



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

“Evaluación de las propiedades del concreto $f'_c=210$ kg/cm² usando polvo de desechos orgánicos y tejido óseo calcinado como sustitución parcial del cemento, Lima 2019”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Tello Aponte, Pepe (ORCID: 0000-0002-5783-0457)

ASESOR:

Mg. Benítez Zúñiga, José Luis (ORCID: 0000-0003-1459-494X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LIMA - PERÚ

2020

DEDICATORIA:

A Dios por guiar mi camino y permitirme lograr mi objetivo, a mis padres que siempre me inculcaron valores que formaron mi personalidad y a toda mi familia que siempre me apoyó incondicionalmente en esta etapa de mi vida.

AGRADECIMIENTO:

A mis familiares por el apoyo inmenso y comprensión que me brindaron para lograr mis objetivos, a mi asesor de tesis y a todos los docentes de la facultad de ingeniería civil de la Universidad Cesar Vallejo por compartir sus conocimientos para lograr mi objetivo.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	iv
ÍNDICE DE FIGURAS	v
ÍNDICE DE TABLAS	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT.....	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO.....	7
III. METODOLOGÍA.....	33
3.1. Tipo y Diseño Investigación	33
3.2. Variables y Operacionalización	35
3.3. Población, Muestra y muestreo	36
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	37
3.5. Procedimiento	38
3.6. Método de análisis de datos	39
3.7. Aspectos éticos	39
IV.RESULTADOS	40
V. DISCUSIÓN.....	60
VI.CONCLUSIONES.....	64
VII. RECOMENDACIONES.....	65
REFERENCIAS	66
ANEXOS	

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	28
Figura 2.	30
Figura 3.	31
Figura 4.	40
Figura 5.	40
Figura 6.	41
Figura 7.	43
Figura 8.	44
Figura 9.	45
Figura 10.	47
Figura 11.	48
Figura 12.	48
Figura 13.	49
Figura 14.	50
Figura 15.	51
Figura 16.	53
Figura 17.	54
Figura 18.	56
Figura 19.	57
Figura 20.	58
Figura 21.	59

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	18
Tabla 2.	19
Tabla 3.	21
Tabla 4.	42
Tabla 5.	43
Tabla 6.	44
Tabla 7.	45
Tabla 8.	46
Tabla 9.	46
Tabla 10.	47
Tabla 11.	52
Tabla 12.	52
Tabla 13.	53
Tabla 14.	54
Tabla 15.	55
Tabla 16.	55
Tabla 17.	58
Tabla 18.	59

RESUMEN

El presente informe de investigación tuvo por objetivo evaluar las propiedades del concreto con la sustitución parcial del cemento por polvo de desechos orgánicos y tejido óseo calcinado. El procedimiento consistió en buscar 2 investigaciones que hayan trabajado con cada uno de las variables independientes, de los cuales se extrajo los resultados que obtuvieron, para su posterior análisis. Este informe es tipo aplicada, enfoque cuantitativo, diseño no experimental transversal y nivel explicativo correlacional, la población y muestra constan de las resistencias del concreto ($f'c$) elaboradas con distintas dosificaciones de polvo de desechos orgánicos y tejido óseo calcinado.

Respecto a los resultados, la sustitución del 2% de cáscara de huevo calcinado (910°C durante 2 horas) por cemento resulta ser más trabajable y logra la resistencia óptima del concreto, en otra investigación, el concreto logra la mayor fluidez con la sustitución del 8% de cáscara de huevo calcinado (700°C durante 2 horas) por cemento, y alcanza la resistencia óptima. Por otro lado, lograron la resistencia óptima del concreto con la sustitución del cemento por tejido óseo calcinado (750°C por 4 horas) en 4%. Mientras que, en otra investigación, lograron la óptima resistencia reemplazando el cemento por 15% de tejido óseo calcinado a 1200°C durante 1 hora.

Palabras claves: óxido de calcio, tejido óseo, residuos orgánicos, calcinación, puzolana.

ABSTRACT

The objective of this research report was to evaluate the properties of concrete with the partial replacement of cement with organic waste powder and calcined bone tissue. The procedure consists of searching for 2 investigations that have worked with each of the independent variables, from which the results obtained were extracted, for subsequent analysis. This report is applied type, quantitative approach, cross-sectional non-experimental design and correlational explanatory level, the population and constant sample of concrete strengths (f'c) made with different doses of organic residue powder and calcined bone tissue.

Regarding the results, the substitution of 2% of the calcined eggshell (910 ° C for 2 hours) by cement resulting from being more workable and achieves the optimal strength of the concrete, in another investigation, the concrete achieves the highest fluidity with replacing 8% of calcined eggshell (700 ° C for 2 hours) with cement, and achieves optimum strength. On the other hand, it achieves the optimal strength of the concrete with the substitution of 4% for the cement by calcined bone tissue (750 ° C for 4 hours). While, in other research, they achieved optimal strength by replacing cement with 15% bone tissue calcined at 1200 ° C for 1 hour.

Keywords: calcium oxide, bone tissue, organic waste, calcination, puzolana.

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente uno de los desafíos de la industria cementera a nivel mundial, reside no solo en la optimización de sus procesos o de sus materiales primas, sino también en la reducción del impacto ambiental en sus operaciones. A su vez, como consecuencia del crecimiento económico nace la necesidad de invertir en infraestructura. Una afirmación al respecto menciona que: La producción de cemento consume entre un 12% y 15% de la energía total a nivel global y es responsable del 7% de las emisiones de CO₂ en el mundo, contribuyendo al calentamiento global.¹ Por lo tanto, estamos frente a problemas de contaminación y, demanda creciente a nivel global.

Las expectativas del incremento poblacional a nivel mundial son del 30% hacia el 2050, es decir alrededor de los 9000 millones.² Lo cual, presagia que la generación de grandes cantidades de desechos orgánicos sea un problema medio ambiental serio en todo el mundo. La disposición de los desechos en rellenos sanitarios es una manera de dar solución al problema, sin embargo, esta solución tiene como consecuencia impactos negativos en la calidad del suelo, agua y el aire por las partículas desagradables que emite.

Uno de los sectores que dinamiza la economía en el Perú es el sector construcción, como consecuencia del crecimiento poblacional. A su vez, el incremento de la población como también sus ingresos y la masificación del crédito para vivienda ha aumentado el interés de las familias por construir sus viviendas.³ Estas afirmaciones claramente nos muestran que la demanda por los materiales de construcción será cada vez mayor.

¹ (Ali, 2011 pág. 1)

² (Coloma, 2015 pág. 6)

³ (Palomino, 2017 pág. 9)

Del mismo modo, el consumo del cemento a nivel nacional logro un incremento de 6.3% en agosto del 2019 con respecto al mismo mes del año 2018.⁴ Lo cual efectivamente implica mayor consumo de materias primas en la elaboración del cemento en el Perú. De igual manera el crecimiento poblacional, y la falta de organización para un tratamiento adecuado de los desechos orgánicos, da origen al incremento de los mismos, principalmente en los mercados generando un impacto negativo al medio ambiente, este flagelo es un problema relevante a tener en cuenta buscando alternativas innovadoras, tales como, la reutilización de los mismos como componente del concreto.

Hoy en día, en la ciudad de lima se observa desechos orgánicos no solo en los mercados, sino también en las calles, siendo uno de los problemas más álgidos que afecta el medio ambiente, ello, por falta de programas de tratamiento de desechos y la actitud de la misma gente para dar un manejo adecuado de los residuos. Solo en Lima se generan 5,200 toneladas de desechos orgánicos por día, que podrían someterse a tratamientos para su reutilización, previniendo que contamine el ambiente y se desperdicie.⁵

El incremento poblacional en la ciudad trae consigo múltiples problemas, entre ellos la contaminación por exceso de desechos y la necesidad de construir viviendas. Todo ello, nos conlleva a buscar alternativas diferentes para dar solución a esta problemática social y ambiental. Por un lado, a dar un manejo adecuado de los desechos orgánicos con el propósito de disminuir la contaminación ambiental. Y, por otro lado, a buscar materiales o elementos que puedan sustituir en este caso al cemento, debido a que, su uso se incrementa lo cual en un futuro puede generar escases del mismo.

⁴ (Gestión, 2019)

⁵ (PQS, 2019 pág. 1)

Formulación del Problema:

Problema general:

¿Cómo influye el uso del polvo de desechos orgánicos y tejido óseo calcinado como sustitución parcial del cemento en las propiedades del concreto $f'c=210$ kg/cm² en lima, 2019?

Problemas específicos:

¿Cómo influye la dosificación del polvo de desechos orgánicos en las propiedades físicas del concreto $f'c=210$ kg/cm² en lima 2019?

¿Cómo influye la dosificación del polvo de desechos orgánicos en las propiedades mecánicas del concreto $f'c=210$ kg/cm² en lima 2019?

¿Cómo influye la dosificación del tejido óseo calcinado en las propiedades mecánicas del concreto $f'c=210$ kg/cm² en lima 2019?

¿Cómo incide la dosificación óptima del tejido óseo calcinado en el costo de la elaboración del concreto $f'c=210$ kg/cm² en lima 2019?

Justificación del estudio

Teórica: En alusión al planteamiento del problema de estudio y en poder del desarrollo de nuevos elementos que puedan sustituir al cemento para la elaboración del concreto, este trabajo se lleva a cabo con la convicción de proponer nuevas teorías relacionadas al comportamiento de las propiedades del concreto, para lo cual, se propone nuevos componentes como sustitución parcial del cemento, todo ello con el afán de establecer un antecedente de ayuda para las futuras generaciones que se inclinan por esta rama de la ingeniería en la ingeniería civil.

Metodológica: Para alcanzar los objetivos propuestos en el presente estudio, se determinó diferentes instrumentos de obtención de datos para cada uno de los variables, independientes y dependiente. Tales instrumentos se determinan teniendo en consideración la norma ASTM, ya que estos se respaldan con la confiabilidad y la validez de dicha norma. Con lo cual se propone una metodología

para lograr obtener resultados sobre el objetivo planteado en la presente investigación.

Práctica: Este estudio consiste fundamentalmente en ofrecer una opción más para dar solución a la problemática del impacto ambiental originados por los residuos orgánicos, ya que este flagelo genera un impacto ambiental negativo. Por lo cual, se propone a reusar estos desechos como sustitución del cemento en la producción del hormigón, para precisar si resulta o no beneficiosas para las propiedades del concreto, donde se pretende encontrar resultados favorables en la trabajabilidad, permeabilidad, resistencia y costo.

Social: La elaboración del concreto con el uso del polvo de orgánicos y tejido óseo calcinado, implica un aporte fundamental para las futuras investigaciones de la ingeniería civil, y otras especialidades que se interesen en este tema, a su vez trata de fomentar el tratamiento responsable de los desechos que tanta contaminación ocasionan.

Objetivos: El objetivo principal debe ir acompañado de la hipótesis del estudio. Los objetivos del estudio definen los objetivos específicos del estudio y deben establecerse claramente en la introducción del protocolo de investigación.⁶ Los Objetivos en una investigación tendrán que ser claros y concisos para que el trabajo no tenga complicaciones, en estos se debe establecer con claridad a dónde se quiere llegar, que se pretende lograr, de manera que el proceso estará sujeto a ello. Además, los objetivos deber ser cuantificables para lograr su confiabilidad.

Objetivo general

Determinar la influencia del uso de polvo de desechos orgánicos y tejido óseo calcinado como sustitución parcial del cemento, en las propiedades del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ en Lima, 2019.

⁶ (Farrugia, 2009 pág. 3)

Objetivos específicos:

Identificar los efectos de la dosificación del polvo de desechos orgánicos como sustitución parcial del cemento en las propiedades físicas del concreto $f'c=210$ kg/cm² en Lima, 2019.

Identificar los efectos que produce la dosificación del polvo de desechos orgánicos como sustitución parcial del cemento, en las propiedades mecánicas del concreto $f'c=210$ kg/cm² en Lima, 2019.

Identificar los efectos que produce la dosificación del tejido óseo calcinado como sustitución parcial del cemento, en las propiedades mecánicas del concreto $f'c=210$ kg/cm² en Lima, 2019

Optimizar el costo en la elaboración del concreto $f'c=210$ kg/cm² con la dosificación del tejido óseo calcinado.

Hipótesis: Es una expresión que establece el investigador después de estudiar a fondo las teorías relacionadas al tema de investigación, a su vez debe ser coherente con el problema de investigación. Por ello, la hipótesis se establece como una respuesta anhelada al planteamiento de la interrogante inicial y se convierte en el elemento principal que guíe y oriente en dirección a que pretendemos llegar y como se estudiara.⁷

En consecuencia, la hipótesis es una posible respuesta que establece el investigador de lo que pretende demostrar en su investigación, lo cual será ratificado o denegado dependiendo del resultado que obtenga al final del proceso

Hipótesis general: La incorporación del polvo de desechos orgánicos y tejido óseo calcinado como sustitución parcial del cemento influye positivamente en las

⁷ (Tapia, 2018 pág. 32)

propiedades del concreto $f'c=210$ kg/cm².

Hipótesis específicas:

La dosificación del polvo de desechos orgánicos como sustitución parcial del cemento influye favorablemente en las propiedades físicas del concreto $f'c=210$ kg/cm².

La dosificación del polvo de desechos orgánicos como sustitución parcial del cemento influye favorablemente en las propiedades mecánicas del concreto $f'c=210$ kg/cm².

La dosificación del tejido óseo calcinado como sustitución parcial del cemento influye favorablemente en las propiedades mecánicas del concreto $f'c=210$ kg/cm².

El costo de la elaboración del concreto $f'c=210$ kg/cm² disminuye favorablemente con la dosificación del tejido óseo calcinado como sustitución parcial del cemento.

II. MARCO TEÓRICO

Pedraza, Riveira y Velázquez (2017), cuyo proyecto de investigación se titula “*Evaluación de la resistencia a la compresión de un concreto hidráulico con reemplazo parcial de cemento por hueso bovino calcinado*”. Trabajo de investigación para optar al grado de ingeniero civil en la Universidad Piloto de Colombia. Para iniciar esta investigación se plantearon como **tipo de investigación** experimental, un enfoque cuantitativo. Además, el **objetivo del estudio** fue desarrollar una serie de pruebas, y luego evaluar el comportamiento mecánico que presenta el concreto hidráulico con y sin sustitución parcial del cemento por un material puzolánico, considerando como parámetro de estudio el optimizar la resistencia a la compresión. Para lograr el objetivo planteado se elaboró una pasta de cemento con sustitución parcial del cemento por tejido óseo de bovino incinerado a temperaturas de 600°C, 900°C y 1200°C en proporciones de 10%, 15% y 20%, los tiempos de calcinación fueron de 1 a 2 horas, luego se procedió a estudiar su resistencia a la compresión a los 7, 14, y 28 días para establecer la proporción óptima de reemplazo. De este estudio experimental establecieron algunas **conclusiones** que mencionamos a continuación:

- ✓ El hueso de bovino calcinado a los 1200°C presento características similares al cemento portland, presentando ambos materiales una densidad de 2.99 kg/cm³.
- ✓ Con la sustitución de 10% de cemento por tejido óseo de bovino incinerado se observa tiempos de fraguados tempranos respecto a la mezcla patrón, disminuyendo en un 15.8%.
- ✓ La prueba de resistencia óptima se logra al sustituir el cemento por tejido óseo de bovino calcinado durante 1 hora y a temperatura 1200°C en proporción de 10%, esto para las edades de 7, 14 y 28 días, soportando esfuerzos de 35.9%, 20.5% y 9% respectivamente, lo cual fue superior a lo resistido por la muestra patrón.

Por lo tanto, en la presente investigación se tomará como referencia esos resultados tanto para los tiempos de calcinación, temperaturas y proporciones de sustitución, para luego hacer comparación de los resultados que se obtengan.

Changoluisa y Oña (2018), en su investigación titulado “***Diseño de hormigón biocompuesto a partir de residuos de huesos de animales***”. Trabajo de investigación con aspiración hacia el Título de Ingeniero Civil. Universidad Central del Ecuador. Se plantean como **objetivo general** diseñar un hormigón con resistencia a la carga axial de $f'c=210\text{kg/cm}^2$ biocompuesto considerando la incorporación de los huesos sueltos de animales. La **metodología de investigación** establecida es correlacional, cuyo **diseño de la investigación** es experimental. El trabajo consiste en reunir los huesos de animales de los mercados y los camales, después se realizaron la limpieza correspondiente para eliminar cualquier tipo de materia orgánica que pudiera existir, enseguida la trituración mecánica y finalmente usarlo como sustitución parcial del árido fino en distintas proporciones. De esta investigación llegaron a la **conclusión** que: en proporciones menores o iguales al 5% de hueso triturado como sustitución del árido fino, se lograron resultados de pruebas a la compresión del hormigón a los 28 días superior a la muestra patrón, esto porque, el hueso ofrece un comportamiento favorable al ser sometido a esfuerzos de compresión, a su vez, con el transcurso del tiempo incrementa la conexión entre las partículas del hueso y la mezcla. Este antecedente nos brinda una información respecto al desempeño de las partículas del hueso en su estado triturado como reemplazo parcial del agregado al ser sometidos a ensayos de aguante a la compresión, a su vez, por medio de esta investigación se conoce que la incorporación de 6% a más como reemplazo del agregado disminuyen su resistencia a la compresión.

Coloma (2015), cuya investigación se titulado “***Valoración de Residuos orgánicos y su aprovechamiento en la fabricación de nuevos hormigones***”. Trabajo de tesis presentado para lograr el grado de Doctoral en Ingeniería de Minas. En la Universidad Politécnica de Madrid, en esta investigación se plantean como **objetivo** estudiar la caracterización minuciosa, normalización y establecimiento de la calidad de los residuos orgánicos específicamente de la cáscara de almendra en su estado natural e incinerado, para evaluar su funcionamiento como agregado y

materias primas puzolánicas en la fabricación de concretos y morteros. La investigación fue **diseñada** de manera experimental. La realización de este trabajo se enfoca en la incorporación de residuos de cascara de almendra, en su estado natural como sustitución parcial del agregado y en su estado calcinado, como sustitución parcial del cemento. Las proporciones de sustitución fueron en peso 10%, 20% y 30% para ambos casos. Producto de esta investigación **concluye lo siguiente**: Que, la resistencia a la compresión disminuyó en un 10% en los morteros con proporción de sustitución de 10% y 20% por cenizas. Sin embargo, en cuanto a la resistencia a flexión, los morteros con el 10 y 20% con cascara de almendra incrementan sus resistencias en un 10%. Este trabajo de investigación nos brinda referencias de que si es posible sustituir parcialmente el agregado y el cemento por la cascara de almendra, para concretos incrementando favorablemente su resistencia a la flexión.

Izquierdo, izquierdo y Ramalho (2018), cuya investigación se titula “**Propiedades físicas y mecánicas del hormigón usando polvo residual de desechos orgánicos como reemplazo parcial del cemento**”, “Physical and Mechanical Properties of Concrete Using Residual Powder from Organic Waste as Partial Cement Replacement”. Artículo de investigación en la Universidade de São Paulo, São Paulo. BRAZIL. Esta investigación tiene como **objetivo** evaluar la sustitución parcial del cemento Portland por un polvo residual obtenido de la descomposición química de residuos orgánicos de origen vegetal o animal, tales como restos de alimentos (carne, vegetales, frutas, cáscara de huevo), papel, madera, huesos y semillas. Se prepararon hormigones sustituyendo el cemento por el polvo de residuo orgánico, en peso, en porcentajes de 5, 10, 15 y 20%. Se evaluaron sus propiedades físicas y mecánicas. **Los resultados** mostraron que el hormigón de referencia presentó mayor resistencia a la compresión que el hormigón con bajo contenido de cemento (proporción a/c de 15:1). Sin embargo, las mezclas preparadas con un 5% de polvo y razón a/c de 10:1 presentaron valores, de al menos, 2,1% superiores a la resistencia a la compresión del hormigón de referencia. Las mezclas ricas en cemento (razón a/c de 6:1) con reemplazo de polvo de hasta un 10% mostraron un

mejor desempeño mecánico, 13% superior en relación al hormigón padrón. En consecuencia, se puede usar el polvo orgánico como material de relleno (filler) en el hormigón para sustituir parte del cemento puesto que se obtienen hormigones más resistentes y densos y con menor absorción específica e índice de vacíos.

