USO DEL HUESO TRITURADO PARA EL DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO REFORZADO EN VIGUETAS A ESCALA

PRESENTADO:

Blanco Rodríguez Yesica Alexandra. CC. 1007393720 Cód.:1810753

Hernández Acosta Tabata Andrea. CC. 1001277804 Cód.: 1810484

LINEA DE INVESTIGACION

Dinámica Estructural

DIRECTOR

Ing. Mauricio Ayala

UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA

FACULTAD INGENIERÍA

PROGRAMA INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO DE GRADO

BOGOTÁ D.C. 2023

Agradecimientos:

Este proyecto es el resultado de un arduo trabajo realizado en el pregrado, que inicialmente comenzó como un sueño el cual agradecemos a nuestros padres los cuales nos brindaron la oportunidad de perseguir todo lo que queremos y confiaron plenamente en nosotras, nuestros hermanos los cuales han sido cómplices de cada uno de los pasos de este largo camino, a Gabriel el cual ha sido un compañerito e impulso para seguir este camino.

A nuestros docentes los cuales han depositado sus conocimientos en nosotras para poder lograr cada uno de los objetivos, en especialmente a los ingenieros Mauricio Ayala e Iván Mora, los cuales nos brindaron el ánimo y apoyo total para poder culminar este proyecto.

A cada una de las personas que perteneció y que aportó su granito para poder construirnos como mejores personas y como profesionales.

Tabla de Contenido

1. Introducción 5
1.1. Justificación 7
1.1.1. Limitaciones: 7
1.2. Planteamiento del Problema 8
2. Objetivos 9
2.1. Objetivo General 9
2.2. Objetivos Específicos 9
3. Estado del Arte 10
4. Marco Teórico 17
4.1. Concreto: 17
4.2. Concreto Reforzado 17
4.2.1. Fuerzas externas: 17
4.3.1. Resistencia Y Durabilidad Del Concreto: 20
4.3.2. Dosificación De Una Mezcla De Concretos 21
4.3.3. Datos De Los Materiales 22
4.3.4. Proceso Para El Diseño De Mezcla De Concreto 22
5. Marco Metodológico 24
5.1. Diseño Metodológico Preliminar 25
5.1.1. Cronograma de actividades 25
5.1.2. Caracterización De Los Materiales 1
5.1.3. Diseño De Mezcla 1
5.2. Accesibilidad de productos 8
5.3. Impacto ambiental. 9
5.3.1. Consumo de Carne bovina en el mundo 9
5.3.2. Consumo de Carne bovina en Colombia 10
5.4. Preparación de Hueso 12
5.4.1. Composición De Hueso 12
5.4.2. Usos 14
5.4.3. Descomposición de Hueso 14
5.4.4. Trituración de Hueso para proyecto de investigación 15
5.5. Cálculos estructurales 17
5.6. Laboratorios 25
5.6.1. Ensayo de Flexión 25
6. Análisis de Resultados 1
7. Conclusiones 2

8. Referencias 3

Ilustración 1Diseño De Mezcla Par A Pavimento Rígido En Concreto Fuente: Argos 20
Ilustración 2 Especímenes cilíndricos de concreto Fuente:Argos 22
Ilustración 3 Agregado Grueso para diseño de mezcla Fuente: Propia 3
Ilustración 4 Mezcla con hueso triturado Fuente propia Ilustración 5 Mezcla con hueso triturado Fuente propia 8
Ilustración 6 Zonificación de Bovinos Colombia Fuente: INVIMA 12
Ilustración 7Componentes y partes anatómicas de un hueso típico largo 13
Ilustración 8 Hueso de Res en proceso de trituración Ilustración 9 Hueso de res fraccionado 15
Ilustración 10 Proceso de trituración Ilustración 11 Hueso de res en su interior Fuente propia 16
Ilustración 12 Hueso de res Triturado Fuente propia 17
Ilustración 13 Formaleta de viguetas Fuente propia Ilustración 14 Corte de Acero Fuente propia 23
Ilustración 15 Mezcla de concreto con hueso triturado Ilustración 16 Proceso de colocación de mezcla 23
Ilustración 17 Viguetas Fundidas Ilustración 18 Vigueta de prueba 24
Ilustración 19 Viguetas desencofradas Ilustración 20 Vigueta prueba 24
Ilustración 21 Laboratorio CONCRELBAB 25
Ilustración 22 Certificado de informes de laboratorio 26
Tabla 1 (Masa de los materiales) NRS-10 18
Tabla 2 (Cargas vivas mínimas uniformemente distribuidas) NRS-10 18
Tabla 3 (Cargas vivas mínimas en cubiertas) NRS-10 19
Tabla 4 Datos para diseño de mezcla Fuente: Propia 2
Tabla 5 Asentamientos recomendados Fuente: Tecnología del Concreto y del Mortero 2
Tabla 6 Contenido de aire Fuente: Tecnología del Concreto y del Mortero 3
Tabla 7 Cantidad de Agua Fuente: Tecnología del Concreto y del Mortero 4
Tabla 8 Resistencia del diseño Cantidad de Agua Fuente: Tecnología del Concreto y del Mortero 4
Tabla 9 Durabilidad del concreto Fuente: Tecnología 5
Tabla 10 Volumen de Agregados Fuente: Tecnología del Concreto y de Mortero 6
Tabla 11 Consumo de Bovino Nivel Nacional Fuente: INVIMA 11
Tabla 12 Composición mineral de un hueso de bovino desgrasado y seco 13
Tabla 13 Composición de un hueso de bovino adulto 14
Tabla 14 Resistencia Ultima Fuente: Diseño básico de concreto reforzado 18
Tabla 15 Áreas en Cm de aceros Fuente: Diseño básico de concreto reforzado 19

Palabras clave: Hueso, bovino, concreto, mezcla, remplazo, agregados, viguetas, ensayo
Keywords: Bone, bovine, concrete, mix, replacement, aggregates, joists, rehearsal.

