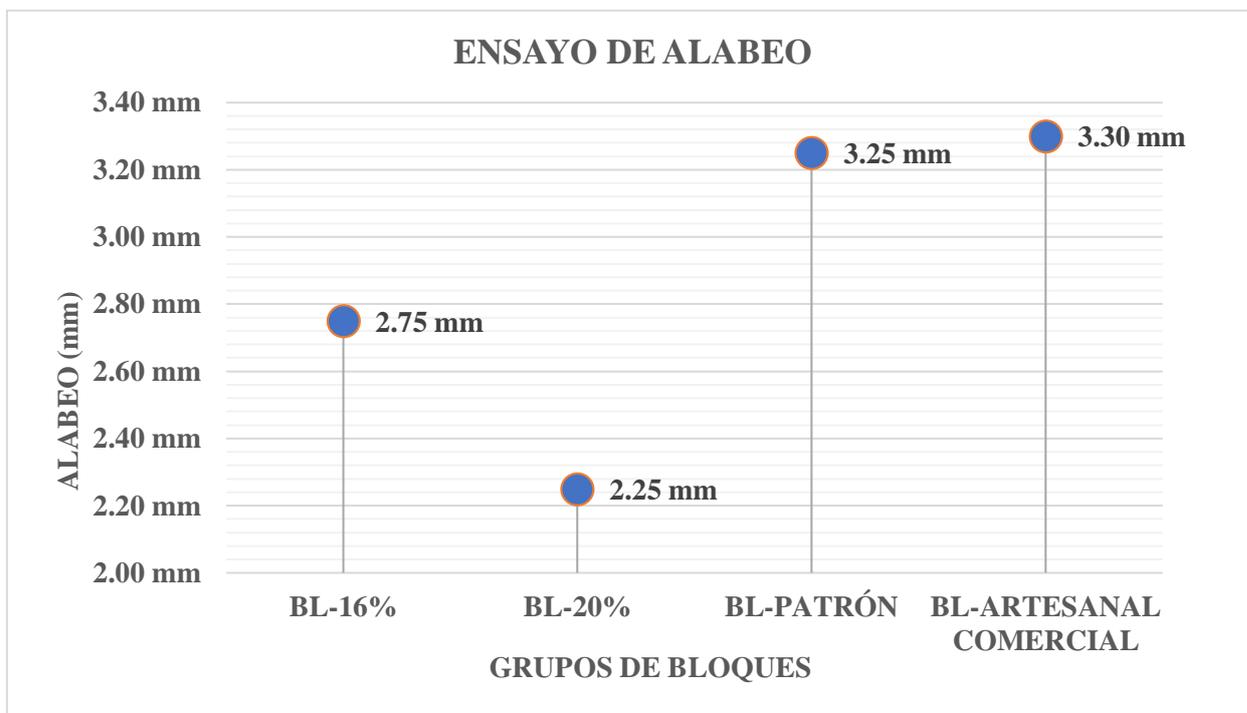


Figura N° 31: Ensayo de Alabeo.

Fuente: *Elaboración propia.*

5.5. Ensayo de Resistencia a la compresión:

La resistencia a la compresión de bloques de concreto NP, será de 20 kg/cm²

De acuerdo a la gráfica mostrada se ha podido observar que los tres primeros grupos cumplen con lo que estipula la norma E.070.

Teniendo en cuenta que, el bloque que contiene una adición de partículas de concha de abanico en un 16% ha aumentado su resistencia con respecto al bloque patrón, sin embargo, el bloque con adición de un 20% ha disminuido su resistencia a la compresión con respecto a este.

Ahora bien, cabe destacar que, según la teoría de Yang que a partir del 20% de incorporación de partículas de concha de abanico la resistencia a la compresión disminuye.

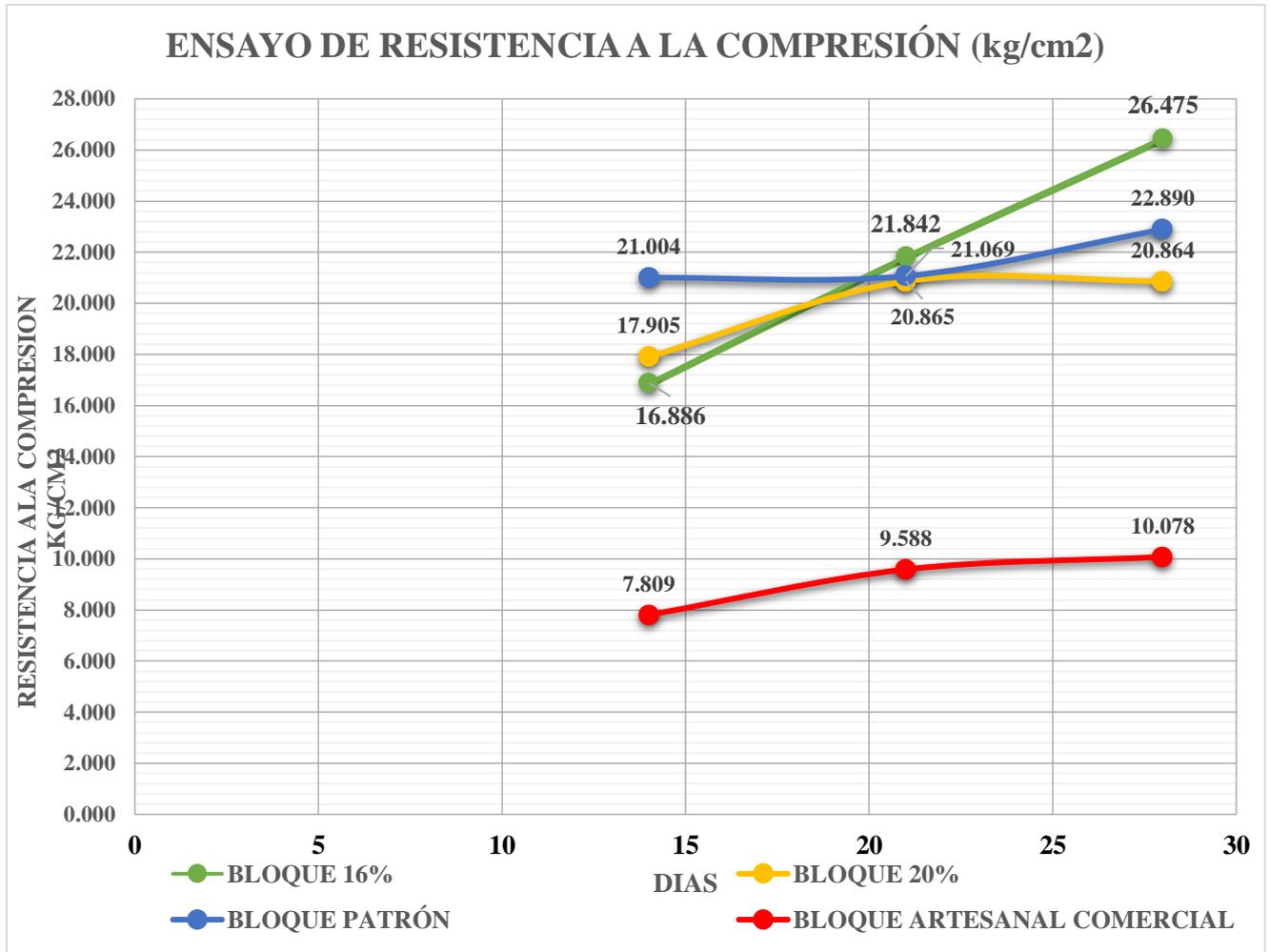


Figura N° 32: Ensayo de Resistencia a la Compresión.