Gálvez (2018), la investigación se titula “***Influencia de los huesos calcinados por arena, módulo de finura y relación cemento: arena sobre la resistencia a la compresión, densidad y capilaridad durante la elaboración de morteros modificados***”. Tesis presentada para graduarse como ingeniero de materiales en la universidad Nacional de Trujillo. Este estudio tiene como **objetivo** establecer y evaluar la influencia de los huesos calcinados por arena, módulo de finura y relación cemento-arena sobre la resistencia a la compresión, densidad y capilaridad durante la elaboración de morteros modificados mediante gráficas. La investigación consta de un **diseño** experimental. El trabajo consiste en evaluar los efectos de las dosificaciones de huesos calcinados por arena en la elaboración de morteros modificados, para ello se emplearon las siguientes dosificaciones: arena 1:3 y 1:6, con la adición de hueso calcinado como reemplazo de la arena en 10%, 20%, 30%, 40% y 50% para cada dosificación y se estableció como relación de agua-cemento constante de 0.55. El diseño más óptimo para el enlucido y asentado fue la dosificación 1:3 cemento: arena con la arena gruesa 20% de reemplazo, presentándose valores de resistencia a la compresión de 372 kg/cm². Este proyecto da a conocer que las propiedades del mortero logran mejoras sus propiedades mecánicas al sustituir parcialmente la arena por el hueso calcinado, lo cual es un punto a tener en cuenta para la prueba de resistencia a la compresión del presente estudio.

Durand (2017), en su investigación titulada “***Influencia del Oxido de Calcio en la Trabajabilidad, fraguado, Compresión, Densidad, Porosidad y Absorción del concreto para Elementos Estructurales***”. Investigación presentada para titularse como ingeniero civil. Universidad Privada del Norte. Esta investigación se inicia con el **objetivo** de Evaluar los impactos del óxido de calcio en las propiedades del

concreto. Para ello, se emplea la **metodología** correlacional y **diseño** experimental. Para llevar a cabo este proyecto se usó agregado grueso de $\frac{1}{2}$ ", módulo de finura de 2.5 para el agregado fino, Cemento de tipo I y se consideró un diseño de mezcla de para $f_c=280$ kg/cm², con $a/c = 0.52$, adicionalmente se usó aditivo plastificante Sika Viscocret-330 en proporción de 0.2% respecto al peso del cemento. A todo ello se adicionó óxido de calcio proveniente de residuos de ganado bovino en proporciones de 1%, 2%, 3%, 4%, 5% y 6% sobre la mezcla de concreto, en consecuencia, como primer proceso se calcinaron a una temperatura de 600°C, y enseguida su tamizado correspondiente hasta lograr un tamaño de 75 μ m y finalmente se calcinaron a temperaturas de 750°C por 4 horas. De esta investigación llegaron a las siguientes **conclusiones**: El uso del óxido de calcio del 1% hace que acelere el fraguado del concreto con superplastificante hasta un 5%. Desde el 6% se nota ligeramente lento el fraguado. La resistencia a la compresión incrementa en 10% a 26% adicionando óxido de calcio en un 1% al 4%, a partir del 5% a más disminuye la resistencia. Además, la máxima resistencia se alcanza con la adición de 4%, llegando a obtener un $f_c=353$ kg/cm². De esta investigación se tomará en consideración el incremento de la resistencia con pequeñas proporciones y la aceleración del fraguado.

Matiezo (2018), Su investigación se titula "**Resistencia a la compresión de un concreto $f'_c=210$ kg/cm² reemplazando al cemento por la proporción de un 8% por el polvo de la concha de abanico y un 12% por las cenizas de la cascara de arroz**". Tesis elaborada para la titulación profesional como ingeniero civil en la Universidad Privada San Pedro. Se realiza este trabajo con el **objetivo** de evaluar los ensayos de rotura a la carga axial de un concreto $f_c=210$ kg/cm² reemplazando simultáneamente por 8% polvo de concha de Abanico y 12% de cáscara de arroz incinerado sobre el material cementante. La **metodología** empleada es correlacional y el **diseño** del mismo es experimental. En este trabajo de investigación se logró como **resultado** una resistencia a la carga axial de los especímenes patrón con $f'_c = 210$ kg/cm² y con reemplazo del 20% de material cementante por una combinación de cascara de arroz calcinado y polvo de concha

de abanico. Los materiales alternativos resultaron ser altamente alcalino, con pH = 14.35. la cascara de arroz calcinados contiene un 90.55% de óxidos ($\text{SiO}_2 + \text{CaO} + \text{Al}_2\text{O}_3$) y el polvo de concha de abanico un 98.58% de óxidos. Al reemplazar el cemento por el 20% de la combinación de la cascara de arroz incinerada y la ceniza de concha de abanico se logró una resistencia de 52.82%, 81.08% y 99.49% a los 7, 14 y 28 días de curado. De esta investigación se concluye que la combinación de estos elementos orgánicos cumple con las propiedades puzolánicas, sólo con porcentajes que no superen el 20%. En esta investigación encontramos materiales que han sustituido al cemento, y arrojaron resultados favorables en pequeñas proporciones, lo cual nos inspira a buscar otras alternativas.

Matías (2018), Cuyo trabajo de investigación se titula. ***“Resistencia de un concreto $f'_c=210\text{kg/cm}^2$ sustituyendo el 10 y 16% de cemento por una combinación de cascara de huevo y ceniza de hoja de eucalipto”***. Trabajo de titulación profesional como ingeniero civil, en la Universidad San Pedro, Huaraz. **El objetivo** de esta investigación se trata de elaborar un concreto con $f'_c=210\text{kg/cm}^2$, reemplazando el 10% del peso del cemento por: 7.5% + 2.5% polvo de cascara de huevo y ceniza de eucalipto respectivamente y el 16% del peso de cemento por: 12% + 4% polvo de cascara de huevo y ceniza de eucalipto respectivamente, para luego someter a esfuerzo axial y evaluar sus propiedades mecánicas. Para ello, **se procedió** a pulverizar la cascara de huevo y la ceniza de cascara de eucalipto, de esta manera se obtuvo elementos puzolánicos, enseguida se determinó el contenido de hidrogeno en la cascara de huevo sola y la ceniza de hoja de eucalipto sola de la misma manera en la mezcla con cemento; se estableció la relación agua/cemento para las probetas patrón y experimental por el método ACI, a continuación se laboraron 27 probetas 9 para la muestra patrón, 9 experimental para la sustitución en 10% del cemento y 9 para la sustitución en 16% del cemento, esto comprendiendo las edades de rotura a los 7, 14 y 28 días. Luego de realizar las pruebas de laboratorio concluyeron: la resistencia a la compresión a los 28 días la probeta patrón alcanzo 101%, las experimentales al 10% y 16% alcanzaron un 102% y 111% respectivamente. De esta manera demostraron que estos materiales

tienen propiedades similares al cemento, por lo que es posible sustituir previo tratamiento.

Alvarado (2019), en su trabajo de investigación titulada “**Análisis del estado plástico y endurecido del concreto usando aditivo superplastificante y la cáscara de huevo molido en concreto con hormigón**”. Tesis para optar el título de ingeniero civil en la Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo. Esta investigación tiene como **objetivo** analizar y comparar el comportamiento de las propiedades en el estado plástico y endurecido de un concreto patrón con respecto a un concreto experimental, adicionando cáscara de huevo molido en proporciones de 2% y 2.5% más aditivo superplastificante en proporciones de 0.5%, 1.0% y 1.5%, en ambos casos respecto al peso del cemento. Se evaluó para resistencias a la compresión de 140, 175 y 210 kg/cm², a edades de 1, 3, 7, 14, 28 y 45 días. El diseño de la investigación fue **experimental**, según su alcance **correlacional** y de tipo **aplicado**. Luego de realizar los experimentos llegó a la **conclusión** que, la cáscara de huevo molido y aditivo superplastificante incrementan la trabajabilidad del concreto, retrasa ligeramente el tiempo de fraguado, en tema de resistencia a la compresión comienza a superar a la muestra patrón en edades tempranas como es a los 7 días. La proporción que dio óptimos resultados fueron 2.5% de cáscara de huevo molido y 1.5% de aditivo.

Es fundamental considerar las bases teóricas referentes a las variables de investigación los cuales se detallan a continuación.

Dentro de los Componentes del concreto encontramos **el Cemento** que es de los elementos quizás el más importante, en la elaboración del concreto, debido a que es un conglomerante que este compuesto de arcilla calcinada y piedra caliza y molidas, estos elementos al ser mezcladas con el agua tienen una reacción química que hace posible la unión de partículas. Por lo tanto, es uno de los elementos más solicitados por los constructores. El cemento es un material pulverizado el cual tiene la propiedad de aglomerar, cuando se pone en contacto con cierta cantidad de agua

(dosificación), se genera una masa aglomerante que logra endurecerse, esto puede ser debajo del agua, en contacto con el aire y lograr formar compuestos estables.⁸

Para lograr construcciones de calidad se requieren variedades de concreto para los distintos requerimientos, para ello se requiere contar con diferentes tipos de cementos en el mercado. Para avalar la durabilidad del concreto, en las distintas condiciones de uso se elaboraron una variedad de cementos. Sin embargo, hasta la actualidad se sigue investigando para encontrar un tipo de cemento que garantice mayor durabilidad del concreto. Uno de los elementos que eleva el precio en la fabricación del concreto es sin duda el cemento. Siendo así, en esta investigación se evaluará la diferencia de costos de las muestras de ensayo con el concreto patrón de hallarse favorable sería de gran aporte para disminuir los costos en un futuro.⁹

Composición química del cemento: El cemento es un compuesto que contiene óxidos, de calcio (CaO), aluminio (Al₂O₃), sílice (SiO₂) y óxido de hierro (Fe₂O₃), conformando un 95% a 97% del total del cemento. Además, en pequeñas cantidades hay otros óxidos como: los álcalis, el H₂SO₃, entre otros de menor importancia.¹⁰

Para la investigación en proceso es indispensable saber de qué está hecho el cemento, y de esta manera ensayar materiales que tengan características similares, es por ello, el afán de conocer sobre los elementos que lo componen.

Tipos de Cemento: En referencia a la variedad de cementos que son usadas en sector de la construcción se mencionan a continuación:

⁸ (Sencico, 2014 pág. 9)

⁹ (Ramírez, 2010 pág. 216)

¹⁰ (Mayta, 2014 pág. 20)

Tipo I: de uso general, empleado, utilizado para cualquier obra donde se emplee el cemento.

Tipo II: Sus usos e requerido en sectores o áreas expuestas a ataques moderados de sulfato y mediano calor de absorción.

Tipo III: presenta inmensa resistencia inicial, es requerido para lograr resistencias iniciales altos, pero provocando un elevado calor de absorción.

Tipo IV: se usan en caso se requiera en la mezcla de baja calor de hidratación, para disminuir la dilatación en el proceso de fraguado.

Tipo V: es requerido para obras expuestas a contacto con los sulfatos, es decir, una elevada resistencia a los sulfatos.¹¹ A pesar de la gran variedad de cementos que exista en el mercado, aun no se han encontrado algún material que pueda sustituir de manera parcial o total al cemento. Por ello la necesidad de esta investigación.

Otro de los componentes del concreto son **los Agregados**, los cuales se detallan a continuación.

Agregado fino: Todo agregado deberá cumplir ciertos parámetros en su granulometría, para ser considerados como tal para su uso. la granulometría deberá ser continua, en otras palabras, que en los tamices el total de retenidos de agregados deben existir similitud, además no puede quedar mayor del 45% en mallas sucesivas. De acuerdo al módulo de fineza, se calcula que el árido fino debe ser mayor 2.3, pero menor a 3.1, ello genera concretos de una adecuada manejabilidad y menor segregación.¹² En conclusión, para ser considerado agregado fino es como un requisito cumplir parámetros de granulometría, de esta manera será un material óptimo para emplear en la fabricación del concreto. Por

¹¹ (Sencico, 2016 pág. 10)

¹² (NTP400.037, 2014 pág. 8)

otro lado, un agregado es considerado fino cuando pasa por el cedazo de 3/8" pero es retenido en la malla n°200.

Agregado grueso: Se considera como tal, cuando éste quede retenido en el tamiz N°4, estos pueden ser gravas, piedra triturada, concreto reciclado o combinación de ambos, en base a los requerimientos establecidos por esta norma. Esta grava está contenida por partículas angulares o semiangulares, limpias, duras y resistentes.¹³ En resumen, se considera como agregado grueso a los que quedan estancado en el tamiz N°4, uno de los aspectos fundamentales a considerar al omento de hacer la granulometría correspondiente.

Módulo de Finura: Una de las definiciones más relevantes referente a este tema dice lo siguiente: Se representa por un número adimensional, el cual implica que el promedio de los volúmenes de las partículas del agregado, sirve para verificar la homogeneidad de dichos materiales. El módulo de finura se genera por medio de la adición de las fracciones que quedan en los tamices 1 1/2", 3/4", 3/8", N°4, N°8, N°16, N°30, N°50 y N°100 fraccionados entre 100.¹⁴

Esta evaluación es fundamental, debido a que, sirve para observar la uniformidad de los agregados, su cálculo se establece al añadir los porcentajes de los estancados en los tamices antes mencionados, de tal manera que el módulo de finura será como lo establece la siguiente formula:

$$Mf = \frac{\sum \%_{Acum.Ret} (1 \frac{1}{2} + \frac{3}{4} + \frac{3}{8} + N^{\circ}4 + N^{\circ}8 + N^{\circ}16 + N^{\circ}30 + N^{\circ}50 + N^{\circ}100)}{100}$$

¹³ (NTP400.037, 2017 pág. 12)

¹⁴ (NTP400.012, 2013 pág. 9)

Peso unitario suelto de los agregados (P.U.S): Considerado también como peso volumétrico, el mismo que se logra con un volumen unitario determinado, ya sea en su estado compactado o suelto. generalmente, se expresa en kg/m³ del material. Se requiere de este valor en caso se cuente con gravas pesados o ligeros y para los casos de dosificación del hormigón por volumen. Para realizar estos ensayos se tendrán en consideración los estándares de calidad exigidos por la NTP 400.07 o también lo establecido por ASTM C-29. Tal como se muestra en la siguiente ecuación.

$$P.U.S = \frac{W_{suelto} (kg)}{volúmen del recipiente (m^3)}$$

Peso Unitario Compactado de los agregados (P.U.C): El valor unitario de la masa compactada nos sirve para verificar el grado de compactación de los agregados y también para verificar el porcentaje de vacíos en los mismos. Para desarrollar este cálculo se emplea la ecuación planteada a continuación.

$$P.U.C = \frac{W_{compactado} (kg)}{volúmen del recipiente (m^3)}$$

Peso específico: Esta característica de los agregados sirve como indicador de calidad de una mezcla, de manera que. un peso contenido de específico alto implica mejor comportamiento y un valor mínimo del mismo demuestra comportamientos débiles y absorción alta. Además, el peso específico es la vinculación que existe entre el peso propio y del volumen igual de agua, este se aplica para obtener resultados del diseño de mezclas y control del mismo.¹⁵

¹⁵ (NTP400.022, 2013 pág. 10)

Granulometría de los agregados: Según Pellicer y Sanz la granulometría es: la determinación de dimensión de las partículas que componen la fase de áridos de un concreto se lleva a cabo por la tamización de aquellas en una serie de tamices (2010, p. 37). Por lo general, la granulometría o distribución del agregado fino, se determinan en porcentajes retenidos en las mallas ASTM N°4, 8, 16, 30, 50, 100 y 200.

Para encontrar la dimensión máxima del agregado grueso se hace un estudio por tamices, y con frecuencia se admite al que pertenece al tamiz superior, donde quede 15% o más del acumulado retenido del material. Por lo tanto, se considera que un agregado esta adecuadamente graduado cuando presente una heterogeneidad optima y presente características que garanticen calidad del concreto. De acuerdo a las especificaciones técnicas establecidas de análisis granulométrico, los resultados deben cumplir con parámetros establecidos en las siguientes tablas.

Tabla 1. Limites granulométricos para el agregado fino

LIMITAS DE % QUE EXCEDE NTP	
AVERTURA DE TAMIZ	PORCENTAJE QUE PASA
3/8" - 9.5 mm	100
n°4 - 4.75 mm	95 a 100
n°8 - 2.36 mm	80 a 100
n°16 - 1.18 mm	50 a 85
n°30 - 0.60 mm	25 a 60
n°50 - 0.30 mm	10 a 30
n°100 - 0.15 mm	0 a 10
n°200 - 0.075 mm	0

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2. Límites granulométricos para el agregado grueso

LÍMITES DE PORCENTAJE QUE PASA NTP	
AVERTURA DE TAMIZ	% QUE PASA
1" - 25.4 mm	100
3/4" - 19.05 mm	100
1/2" - 12.5 mm	25 a 60
3/8" - 9.5 mm	12 a 35
n°4 - 4.75 mm	0 a 10
n°8 - 2.36 mm	0
n°16 - 1.18 mm	0
n°30 - 0.60 mm	0
n°50 - 0.30 mm	0
n°100 - 0.15 mm	0
n°200 - 0.075 mm	0

Fuente: Elaboración propia

El agua es otro de los componentes utilizado en la elaboración y curado del concreto, debe estar sujeto a los estándares que establece la norma NTP 339.088, lo cual recomienda que sea potable.¹⁶ Siendo el un componente esencial se deberá evaluar previamente la calidad del agua, para dar fe la adecuada resistencia y trabajabilidad del concreto.

Propiedades físicas del concreto:

Trabajabilidad: Se comprende por trabajabilidad a una de las propiedades que presenta en su estado fresco, lo cual es su disponibilidad de ser manipulado, colocado, consolidado y transportado sin dificultad alguna, con un máximo de homogeneidad y mínimo de trabajo, así también para ser acabado sin que se aprecie segregaciones.¹⁷ Por otro lado. La trabajabilidad en el concreto tiene la lubricación requerida para manejar el concreto sin segregación, y debe colocarse en posición sin perder su homogeneidad, compactarse con un esfuerzo mínimo y debe terminarse fácilmente.¹⁸

¹⁶ (Navva, 2013 pág. 29)

¹⁷ (Navva, 2013 pág. 39)

¹⁸ (Krishna, 2018 párr. 11)

Por lo tanto, se debe precisar que la trabajabilidad contribuye en la estructura, ya que de esta propiedad depende la compactación, fraguado y densidad del concreto, es decir, la densidad es proporcional a la compactación, lo cual brinda mayor resistencia.

Factores que afectan la trabajabilidad: Para elaborar un concreto que cumpla con las condiciones adecuadas, deben considerarse sus características en su estado fresco, los mismos que se comprueban a través de medios visibles, y se integran para brindar una opinión de su manejabilidad.¹⁹ Cabe señalar que la calidad de la mezcla se puede visualizar fácilmente en su estado fresco. La trabajabilidad del concreto se ve afectado principalmente por la calidad de los materiales que lo componen, las proporciones de los mismos y el proceso de elaboración inadecuada, a continuación, se mencionan los más influyentes.

- ✓ La proporción y calidad del cemento
- ✓ La relación agua /cemento o contenido de agua del concreto
- ✓ Tamaño y forma de los agregados

a) Consistencia del concreto: Consiste en establecer la condición de fluidez de la mezcla de hormigón, tiene cierta relación con la trabajabilidad, considerando que no toda mezcla que es trabajable puede resultar consistente. Por lo tanto, la consistencia no es sinónimo de trabajabilidad, sin embargo, está relacionada. Por ejemplo, una mezcla puede ser trabajable y muy sólido, mientras tanto, una mezcla menos trabajable en estructuras con buena cantidad de acero puede tener consistencia débil.²⁰

Prueba de consistencia: Para evaluar la propiedad de fluidez o consistencia de la mezcla contamos con diversos métodos. Por ejemplo, el experimento de Cono de Abrams es uno de ellos, por este medio se verifica que la mezcla sea fluida, plástica

¹⁹ (Mayta, 2014 pág. 62)

²⁰ (Rivva, 2013 pág. 40)

o seca. Para desarrollar este procedimiento tendremos en consideración lo siguiente: Primero humedecer el molde y ubicar en una superficie estable y plana. Luego llenar el molde colocando la mezcla en tres capas, divididos en una tercera parte del volumen total del mismo. La mezcla se vierte moviendo el cucharón en todo el perímetro de la boca del molde, y asegurarnos de una distribución adecuada y no se genere segregación. Por capa se aplicará 25 golpes de manera uniforme. Llenar en exceso el cono antes de compactar la última capa, con la finalidad de enrasar con la varilla para luego desmoldar e inmediatamente medir el asentamiento.²¹

Por otro lado, se menciona también que: para este proceso se coloca la mezcla en un molde metálico con medidas de altura 0.30 m, 0.10 m de basa superior y 0.20 m de base inferior.²² Durante el proceso constructivo de una estructura es necesario realizar controles de calidad del concreto, para ello consideramos como uno de los métodos el Cono de Abrams con lo cual se podrá ver la fluidez de la mezcla, esto dependerá del cantidad o volumen de agua en la mezcla.

Tabla 3. Clasificación de la mezcla según su asentamiento

CONSISTENCIA EN CONO DE ABRAMS	
CONSISTENCIA	ASENTAMIENTO
Seca	0 cm a 2 cm
Plástica	3 cm a 5 cm
Blanda	6 cm a 9 cm
Fluida	10 cm a 15 cm
Líquida	≥16 cm

Fuente: Elaboración propia

Propiedades del concreto en estado endurecido:

a) Resistencia a la compresión: la prueba para determinar dicha propiedad del concreto se desarrolla fracturando probetas cilíndricas en el laboratorio por medio

²¹ (NTP339.035, 2014 pág. 9)

²² (Ensayos de Consistencia del Concreto, 2015 pág. 1)

de equipos especiales para esta prueba.²³ Además, en gran parte de los países el tiempo normativo para ensayar la resistencia es a los 28 días, no obstante, existe una tendencia de realizar dicha prueba a los 7 días.²⁴ De manera que, se concluye para la prueba este ensayo se deberán emplear cierta cantidad de probetas, y las roturas deberán hacerse en diferentes edades, adicional a los establecidos.

b) Relación agua/cemento: Las propiedades del hormigón están influenciadas principalmente por las características y el porcentaje del material cementante, la proporción agua/cemento, las características de los áridos y los aditivos químicos utilizados.²⁵ Pero también, la fracción agua/cemento aporta a la porosidad del concreto. Por ende, en la durabilidad del concreto.²⁶ Finalmente, existe una afirmación que establece claramente: Una relación agua / cemento de 0,45 a 0,6 es el punto óptimo para la producción de hormigón trabajable.²⁷

En base a lo que plantean los autores mencionados, podemos acotar que, la relación (a/c) es un parámetro esencial a considerar durante el proceso de establecer un diseño la mezcla, por lo que ello influye considerablemente en la resistencia final del concreto, cabe destacar que dicha relación se produce entre los pesos del cemento y agua. A su vez, este factor debe ser diferente dependiendo del tipo de concreto.

c) Contenido de aire del concreto.

Generalmente los componentes de la mezcla tienen un porcentaje de poros que son llenados por el aire estancado en la masa y también producto del agua que va evaporar. Este fenómeno resulta conveniente en cierta medida, sobre todo en climas extremos de congelamiento.

²³ (Sudario, 2018 pág. 40)

²⁴ (Osorio, 2013 pág. 2)

²⁵ (González, Jaizme y Jubera 2018 pág. 235)

²⁶ (Sudario, 2018 pág. 38)

²⁷ (Rawarkar, 2018 pág. 92)

En caso de bajas temperaturas donde ocurren fenómenos extremos que se encuentran dentro de la mezcla actuarán como cámaras de expansión contra el incremento de volumen del agua al modificarse de líquido a sólido. Estas burbujas ayudan a reducir las tensiones internas que son causadas por el congelamiento o minimizar el deterioro y pérdida de la impermeabilidad, que se originaría en un concreto sin aditivo.²⁸ Por ello, podemos afirmar que uno de los factores que ayuda para que al interior del concreto no ocurra las tensiones que pueden ser provocadas por las bajas temperaturas, es el contenido de aire, estos también disminuyen su deterioro, pero con el riesgo de generar la pérdida de la impermeabilidad.

Prueba de permeabilidad: Es te tipo de concreto se caracteriza por tener nivel de porosidad alta, cuya función es principalmente permitir que filtre el agua mediante sus poros. Cuando se hace referencia a la permeabilidad del concreto se está hablando de la proporción de agua u otras sustancias líquidas que pasa a través de los poros en un determinado lapso de tiempo, de manera que, será la resultante de la disposición de la porosidad en el concreto, liberación de calor o hidratación del concreto, y la aparición de espacios y grietas producto de la contracción plástica cuando logre su fraguado.²⁹ Acotando a lo anteriormente planteado, se aclara que la permeabilidad de un concreto se trata del paso de cualquier sustancia líquida a través de los poros del mismo en un tiempo determinado, este fenómeno se da por diversos factores. Este ingreso es en algunos casos perjudicial para el concreto, dando origen a la corrosión del acero, y perjudicando de este modo la durabilidad del mismo.

Actualmente no se cuenta con métodos generalmente aceptados para determinar de manera práctica y eficiente la permeabilidad y tampoco con valores límite para la misma expuestos a diferentes situaciones ambientales.³⁰ Sin embargo, podemos

²⁸ (Romero, 2011 pág. 86)

²⁹ (Choqqe y Ccana, 2016 pág. 54)

³⁰ (Ebenspenger y Torrent, 2010 pág. 373)

ayudarnos en la regla que plantea la norma ACI 522. Donde usa la sección del área y su respectiva altura, a continuación, se puede visualizar dicha formula.

Donde:

K: coeficiente de permeabilidad representados en metros por segundo (m/s)

A: área del espécimen con unidad de medida en metros cuadrados (m²)

$$K = \frac{L}{t} \times \frac{a}{A} \times \ln \frac{h_1}{h_2}$$

a: área de la tubería de carga en metros cuadrados (m²)

t: tiempo que demora en pasar medido en segundos (s)

h₁: altura del agua (parte superior del espécimen medido en metros (m)

h₂: nivel de referencia

L: longitud del espécimen

Residuos: Todo elemento, sustancia o material sobre todo sólido procedente del uso o consumo de un bien que pueden ser de tareas industriales, domesticas, comerciales, entre otros, los mismos que son facilitadas por el generador para su recolección por parte de la persona encargada del servicio de limpieza; de igual modo, son residuos sólidos los que provienen del barrido y limpieza de áreas públicas.³¹ De ello, podemos afirmar que dentro de los residuos sólidos podemos encontrar los orgánicos en lo cual se enfoca esta investigación, tratando de dar un manejo adecuado.

a) Residuos orgánicos: Son de origen animal o vegetal, que naturalmente se descomponen, dando origen a gases y lixiviados en los sitios de disposición y tratamiento final. A través de manejo adecuados se pueden reusar como fertilizantes.³² No obstante, Cuando se trata de residuos orgánicos se hace alusión a aquellos que se producen de restos orgánicos, y se pueden deponer fácilmente,

³¹ (Conpes, 2016 pág. 63)

³² (OEFA, 2015 pág. 15)

dando origen a otro tipo de material orgánica.³³ Claro está, estos residuos son reusables. Los mismos que están conformados por residuos sólidos básicamente de alimentos tales como: cascara de huevo, restos de verduras, restos de frutas, entre otros.

b) Residuos inorgánicos: Estos residuos provienen de minerales o productos industriales, los cuales no son degradables fácilmente y pueden ser reciclados para reusarse.³⁴ Por su origen, estos residuos son reciclables de manera manual y sencilla y su reuso.

c) Domiciliarios: Son aquellos desechos generados en trabajos domésticos hechas en los domicilios. Los cuales pueden ser restos de alimentos, periódicos, botellas, periódicos, restos de aseo personal, latas, entre otros afines. Además, consisten en elementos, sustancias u objetos que son desechados como producto de las actividades humanas y procesos de consumo.³⁵ Por las afirmaciones anteriores, se puede concluir que los residuos orgánicos pueden estar conformados generalmente por desechos provenientes de la cocina, tales como: cascara de frutas, cascara de huevo, restos de verduras y excrementos de animales menores.

d) No domiciliarios: Son restos provenientes de limpiezas de estaciones públicas, hospitales, de las industrias, trabajos de construcción, actividades agropecuarias y actividades especiales. Por lo mencionado anteriormente, estos residuos son todos aquellos que se originan fuera de las actividades domiciliarias.

e) Municipales: Son producto de las actividades en comercios, domicilios y más tareas que originan desechos afines a estos, lo cual está a cargo de las municipalidades para su gestión y tratamiento. La municipalidad debe vigilar las actividades de valoración de los residuos orgánicos a lo largo de su jurisdicción

³³ (González, 2016 pág. 6)

³⁴ (OEFA, 2015 pág. 15)

³⁵ (Pinto, 2009 pág. 54)

incluyendo a todos los responsables, empleando para lo cual, formatos definidos en su plan anual.³⁶ Es netamente responsabilidad de la gestión municipal el manejo de estos residuos desde el instante en que los encargados de esta prestación de servicios del sector reciban por parte del generador, o cuando el generador los dispone en los lugares establecidos por dicha entidad para su recolección.

f) No municipales: Estos desechos son producto de las actividades desarrolladas que no comprenden el campo de administración municipal. Su tratamiento final se desarrolla en rellenos de autorizados, de acuerdo a las características que pueden ser peligrosos y no peligrosos.

g) Peligrosos: Los que se consideran peligrosos son aquellos que por su tratamiento a los que se someten y características manifiestan un riesgo considerable tanto para la salud como también al medio ambiente. Se considera como peligrosos a aquellos desechos que tienen ciertas características de elementos peligrosos tales como: auto combustibilidad, radiactividad, toxicidad, explosividad, corrosividad, reactividad.³⁷

h) No peligrosos: Son aquellos desechos que cumplen con características y tratamientos que no representan riesgo alguno para la salud y medio ambiente, es decir, son manejables con facilidad de forma manual o industrial.

Desechos orgánicos en la elaboración del concreto: Los métodos alternativos para el manejo y disposición final de los residuos son la incineración, el reciclaje de los reutilizables y el tratamiento químico a los desechos orgánicos.³⁸ Además, existen diversas investigaciones referentes al uso de residuos orgánicos en la elaboración del concreto, como sustitución parcial y total de los agregados y del cemento. Logrando en muchos casos resultados satisfactorios, entre los residuos

³⁶ (Ministerio del Ambiente, 2019 pág. 14)

³⁷ (Ley N° 27314 - Ley General de Residuos Sólidos)

³⁸ (Izquierdo y Ramalho, 2018 pág. 230)

orgánicos más resaltantes hallados dentro de las investigaciones son: cáscara de arroz, cascara de almendra, cascara de huevo, restos de alimentos, verduras y frutas. En esta investigación se evaluará desechos orgánicos que contengan elementos que ya pasaron por una investigación, como es la cáscara de huevo.

Polvo residual de desechos orgánicos: En el desarrollo de calcinación de los desechos sólidos se originan diferentes tipos de cenizas, dependiendo de la composición de los mismos. Estos varían en el tiempo y lugar dependiendo de los diversos estilos de vida. La ceniza, subproducto de la calcinación, es equivalente al 2 a 5% de los desechos municipales.³⁹ De esta afirmación podemos concluir que los desechos al pasar por un proceso de incineración pierden considerablemente su volumen. Este proceso reduce hasta un 90% del volumen total de desechos sólidos y permite la generación de energía.⁴⁰ De esta manera transformándose en diferentes tipos de cenizas, dependiendo de los componentes de los residuos y del tiempo y lugar donde se generen.

Principales componentes del polvo residual: Los componentes químicos más importantes de la ceniza pertenecen al grupo de los $\text{CaO-SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-SO}_3$ y pueden sustituir al cemento.⁴¹ Existen diversos estudios respecto al uso de la ceniza en la fabricación del cemento o como sustitución del mismo, otro estudio afirma que: el uso de la ceniza en la elaboración del Clinker de cemento ayuda a disminuir de hasta 20% de CaCO_3 , que aporta a la reducción de las emisiones de CO_2 .⁴²

Cascara de huevo: el consumo de huevo genera residuos contaminantes como la cáscara, la población no le da valor útil en su totalidad, lo cual conlleva a para a la basura. Este material constantemente se desecha, lo cual impacta negativamente al medio ambiente. No obstante, hay escasos estudios sobre las características

³⁹ (Izquierdo y Ramalho, 2018 pág. 230)

⁴⁰ (Shi y Kan, 2009 pág. 1)

⁴¹ (Izquierdo y Ramalho, 2018 pág. 230)

⁴² (Saikia, 2017 pág. 1)

puzolánicas de este elemento, tanto en su estado calcinado como en su estado normal molido.



Figura 1: Cáscara de huevo (Reyes, 2019)

Disposición de los desechos orgánicos: A pesar de la existencia de diversas investigaciones que demuestran el uso del polvo residual en la fabricación y sustitución del cemento, estos demuestran su preocupación por la existencia de metales pesados en forma de vapor en los gases de la combustión o ceniza volante, por lo que limitaría su uso potencial como materia prima en la fabricación del Clinker.

Una alternativa factible para el tratamiento de los desechos es por medio de la descomposición por reacción química, lo cual por el momento se realiza netamente con desechos orgánicos. El polvo que se obtiene mediante el proceso de descomposición es un material con características que pueden cumplir para la producción del concreto.

En esta investigación se evaluará el uso del polvo residual de los desechos orgánicos en su estado calcinado como sustitución parcial del cemento en la elaboración del concreto. Estos residuos se obtienen de los desechos generados principalmente en los domicilios, considerando las investigaciones que nos preceden, estos elementos son: vegetales, frutas, cáscara de huevo, entre otros, la selección de los elementos inorgánicos tales como, vidrio, plástico, baterías entre otros se realiza de forma manual.

Tejido óseo de animales: Para entender mejor sobre el tema cabe resaltar la siguiente afirmación: El soporte principal como estructura del cuerpo de los vertebrados es el esqueleto de tejido óseo. Está compuesto principalmente de cartílagos y huesos. Los músculos, ligamentos y tendones también están acoplados a los huesos y cartílagos. La rigidez del cuerpo está conformada por el esqueleto. Formando un sistema de palancas mecánicas con tejidos ligados para la acción muscular libre, así como para garantizar el movimiento del cuerpo.⁴³ Por lo tanto, se entiende que el tejido óseo es el principal soporte para el cuerpo de los vertebrados. Además, es regulador metabólico y almacén del calcio y el fósforo.

Tejido óseo calcinado: Al calcinar restos óseos de distintas procedencias a una temperatura superior a 600°C durante un período mayor de una hora, se obtiene la ceniza de huesos, debiéndose constatar la ausencia de proteínas.⁴⁴

Por otro lado, existen afirmaciones que dicen lo siguiente: el polvo de tejido óseo calcinado es producto de la incineración de materia prima orgánica transformando en un producto inorgánico, de manera que, ya no presenta ningún riesgo de enfermedades infecciosas.⁴⁵

En ambos casos anteriormente mencionados hacen mención al proceso de calcinación para obtener como polvo, es justamente lo que usaremos en esta investigación el tejido óseo en su estado calcinado (ver figura 5). Además de ello, para eliminar cualquier componente orgánico, esta deberá ser calcinado a una temperatura de 1200°C.⁴⁶ Cabe mencionar también que: El hueso bovino calcinado, tiene característica de un material puzolánico, dado que: Son elementos, silíceos o sílice aluminosos, lo cual cuenta con mínima o nada propiedad aglomerante ni de actividad hidráulica, pero al ser molidas finamente, y ser mezclados con el agua

⁴³ (Rauf, 2014 pág. 1)

⁴⁴ (Mora, 2019 pág. 21)

⁴⁵ (Galvez, 2018 pág. 27)

⁴⁶ (Mora, 2019 pág. 22)

sufre una reacción química con el hidróxido de calcio dando origen a elementos con propiedades aglomerantes e hidráulicas.⁴⁷

En conclusión, teniendo en cuenta lo que establecen para la calcinación de hueso un rango de temperatura entre 600°C y 1200°C esta investigación se llevará acabo con una calcinación de los huesos a 1200°, para eliminar cualquier componente orgánico.



Figura 2. Ceniza de hueso en estado calcinado a 900°C (PEDRAZA, RIVEIRA y VELÁSQUEZ, 2017)

Estructura del hueso: Referente a este tema se menciona la siguiente afirmación: el hueso está conformado por compacto y esponjoso. La diferencia más clara entre los mismos radica en sus densidades relativas o fracciones de volumen de sólidos. El hueso con volumen de sólidos menores al 70% se clasifica como esponjoso, que más del 70% es denso. Gran parte de los huesos del cuerpo animal cuentan con ambos tipos, el hueso compacto y denso hacen una capa externa que cubre un

⁴⁷ (Pedraza, Riveira y Velásquez, 2017 pág. 15)

hueso esponjoso central. De esta manera, el hueso forma una apariencia similar al sándwich elaborado por el hombre de caras de fibra de vidrio separadas por un núcleo de espuma. De manera que, el comportamiento mecánico del sándwich de hueso depende de las propiedades de los componentes y su geometría.⁴⁸

De lo mencionado anteriormente podemos decir que, el hueso compacto es una masa sólida que cubre a la parte esponjosa y se puede visualizar con facilidad. Por otro lado, el hueso esponjoso tiene una estructura parecida a la esponja y se encuentran bajo los huesos compactos o densos (ver figura 2).

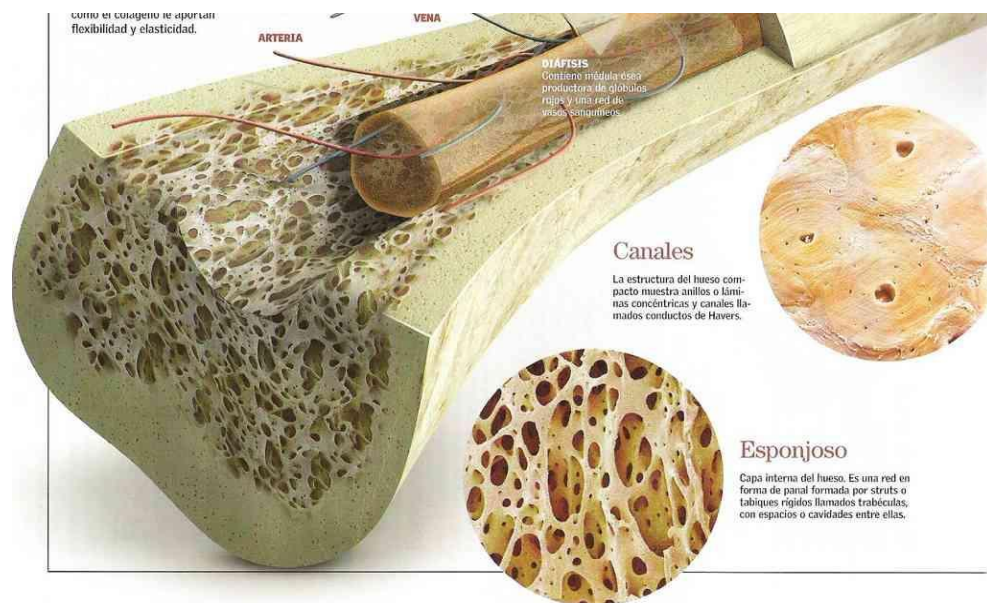


Figura 3. Estructura del hueso (RAUF, 2014)

Composición química del hueso: La parte inorgánica representa del 60 al 70% del peso total del hueso. Además, La matriz inorgánica está conformada de fosfato de calcio en un 85%, carbonato de calcio en un 10% y fluoruro de calcio, cloruro de magnesio, etc. La composición estimada del fosfato de calcio se representa mediante la fórmula siguiente: $3 \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \text{Ca}(\text{OH})_2$ los iones importantes de las sales óseas son calcio, fosfato, magnesio, carbonato, hidroxilo, cloruro, fluido y

⁴⁸ (Rauf, 2014 pág. 4)

citrato. Vale la pena acotar que los huesos almacenan el 97% del calcio corporal y una buena cantidad de fósforo corporal.⁴⁹

Esto quiere decir, que el hueso está conformado en gran parte por elementos inorgánicos, y concentra casi en su totalidad en calcio del cuerpo, como también el fósforo. Por otro lado, mencionan que, La matriz orgánica forma del 30 al 40% del peso del hueso. Se compone de fibras de proteínas de colágeno incrustadas en un complejo de proteínas mucopolisacárido.⁵⁰

Otros investigadores también hablan sobre este tema, tal como podemos apreciar en la siguiente cita: El hueso en su estado seco está conformado en 60 % a 70 % por un elemento compuesto por fosfato de calcio cristalino ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$), el mismo que contiene 99 % de calcio, y un 80 % de fósforo. Todo ello permite que el tejido óseo sea un elemento resistente a la compresión. El estante contiene entre 10% a 20 % de agua y 30 % colágeno por lo que tiene el hueso tiene propiedades para brindar gran resistencia a la tracción.⁵¹

De tal manera que el uso de este material en esta investigación obtiene mayor sustento teórico, dado que, el hueso está compuesto casi en su totalidad por un elemento llamado calcio, el mismo que contiene el cemento Portland, en tal sentido hay plena certeza de obtener resultados favorables.