Fuente: *Elaboración propia.*

Por otro lado, según los estudios realizados por Yang et. Al. (2005) atribuye que la concha absorbía el agua libre a su alrededor reduciendo la relación agua-cemento y aumentando la resistencia a edades tempranas.

Además, se observa que el bloque de 20% obtuvo una resistencia menor al bloque patrón, debido a porcentaje de vacíos que contiene estos bloques, es por ello que se realizó la macrografía de los especímenes.

MACROGRAFÍA DE ESPECÍMENES:

En términos de contenido de aire, Cuadrado-Rica et al, informaron que la presencia de conchas de vieira trituradas como agregado fino hasta un 60% de reemplazo aumentó el aire atrapado en el hormigón fresco debido a la forma alargada y plana de la concha, así como a la presencia de contenido orgánico. La materia orgánica presente podría haber estabilizado burbujas de aire, que se formaron en el concreto. Por lo tanto, se puede concluir que uno de los factores de la disminución de resistencia a la compresión del bloque BL- 20%, fue que este presenta un mayor contenido de reemplazo del agregado fino de forma alargada y plana.

De acuerdo a Eo e Yi, también encontraron un aumento en el contenido de aire del 2,2% al 5,6% en presencia de un 50% de conchas de ostras trituradas como reemplazo de agregados en el concreto, lo que se atribuye a la naturaleza porosa del agregado de conchas de ostras. De lo anteriormente afirmado podríamos inferir que la naturaleza de la concha podría influenciar en la porosidad conforme aumenta el porcentaje de reemplazo experimentado una tendencia de caída de la resistencia la compresión de los bloques BL- 20%, para mayor explicación esto está relacionado con la trabajabilidad ya que las conchas marinas por su naturaleza pueden aumentar o disminuir esta.

5.6. Ensayo de resistencia a la compresión axial y diagonal de pilas y muretes:

La realización de estos ensayos en bloques no portantes, ha sido ejecutado, a pesar que no está descrito en la norma, debido a que consideramos que el muro no portante, a pesar de no resistir carga de techo, resiste carga de sismo moderada con una fuerza lateral transfiriendo a la superficie de su plano.

- Ensayo de Resistencia a la compresión axial de pilas:

De acuerdo a la gráfica mostrada se realizó una comparación con el ladrillo artesanal King Kong, ya que ambos pertenecen al grupo de albañilería no portante.

Al analizar ambas unidades en pilas se ha podido observar que ninguno de los grupos de bloques ha alcanzado la resistencia mínima de 35.00 kg/cm² del ladrillo King Kong, debido a la variación de las dimensiones de ambas

unidades y además al porcentaje de espacios vacíos que presenta el bloque de concreto a comparación del ladrillo King Kong.

Con respecto a lo nombrado anteriormente, la esbeltez influye en relación a la resistencia axial, debido a que la pila del bloque de concreto posee mayor esbeltez que la del ladrillo King Kong.

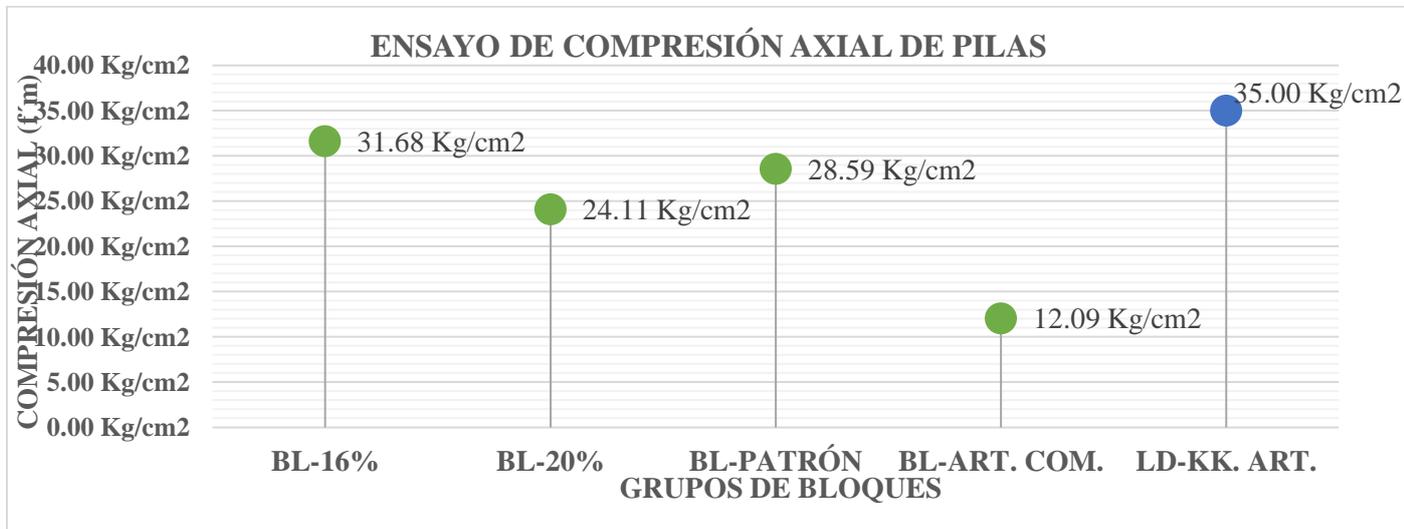


Figura N° 33: Ensayo de Compresión Axial de pilas.

Fuente: *Elaboración propia.*

Forma de Falla.

En las pilas que se realizaron de 2 y 3 hiladas se puede observar la grieta de forma diagonal y vertical en la parte superior del bloque, esta falla se debe tracción debida a la expansión lateral (efecto de Poisson) causada por la compresión aplicada, cabe mencionar que en las pilas ensayadas no se produjeron fallas por trituración ni del mortero.



Falla diagonal

Falla vertical

Figura N°34: Tipo de falla de pilas de 2 hileras.

Fuente: *Elaboración propia.*



Falla diagonal

Figura N°35: Tipo de falla de pilas de 3 hileras.

Fuente: *Elaboración propia.*

- **Ensayo de Resistencia a la compresión diagonal de muretes:**

De acuerdo a la gráfica mostrada se realizó una comparación con el ladrillo artesanal King Kong, ya que ambos pertenecen al grupo de albañilería no portante.

Se puede observar que las resistencias obtenidas en los grupos de bloques no alcanzaron la resistencia mínima requerido del ladrillo King Kong, debido a la variación de las dimensiones de ambas unidades y además al porcentaje de espacios vacíos que presenta el bloque de concreto a comparación del ladrillo King Kong.

Con respecto a lo nombrado anteriormente, la esbeltez influye en relación a la resistencia diagonal, debido a que la pila del bloque de concreto posee mayor esbeltez que la del ladrillo King Kong.

ENSAYO DE COMPRESIÓN DIAGONAL EN MURETES



Figura N° 36: Ensayo de Compresión diagonal de muretes.

Fuente: *Elaboración propia.*

Forma de Falla.

Se realizaron los muretes los cuales tuvieron una falla diagonal en las juntas, debido a la falta de adherencia entre los bloques y el mortero. Además, se dio una segunda falla diagonal en los bloques, la cual atraviesa las unidades de forma recta.



Falla diagonal de juntas

Falla diagonal de bloques

Figura N°37: Tipos de falla de muretes de bloques de concreto.

Fuente: *Elaboración propia.*

CONCLUSIONES

- Se verificó que el bloque con adición de concha de abanico de 16% obtuvo una resistencia a la compresión a los 28 días de 26.475 kg/cm² y el bloque con adición de concha de abanico de 20% obtuvo una resistencia a la compresión de 20.86 kg/cm² en comparación con el bloque patrón que obtuvo una resistencia a la compresión de 22.89kg/cm².
- Se realizó las pruebas de compresión axial y diagonal en pilas y muretes en bloques de concreto con incorporación de concha de abanico de 16% y 20%, obteniendo una resistencia axial de 31.68 kg/cm² y 24.11 kg/cm² siendo esta menor a la resistencia mínima de 35 kg/cm² de un ladrillo King Kong artesanal. Con respecto a la resistencia diagonal de muretes de 16% y 20% de incorporación de concha de abanico se obtuvo 4.03 kg/cm² y 4.02 kg/cm² respectivamente, siendo estas menor a la resistencia mínima de 5 kg/cm² del ladrillo King Kong artesanal establecida en la norma E0.70.
- El análisis químico de la concha de abanico realizado en la Universidad Nacional de Trujillo con fecha noviembre - 2018 en el laboratorio "Lasaci" fue: CaCO₃ (35.56%), SIO (12.13%), CaCO (25.67%), Cl-cloruros (0.24%), Mg²⁺ (3000ppm), PH (9.89%) y residuos (26.40%).
- La dosificación de la mezcla del concreto obtenida mediante el método del ACI 211.1 después de caracterizar nuestros agregados fue, del bloque patrón : 1: 3.44: 1.96 / 24.07 ,del bloque con adición de concha de abanico del 16% fue: 1: 2.89: 0.55: 1.96 / 27.68 y del bloque con adición de concha de abanico del 20% fue: 1: 2.75: 0.69: 1.96 / 28.87.
- El prototipo del bloque de concreto fue de 39 cm x 14 cm x 19 cm teniendo en cuenta los bloques comercializados en la ciudad de Trujillo y a la NTP 399.602.
- El reemplazo de las partículas de concha de abanico (entre la malla N° 4 y la malla N°200) como agregado fino en la mezcla de concreto, afectó la trabajabilidad del concreto reduciendo el slump de 1" a ½", por lo que para mejorar esta propiedad se añadió el 15 % de agua adicional a la dosificación de la mezcla debido a que este material posee un alto porcentaje de absorción.

- Los ensayos de variación dimensional realizados a los bloques con incorporación del 16% de concha de abanico fue de 0.40%(largo), 0.41%(ancho), -0.16%(alto); los bloques con incorporación del 20% fue de 0.22%(largo), 0.68%(ancho), -0.21%(alto) cumpliendo con lo estipulado en la Tabla N°1 Bloque NP de la norma E070. La variación dimensional de mayor incidencia con respecto al bloque patrón fue la altura, arrojando como resultado -0.34% con respecto al bloque de incorporación del 16%.
- En el ensayo de alabeo, el bloque de 20% obtuvo 2.25 mm, es decir, mejores resultados que el bloque de adición de 16% que obtuvo 2.75 mm, cumpliendo con lo estipulado en la Tabla N°1 Bloque NP de la norma E070. En comparación con el bloque patrón, que obtuvo un alabeo de 3.25 mm se verificó que el bloque con adición del 20% arrojó mejores resultados reduciendo el alabeo en un 31%, verificando una mayor estabilidad en los bloques.
- En el ensayo de absorción, el bloque de adición de concha de abanico de 16% obtuvo una absorción de 7.30% mientras que el bloque con adición de 20% fue de 7.77% cumpliendo como lo estipulado en la NTP E070 Capítulo 3.1.5. En comparación con el bloque patrón el cual tuvo una absorción de 7.69%, se verificó que el bloque con adición del 16% arrojó mejores resultados en un 6%, verificándose así, que el bloque patrón contiene mayor cantidad de poros y es menos resistente al interperismo.
- Se verificó que el bloque patrón obtuvo una resistencia a la compresión de 22.80 kg/cm² a comparación del bloque artesanal comercial, que sólo llegó a 10.078 kg/cm² alcanzando solo el 50% de lo mínimo especificado en la norma E070 por lo tanto esto está generando viviendas vulnerables de acuerdo a la zona sísmica de Trujillo.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda que, si en el análisis granulométrico del agregado fino, la malla N° 200 retiene más del 5%, se someta a un proceso de lavado para eliminar finos.
- Después de haber realizado los ensayos correspondientes, se recomienda reemplazar las partículas de concha de abanico en un 16% con respecto al agregado fino, ya que mejoran sus características y propiedades del bloque de concreto.
- Se recomienda profundizar con otras investigaciones incorporando las partículas de concha de abanico en reemplazo de otro material que conforma el concreto.
- En la presente investigación se ha evaluado la caracterización de las propiedades de unidades de albañilería y muretes conformados por bloques de concreto en adición de concha de abanico, se recomienda analizarlo en bloques portantes, con la finalidad de ampliar el panorama de lo ya investigado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento y SENCICO 2006. Reglamento Nacional de Construcciones. Norma E.070 “Albañilería”.
- Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento y SENCICO 2006. Reglamento Nacional de Construcciones. Norma E.060 “Concreto armado”.
- American Concrete Institute (ACI) 211.1-91. USA 1904.
- Chan, J & Solís, R (2003). Influencia de los agregados pétreos en las características del concreto (pp. 39-46). Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal
- Portugal. P (2007). Propiedades del concreto en estado endurecido (pp. 2-18). P. Portuga.
- Saavedra, J. (2016). Interacción de la concha de abanico triturada con los agregados triturados y redondeados en mezclas de concreto, Universidad de Piura, Piura, Perú.
- Castañeda, D. (2014). Análisis de la granulometría de la concha de abanico triturada para su uso como agregado en concretos, Universidad de Piura, Piura, Perú.
- Pierre, R. (2015). Uso de concha de abanico triturada para mejoramiento de subrasantes arenosas, Universidad de Piura, Piura, Perú.
- Salazar, Y. & Mazza, J. (2014). Utilización de residuos de conchas de abanico como mejoramiento en las propiedades resistentes del concreto, Universidad Nacional de Santa, Nuevo Chimbote, Perú.