⁴⁹ (Rauf, 2014 pág. 6)

⁵⁰ (Rauf, 2014 pág. 5)

⁵¹ (Ardilla y Echeverry, 2018 pág. 14)

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

La investigación se desarrolla en base a un modelo en base no experimental ya que se analizarán resultados existentes.

Tipo de investigación: Dentro de las innumerables definiciones que encontramos, resaltamos lo siguiente: El objetivo de una investigación aplicada es generar teorías con asiduidad directa y a mediano plazo en la comunidad y el área productivo. Este tipo de investigaciones muestra un valor agregado significativo porque consiste en aplicar conocimientos que surgieron en una investigación básica.⁵²

Respecto al mismo punto otro autor expone que: la investigación aplicada pretende entender para actuar, construir y ejecutar, prioriza la aplicación oportuna sobre una verdad concisa. Se emplea para saber la realidad económica, cultural y social de un entorno y proponer soluciones claras.⁵³

Por todo ello, se plantea como aplicada esta investigación, es decir, habrá teorías, normas y leyes vinculadas, los mismos que fueron establecidos en investigaciones básicas, estos conocimientos existentes nos ayudaran responder a los problemas planteados, por ello todo el proceso estará basado investigación aplicada.

Diseño de la investigación: Dentro del diseño de la investigación una cita que hace referencia a la investigación experimental dice: Se describe dado que, que en ello el investigador participa permanentemente respecto al objetivo de estudio, por lo que, son fundamentales conocer dichos objetivos, los efectos de las actividades realizados por el interesado como técnico o componente para corroborar la hipótesis.⁵⁴

⁵² (Lozada, 2014 pág. 34)

⁵³ (Valderrama, 2015 pág. 165)

⁵⁴ (Bernal, 2010 pág. 117)

Pero también, se refieren a la investigación descriptiva como: La investigación descriptiva se define como un procedimiento de investigación que detalla las particularidades de la población o fenómeno que se está investigando. Esta metodología se centra más en el "qué" del sujeto de investigación en lugar del "por qué" del sujeto de investigación.⁵⁵

Tomando en consideración de lo que afirman estos autores, el diseño de esta investigación es no experimental. Dado que, las variables independientes no son manipuladas ni controladas, el investigador se limita a observar los hechos tal y como ocurren. Además, esta investigación es transversal, dado que, se desarrolla en un lapso de tiempo corto.

Nivel de investigación: La investigación documental es un medio científico, un proceso sistemático de indagación, recolección, organización, análisis e interpretación de información o datos en torno a un determinado tema. Al igual que otros tipos de investigación, éste es conducente a la construcción de conocimientos.⁵⁶

De lo anterior, la investigación documental posee la singularidad de utilizar como una fuente primaria de insumos, documentos escritos en diferentes formas tales como: documentos impresos, electrónicos y audiovisuales. No obstante, otra definición destacable es lo siguiente: los textos monográficos o necesariamente deben realizarse sobre la base de sólo consultas bibliográficas; se puede recurrir a otras fuentes como, por ejemplo, el testimonio de los protagonistas de los hechos, de testigos calificados o de especialistas en el tema.⁵⁷

⁵⁵ (Bhat, 2018 párr. 1)

⁵⁶ (Morales y otros, 2003 pág. 2)

⁵⁷ (Morales y otros, 2003 pág. 2)

En conclusión, el nivel de investigación para este caso será explicativo, debido a que el objetivo principal es detallar dos fenómenos y su relación entre ambos. Esto facilita el análisis de causalidad entre variables, donde se estudiarán las variables independiente y dependiente.

Enfoque de la investigación: El enfoque cuantitativo (que enmarca, una serie de procesos) es probatorio y sistemático. Es decir, cada etapa antecede a la siguiente y es inevitable “obviar” pasos, la secuencia es estricto, no obstante, se puede replantear alguna etapa”.⁵⁸ En el presente proyecto de estudio el enfoque se establece como cuantitativo, esto por el hecho de que, el proceso de desarrollo es sistemático y en la cual se miden las variables, es decir, se cuantifican los resultados de lo cual se llegaran a múltiples conclusiones y recomendaciones.

3.2. Variables y operacionalización

Variable: Para establecer las variables en esta investigación nos basamos en afirmaciones como: una variable representa un atributo medible que cambia o varía a lo largo del experimento, ya sea comparando resultados. Adema de ello, establecemos dos tipos de variables que son: dependientes e independientes.⁵⁹

Operacionalización de las variables: Las variables sometidas al estudio son determinados en el momento que se plantea el problema. De la misma manera en la etapa de desarrollo del marco teórico se identifican variables complementarias y se conceptualizan; pero, este proceso resulta complejo y abstracto; ósea dificulta la observación, por lo tanto, se procede a derivar en variables más concretas para tener mayor facilidad de medición de hechos reales.⁶⁰ Adicional a lo planteado anteriormente, se describe los conceptos que nos ayudaran aclarar el tema para la clasificación de las variables.

⁵⁸ (Hernández, 2010 pág. 64)

⁵⁹ (Agravante, 2018 pág. 2)

⁶⁰ (Calderón y Alzamora, 2010 pág. 32)

Una variable es considerada cuantitativa si se muestra los valores numéricos de la variable. Es más, manifiesta que las variables cuyas causas modifican a otra, serán considerados las variables independientes.⁶¹ Por consiguiente la variable dependiente, es aquel que sufre modificaciones a consecuencia de la variable independiente y cualitativa cuando se hace representaciones numéricas. En base a las definiciones establecidas, las variables para este estudio serán establecidos adecuadamente (ver anexo 02).

Variable independiente

VI = Polvo de desechos orgánicos es una variable independiente, cuantitativa.

VI = Tejido óseo calcinado es otra variable independiente, cuantitativa.

Variable dependiente

VD= Propiedades del concreto $f'c=210$ kg/cm², es una variable dependiente cuantitativa.

3.3. Población y muestra y muestreo.

Unidad de análisis: la unidad de análisis es parte importante del proceso de definición del problema de investigación, es decir una vez identificado el problema de investigación, se debe identificar las unidades de análisis y decidir la metodología del trabajo.⁶² Por lo tanto, podemos concluir que la unidad de análisis es el objeto que está expuesto a la observación y evaluación, en tal sentido para esta investigación tenemos como unidad de análisis las propiedades del concreto de $f'c=210$ kg/cm².

Población: Respecto a la población de estudio cabe resaltar lo siguiente. Es el conjunto de elementos que ajustan el compuesto en el cual se trabajará el fenómeno mostrado en el proyecto de investigación.⁶³ De acuerdo a lo mencionado, la

⁶¹ (Arias, 2012 pág. 45)

⁶² (Sanjay, 2018 pág. 75)

⁶³ (Briones, 2012 pág. 57)

población es la parte constituida por el grupo que se desea analizar o investigar y será seleccionado de forma arbitraria en función de nuestro objetivo planteado, el lugar donde vamos a hacer esta investigación. Nuestra población estará representada por las resistencias del concreto (f'c) laboradas con distintas dosificaciones de polvo de desechos orgánicos y tejido óseo calcinado.

Muestra: Es una porción que se aparta de un todo (población, universo) con el afán de estudiar esa población.⁶⁴ En consecuencia, la muestra es una porción o un todo que representa a la población de estudio. Por ello, la muestra para esta investigación estará conformados las resistencias del concreto (f'c) laboradas con distintas dosificaciones de polvo de desechos orgánicos y tejido óseo calcinado.

Muestreo: El muestreo para esta investigación es no probabilístico, esto debido a que, no se elegirán al azar. Este tipo de muestreo es adecuado para investigaciones que no ameritan mayor representatividad estadística de elementos que conforman una población, sino más bien una selección detallada y controlada de elementos con determinadas características.⁶⁵ Se establecerá la muestra con las mejores referencias y que cumpla con las especificaciones requeridas, elegidas por el investigador de manera directa teniendo en cuenta en todo momento los objetivos establecidos.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Análisis Documental: Se recolectan información de fuentes secundarias, tales como: libros, revistas, tesis, periódicos, entre otros, se utilizan como fuentes para recolectar información respecto a las variables de estudio⁶⁶. Es el método consiste en describir o analizar un determinado documento en sus partes fundamentales para luego identificar y recuperar información. Por consiguiente, es una forma de

⁶⁴ (Rivas, 2014 pág. 368)

⁶⁵ (Hernández, Fernández y Baptista, 2014 pág. 176)

⁶⁶ (Tamayo y Silva, 2016)

investigación técnica, que pretende describir y representar los documentos de forma sistemática para facilitar su recuperación.

Instrumentos: Como instrumento de investigación se usarán las fichas de observación, los cuales se analizarán sin modificarlos. Es decir, como instrumento de investigación se considera las fichas de investigación.

Validez y confiabilidad: La validez y la confiabilidad aumentan la transparencia y disminuyen las oportunidades para insertar el sesgo del investigador en la investigación cualitativa.⁶⁷ De cumplirse con ello, se estaría desarrollando una investigación seria y responsable.

Validez: Para ello, las fichas de observación empleadas en la presente investigación serán validados por la firma de ingenieros titulados, colegiados. Mientras que, los protocolos de ensayos serán validados con firmas de especialistas en laboratorios, de manera que se garantice la validez del trabajo.

Confiabilidad: Los equipos utilizados en los diferentes ensayos deberán contar con certificado de calibración otorgado por instituciones acreditadas. De esta manera la investigación será confiable.

3.5. Procedimiento:

El procedimiento para realizar el estudio dará inicio con la recolección de información ya sea con tesis o artículos de estudio referentes a cada variable independiente, se deberá contar con dos o más estudios por cada variable en estudio, de tal manera que, se realicen un análisis comparativo entre ellos, para finalmente llegar a una discusión con los antecedentes de estudio y a partir de ello plantear algunas recomendaciones.

⁶⁷ (Haradhan, 2017 pág. 2)

3.6. Métodos de análisis de datos:

Lo que se busca son los resultados por medio de recolección y observación de datos, los mismos que son instrumentos confiables que garantizan recolectar los datos tal como es sin modificarlos. Por lo tanto, se reúne los resultados que se visualizan en los resultados de diferentes investigaciones y se analizan los efectos que genera de la adición del polvo de residuos orgánicos y tejido óseo calcinado como sustitución parcial del cemento. El procesamiento de los datos extraídos de las diferentes investigaciones será ejecutado a través de programas como el Excel.

3.7. Aspectos éticos:

Es una manera de ver para describir lo correcto o lo incorrecto y tomar las decisiones sobre esa situación en base a la condición ética.⁶⁸ Por lo tanto, una persona con ética debe actuar manifestando en todo momento lo correcto y verídico, en base a ello establecemos los siguientes aspectos:

Todas las indagaciones brindadas en este proyecto son verídicas y son recopiladas de medios confiables.

Toda la información que aporta a esta investigación se encontrará citado, los mismos que fueron tomadas de libros, tesis, artículos, normas, entre otros manteniendo el respeto a la propiedad intelectual.

Se desarrolla este proyecto de investigación con la finalidad aportar al buen manejo de los residuos y mitigar los impactos ambientales que puedan ocasionar.

Los resultados que se obtengan en los ensayos serán presentados y descritos tal como son, es decir, reales sin importar si se logre o no los objetivos.

En el aspecto social se trata de generar líneas de investigación a fin de cooperar con la mitigación de los efectos negativos que puedan causar residuos orgánicos.

⁶⁸ (Sarker, 2019 pág. 1)

IV. RESULTADOS

4.1. Descripción de la zona de trabajo

Nombre de la tesis. “Evaluación de las propiedades del concreto $f'c=210$ kg/cm² usando polvo de desechos orgánicos y tejido óseo calcinado como sustitución parcial del cemento, Lima 2019”.

Ubicación política: El proyecto se ubica en Perú, región Lima, provincia de lima que limita con las siguientes regiones: por el norte con la provincia de Huaral, por el este con la provincia de Huarochirí y por es oeste con Océano Pacífico.



Figura 4: mapa político de la provincia de Lima **Figura 5:** mapa político del Perú

Se estableció esta zona de estudio debido a la problemática de la contaminación por la generación de desechos orgánicos en los diferentes establecimientos comerciales y calles.

Ubicación Geográfica: Geográficamente la zona de estudios se ubica entre las coordenadas UTM $12^{\circ}02'06''S$, $77^{\circ}01'07''O$. con una extensión de una extensión de 2,664.67 km².



Figura 6: imagen satelital de la zona de estudio

Clima: El clima de la ciudad resulta especialmente particular dada su situación. Combina una ausencia casi total de precipitaciones, con un altísimo nivel de humedad atmosférica y persistente cobertura nubosa. Así, sorprende por sus extrañas características a pesar de estar ubicada en una zona tropical a 12 grados latitud sur y casi al nivel del mar.

Turismo: Dentro de los atractivos turísticos destacan: la Plaza Mayor, La Catedral, el Museo de la Inquisición, La Plaza de Acho, Zoológico de Huachipa, el Parque de Las Leyendas, el Parque de La Muralla, las Playas de Costa Verde, el Parque de La Reserva, entre otros.

Trabajos de campo: para este tipo de investigación se trabaja con 2 investigaciones de tesis por cada variable independiente, los cuales han sido considerados luego de una indagación profunda.

Trabajos de laboratorio: los trabajos de ensayos son tomados de tesis realizados en los diferentes laboratorios, y estos datos serán analizados sin manipular los resultados.

variable independiente 1: Residuos orgánicos (cáscara de huevo)

Tesis N°1: “Análisis comparativo de las propiedades Físicas-Mecánicas del concreto de resistencias $f'c= 210, 280, 350 \text{ kg/cm}^2$ Sustituyendo material cementico por Cáscara de Huevo”.

En esta investigación se plantearon como objetivo analizar y comparar las variaciones en las propiedades físicas y mecánicas de un concreto patrón con respecto a un concreto experimental, reemplazando el cemento por cascara de huevo calcinado, con resistencias a la compresión de $f'c=210, 280$ y 350 kg/cm^2 , las proporciones a reemplazar fueron de 2%, 15% y 20%, además, las roturas del concreto se realizaron en edades de 7, 14 y 28 días.

Para desarrollar esta investigación la recolección de cascara de huevo se llevó acabo en la ciudad de Trujillo, luego se procedió al lavado y secado al aire libre por 12 horas. Posteriormente pasó por un proceso de triturado y tamizado, finalmente paso por proceso de calcinación a una temperatura de 910°C durante un tiempo de 2 horas. Cabe resaltar también, que se trabajó con cemento portland tipo I de marca Pacasmayo.

Tabla 4: *Diseño de mezcla patrón $f'c=210\text{kg/cm}^2$*

CALCULO DE DISEÑO					
Material	Peso seco (kg)	Volumen (m3)	Peso SSS saturado superficialmente seco (kg)	Peso húmedo (kg)	Peso húmedo por corrección (kg)
Cemento	345	0.111	345	345	345
Agua	193	0.193	193	193	200
Arena	601	0.229	609	606	606
Piedra	1216	0.452	1229	1226	1226
Cáscara de huevo	0	0	0	0	0
Aire atrapado	0	0.015	0	0	0
Total		1	2376	2370	2377

Fuente: Castro y Alfaro, 2019.

Ensayo de concreto en estado fresco:

Tabla 5: Asentamiento del concreto patrón y las diferentes dosificaciones de cascara de huevo.

ASENTAMIENTO (pulg)		
Proporción	Slump	
Concreto Patrón	4	
2%	5	125.00%
15%	4.25	106.25%
20%	3.5	87.50%

Fuente: Castro y Alfaro, 2019.

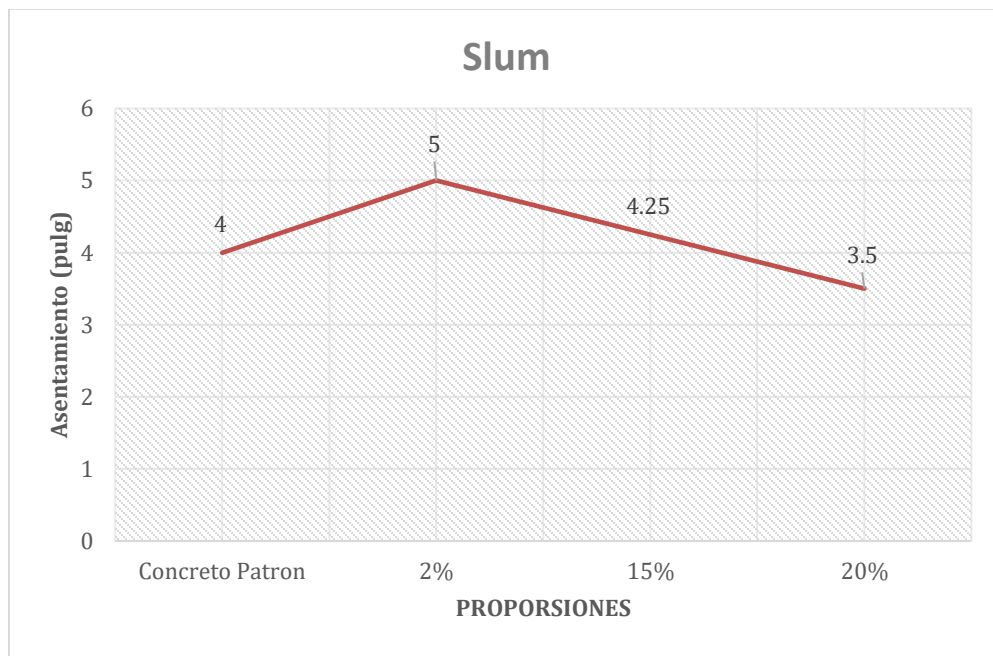


Figura 7: Asentamiento de concreto con adición de cáscara de huevo (propio).

En la figura 6, se aprecia que el concreto elaborado con la sustitución del 2% de polvo de cascara de huevo por cemento alcanza un asentamiento mayor al concreto patrón, luego con la sustitución de 15% del mismo, ligeramente superior al concreto patrón y finalmente con la sustitución del 20% se observa por debajo respecto al concreto de diseño. En conclusión, se puede definir que a mayor proporción de polvo de cascara de huevo el asentamiento de concreto es menor.

Tabla 6: Asentamiento del concreto patrón y las diferentes dosificaciones de cascara de huevo.

TIEMPO DE FRAGUADO (min)			
Proporciones	Tiempo Inicial	Tiempo Final	Temperatura (°C)
Concreto Patrón	165	255	21
2%	139	240	24.5
15%	144	240	26.5
20%	146	240	25.5

Fuente: Castro y Alfaro, 2019.