- Douglas, N. (2014). “Valoración de residuos crustáceos para concretos de baja resistencia”, Universidad de Piura, Piura, Perú.
- Exportan 40 toneladas de conchas de abanico desde La Libertad (12 de setiembre del 2012) Rpp Noticias. Recuperado de <https://rpp.pe/peru/actualidad/exportan-40-toneladas-de-conchas-de-abanico-desde-la-libertad-noticia-521015>.
- Cisneros C. (11 de octubre del 2016). Usan restos de conchas de abanico para producir concreto FONDECYT. Recuperado de <http://www.cienciactiva.gob.pe/ciencia-al-dia/peru-usan-restos-de-conchas-de-abanico-para-producir-concreto>.
- Castillo M. & Viera D. (2016), “Influencia de la relación volumétrica de arena y confitillo sobre las propiedades físicas y mecánicas de un ladrillo de concreto para la construcción de muros con carga viva”, Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Peru.
- Chávez O. & Seminario F. (Diciembre del 2014) “Comparación del comportamiento sísmico entre un muro de albañilería armada y otro de albañilería de junta seca utilizando bloques de concreto vibrado”, Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.
- Arrieta Freyre Javier & Peñaherrera Deza Enrique (2001) “Fabricacion de bloques de concreto con una mesa vibrado”, Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú.
- Según A. Richardson & T. Fuller (2013) en su Tesis titulada, “Sea Shells used as partial aggregate replacement in concrete”. United Kingdom, London.

APÉNDICES

APENDICE -01: PORCENTAJE DE CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS NTP. 339.185

- **AGREGADO FINO:**

$$w\% = \frac{P. hum. - P. seco}{P. seco} \times 100$$

Tabla N° 29:

Porcentaje de contenido de humedad del agregado fino.

| CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO | | |
|--|--|--------------|
| A | Peso del agregado húmedo g. | 1000 |
| B | Peso del agregado seco g. | 993.3 |
| C | Peso de agua A – B | 6.7 |
| D | Contenido de humedad (A - B / C) x 100 | 0.67% |

Fuente: *Elaboración propia*

- **AGREGADO GRUESO (CONFITILLO):**

Tabla N° 30:

| CONTENIDO DE HUMEDAD DEL CONFITILLO | | |
|-------------------------------------|--|----------------|
| A | Peso del agregado húmedo g. | 1204.4 |
| B | Peso del agregado seco g. | 1200.48 |
| C | Peso de agua A – B | 3.92 |
| D | Contenido de humedad (A - B / C) x 100 | 0.3265% |

Porcentaje de contenido de humedad del agregado grueso.

Fuente: *Elaboración propia*

$$w\% = \frac{P. hum. - P. seco}{P. seco} \times 10$$

- **PARTICULAS DE CONCHA DE ABANICO:**

$$w\% = \frac{P. hum. - P. seco}{P. seco} \times 100$$

Tabla N° 31:

Porcentaje de contenido de humedad de concha de abanico.

| CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA CONCHA DE ABANICO | | |
|--|--|--------------|
| A | Peso del agregado húmedo g. | 764.8 |
| B | Peso del agregado seco g. | 762.2 |
| C | Peso de agua A – B | 2.6 |
| D | Contenido de humedad (A - B / C) x 100 | 0.34% |

Fuente: *Elaboración propia*

APENDICE -02: PORCENTAJE DE ABSORCION Y PESO ESPECIFICO NTP 400.022

- **AGREGADO FINO:**

- **Peso específico:**

$$P.E.A = \frac{P.muestra.seco}{P.muestra - P.muestra sumergida} \times 100$$

$$S.S.S. = \frac{P.muestra.}{P.muestra - P.muestra sumergida} \times 100$$

$$P.E.N. = \frac{P.muestra.seco}{P.muestra seco - P.muestra sumergida} \times 100$$

Tabla N° 32:

Peso específico del agregado fino.

| PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO FINO | | | |
|--|-----------------------------------|--------------|-----|
| (S) | Peso inicial de la muestra | 500 | gr. |
| Peso de la fiola | | 431.8 | gr. |
| (B) | peso de la fiola + agua | 1177.5 | gr. |
| Peso de la fiola + muestra | | 931.8 | gr. |
| (C) | Peso de la fiola + muestra + agua | 1540.9 | gr. |
| (A) | Peso de la muestra seca | 496.2 | gr. |
| Peso específico aparente | | 3.633 | |
| Peso específico aparente (S.S.S) | | 8.620 | |
| Peso específico nominal | | 3.736 | |

Fuente: *Elaboración propia.*

- **Absorción:**

$$Abs. = \frac{P.muestra}{P.muestra seco - P.muestra seca} \times 100$$

Tabla N° 33:

Porcentaje de absorción de la arena.

| % DE ABSORCION DEL AGREGADO FINO | | | |
|---|-----------------------------------|--------------|-----|
| | Peso del recipiente 1 | 157.6 | gr. |
| | Peso del recipiente 1 + muestra | 657.6 | gr. |
| (S) | Peso de muestra | 500 | gr. |
| | Peso de recipiente + muestra seca | 653.8 | gr. |
| (A) | Peso de muestra seca | 496.2 | gr. |
| % ABSORCION | | 0.766 | |

Fuente: *Elaboración propia.*

- **AGREGADO GRUESO (Confitillo):**

- **Peso específico:**

$$P.E.A = \frac{P. muestra. seco}{P. muestra - P. muestra sumergida} \times 100$$

$$S.S.S. = \frac{P. muestra.}{P. muestra - P. muestra sumergida} \times 100$$

$$P.E.N. = \frac{P. muestra. seco}{P. muestra seco - P. muestra sumergida} \times 100$$

Tabla N° 34:

Peso específico del agregado grueso.

| PESO ESPECIFICO DEL CONFITILLO | | |
|---------------------------------------|---|--------------|
| TMN | 3/8" | |
| | Peso de recipiente 1 | 148.9 gr. |
| | Peso de recipiente 1 + muestra | 1532.9 gr. |
| (B) | Peso de muestra | 1384 gr. |
| (C) | Peso de muestra sumergida | 811.1 gr. |
| | Peso del recipiente 2 | 148.9 gr. |
| | Peso del recipiente 2 + muestra seca | 1514.9 gr. |
| (A) | Peso de muestra seca | 1366 gr. |
| | Peso específico aparente | 2.384 |
| | Peso específico aparente (S.S.S) | 2.416 |
| | Peso específico Nominal | 2.462 |

Fuente: *Elaboración propia.*

- **Absorción:**

$$Abs. = \frac{P. muestra}{P. muestra seco - P. muestra seca} \times 100$$

Tabla N° 35:

Porcentaje de absorción del confitillo.

| PORCENTAJE DE ABSORCION DEL CONFITILLO | | |
|---|--|--------------|
| TMN | 3/8" | |
| | Peso del recipiente 1 | 148.9 gr. |
| | Peso del recipiente 1 + muestra (aire libre) | 1532.9 gr. |
| (B) | Peso de muestra | 1384 gr. |
| | Peso del recipiente 2 | 148.9 gr. |
| | Peso del recipiente 2 + muestra seca | 1514.9 gr. |
| (A) | Peso de muestra seca | 1366 gr. |
| | % ABSORCION | 1.32% |

Fuente: *Elaboración propia.*

- **PARTICULAS DE CONCHAS DE ABANICO:**

- **Peso específico:**

$$P.E.A = \frac{P.muestra.seco}{P.muestra - P.muestra sumergida} \times 100$$

$$S.S.S. = \frac{P.muestra.}{P.muestra - P.muestra sumergida} \times 100$$

$$P.E.N. = \frac{P.muestra.seco}{P.muestra seco - P.muestra sumergida} \times 100$$

Tabla N° 36:

Peso específico de la concha de abanico.

| PESO ESPECIFICO DE LA CONCHA DE ABANICO | | | |
|--|-----------------------------------|--------------|------------|
| (S) | Peso inicial de la muestra | 500 | gr. |
| Peso de la fiola | | 379.2 | gr. |
| (B) | peso de la fiola + agua | 1307.2 | gr. |
| Peso de la fiola + muestra | | 879.2 | gr. |
| (C) | Peso de la fiola + muestra + agua | 1605.8 | gr. |
| (A) | Peso de la muestra seca | 493.5 | gr. |
| Peso específico aparente | | 2.450 | |
| Peso específico aparente (S.S.S) | | 6.491 | |
| Peso específico nominal | | 2.532 | |

Fuente: *Elaboración propia.*

- **Absorción:**

$$Abs. = \frac{P.muestra}{P.muestra seco - P.muestra seca} \times 100$$

Tabla N° 37:

Porcentaje de absorción de la concha de abanico.

| % DE ABSORCION DEL AGREGADO FINO | | | |
|---|-----------------------------------|--------------|-----|
| | Peso del recipiente 1 | 110.6 | gr. |
| | Peso del recipiente 1 + muestra | 610.6 | gr. |
| (S) | Peso de muestra | 500 | gr. |
| | Peso de recipiente + muestra seca | 604.1 | gr. |
| (A) | Peso de muestra seca | 493.5 | gr. |
| % ABSORCION | | 1.317 | |

Fuente: *Elaboración propia.*

APENDICE -03: PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DE LOS AGREGADOS NTP 400.17

• **AGREGADO FINO:**

Factor de Calibración:

Peso del molde (kg) = 1.6354 kg

Peso del molde + agua (kg) = 5.1895 kg

Temperatura °C= 21.2

*Densidad del agua (kg/cm³) = 997.95 kg/cm³ **TABLA N° 3 – NTP 400.17***

Volumen del Cilindro:

Peso del molde (kg)= 1.6364 kg

Peso del molde + agua (kg) = 5.1895 kg

Peso del agua (kg) = 2.7798

Densidad del agua (kg) = 997.95

Peso de la luna= 0.7733 kg

$$\text{VOLUMEN DEL MOLDE (m}^3\text{)} = \frac{\text{Peso del agua}}{\text{densidad del agua}} = 0.002786 \text{ m}^3$$

$$\text{FACTOR DE CALIBRACION (f)} = \frac{1}{\text{Volumen del molde}} = 359.00 \text{ m}^{-3}$$

Peso unitario suelto (PUS)

PUS = P. de la arena x factor de calibracion

Tabla N° 38:

Peso Unitario Suelto del agregado fino.

| | | |
|---|-----------------|----------------|
| Peso del molde (kg)= | 1.6364 | kg |
| Peso del molde + arena (kg) = | 6.472 | kg |
| Peso de la arena (Kg) = | 4.8356 | kg |
| Volumen del molde (m ³) = | 0.002786 | m ³ |
| PESO UNITARIO SUELTO (kg/cm³) = | 1735.984 | |

Fuente: *Elaboración propia.*

Peso unitario suelto (PUC)

PUC = P. de la arena x factor de calibracion

Tabla N° 39:

Peso Unitario Compactado del agregado fino.

| | | |
|---|-----------------|----------------|
| Peso del molde (kg)= | 1.6364 | kg |
| Peso del molde + arena (kg) = | 6.61 | kg |
| Peso de la arena (Kg) = | 4.9736 | kg |
| Volumen del molde (m ³) = | 0.002786 | m ³ |
| PESO UNITARIO COMPACTADO (kg/cm³) = | 1785.526 | |

Fuente: *Elaboración propia.*

- **AGREGADO GRUESO (CONFITILLO):**

Factor de Calibración:

Peso del molde (kg) = 1.6354 kg

Peso del molde + agua (kg) = 5.1895 kg

Temperatura °C = 21.2

Densidad del agua (kg/cm³) = 997.95 kg/cm³ **TABLA N° 3 – NTP 400.17**

Volumen del Cilindro:

Peso del molde (kg) = 1.6364 kg

Peso del molde + agua (kg) = 5.1895 kg

Peso del agua (kg) = 2.7798

Densidad del agua (kg) = 997.95

Peso de la luna = 0.7733 kg

$$\text{VOLUMEN DEL MOLDE (m}^3\text{)} = \frac{\text{Peso del agua}}{\text{densidad del agua}} = 0.002786 \text{ m}^3$$

$$\text{FACTOR DE CALIBRACION (f)} = \frac{1}{\text{Volumen del molde}} = 359.00 \text{ m}^{-3}$$

Peso unitario suelto (PUS)

$PUS = P. \text{ de la arena } \times \text{ factor de calibracion}$

Tabla N° 40:

Peso Unitario Suelto del agregado grueso.

| | | |
|---|-----------------|----------------|
| Peso del molde (kg)= | 1.6364 | kg |
| Peso del molde + confitillo (kg) = | 5.8555 | Kg |
| Peso del confitillo (Kg) = | 4.2191 | Kg |
| Volumen del molde (m ³) = | 0.002786 | m ³ |
| PESO UNITARIO SUELTO (kg/cm³) = | 1514.660 | |

Fuente: *Elaboración propia.*

Peso unitario suelto (PUC)

$PUC = P. \text{ de la arena } \times \text{ factor de calibracion}$

Tabla N° 41:

Peso Unitario Compactado del agregado grueso.

| | | |
|---|-----------------|----------------|
| Peso del molde (kg)= | 1.6364 | kg |
| Peso del molde + confitillo (kg) = | 5.9966 | kg |
| Peso del confitillo (Kg) = | 4.3602 | kg |
| Volumen del molde (m ³) = | 0.002786 | m ³ |
| PESO UNITARIO COMPACTADO (kg/cm³) = | 1565.315 | |

Fuente: *Elaboración propia*

APENDICE -04: DISEÑO DE MEZCLA ACI 211.1

- **Concreto:** Pacasmayo Tipo I
- $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
- **Peso específico = 3150 kg/cm²**
- **Slump = 2"**

**Tabla N° 42:
Trabajabilidad del concreto.**

| CONSISTENCIA | ASENTAMIENTO | TRABAJABILIDAD |
|---------------------|---------------------|------------------------|
| Seca | 0" a 2" | Poco trabajable |
| Plástica | 3" a 4" | Trabajable |
| Húmeda | 5" a más | Muy trabajable |

Fuente: ACI 211.1.