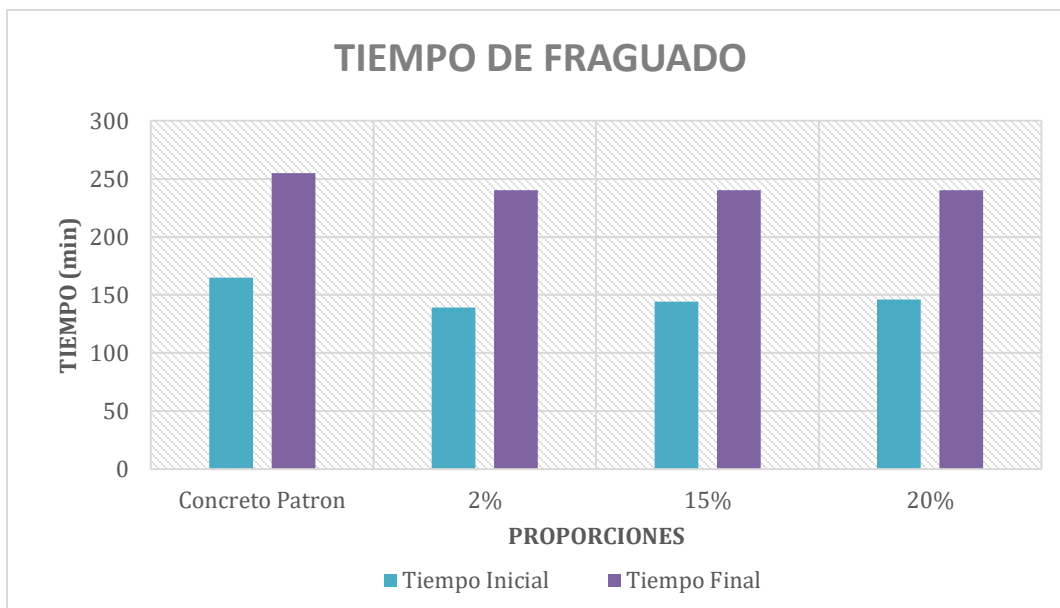


Figura 8: Tiempo de fraguado del concreto con adición de cáscara de huevo calcinado (propio)

Según se visualiza en la figura 7, el tiempo de fraguado inicial y final de las muestras de concreto con sustitución de polvo de cascara de huevo por cemento presentan cierta uniformidad, pero los tiempos de fraguado inicial de los mismos es considerablemente inferior respecto al tiempo de fraguado de la muestra patrón, trabajando de esta manera como un acelerante de fragua, mientras que, los tiempos de fraguado final son ligeramente inferior respecto al fraguado del concreto patrón.

Tabla 7: Resistencia a la compresión y porcentajes de variación respecto al concreto patrón con la adición de cáscara de huevo calcinado.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm ²)							
EDAD (días)	Proporciones						
	Concreto Patrón	2%		15%		20%	
7	223.85	310.1	138.53%	232.9	104.04%	246.55	110.14%
14	295.96	350.35	118.38%	294.7	99.57%	287.8	97.24%
28	322.88	383.5	118.77%	335.2	103.82%	313.4	97.06%

Fuente: Castro y Alfaro, 2019.

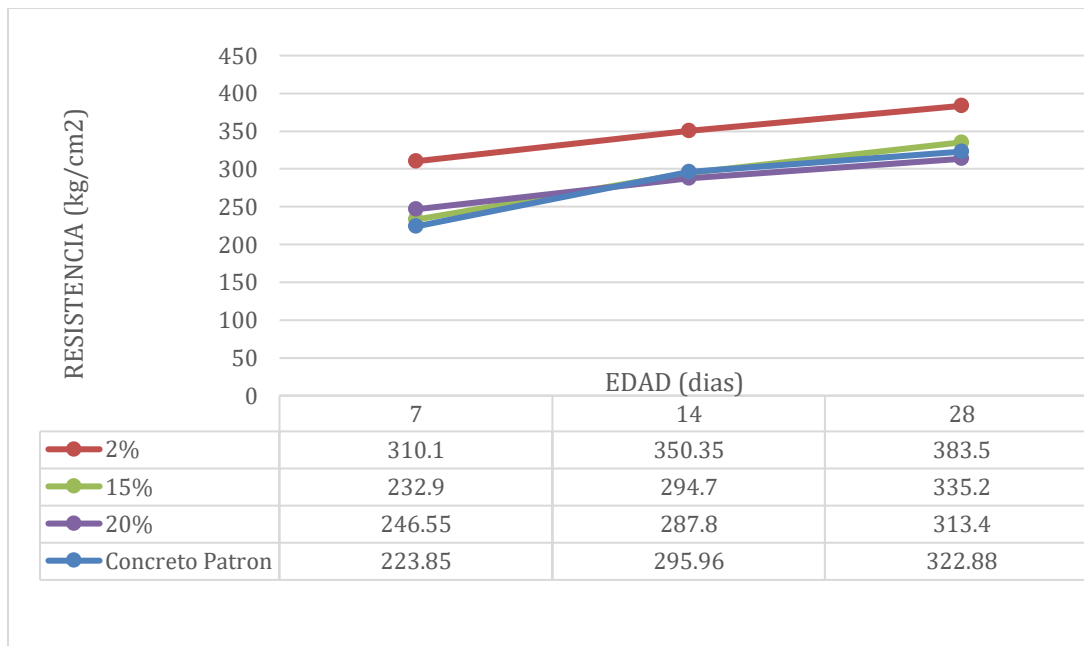


Figura 9: Resistencia a la compresión con adición de cáscara de huevo calcinado (propio)

La figura 8 muestra que la resistencia a la compresión del concreto con sustitución del 2% del polvo de cáscara de huevo por cemento a los 28 días se obtiene ampliamente valores superiores con respecto a la resistencia de la muestra patrón, logrando según la tabla 8 porcentajes de 138.53%, 118.38% y 118.17% en las edades de 7, 14 y 28 días respectivamente. Por otro lado, la muestra con la sustitución del 15% presenta mayor similitud en cuanto a los valores de resistencia a la compresión respecto al concreto patrón. Mientras que, la muestra con la sustitución del 20% a los 7 días presenta valor superior a la muestra patrón en un

110.14%, pero a los 14 y 28 días disminuye su resistencia en 97.24% y 94.06% respectivamente. Lo cual implica que, no es recomendable sustituir en proporciones mayores al 20%, porque su resistencia a la compresión tiende a disminuir.

TESIS N°2: “Resistencia a compresión de un concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ al sustituir al cemento en 4%, 6% y 8% por cascara de huevo”.

En esta investigación se plantearon como objetivo evaluar la resistencia a la compresión de un concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, sustituyendo al cemento por ceniza de cáscara de huevo en proporciones de 4%, 6% y 8%, el mismo que se llevó a cabo en la ciudad de Huaraz en el año 2018. Esta investigación se desarrolló con polvo de cascara de huevo calcinado a 700°C por 2 horas el cual está conformado en un 89.88 % por CaO y 7.55% de Al_2O_3 . Para ello, elaboraron concreto de diseño con $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

Tabla 8: *Dosificación de materiales para concreto patrón*

Descripción	Agua/Cemento	Agregado fino (kg)	Agregado grueso (kg)
Patrón	0.543	50.76	52.47

Fuente: Reyes, 2019

Tabla 9: *Valores de asentamiento del concreto con la adición de cáscara de huevo.*

ASENTAMIENTO (pulg)		
Proporción	Slump	
Concreto Patrón	3.875	
4%	3.125	80.65%
6%	3.75	96.77%
8%	4.125	106.45%

Fuente: Reyes, 2019.

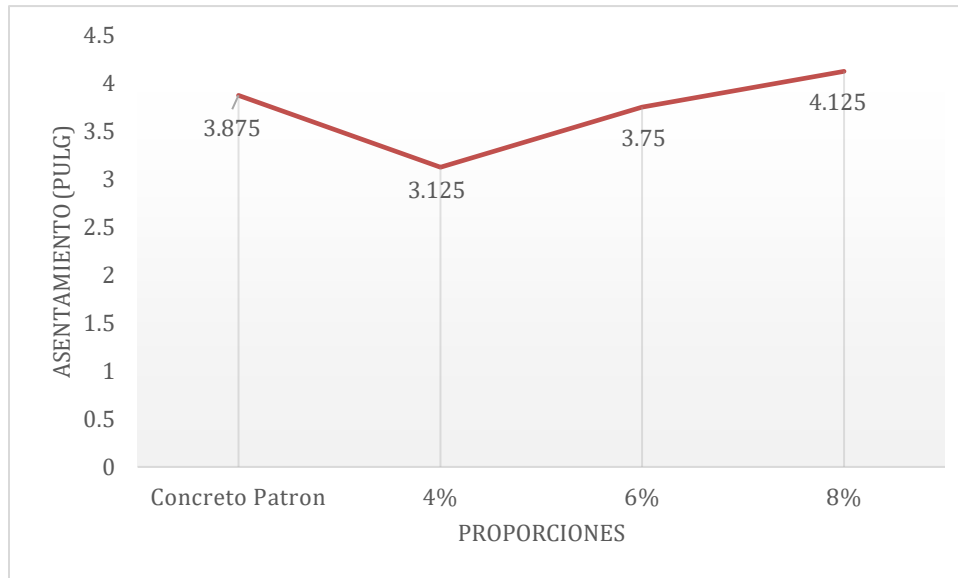


Figura 10: valores de asentamiento con adición de cáscara de huevo (propio)

En la figura 8, los valores de asentamiento aumentan proporcionalmente con la sustitución del polvo de cáscara de huevo, lo cual implica que a proporciones mayores se obtendrá concretos con mayor fluidez. Pero también. Con proporciones menores al 4% los valores de asentamiento disminuyen, lo cual da como resultados concretos menos trabajables.

Tabla 10: Resistencia a la compresión y porcentajes de variación respecto al concreto patrón con la incorporación de cáscara de huevo calcinado.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm ²)							
EDAD (días)	Proporciones						
	Concreto Patrón	4%		6%		8%	
7	158.72	161.03	101.46%	161.16	101.54%	164.42	103.59%
14	180.31	185.13	102.67%	184.87	102.53%	187.83	104.17%
28	212.24	212.21	99.99%	213.05	100.38%	214.96	101.28%

Fuente: Reyes, 2019.

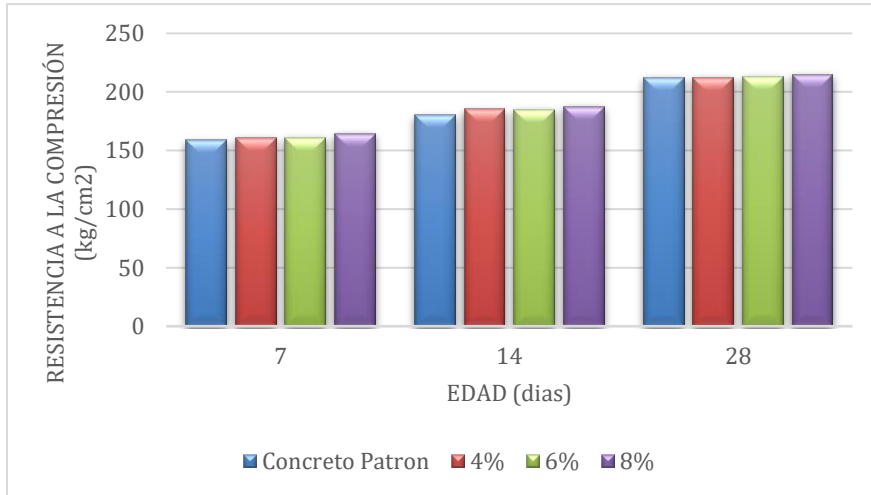


Figura 11: valores de resistencia a la compresión con incorporación de cáscara de huevo calcinado (propio)

En la figura 10 la mayor diferencia respecto a la muestra patrón lograron con la dosificación del 8% a los 14 días siendo este mismo un 104.17%. del mismo modo, la resistencia a la compresión menor al de la muestra patrón lograron con la dosificación del 4% a los 28 días con 99.99 %. Finalmente, la resistencia optima se logró con la dosificación del 8% a los 28 días.

Comparación de resultados

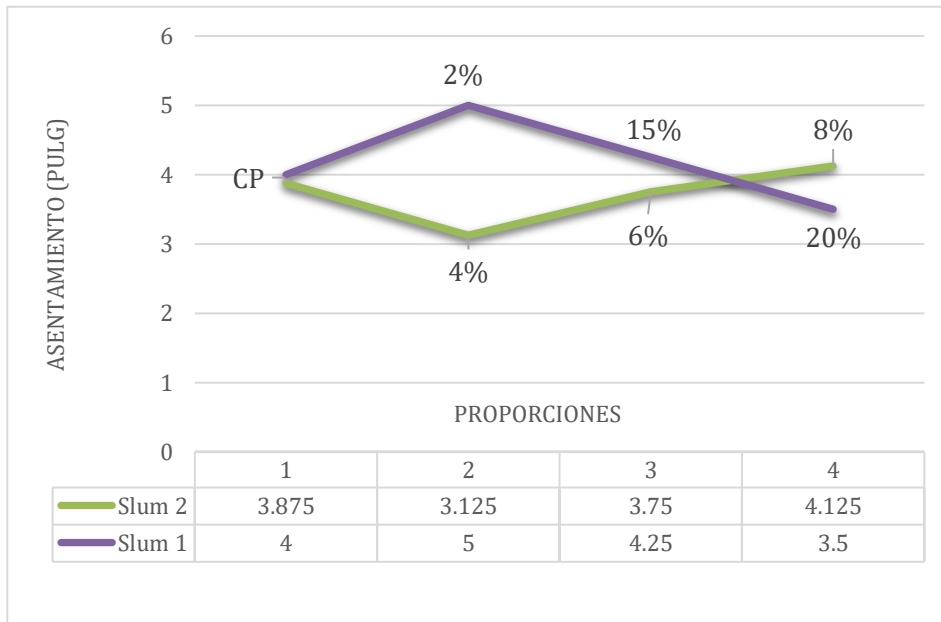


Figura 12: Comparación de resultados de asentamiento

Respecto al concreto patrón en ambas investigaciones presentan valores de asentamiento muy similares, dado que, ambos estudios tienen como patrón de diseño $f'c=210\text{kg/cm}^2$. En la figura 11 también se aprecia, las diferencias que presenta respecto al asentamiento del concreto, en la tesis 1 con el 2% de sustitución da como resultado un asentamiento de 5 pulgadas, mientras que en la tesis 2 con proporción de reemplazo del 4% logran una diferencia significativa de asentamiento de 3 1/8 pulgadas. En la tesis 1 también se observa que los resultados a partir de 4% hasta 8% son valores ascendentes, mientras que en tesis 2, en proporciones de 15% y 20% se manifiestan valores descendentes.

La razón de esta diferencia significativa con proporciones de reemplazo similares se puede explicar, porque, en la tesis 2 emplearon un aditivo mientras que en la otra no, además las temperaturas de calcinación varían para la tesis1 con $910\text{ }^\circ\text{C}$ y la tesis 2 a $700\text{ }^\circ\text{C}$.

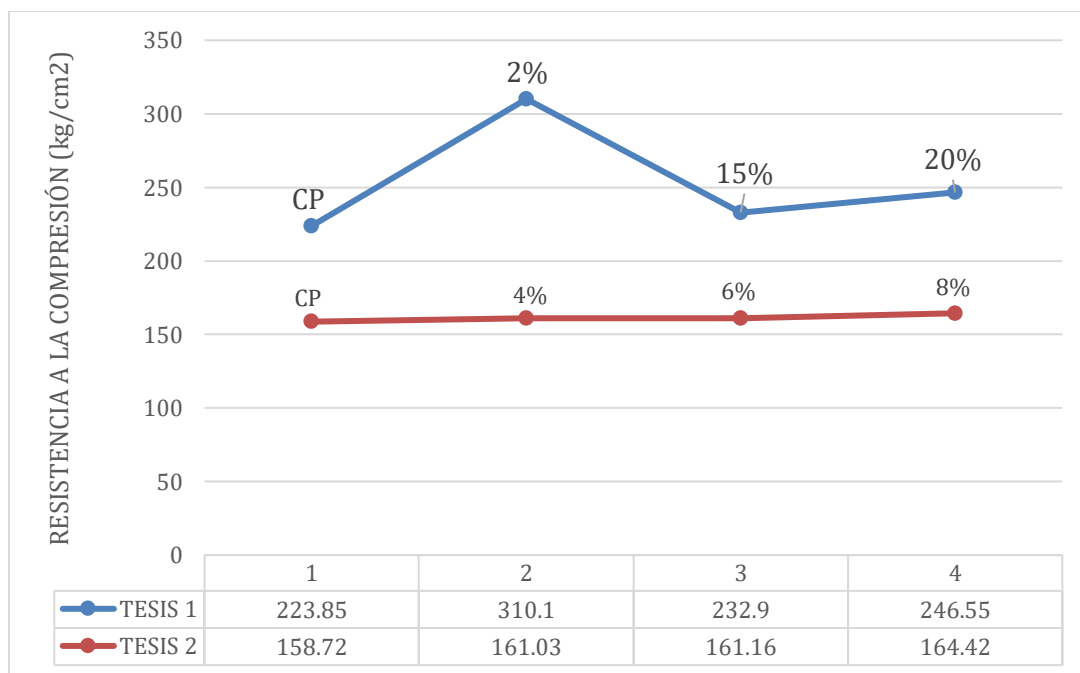


Figura 13: Comparación de resultados de resistencia a la compresión a los 7 días (propio)

La figura 12 muestra con claridad que la investigación 1 obtiene mejores resultados en cuanto a la resistencia a la compresión, logrando la resistencia optima con el 2% de cascara de huevo calcinado, esto debido a la mayor temperatura de calcinación que es de 910°C, esto quiere decir que con menores proporciones y a mayores temperaturas de calcinación se logra resultados óptimos de resistencia a la compresión.

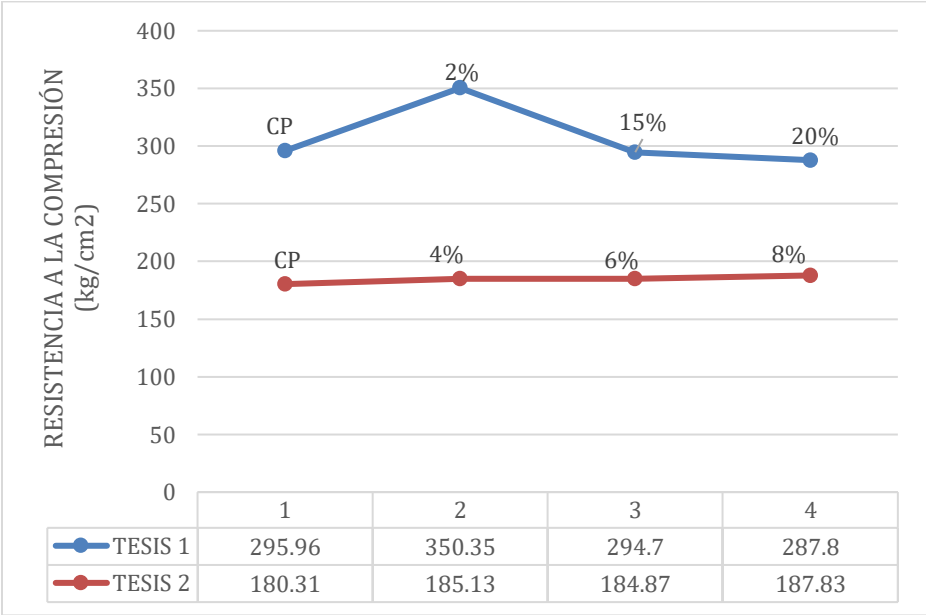


Figura 14: resultados de resistencia a la compresión a los 14 días (propio)

En la figura 13, los resultados de resistencia a la compresión se mantienen claramente superior de la investigación 1, manteniendo la resistencia óptima con el 2%, pero ahora mostrando una disminución en proporción superior al 15 y 20%. Mientras que, en la investigación 2 mantienen cierta uniformidad logrando la resistencia óptima con 8% a los 28 días de curado.