- **Peso específico del agua = 1000 kg/cm²**
- **Características de los agregados:**

**Tabla N° 43:
Características físicas de la arena.**

| CARACTERISTICAS FISICAS DE LA ARENA | |
|---|---------|
| Peso unitario suelto (kg/m ³) = | 1735.98 |
| Peso unitario compactado (kg/m ³) = | 1785.53 |
| Peso específico seco (kg/m ³) = | 3736 |
| Módulo de fineza = | 2.6517 |
| Absorción (%) = | 0.766 |
| Humedad (%) = | 0.675 |

Fuente: *Elaboración propia.*

**Tabla N°44:
Características físicas del confitillo.**

| CARACTERISTICAS FISICAS DEL CONFITILLO | |
|---|---------|
| Peso unitario suelto (kg/m ³) = | 1514.66 |
| Peso unitario compactado (kg/m ³) = | 1565.32 |
| Peso específico seco (kg/m ³) = | 2462 |
| Módulo de fineza = | 5.71 |
| Tamaño máximo nominal (TMN) = | 3/8" |
| Absorción (%) = | 1.318 |
| Humedad (%) = | 0.3265 |

Fuente: *Elaboración propia.*

CONCRETO SIN AIRE INCORPORADO

CÁLCULOS:

I. CÁLCULO DE F'c (Resistencia a la compresión del concreto a utiliza).

**Tabla N°45:
Cálculo de F'cr.**

| F'c | F'cr |
|--------------|----------|
| Menos de 210 | F'c + 70 |
| 210 - 350 | F'c + 84 |
| > 350 | F'c + 98 |

Fuente: ACI 211.1.

$$F'cr = F'c + 84$$

$$F'cr = 294 \text{ kg/cm}^2$$

II. VOLUMEN DE AGUA

De acuerdo a la tabla 9.1 ACI:

Tabla N°46:

Cantidades aproximadas de agua de amasado para diferentes Slump, tamaño máximo de agregado y contenido de aire.

| Slump | Tamaño máximo de agregado | | | | | | | |
|--------------------------------------|---------------------------|------|------|-----|--------|-----|-----|-----|
| | 3/8" | 1/2" | 3/4" | 1" | 1 1/2" | 2" | 3" | 4" |
| Concreto sin Aire incorporado | | | | | | | | |
| 1" a 2" | 207 | 199 | 190 | 179 | 166 | 154 | 130 | 113 |
| 3" a 4" | 228 | 216 | 205 | 193 | 181 | 169 | 145 | 124 |
| 6" a 7" | 243 | 228 | 216 | 202 | 190 | 178 | 160 | --- |
| % Aire atrapado | 3.0 | 2.5 | 2.0 | 1.5 | 1.0 | 0.5 | 0.3 | 0.2 |

Fuente: ACI 211.1.

$$\text{TMN } 3/8 = 207 \text{ Kg}$$

$$\text{Volumen del agua} = 207 / 1000 \text{ kg/cm}^3$$

$$\text{Volumen del agua} = 0.207 \text{ m}^3$$

III. VOLUMEN DEL CEMENTO

$$F'_{cr} = 294 \text{ kg/cm}^2$$

Tabla N°47:

Relación de agua/cemento en peso.

| f'c a 28 días (kg/cm2) | Relación agua/cemento en peso | |
|------------------------|-------------------------------|----------------------|
| | Sin aire incorporado | Con aire incorporado |
| 450 | 0.38 | - |
| 400 | 0.42 | - |
| 350 | 0.47 | 0.39 |
| 300 | 0.54 | 0.45 |
| 250 | 0.61 | 0.52 |
| 200 | 0.69 | 0.6 |
| 150 | 0.79 | 0.7 |

Fuente: ACI 211.1

Relación a/c= 0.55

| | |
|------------|----------|
| 300 | 0.54 |
| 294 | X |
| 250 | 0.61 |

$$\text{Cemento} = \frac{207 \text{ kg}}{0.55} = 376.364 \text{ kg}$$

Convirtiendo el peso en volumen absoluto obtenemos:

$$\text{Vol. cemento} = \frac{376.364}{3150} = 0.119 \text{ m}^3$$

IV. VOLUMEN DEL AGREGADO:

Módulo de fineza = 2.6517

| | |
|--------|------|
| 2.6 | 0.48 |
| 2.6517 | X |
| 2.8 | 0.46 |

Volumen del agregado grueso compactado= 0.47 m³

$$\text{Volumen A. grueso} = 0.47 \times PUC \left(\frac{\text{Kg}}{\text{cm}^3} \right) \times P. \text{especifico Grueso}$$

$$\text{Volumen A. grueso} = 0.47 \times 1565.32 \left(\frac{\text{Kg}}{\text{cm}^3} \right) \times 2.462 \left(\frac{\text{Kg}}{\text{cm}^3} \right) = 0.299 \text{ m}^3-$$

V. VOLUMEN DEL AIRE:

Se consideró utilizar cemento sin aire incorporado debido a que la estructura no estará expuesta a ciclos de congelamiento, deshielo, agua de mar y sulfatos.

Tabla N°48:

% de aire atrapado de acuerdo al tamaño máximo nominal del agregado.

| Tabla 9.1 ACI | |
|--|------------------------|
| Tamaño máximo nominal de agregado | % Aire atrapado |
| 3/8" | 3.0 |
| 1/2" | 2.5 |
| 3/4" | 2.0 |
| 1" | 1.5 |
| 1 1/2" | 1.0 |
| 2" | 0.5 |
| 3" | 0.3 |
| 4" | 0.2 |

Fuente: ACI 211.1.

$$\text{TM } 3/8'' = 3 \%$$

$$\text{TM } 3/8'' = 0.03 \text{ m}^3$$

VI. VOLUMENES CALCULADOS:

Tabla N°49:

Volúmenes de los componentes de la mezcla de concreto.

| | | |
|--------------------------------|--------------|-----------|
| Volumen de agua = | 0.207 | m3 |
| Volumen de cemento = | 0.119 | m3 |
| Volumen de confitillo = | 0.299 | m3 |
| Volumen de aire = | 0.03 | m3 |
| TOTAL = | 0.655 | m3 |

Fuente: *Elaboración propia.*

$$\text{Volumen del agregado fino} = 1 - 0.655 = 0.345 \text{ m}^3$$

VII. PESO DE LA ARENA

$$\text{Peso de la arena} = \frac{0.345 \text{ m}^3}{3736 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} = 1287.79$$

VIII. PESOS

Tabla N°50:

Pesos de cada componente de la mezcla de concreto.

| ELEMENTO | VOLUMEN ABSOLUTO EN m3 (1) | PESO ESPECIFICO EN Kg/ m3 (2) | PESO EN kg (1) x (2) |
|-------------------|----------------------------|-------------------------------|----------------------|
| Agua | 0.207 | 1000 | 207.00 |
| Cemento | 0.119 | 3150 | 376.36 |
| Confitillo (seco) | 0.299 | 2462 | 735.70 |
| Arena (seca) | 0.345 | 3736 | 1287.79 |
| Aire | 0.03 | | |
| TOTALES | 1 | | 2606.85 |

Fuente: *Elaboración propia.*

IX. CORRECCION POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS:

- AGREGADO GRUESO

$$\text{Agregado Grueso: } \text{Peso seco} \times \left(1 + \frac{w(\%)}{100}\right)$$

$$\text{Agregado Grueso} = 735.70 \times \left(1 + \frac{0.3265}{100}\right) = 738.10 \text{ kg}$$

- AGREGADO FINO

$$\text{Agregado Fino: } \text{Peso seco} \times \left(1 + \frac{w(\%)}{100}\right)$$

$$\text{Agregado Fino} = 1164.06 \times \left(1 + \frac{0.675}{100}\right) = 1296.48 \text{ kg}$$

X. APORTE DE AGUA EN LA MEZCLA:

- AGREGADO GRUESO

$$\text{Agregado grueso} = \left(\frac{(\%w - \% \text{ abs})}{100}\right) \times \text{Agregado seco}$$

$$\text{Agregado grueso} = \left(\frac{(0.3265 - 1.318)}{100}\right) \times 735.70 = -7.2945 \text{ lt}$$