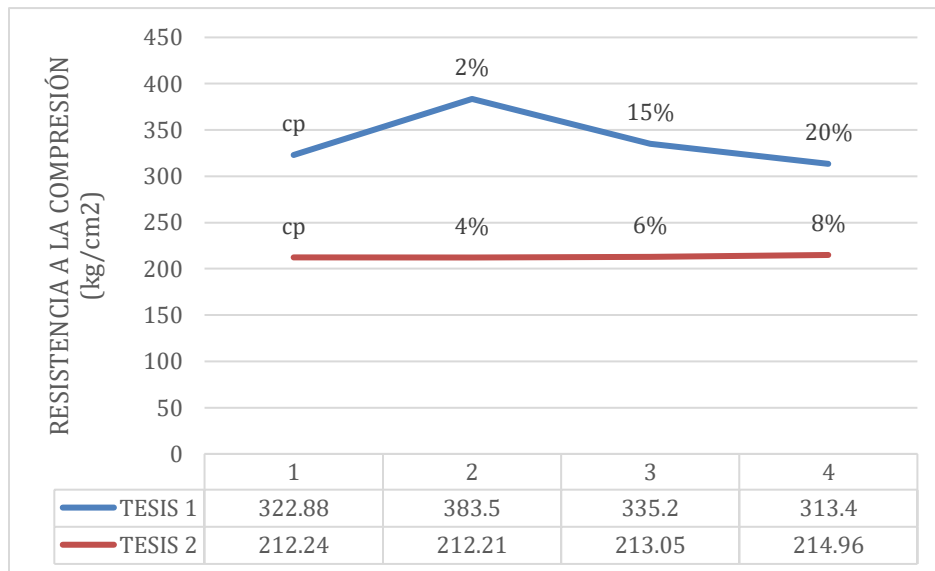


Figura 15: comparación de resultados de resistencia a la compresión a los 28 días (propio)

En la figura 14, se observa la misma tendencia los resultados, a pesar de añadir aditivo en la tesis 2 no lograron buenos resultados, mientras que en la tesis 1 si lograron resultados superiores al concreto patrón hasta proporciones menores al 15%, luego de ello los valores son menores a la muestra patrón. En conclusión, los factores que influyen son principalmente la temperatura de calcinación y la proporción, por lo que haciendo investigaciones más profundas con variaciones de temperatura de calcinación y ampliar las proporciones de reemplazo se puede lograr resultados óptimos.

Variable independiente 2: Tejido óseo calcinado

Tesis N°1: “Influencia del Óxido de calcio en la trabajabilidad, fraguado, compresión, densidad, porosidad y absorción del concreto para elementos estructurales, Trujillo 2017”

En esta investigación se plantearon como objetivo, el uso de óxido de calcio extraído a partir de residuos de ganado bovino, como una alternativa de adición al concreto y así mejorar sus propiedades físicas y mecánicas. Para ello, elaboraron un diseño de mezcla de $f'c=280\text{kg/cm}^2$ con relación agua/cemento de 0.52 y aditivo

superplastificante Sika Viscocrete-3330 en proporción de 2% con respecto al peso del cemento, también la marca de cemento que se uso fue Pacasmayo tipo I, las proporciones de hueso calcinado, la temperatura de calcinación y tiempo de calcinación se presenta en la tabla 12. Además, el diseño de mezcla para el concreto patrón se presenta en la tabla 11.

Tabla 11: *Diseño de mezcla patrón*

Elemento	Peso por m3 (kg)	Densidad (kg/m3)	Volumen (m3)
Cemento	463.52	3100	0.14
Aire	32.5	1300	0.02
Agua	240.92	1000	0.24
Grava	928.35	2639	0.35
Arena	730.54	2810	0.25
Total	2395.83		1.00

Fuente: Durand ciudad, 2017

Tabla 12: *proporción, temperatura y tiempo de calcinación del hueso de bovino*

PROPORCIÓN DE HUESO CALCINADO	TEMPERATURA DE CALCINACIÓN	TIEMPO DE CALCINACIÓN
0%	600°C y 750°C	4 horas
1%		
2%		
3%		
4%		
5%		
6%		

Fuente: Durand ciudad, 2017

Trabajabilidad: Este tipo de ensayos se realizan considerando los procedimientos establecidos en la NTP 339.035.

Tabla 13: Resultados de asentamiento con adición de hueso calcinado

Porcentajes	Promedio de Asentamiento (in)	variación respecto al concreto patrón (%)
Patron sp	3.25	100.00%
0%	3.25	100.00%
1%	8.00	246.15%
2%	6.50	200.00%
3%	5.25	161.54%
4%	4.25	130.77%
5%	2.50	76.92%
6%	1.50	46.15%

Fuente: Durand ciudad, 2017

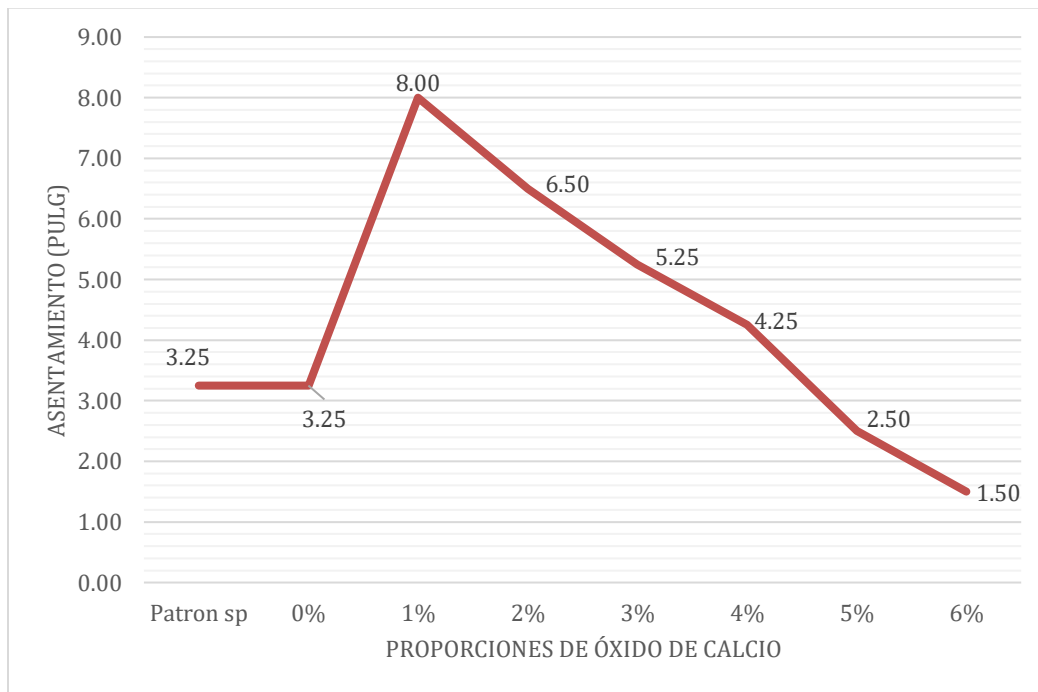


Figura 16: Asentamiento del concreto con la incorporación de óxido de calcio (propia)

En la tabla 7, se aprecia los resultados del asentamiento del concreto elaborado con la incorporación del óxido de calcio obtenido a partir de la calcinación de huesos de bovino, donde se observa que a partir del 1% disminuye de 8 pulgadas hasta 1.5 pulgadas en su asentamiento. Lo cual implica que, a mayor proporción de óxido de calcio se obtiene menor asentamiento. Por otro lado, en la figura 6 se observa una representación gráfica de lo descrito en la tabla 7.

Ensayo del concreto en estado endurecido:

Tabla 14: Resultados de los ensayos de resistencia a la compresión con la incorporación de óxido de calcio

% de óxido de calcio	Resistencia promedio (kg/cm ²)	Variación respecto a la muestra patrón
patrón	302	100.00%
0	309	102.32%
1	312	103.31%
2	337	111.59%
3	341	112.91%
4	353	116.89%
5	335	110.93%
6	325	107.62%

Fuente: Durand, 2017

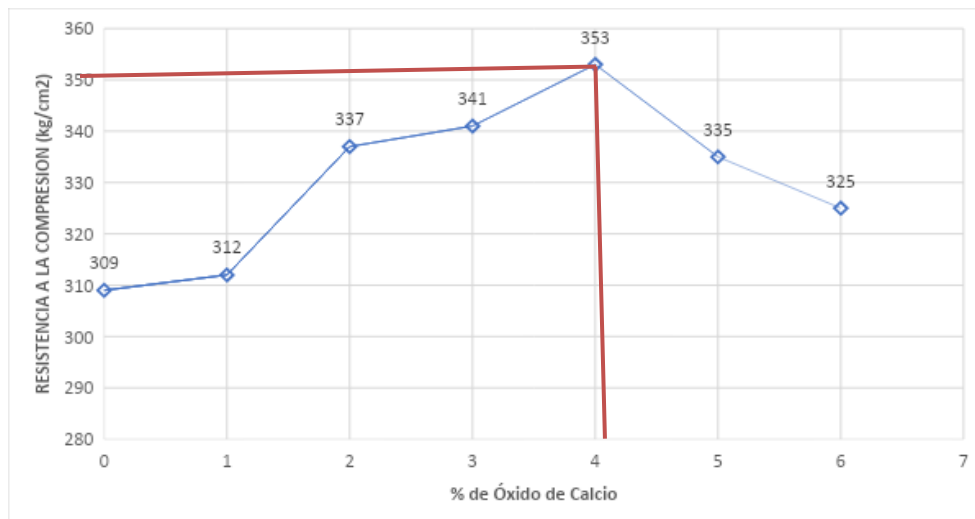


Figura 17: Gráfico de Resistencia a la compresión a los 28 días (propio)

En la tabla 7 se observan los valores de resistencia obtenidos a los 28 días, en lo cual todos los resultados con la incorporación de óxido de calcio superan ligeramente a lo obtenido con el concreto patrón, se logra el máximo valor de resistencia a la compresión en la adición del 4% de óxido de calcio a los 28 días. Así mismo en la figura 7 se ve una representación gráfica de los resultados, donde claramente se manifiesta el pico más alto de la curva de la resistencia máxima a la compresión alcanzando 353 kg/cm² con 4% de óxido de calcio.

Tesis 2: “Evaluación de la resistencia a la compresión de un concreto hidráulico con reemplazo parcial de cemento por hueso bovino calcinado”

En esta investigación se propusieron realizar un estudio de material puzolánico producto de la calcinación del hueso de bovino, lo cual se reemplazó parcialmente al cemento y luego procedieron a evaluar su resistencia a la compresión. Las proporciones de sustitución, la temperatura de calcinación y el tiempo de calcinación se presenta en la tabla 14.

Tabla 15: *Proporción, Temperatura y Tiempo de calcinación del hueso de bovino*

Proporción de hueso calcinado	Temperatura de calcinación	Tiempo de calcinación
10%	600°C, 900°C y 1200°C	1 y 2 horas
15%		
20%		

Fuente: Pedraza, Riveira y Velásquez, 2017

Tabla 16: *Resistencia a la compresión con 10% de hueso de bovino calcinado a 1200°C durante 1 hora*

Muestra	resistencia de diseño (kg/cm ²)	Resistencias experimentales promedio (kg/cm ²)					
		7 días		14 días		28 días	
Concreto hidráulico convencional	211	85.65	40.60%	183.45	87.00%	242.45	114.90%
Concreto hidráulico con hueso de bovino calcinado	211	192.95	91.50%	234	110.90%	248.85	118.00%

Fuente: Pedraza, Riveira y Velásquez, 2017

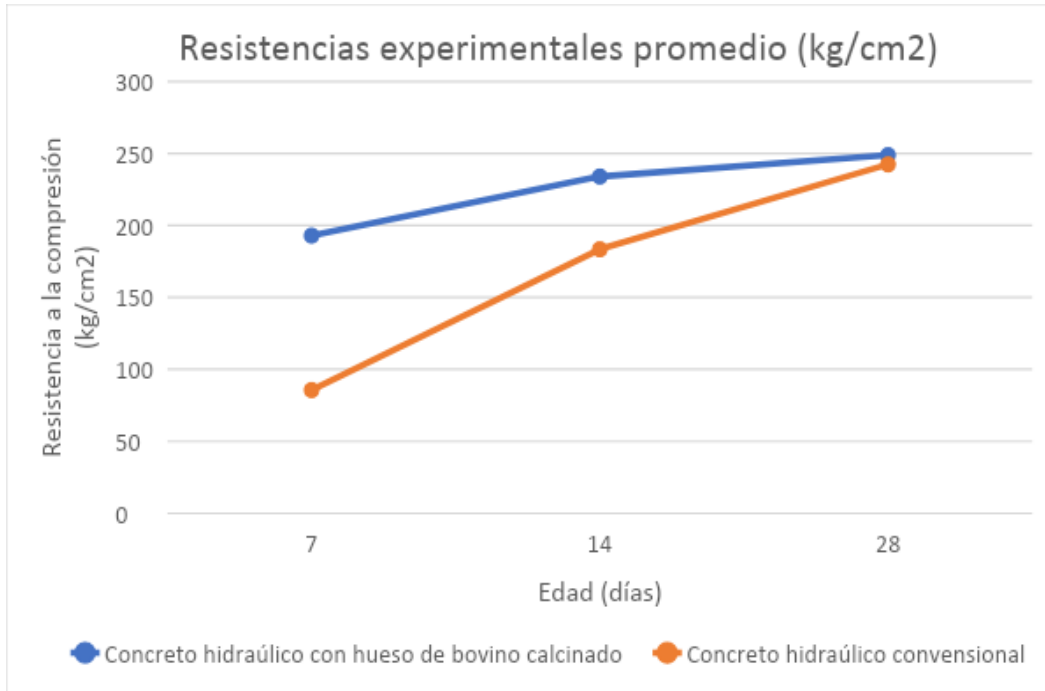


Figura 18: Representación gráfica de la resistencia a la compresión (propio)

En la tabla 10, se observa que a los 7 días el concreto con inclusión de hueso bovino calcinado logra 91.5%, mientras que el concreto convencional logra el 40.6%; a los 14 días el concreto en estudio logra el 110.9% respecto al concreto de diseño y el convencional alcanza el 87.0%, siendo la diferencia de 23.9% entre ellos; finalmente a los 28 días se observa que el concreto en estudio alcanza el 118.0% respecto a la resistencia de diseño y el concreto convencional 114.9% haciendo una diferencia de 3.1% entre ellos.

Por otro lado, en la figura 8 se aprecia las líneas de tendencia en ambos casos muestran un incremento en función a la edad, mostrando también una clara disminución en cuanto a la diferencia entre ellos.

Comparación de resultados con sustitución de cemento por cáscara de huevo calcinado

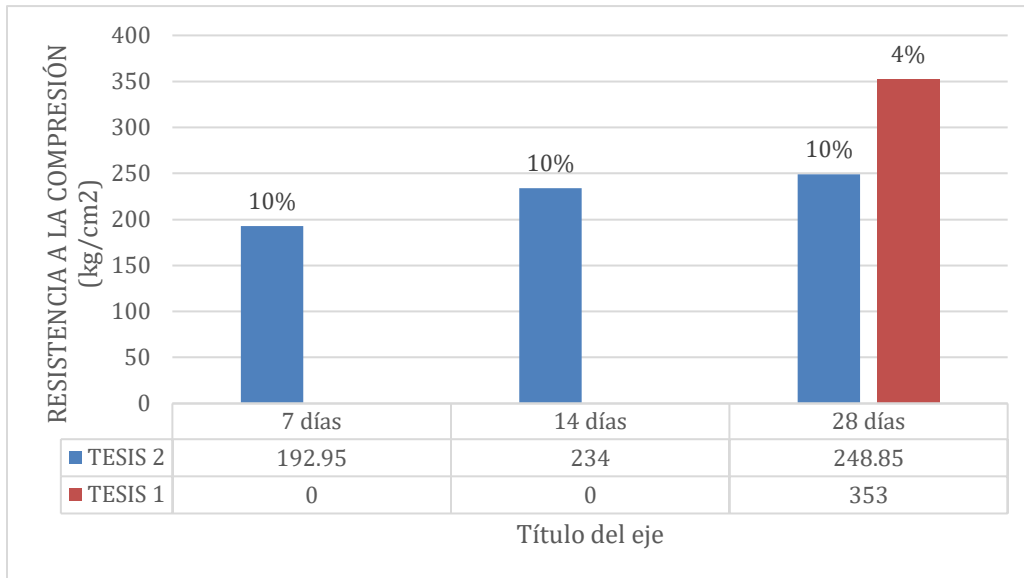


Figura 19: Resistencia a la compresión óptima de ambas investigaciones (propio)

En la figura 18, se presentan la comparación de resultados de resistencia a la compresión más óptimas, en la investigación 1 la resistencia optima con 4% de adición supera a la muestra de diseño en 116.89%, cabe mencionar que, el concreto de diseño fue $f'c=280$ kg/cm², es por ello que, la resistencia optima alcanza el valor de 353 kg/cm². Además, en esta tesis emplearon el aditivo superplastificante Viscocrete-3330 en 2%. Mientras que. En la investigación 2, el concreto de diseño fue de resistencia $f'c=211$ kg/cm², y la resistencia óptima logra el valor de 248.58 kg/cm², siendo 118% respecto al concreto patrón a los 28 días de edad. Finalmente cabe resaltar que, en la tesis 1 la adición de hueso calcinado y el aditivo se realiza respecto a la mezcla de concreto. Mientras que en la tesis 2, la adición se realiza respecto al cemento y sin aditivos.

Evaluación de costos en la elaboración del concreto con incorporación de tejido óseo calcinado

Tesis1: “Influencia de los huesos calcinados por arena, módulo de finura y relación cemento: arena sobre la resistencia a la compresión, densidad y capilaridad durante la elaboración de morteros modificados”.

El proceso de obtención del hueso triturado, fue desde la recuperación de huesos de animales de los mercados de carnes y canales, después, se procedió a la trituración mecánica sin calcinar y se usó como sustitución parcial del agregado fino

Tabla 17: Comparación de costos por m³ de un concreto convencional y modificado

Tipo de hormigón	Costo (S/.)	Incremento respecto al convencional	
Convencional	47.37	S/.0.00	0%
Modificado	46.74	S/. 0.63	-0.98%

Fuente: Changoluisa y Oña, 2017

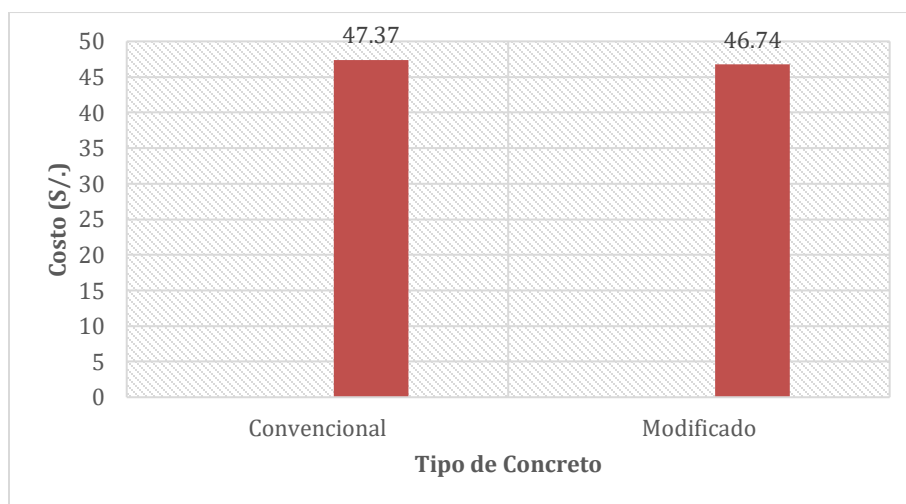


Figura 20: Representación gráfica de los costos (propio)

Como se puede observar en la figura 20 el costo de la elaboración del mortero con la incorporación de hueso calcinado es ligeramente menos costosa que el mortero convencional, además según la tabla 14 la diferencia es de -0.98% respecto al mortero convencional, cabe señalar que el análisis de costos está considerado para 1 m³ de mortero.

Tesis 2: “Influencia del Óxido de calcio en la trabajabilidad, fraguado, compresión, densidad, porosidad y absorción del concreto para elementos estructurales, Trujillo 2017”.

Tabla 18: Costos de m³ de concreto elaborado con tejido óseo calcinado y Microsilice Rehomac SF100.

Elemento	Peso por m ³ (kg)	Und.	Cantidad	ÓXIDO DE CALCIO EXTRAIDO DE GANADO BOVINO		MICROSILICE RHEOMAC SF100	
				Precio (S/.)	Costo por m ³ (s/.)	Precio (S/.)	Costo por m ³ (s/.)
Agua	240.926	m ³	0.24	5.00	1.20	5.00	1.20
Cemento tipo I	463.52	bls	11.04	24.00	264.96	24.00	264.96
Arena	730.54	m ³	0.39	49.90	19.46	49.90	19.46
Piedra de ½"	928.35	m ³	0.58	60.90	35.32	60.90	35.32
óxido de calcio/microsilice rheomac SF100	40.00	bls (25kg)	1.60	24.92	39.87	97.00	155.20
Plastificante Sika Viscocrete-3330	0.92704	Galón	0.23	37.00	8.58	37.00	8.58
				TOTAL	369.40	TOTAL	484.73

Fuente: Durand 2017

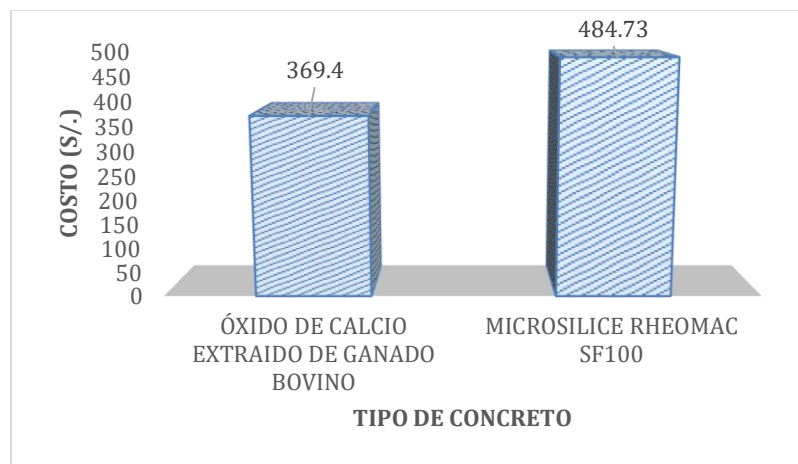


Figura 21: Representación gráfica de los costos (propio)

Luego de revisar el análisis de costos unitarios, se hizo una representación gráfica en la figura 21, donde se observa que el costo de la elaboración del concreto por m³ con tejido óseo calcinado resulta menos costoso respecto a un concreto elaborado con aditivo Microsilice Rehomac SF100, con un 23% menos, obteniendo resultados de resistencia a la compresión similares.

V. DISCUSIÓN

D1. Según el investigador (Alvarado, 2019), en su trabajo titulado “*Análisis del estado Plástico y endurecido del concreto usando aditivo superplastificante y la cascara de huevo molido en concreto como hormigón*”, lo cual se menciona como uno de los antecedentes del presente informe, determino que el uso de la cascara de huevo molido y el aditivo superplastificante aumentan la trabajabilidad del concreto, siendo el porcentaje que obtuvo resultado optimo 2.5% de cascara de huevo molido, siendo las proporciones usadas de 2% y 2.5% y 1.5% aditivo superplastificante, lo cual se aprecia en la figura 19.

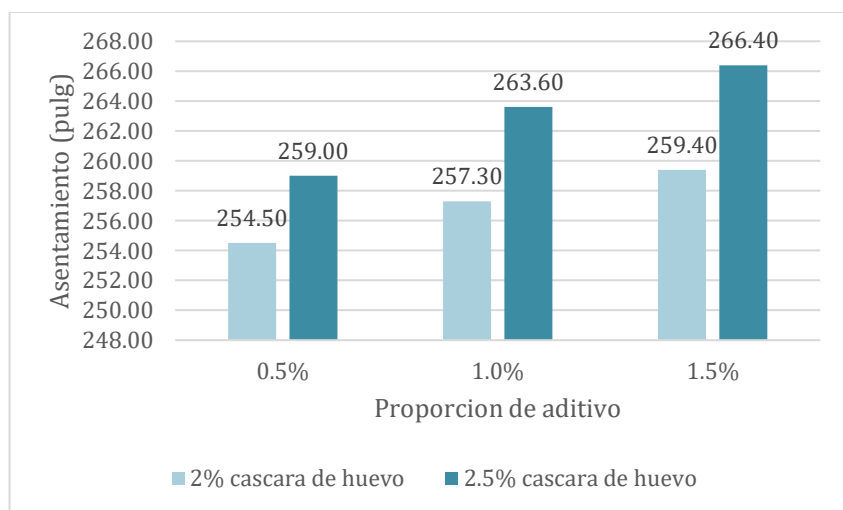


Imagen 1: Valores de asentamiento de concreto

Respecto a ello, en la investigación considerada tesis 1 del presente informe, hay coincidencias en los valores de asentamiento óptimos de trabajabilidad logrado con 8% de cascara de huevo calcinado, siendo las proporciones aplicadas de 4, 6 y 8%. en ambos casos la propiedad de trabajabilidad del concreto tiende a mejorar de manera proporcional a la adición del polvo de cascara de huevo. Por lo tanto, se concluye que, la cáscara de huevo como residuo orgánico cumple con las características de un material puzolánico, tanto en su estado calcinado, como también en su estado molido con la adición de aditivo superplastificante.

D2. El investigador (Alvarado, 2019), cuyo trabajo se titula “*Análisis del estado Plástico y endurecido del concreto usando aditivo superplastificante y la cascara de huevo molido en concreto como hormigón*”, encontró resultados favorables hacia sus objetivos, donde obtiene el resultado óptimo de resistencia a la compresión con proporciones de 2.5% de cáscara de huevo y 1.5% de aditivo superplastificante, superando al valor del concreto de diseño en un 105.59%. tal como se aprecia en la figura 20. En consecuencia, este material orgánico cumple con las propiedades del cemento para mejorar la resistencia del concreto, tanto en estado calcinado como también, en estado molido con adición de aditivo en este último caso.

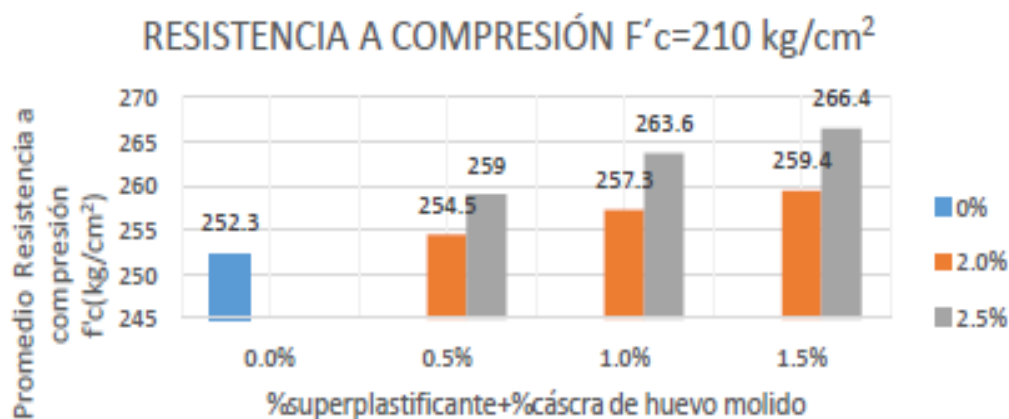


Imagen 2: Valores de resistencia a la compresión

Referente al mismo, hay coincidencias con los resultados obtenidos, donde trabajó con proporciones de 2, 15 y 20% de cascara de huevo calcinado, logro la resistencia a la compresión óptima con la dosificación de 2%, a los 28 días, logrando un 118.77% respecto al concreto patrón. por lo tanto, se puede afirmar que existe resultados positivos y se cumple con los objetivos planteados de mejorar la resistencia a la compresión. En consecuencia, este material orgánico cumple con las propiedades del cemento para mejorar la resistencia del concreto, tanto en estado calcinado como también, en estado molido con adición de aditivo en este último caso.

D3. Según (Gálvez, 2018), en su proyecto de investigación titulado “Influencia de los huesos calcinados por arena, módulo de finura y relación cemento: arena sobre la resistencia a la compresión, densidad y capilaridad durante la elaboración de morteros modificados” la resistencia a la compresión del mortero mejora con la sustitución del agregado fino por hueso calcinado en proporción de 20% a los 28 días, habiendo usado en proporciones de 10, 20, 30, 40 y 50%. De manera que, este material presenta resultados satisfactorios usando como agregado fino.

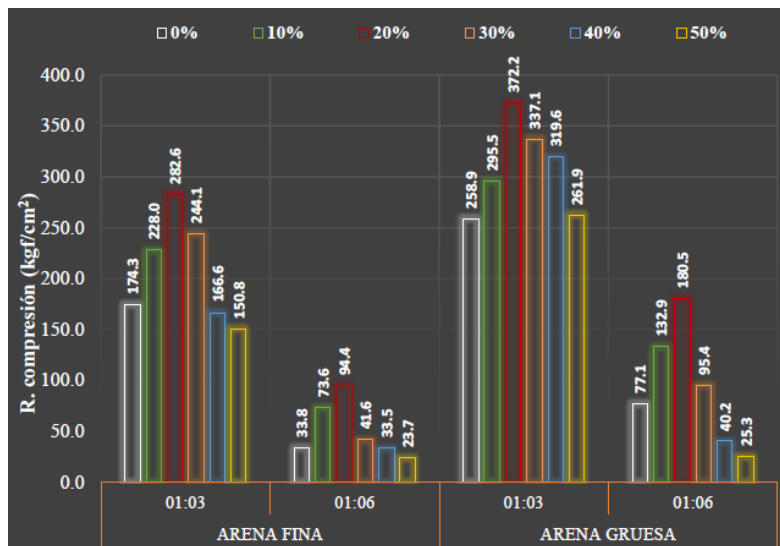


Imagen 3: Valores de resistencia a la compresión (Gálvez, 2018)

Al respecto, Pedraza, Riveira y Velásquez, en su investigación titulado “*Evaluación de la resistencia a la compresión de un concreto hidráulico con reemplazo parcial de cemento por hueso bovino calcinado*”, se plantearon como objetivo mejorar la resistencia a la compresión del concreto, para ello trabajaron con proporciones de 10, 15 y 20% de polvo de hueso calcinado a temperaturas de 600, 900 y 1200 °C por un tiempo de 1 y 2 horas, lograron el resultado óptimo con 10% de hueso calcinado, a 1200°C de temperatura durante 1 hora a los 28 día de edad, lo cual alcanza un 118.0% respecto al concreto en estudio. Si bien es cierto se está usando el mismo material tanto en morteros, como sustitución del agregado y en elaboración de concreto como sustitución del cemento, en ambos casos logran resultados positivos, en cuanto a la mejora de la resistencia a la compresión.

D4. Según (Changoluisa y Oña. 2017) en una investigación realizada en la Universidad Central del Ecuador, afirma que el costo de la elaboración de un concreto por m³, usando tejido óseo triturado como sustitución parcial del agregado fino, resulta más costoso que un concreto convencional, en un 15.50%. tal como se puede apreciar en la tabla 16 y la figura 25, lo cual, indica que no es factible económicamente el uso de este material.

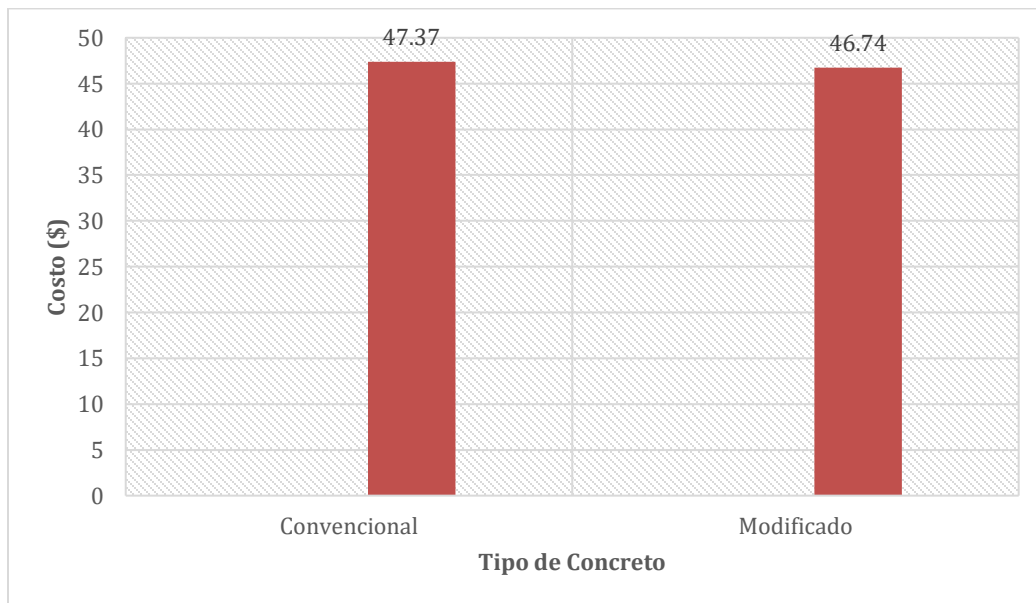


Figura 25: Costos de elaboración de concreto (Propio)

Al respecto (Gálvez, 2018), en su investigación realizada en la Universidad Nacional de Trujillo, determinó que el uso de tejido óseo calcinado como sustitución parcial del cemento en la elaboración de morteros es ligeramente menos costoso respecto al mortero convencional, siendo esta diferencia S/. 0.63 por m³ de concreto. Así mismo, (Durand, 2017), en su investigación realizada en la Universidad Privada de Norte-Trujillo, concluye que la elaboración del concreto con la incorporación del tejido óseo calcinado resulta menos costosa que un concreto elaborado con aditivo Microsilice Rehomac SF100. De esta manera, los 2 antecedentes de esta investigación coinciden que es económicamente viable el uso de tejido óseo calcinado, en la elaboración del concreto.

VI. CONCLUSIONES

1. En base a los resultados en estado fresco del concreto, se encontró que la sustitución parcial del cemento por desechos orgánicos (cáscara de huevo) calcinados a a 700°C y 910°C en proporciones de 2% y 8% respectivamente permitió lograr resultados óptimos, debido a que el concreto cumple las características de trabajabilidad y mejora el tiempo de fraguado.
2. Respecto a los resultados de resistencia a la compresión se encontró que la sustitución parcial del cemento por cáscara de huevo calcinado a 700°C y 910°C en proporciones de 2% y 8% respectivamente, se lograron resultados óptimos logrando resultados superiores al concreto patrón.
3. En cuanto a los resultados de la resistencia a la compresión se encontró resultados óptimos con la incorporación de tejido óseo calcinado. Por un lado, calcinado a 750°C durante 4 horas, en proporción de 4% respecto al cemento más aditivo Viscocrete-3330 en proporción del 2% respecto al concreto. Por otro lado, calcinado a 1200°C durante 1 hora sin aditivo en proporción de 10% respecto al cemento, en ambos casos a los 28 días de curado. Por lo tanto, se puede deducir que, a mayor temperatura de calcinación se logra mejores resultados de resistencia a la compresión.
4. En tema de los costos de elaboración del concreto con tejido óseo triturado y calcinado se encontraron 2 estudios, en los cuales uno de ellos realizados en La Universidad Central del Ecuador, afirma que el uso del hueso triturado como sustitución parcial del agregado fino, resulta más costoso respecto a un concreto convencional. Por otro lado, en un estudio realizado en la Universidad de Trujillo-Perú, afirman que el uso de tejido óseo en su estado calcinado, resulta menos costoso, que un concreto elaborado con aditivo Microsilice Rehomac SF100, el cual tiene como función producir concretos y morteros extremadamente fuerte y durable.

VII. RECOMENDACIONES

- 1.** Se recomienda la reutilización de los desechos orgánicos a fin de transformarlo a material cementante y así propiciar el adecuado tratamiento de estos desechos naturales con el propósito de reducir la extracción de materia prima y a su vez disminuir la contaminación de espacios no autorizados.
- 2.** Para elaborar material cementante con residuos orgánicos y óxido de calcio se recomienda la utilización de horno mufla de altas temperaturas y de mayor capacidad, afín de producir en gran escala dichos materiales. A su vez puede disminuir en el costo, por ello, se recomienda realizar un análisis de costo de elaboración por m³. En estas investigaciones la recolección y selección se hizo manualmente.
- 3.** Para la ejecución de los ensayos tanto de los materiales como también del concreto en sus diferentes estados es recomendable tener los instrumentos debidamente en buen estado y calibrados con el fin de no interferir en los resultados, al mismo tiempo proceder de acuerdo a las normas técnicas establecidas.
- 4.** Para futuras investigaciones se recomienda la utilización de los desechos orgánicos y óxido de calcio a grandes escalas como material cementico o agregado fino, a fin de disminuir su costo y a diferentes temperaturas de calcinación, para optimizar la dosificación y mejorar sus propiedades del concreto en estado fresco y endurecido si cumple con las resistencias del diseño, trabajabilidad y otros ensayos, al mismo tiempo se recomienda realizar este tipo de investigaciones en la ciudad de Lima, debido a que se aprecia la presencia de estos desechos en los diferentes espacios públicos.

REFERENCIAS

AGRAVANTE, Mariecor. *What is the Meaning of variables in Research?*. Sciencing [en lines]. 13 de abril del 2018. [fecha de consulta 30 de octubre del 2019]. Disponible en: <https://sciencing.com/meaning-variables-research-6164255.html>

AIZPURÚA, L., MORENO, G. y CABALLERO, K. Study of high strength concrete with the use of organic material ash and polymers [en line]. *Revista de I+D Tecnológico*, vol. 14, no. 2, febrero 2018. [fecha de consulta:14 de octubre de 2019]. Disponible en: <https://revistas.utp.ac.pa/index.php/id-tecnologico/article/view/2071>

ALI M. B., SAIDUR R., HOSSAIN M., A review on emission analysis in cement industries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* [En línea]. Junio 2011, v.15, n. 5, [Fecha de consulta: 17 de octubre de 2019]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1364032111000566>

ALVARADO, Ebert. Análisis del estado plástico y endurecido del concreto usando aditivo superplastificante y la cáscara de huevo molido en concreto con hormigón. Tesis (Título de ingeniero civil). Huancayo: Universidad Nacional del Centro, 2019.

ARDILLA, Jorge y ECHEVERRY, Jhon. Modificación del diseño de mezcla del concreto convencional a partir del uso del hueso triturado como agregado grueso para ensayos de resistencia a la impresión. Tesis (Título de ingeniero civil). Bogotá: Universidad Piloto de Colombia, 2018. Disponible en: <http://polux.unipiloto.edu.co:8080/00004849.pdf>

ARIAS, Fidias. El proyecto de investigación introducción a la metodología científica. 6ta edición. Editorial Epsiteme: Caracas-Venezuela, 2012. 146 pp. ISBN: 980-07- 8529-9.

ÁVILA Ávila, Rita. Caracterización mecánica de morteros y hormigones fabricados con escorias de incineradoras urbanas y su influencia sobre la corrosión de las armaduras. Tesis (Doctor en Edificaciones). Madrid: Universidad Politécnica de Madrid, Escuela Técnica Superior de Edificaciones, 2017. 159 pp.

BERNAL, César. Metodología de la investigación administración, economía, humanidades y ciencias sociales [en línea]. 3ª ed. Bogotá: Pearson Educación de Colombia, 2010. [fecha de consulta 26 de octubre]. Disponible en: <http://abacoenred.com/wp-content/uploads/2019/02/El-proyecto-de-investigaci%C3%B3n-F.G.-Arias-2012-pdf> ISBN: 9789586991285

BHAT, Adi. *Descriptive research: definition, characteristics, examples and ventajas*. QuestionPro [en línea]. 23 de agosto del 2018. [fecha de consulta 01 de noviembre del 2019]. Disponible en: <https://www.questionpro.com/blog/descriptive-research/>

CARRASCO, Sergio. Metodología de la Investigación Científica. decimotercera edición. Editorial San Marcos E.I.R.L.: Perú., 2017. 250 pp. ISBN: 9789972383441.

CHANGOLUISA Aimacaña, Diego y OÑA Guaranda, Gloria. Diseño de hormigón biocompuesto a partir de residuos de osnamentas de animales. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Quito: Universidad Central del Ecuador, Facultad de ingeniería, ciencias físicas y matemática, 2018. 265 pp.