- AGREGADO FINO

$$\text{Agregado fino} = \left(\frac{(\%w - \% \text{ abs})}{100}\right) \times \text{Agregado seco}$$

$$\text{Agregado fino} = \left(\frac{(0.675 - 0.766)}{100}\right) \times 1164.05 = -1.1719 \text{ lt}$$

XI. AGUA EFECTIVA NETA:

$$Agua = 228 - (-7.2945 - 1.0593) = 213.12$$

XII. DISEÑO FINAL PARA 1 m³ DE CONCRETO:

| Cemento (Kg) | Arena (Kg) | Confitillo (Kg) | Agua (lt) |
|--------------|------------|-----------------|-----------|
| 376 | 1296 | 738 | 213 |

XIII. DOSIFICACIÓN:

$$\frac{376}{376} : \frac{1296}{376} : \frac{738}{376} / \frac{213}{376} \times 42.5$$

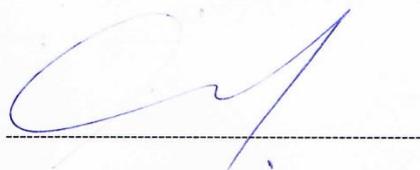
$$1 : 3.44 : 1.96 / 24.07$$

ANÁLISIS QUÍMICO DE LA CONCHA DE ABANICO

ANALISIS QUIMICO DECONCHA DE ABANICO LASACI

| PARAMETROS | MEDICION |
|--------------------------|----------|
| pH | 9,89 |
| CaCO ₃ | 35,56 % |
| SiO | 12,13 % |
| CaO | 25.67 % |
| Cl ⁻ cloruros | 0.24 % |
| Mg ²⁺ | 3000 ppm |
| residuos | 26.40 % |

Las pruebas se realizaron en laboratorio de servicio a la comunidad e investigación (LASACI) universidad nacional de Trujillo.



Ing. Jorge Luis Vargas Rodríguez

Administrativo-docente UPAO

DNI: 17842598

ANEXOS

ANEXOS N°01. GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO FINO



Cuarteo de la muestra de arena.



Preparación de la muestra después de haber sido metida al horno $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5$.



Pesaje de la muestra antes de ser agitado, para obtener el peso inicial.



Selección de tamices determinados para la curva granulométrica.



Agitado de la arena en la máquina tamizadora mecánica.



Pesado de cada tamiz para obtención el peso retenido.



Lavado de finos de la malla N°200.

ANEXO N°02. GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO GRUESO (CONFITILLO)



Cuarteo de la muestra.



Pesado de la muestra.



Meter la muestra al horno a 110°C



Tamizado de la muestra



Pesado de la muestra de cada tamiz

ANEXOS N°03. OBTENCION, LAVADO Y TRITURACION DE LA CONCHA DE ABANICO

- OBTENCIÓN DE LA CONCHA DE ABANICO



Obtención de concha de abanico en “Puerto Morín”.



Recolección de concha de abanico en “Puerto Morín”



Recolección de concha de abanico en el “Terminal Pesquero de Buenos

- PROCESO DE LAVADO DE LA CONCHA DE ABANICO



Eliminación de residuos orgánicos de la concha de abanico.



Lavado de la concha con escobilla y agua.



Secado de la concha al aire libre.



Recolección de la muestra seca.

- PROCESO DE TRITURACIÓN DE LA CONCHA DE ABANICO

MATERIALES:

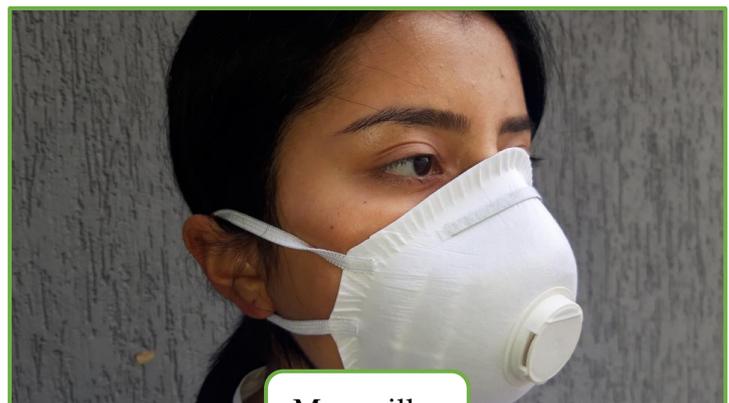


Concha de abanico.

EQUIPOS Y HERRAMIENTAS:



Guantes.



Mascarilla.



Orejas.



Máquina de los ángeles.



Tamices.

PROCESO DE TRITURACIÓN EN LABORATORIO:



Se realizó la trituration de la concha con la “Máquina de los ángeles”.



Se procedió a realizar el tamizado.

PROCESO DE TRITURACIÓN ARTESANAL:



La muestra retenida en el tamiz del laboratorio, se martilló.



Luego se procedió a moler manualmente.

ANEXOS N°04. GRANULOMETRÍA DE LA CONCHA DE ABANICO



Colocación de la muestra en el horno $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5$.



Preparación de la muestra para el tamizado.



Se agitó la concha en la máquina tamizadora mecánica.



Se pesó cada tamiz para obtener el peso retenido.



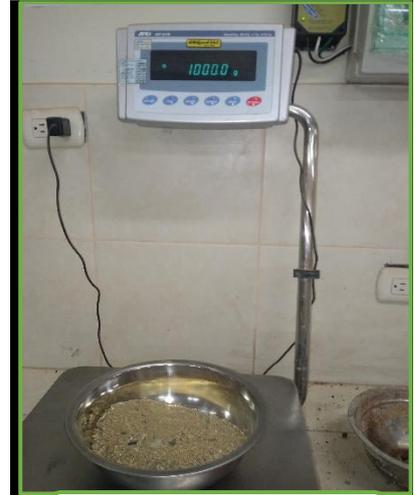
Lavado de finos de la malla N°200.

ANEXO N°05. CONTENIDO DE HUMEDAD DE AGREGAGOS

- AGREGADO FINO:



Cuarteo de la muestra.



Pesado de la muestra.



Meter la muestra al horno a 110°C a 24 hrs.-



Pesado de la muestra seca.

- AGREGADO GRUESO:



Cuarteo de la muestra.



Pesado de la muestra.



Meter la muestra al horno a 110°C a 24 hrs.



Pesado de la muestra seca.

- **AGREGADO DE PARTICULAS DE CONCHAS DE ABANICO:**



Meter la muestra al horno 110°C a 24 hrs.



Pesado de la muestra seca.

ANEXO N°06. ABSORCION DE LOS AGREGADOS

- AGREGADO FINO



Cuarteo de la muestra



Pesado de la muestra



Pasar la muestra por el tamiz N° 4



Pesado de la muestra



Meter la muestra 110 °C a 24 hrs.



Pesado de la muestra seca



Sumergir la muestra en agua 24 hrs



Decantar la muestra



Secado parcial de muestra



Nivelar y quitar el molde



Pesado de la muestra en la fiola



Reposas la muestra en un Baño maría



Meter la muestra 110 °C a 24 hrs.



Pesado de la muestra seca

- **AGREGADO GRUESO:**



Cuarteo de la muestra



Pasar la muestra por el tamiz N° 4



Lavado de la muestra



Meter la muestra 110 °C a 24 hrs.



Sumergir la muestra en agua 24 hrs



Decantar la muestra



Secado parcial de muestra



Pesado de la muestra



Poner la muestra en la balanza sumergida



Meter la muestra 110 °C a 24 hrs.
y pesar

- PARTICULAS DE CONCHA DE ABANICO



Meter la muestra 110 °C a 24 hrs.



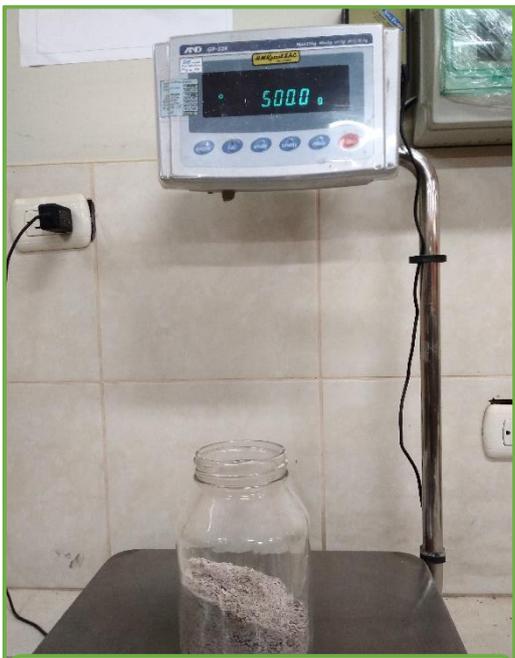
Sumergir la muestra por 24 hrs.



Decantar la muestra



Nivelar y quitar el molde



Pesar la muestra con el picnómetro



Muestra + Fiola + agua



Sumergir el picnómetro en un baño maria



Pesar la muestra

ANEXO N° 07: ENSAYO DE PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO
CALIBRACION DEL RECIPIENTE



Termómetro



Recipiente + luna



Vidrio



Recipiente + agua +
termómetro

- **AGREGADO FINO:**
PESO UNITARIO SUELTO



Cuartear la muestra



Pesar la muestra



Meter la muestra 110 °C a 24 hrs.



Llenar el recipiente



Nivelar el recipiente



Recipiente mas muestra

PESO UNITARIO COMPACTADO



Llenar cada 1/3 y apisonar 25 golpes

Muestra + recipiente

- AGREGADO FINO: PESO UNITARIO SUELTO



Cuartear la muestra



Meter la muestra 110 °C a 24 hrs.



Llenar el recipiente



Nivelar el recipiente

PESO UNITARIO COMPACTADO



Llenar cada 1/3 y apisonar



Llenar completamente y apisonar

ANEXOS N°08. OBTENCIÓN DEL PH EN EL CONCRETO



Pesaje de los componentes de la mezcla de concreto.





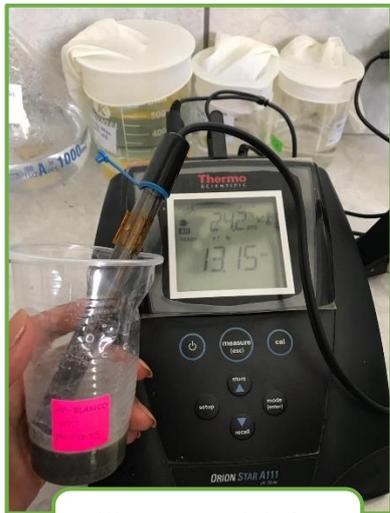
Obtención del peso de cada componente del concreto



Mezclado de cada muestra.



Incorporación de agua destilada para cada muestra.



Obtención del PH

ANEXOS N°09. ELABORACIÓN DE BLOQUES DE CONCRETO ARTESANAL

MATERIALES:



Cemento



Confitillo



Arena



Concha de abanico



Agua

EQUIPOS Y HERRAMIENTAS:



Maquina vibradora.



Molde de bloque de concreto.



Manoplas.



Carretilla.



Balde.



Palana.

PROCESO CONSTRUCTIVO:



Mezclado de los componentes con y sin incorporación de concha de abanico.



Proceso de moldeado, sacado y colocado de bloques de concreto.



Cubrimiento de bloques de concreto.



Curado durante 28 días.

ANEXO N° 10. ELABORACION DE PILAS Y MURETES

- MATERIALES:



Cemento



Agua



Arena

- EQUIPOS



Cortadora



Badilejo



Nivel



Wincha



Bandeja



Plomada



Palana

- PROCESO CONSTRUCTIVO

• MURETES



Se colocó unas tablas como base, luego se procedió a cortar el ladrillo y a realizar la mezcla.

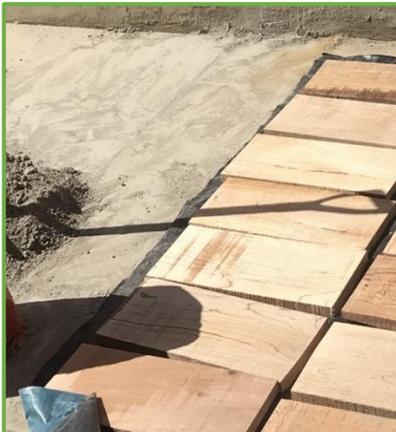


Se colocó el mortero



Se niveló el muro

- PROCESO CONSTRUCTIVO
• PILAS



Se colocó unas tablas como base, el mortero y los bloques (2 y 3 pilas)



Se realizó el curado respectivo durante 28 días

**ANEXO N° 11: ENSAYO DE RESISTENCIA LA COMPRESION DE UN BLOQUE
E- 070 – NTP 399. 613 y NTP 339.604**



Maquina compresora



Codificación de bloques



Colocación del bloque en la maquina



Forma de falla

ANEXOS N°12. ENSAYO DE ABSORCION E070 - NTP 399.604 y 399.613



Se sumergió el bloque en agua.



Se dejó en reposo los bloques.



Se secó con un paño el agua superficial.



Se obtuvo el peso superficialmente seco.

ANEXO N° 13: ENSAYO ALABEO E070 – NTP 399.613



Se midió la forma cóncava o convexa del bloque

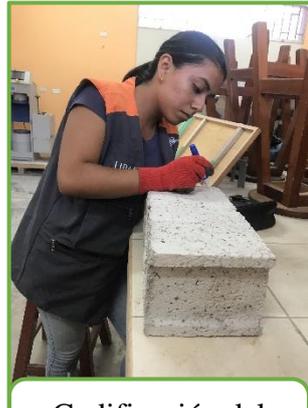


Cuña v regla metálica

**ANEXO N° 14: ENSAYO DE VARIACION DIMENSIONAL E070 – NTP 399.613 y
NTP 399.603**



Vernier



Codificación del
bloque



Dimensiones del bloque medidas
con el vernier

ANEXOS N°15. ENSAYO DE COMPRESIÓN DIAGONAL DE MURETES



Colocación del murete en la máquina.



Aplicación de fuerza al murete.



Forma de falla del murete.



Registro de la carga en el manómetro.

ANEXOS N°16. ENSAYO DE COMPRESIÓN AXIAL DE PILAS



ANEXO N° 17: PANEL FOTOGRAFICO