CHOQQUE Y CCANA. Evaluación de la resistencia a compresión y permeabilidad del concreto poroso elaborado con agregado de las canteras Vicho y Zurite, adicionando aditivo súper plastificante de densidad 1.2 kg/l para una resistencia 210 kg/cm². Tesis (Título de Ingeniero Civil). Cuzco: Universidad Andina del Cuzco, 2016. Disponible en: <http://repositorio.uandina.edu.pe/handle/UAC/735>

COLOMA Santamaría, Juan. Valoración de residuos orgánicos y su aprovechamiento en la fabricación de nuevos hormigones. Tesis (Doctor en Ingeniería de Minas). Madrid: Universidad Politécnica de Madrid, Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas y Energía, 2015. 732 pp.

Consejo Nacional de Política Económica y Social - CONPES. Documento CONPES 3874: Política Nacional para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos. Bogotá: 2016. 39 pp.

Consumo nacional de cemento alcanzó su nivel más alto del año en agosto [en línea]. Gestión.PE. 17 de setiembre de 2019. [fecha de consulta 10 de octubre de 2019]. Disponible en: <https://gestion.pe/noticias/consumo-de-cemento/>
Disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/ric/v25n2/art03.pdf>

EBENSPENGER Luis y TORRENT Roberto. *Concrete air permeability “in situ” test: status quo*. Revista Ingeniería y Construcción [en línea]. Diciembre de 2010, n°3. [fecha de consulta 28 de octubre del 2019]. Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/pdf/ric/v25n3/en_art03.pdf

Ensayo de consistencia del concreto. [Mensaje en un blog]. Notas y Apuntes, (21 de febrero de 2015). [fecha de consulta 5 de octubre de 2019]. Recuperado de: <http://ingcivil-notasapuntes.blogspot.com/2015/02/ensayo-de-consistencia-del-concreto.html>

FARRUGIA Patricia, [et al]. *Research questions, hypotheses and objectives*. Association medicale canadiene [en línea]. 27 de junio del 2009. [fecha de consulta 30 de octubre del 2019]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2912019/pdf/0530278.pdf>

GÁLVEZ Escalante, Lewis. Influencia de los huesos calcinados por arena, módulo de finura y relación cemento: Arena sobre la resistencia a la compresión, densidad y capilaridad durante la elaboración de morteros modificados. Tesis

(Ingeniero de Materiales). Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo, 2018. 162 pp.

GÓNZALES Eduardo, JAIZME Elena y JUBERA Javier. Assessment of the influence of the effective water-cement ratio on the workability and strength of a commercial concrete used for the construction of concrete caissons [en línea]. 16 de junio de 2017. [fecha de visita 28 de octubre de 2019]. Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/pdf/ric/v25n2/en_art03.pdf

GONZÁLEZ Andrew, [et al]. Estimating local biodiversity change: a critique of papers claiming no net loss of local diversity. Artículo Ecology [en línea]. 28 de marzo de 2016. [fecha de consulta 30 de octubre de 2019]. Disponible en: <https://doi.org/10.1890/15-1759.1>

HARADHAN, Mohajan. *Two criterio for good measurements in research: validity and reliability*. Spuru Haret University – [en línea]. 24 de diciembre de 2017, n°4. [fecha de consulta 01 de noviembre de 2019]. Disponible en: https://mpr.aub.uni-muenchen.de/83458/1/MPRA_paper_83458.pdf

HERNÁNDEZ, FERNÁNDEZ Y BAPTISTA. Metodología de la investigación. 6ta edición. Editorial Mcgraw-Hill / Interamericana Editores, S.A.: México D.F., 2014. 634 pp. ISBN: 978-1456223960.
<https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/quipu/article/view/13807/12239>

INACAL (Perú). NTP 339.034-2015. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. Lima: INN, 2015. 24 pp.

INACAL (Perú). NTP 400.037-2014. Especificaciones normalizadas para agregados en concreto. Lima: INN, 2015. 26 pp.

ISSN: 16098196.

IZQUIERDO, Soto y RAMALHO, M. Physical and Mechanical Properties of Concrete Using Residual Powder from Organic Waste as Partial Cement Replacement. *Revista Ingeniería de Construcción* Vol 33 N°3 2018. [fecha de consulta: 15 de octubre de 2019]. Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50732018000300229&lng=en&nrm=iso&tlng=en

KRISHNA, Vamshi. *Properties of Concrete every civil engineer must know*. Artículo Civil Read [en línea]. Julio del 2018 n°1. [fecha de consulta 18 de octubre de 2019]. Disponible en: <https://civilread.com/concrete-properties/>

LEÓN, María y RAMÍREZ, Fernando. Morphological characterization of concrete aggregates by means of image analysis. *Revista Ingeniería de Construcción* [en línea]. 4 de agosto de 2010, n°2. [fecha de consulta 28 de octubre de 2019].

Ley N° 27314 – Ley general de residuos sólidos. Diario oficial El Peruano, Lima, Perú, 23 de diciembre del 2016.

LOZADA, José. Investigación aplicada: definición, propiedad intelectual e industria. *CIENCIAMÉRICA* [en línea]. Diciembre de 2014, n°3. [fecha de consulta 1 de noviembre de 2019]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6163749>

MATÍAS Quispe, Samuel. Resistencia de un concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ sustituyendo el 10% y 16% de cemento por una combinación de cascara de huevo y ceniza de hoja de eucalipto. Tesis (Título de ingeniero civil). Huaraz: Universidad San Pedro facultad de ingeniería civil, 2018. 112 pp.

MATIENZO Maguiña, Jorge. Resistencia a la compresión de un concreto $f'c = 210\text{ kg/cm}^2$ sustituyendo al cemento por la combinación de un 8% por el polvo de la concha de abanico y 12% por las cenizas de la cascara de arroz. Tesis

(Ingeniero Civil). Chimbote: Universidad San Pedro, Facultad de ingeniería, 2018. 113 pp.

MAYTA Rojas, Jhonatan. Influencia del aditivo superplastificante en el tiempo de fraguado, trabajabilidad y resistencia mecánica del concreto, en la ciudad de Huancayo. Tesis (Ingeniero Civil). Universidad Nacional del Centro del Perú, Facultad de Ingeniería Civil, 2014. Disponible en: <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/403>

Ministerio del Ambiente (Perú). Decreto Supremo N.º 296-2018-EF. Implementación de un sistema integrado de manejo de residuos sólidos. Lima: 2019, pp. 51.

MORA, Jaime Iván. Tejido óseo, una nueva alternativa en agregados para el concreto. Revista ingeniería solidaria [en línea]. 15 de enero del 2019, n°1. [fecha de consulta 15 de octubre de 2019]. Disponible en: <https://doi.org/10.16925/2357-6014.2019.01.07> ISSN: 2357-6014

NACAL (Perú). NTP 400.012-2013. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global. Lima: INN, 2013. 18 pp.

OEFA Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (2015). Fiscalización Ambiental en Residuos Sólidos de gestión municipal provincial, Lima: Informe 2014 – 2015. 235 pp.

OSORIO, Jesús. *Resistencia mecánica del concreto y resistencia a la compresión*. ARGOS 360 [en línea]. Junio del 2013. [fecha de consulta 28 de octubre del 2019]. Disponible en: <https://www.360enconcreto.com/blog/tecnologia-del-concreto?id=155>

PALOMINO Julio, HENNINGS Julio y ECHEVARRIA Víctor. Análisis macroeconómico del sector construcción en el Perú [en línea]. 16 de noviembre de 2017, n°47. [fecha de consulta 25 de setiembre de 2019]. Disponible en:

PEDRAZA Felipe, RIVEIRO Marcela y VELÁSQUEZ Erika. Evaluación de la resistencia a la compresión de un concreto hidráulico con reemplazo parcial de cemento por hueso bovino calcinado. Trabajo de investigación (Título de ingeniero civil). Bogotá: Universidad Piloto de Colombia, 2017. 91 pp. Disponible en: <http://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/5008>

PELLICER, Domingo y SANZ, Cristina. El hormigón armado en la construcción arquitectónica. 2 da ed. Madrid: Bellisco, 2010.

PORTAL PQS. El portal del emprendedor [en línea]. 3 de abril de 2019. [fecha de consulta 12 de octubre de 2019]. Disponible en: <https://www.pqs.pe/economia/lima-residuos-organicos-diarios>.

PROJECT MANAGER. The Ultimate Guide to Gantt Charts [en línea]. Setiembre del 2018. [fecha de consulta 8 de noviembre del 2019]. Disponible en: <https://www.projectmanager.com/gantt-chart>

RAUF, Abdul. Animal bone – a brief introduction. Department of Physics, PYP Jazan University, Jazan, K.S.A. [en línea]. 2 de agosto del 2014, n°4. [fecha de consulta 30 de octubre de 2019]. Disponible en: <http://www.ijset.net/journal/380.pdf> ISSN: 2278-3687

RAWARKAR, Komal [et al]. A Review on Factors Affecting Workability of Concrete [en línea]. 8 de agosto de 2018. [fecha de consulta 2 de noviembre de 2019]. Disponible en: http://www.ijirset.com/upload/2018/august/24_A%20REVIEW%20_IEEE.pdf

RIVAS, Fidel. 2014. Diccionario de Investigación científica cualitativa y cuantitativa. 1ra Ed. Lima: Concytec, 2014. 500 pp. ISBN: 9789972501890.

RIVVA, Enrique. Tecnología del concreto: Diseño de mezclas. 2ªed. Lima, 2013. 192 pp.

ROMERO, Mendoza. Deterioro del Hormigón sometido a ensayo Acelerados de Hielo-Deshielo en presencia de cloruros (Tesis doctoral). Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos Canales y Puertos. Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, 2011. Disponible en: http://oa.upm.es/cgi/oai2?verb=GetRecord&metadataPrefix=oai_dc&identifier=oai:oa.upm.es:8821.

SANJAYA, Kumar. Understanding Different Issues of Unit of Analysis in a Business Research [en línea]. 2 de julio del 2018, vol. 5. [fecha de consulta 10 de noviembre de 2019]. Disponible en:

SARKER, Sabyasachi. Ethics in Research Code of Ethics For Different Discipline [en línea]. 6 de Noviembre de 2019. [fecha de consulta 8 de noviembre de 2019]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/337048820_Ethics_in_Research_Code_of_Ethics_For_Different_Discipline

SENCICO. Manual de preparación, colocación y cuidados del concreto. 1era Edición. Cartolan Editores.: Lima-Perú, 2014. 42 pp.

SHAIKIA Nabajyoti, KATO Shigeru y KIJOMA Toshinori. Production of cement clinkers from municipal solid waste incineration (MSWI) fly ash. Waste Management [en línea]. 2007. [fecha de consulta 3 de noviembre de 2019]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2006.06.004>

SHENG Shi, Hui y LI Li Kan. Leaching behavior of heavy metals from municipal solid wastes incineration (MSWI) fly ash used in concrete. Diario de materiales peligrosos [en línea]. Setiembre del 2008, v.164, n°2-3. [fecha de consulta 02 de noviembre de 2019]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18838222>

SUDARIO Salazar, Raúl. Evaluación de la incorporación del aditivo sikacem impermeable en un concreto $f'c= 280\text{kg/cm}^2$ elaborado con cemento tipo I. Tesis (Ingeniero Civil). Lima: Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería Civil, 2018. 193 pp.

TAPIA, Lorena [et al]. *Pregunta, hipótesis y objetivos de una investigación clínica*. Revista Médica Clínica las Condes [en línea]. 31 de diciembre del 2018. [fecha de consulta 30 de octubre del 2019]. Disponible en: <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0716864019300069?token=8A94CB71396EA53D64E2C204D1DF8337B1AF6F4C44028938C3FE1E999B90854540C8E389C4D11FB71D6E60D05DE21B75>

VALDERRAMA, Santiago. Pasos para elaborar Proyectos y Tesis de investigación científica. 5ta edición. Editorial San Marcos de Aníbal Jesús Paredes Galván.: Perú., 2015. 250 pp. ISBN: 9786123028787.

ANEXOS

Anexo 3: Matriz de operacionalización de variables


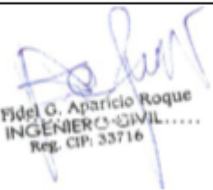
EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F'C=210KG/CM2 USANDO POLVO DE DESECHOS ORGÁNICOS Y TEJIDO ÓSEO CALCINADO CALCINADO COMO SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL CEMENTO, LIMA 2019						
	VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
VARIABLES INDEPENDIENTES	POLVO DE DESECHOS ORGÁNICOS	El polvo está compuesto por partículas pequeñas de diversos tamaños y forma, que rellena los vacíos en la pasta de cemento (Izquierdo y Ramalho, 2018).	El polvo de desechos orgánicos son partículas de diversos tamaños, lo cual se usarán como sustitución parcial del cemento en dosificaciones de 5%, 10% y 15%, todo ello obtenida mediante los ensayos de laboratorio	DOSIFICACIÓN	5%	RAZÓN
					10%	
					15%	
	TEJIDO ÓSEO CALCINADO	Es el resultado de la esterilización y calcinación de huesos a fuego directo a una temperatura superior a 600° por más de 10 horas en un horno de auto combustión (Gálvez, 2018).	Se obtienen mediante la calcinación de huesos a altas temperaturas, luego se usarán como sustitución parcial del cemento en dosificaciones de 5%, 10% y 15%, sometidos a ensayos de laboratorio	DOSIFICACIÓN	2%	RAZÓN
					5%	
					8%	RAZÓN
PROPIEDADES DEL CONCRETO F'C=210 KG/CM2	El Concreto es un conglomerado pétreo artificial, es elaborado mezclando el cemento, agua, agregado fino, agregado grueso o un material inerte. La sustancia químicamente activa de la mezcla es el cemento, este al unirse físico y químicamente con el agua se endurece ligando a los agregados, para formar un producto más sólida semejante a una piedra (2015, p. 9).	El concreto es un conglomerado que se obtiene mediante la mezcla de cemento, agregados y agua. Se evaluarán sus propiedades físicas tales como: asentamiento, relación de agua-cemento. En las propiedades mecánicas se evaluará su resistencia a la compresión, todo ello mediante ensayos de laboratorio. finalmente se evaluará el costo directo lo que implican el uso de materiales, equipos y herramientas a través de análisis de precios unitarios	CONSISTENCIA	ASENTAMIENTO O SLUMP	RAZÓN	
			TRABAJABILIDAD	TIEMPO DE FRAGUADO		
			RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	RESISTENCIA A LA COMPRESION	RAZÓN	
			COSTOS DIRECTOS	MATERIALES HERRAMIENTAS EQUIPOS	RAZÓN	

Anexo 4. Matriz de consistencia

EVALUACION DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F'C=210 KG/CM2 USANDO POLVO DE DESECHOS ORGANICOS Y TEJIDO OSEO CALCINADO COMO SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL CEMENTO, LIMA 2019						
TÍTULO:						
PROBLEMAS DE INVESTIGACIÓN	OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN	HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VI			<p>Tipo Aplicado (la investigación se lleva a cabo en base a leyes y normas existentes).</p> <p>Nivel Explicativo (los resultados obtenidos se someterán a la comparación con resultados de antecedentes)</p> <p>Diseño No experimental (es posible manipular de las variables independientes)</p> <p>Enfoque Cuantitativo (los resultados se puede representar en cantidades numéricas)</p> <p>Unidad de análisis Propiedades del concreto</p> <p>Población y Muestra Resistencias del concreto (f'c) laboradas con distintas dosificaciones de polvo de desechos orgánicos y tejido óseo calcinado</p> <p>Muestreo No probabilístico</p>
¿Cómo influye el uso del polvo de desechos orgánicos y tejido óseo calcinado en las propiedades del concreto f'c=210 kg/cm2 en lima, 2019?	Determinar la influencia del uso del polvo de desechos orgánicos y tejido óseo calcinado en las propiedades del concreto f'c=210 kg/cm2.	El uso del polvo de desechos orgánicos y tejido óseo calcinado como sustitución parcial del cemento influye favorablemente en las propiedades del concreto f'c=210 kg/cm2	POLVO DE DESECHOS ORGANICOS	DOSIFICACION	5%, 10%, 15%	
			TEJIDO OSEO CALCINADO	TEMPERATURA	CALCINACIÓN	
				DOSIFICACIÓN	2%, 5%, 8%	
				TEMPERATURA	CALCINACIÓN	
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICOS	VD			
¿Cómo influye la dosificación del polvo de desechos orgánicos en las propiedades físicas del concreto f'c=210 kg/cm2 en lima 2019?	Identificar los efectos de la dosificación del polvo de desechos orgánicos en las propiedades físicas del concreto f'c=210 kg/cm2.	Las propiedades físicas del concreto f'c=210 kg/cm2 se influye favorablemente con la dosificación del polvo de desechos orgánicos como sustitución parcial del cemento.	PROPIEDADES DEL CONCRETO F'C=210KG/CM2	PROPIEDADES FISICAS	TRABAJABILIDAD	
					TIEMPO DE FRAGUADO	
¿Cómo influye la dosificación del polvo de desechos orgánicos en las propiedades mecánicas del concreto f'c=210 kg/cm2 en lima 2019?	Identificar los efectos de la dosificación del polvo de desechos orgánicos en las propiedades mecánicas del concreto f'c=210 kg/cm2.	Las propiedades mecánicas del concreto f'c=210 kg/cm2 se influyen positivamente con la dosificación del tejido óseo calcinado como sustitución parcial del cemento.		PROPIEDADES MECÁNICAS	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	
¿Cómo influye la dosificación del tejido óseo calcinado en las propiedades mecánicas del concreto f'c=210 kg/cm2 en lima 2019?	Identificar los efectos de la dosificación del hueso calcinado en las propiedades mecánicas del concreto f'c=210 kg/cm2.	Las propiedades mecánicas del concreto f'c=210 kg/cm2 se influyen positivamente con la dosificación del tejido óseo calcinado como sustitución parcial del cemento.		MATERIALES		
¿Cómo incide la dosificación óptima del tejido óseo calcinado en el costo de la elaboración del concreto f'c=210 kg/cm2 en lima 2019?	Optimizar el costo en la elaboración del concreto f'c=210 kg/cm2 con la dosificación del tejido óseo calcinado	El costo de la elaboración del concreto f'c=210 kg/cm2 disminuye favorablemente con la dosificación del tejido óseo calcinado como sustitución parcial del cemento.		COSTOS DIRECTOS	HERRAMIENTAS	
				EQUIPOS		

ANEXO 5

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS			
INFORME DE INVESTIGACIÓN	Evaluación de las propiedades del concreto $f'c=210$ kg/cm ² usando polvo de desechos orgánicos y tejido óseo calcinado como sustitución parcial del cemento, Lima 2019				
Autor	Tello Aponte Pepe				
INFORMACION GENERAL					
UBICACIÓN	Distrito	Los Olivos			EXPERTO
	Provincia	Lima			CUMPLE
	Departamento	Lima			NO CUMPLE
DOSIFICACIÓN					
1	DESECHOS ORGÁNICOS			TEJIDO ÓSEO CALCINADO	
	5%	10%	15%	2%	8%
ASENTAMIENTO					
2	Cono de Abrams (Slump)				
TIEMPO DE FRAGUADO					
3	Aguja de Vicat				
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN					
4	7 Días	14 Días	28 Días		
ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS					
5	Metrados				
Nombre del experto	Fidel G.				 ... Dr. Fidel G. Aparicio Roque INGENIERO CIVIL..... Reg. CIP: 33716
Apellidos del experto	Aparicio Roque				
CIP	33716				
Fecha	30/06/2020				

ANEXO 6: Panel fotográfico

Figura 1: Secado de la cáscara de huevo al aire libre



Fuente: Reyes, 2019

Figura 2: Llenado al molino para ser triturado



Fuente: Reyes, 2019

Figura 3: Polvo de cáscara de huevo molido



Fuente: Reyes, 2019

Figura 4: Calcinación de la cáscara de huevo triturado



Fuente: Reyes, 2019

Figura 5: Calcinación de huesos



Fuente: Durand, 2017

Figura 6: Triturado manual y molienda en máquina los ángeles



Fuente: Durand, 2017

Figura 7: Tamizado del hueso calcinado



Fuente: Durand, 2017

Figura 8: Calcinación de huesos a 750°C y obtención de óxido de calcio



Fuente: Durand, 2017