1. Introducción

Actualmente en la rama de la construcción se están buscando nuevas tecnologías y materiales que ayuden a la resistencia y economía de concretos utilizados en la ejecución de edificaciones, viviendas, vías, puentes, etc.

En esta investigación se quiere probar que mediante el remplazo de un material usado en el agregado fino como lo es la arena, por hueso triturado de res, en la mezcla de concreto, puede mejorar su resistencia y su economía. Se tomaron varios factores en cuenta; primero verificar los componentes que tiene el material por el cual se quiere hacer el remplazo, segundo verificar si el material es desechado y no aprovechado, y tercero comprobar si este material por el cual se quiere remplazar logra alcanzar la resistencia necesaria.

Por medio de diversos porcentajes de agregado fino remplazado por el hueso de res se intentará probar con cual nos dará una resistencia que favorezca la mezcla de concreto y a si mismo pueda llegar a ser utilizado en la construcción. De esta misma forma comprobar que puede ser una forma de realizar mezcla de concreto más económica y que favorezca al medio ambiente, ya que se quiere realizar el remplazo de un material que es sacado de las reservas naturales que nos da el medio ambiente por un material que prácticamente está siendo desperdiciado y no aprovechado. En un sector como es la construcción, que es uno de los sectores que dañinos para el medio ambiente, es bueno encontrar un material que ayude a la reducción de consumismo y desperdicio de materiales orgánicos.

A continuación, se quiere probar que este material puede ser usado para mejorar tanto económicamente como técnicamente, mediante viguetas, fundidas con mezcla de concreto usando tres porcentajes.

ABSTRACT:

Currently, in the construction branch, new technologies and materials are being sought to help the resistance and economy of concrete used in the execution of buildings, houses, roads, bridges, etc. In this investigation we want to prove that by replacing a material used in the fine aggregate such as sand, by crushed beef bone, in the concrete mix, it can improve its resistance and its economy. Several factors were taken into account; firstly, verify the components of the material with which you want to replace it, secondly, verify if the material is discarded and not used, and thirdly, check if this material with which you want to replace it manages to achieve the necessary resistance. Through various percentages of fine aggregate replaced by beef bone, an attempt will be made to prove which will give us a resistance that favors the concrete mix and itself can be used in construction. In this same way, verify that it can be a more economical way of making concrete mix and that favors the environment, since you want to replace a material that is taken from the natural reserves that the environment gives us with a material which is practically being wasted and not taken advantage of. In a sector such as construction, which is one of the sectors that is harmful to the environment, it is good to find a material that helps reduce consumerism and waste of organic materials. Next, it is wanted to prove that this material can be used to improve both economically and technically, by joists, cast with concrete mix using three percentages.

1.1.Justificación

Cada una de las estructuras cumplen con roles determinados en la sociedad, ya que están destinadas a un fin en común, que es satisfacer o suplir una necesidad. En la actualidad se encuentran diferentes ejemplos de avances en términos ingenieriles, donde cada vez el reto se aumenta, ya que estas requieren mayor resistencia para tener éxito. Con referencia de las investigaciones anteriores incluyendo un aporte en iniciativas para el reemplazo de materiales convencionales a nuevos materiales que ayuden a la resistencia como lo ha venido haciendo el hueso de res, en diferentes escenarios; analizando cada uno de los cambios generados a la integración de este nuevo material, que ha desarrollado un rol importante en investigaciones anteriores a esta y cumplirá en este el mismo propósito.

En términos Teórico-Prácticos comenzar a desarrollar el estudio de la aplicación en diferentes porcentajes del hueso de res en miembros a escala tipo viguetas, donde se determinen cada uno de los cambios físicos (mejor fluidez y menor tiempo de fraguado) o mecánicos (mayor resistencia a la compresión), que se pueden presentar con este material, aportando a la disminución de impactos ambientales negativos, con la disminución de sustancias químicas que afecten y visualizando la viabilidad económica que puede hacer frente a el uso del hueso de res, aun así presentando una resistencia que cumpla con las pruebas necesarias para ser un material de calidad para incorporarlo futuramente en proyectos de gran impacto positivo.

1.1.1. Limitaciones:

- Solo se tendrá en cuenta como elementos estructurales los miembros a escala tipo viguetas entre 0.10 x 0.10 m.
- La longitud se establecerá en 1.0 m
- Los días de curado se especifican en un rango de 28 días y 56 días, basados en tesis anteriormente presentadas
- El elemento estructural tendrá las mismas dimensiones, para cada uno de los porcentajes que serán utilizados.

1.2. Planteamiento del Problema

¿Por qué es importante el uso de nuevos materiales para la innovación en mezclas de concreto? La idea más cercana que se tiene, conlleva a una buena mezcla de concreto es la resistencia y durabilidad que esta debe de tener para que su función cumpla con éxito en cada uno de los requerimientos.

En la actualidad es evidente el aumento de costos en materiales para mezclas direccionadas a la elaboración de componentes importantes de las estructuras como lo son las miembros a escala tipo viguetas, al ver dicha situación los encargados directos no cumplen los parámetros necesarios y disminuyen porcentajes en mezclas, dando como resultado el deterioro rápido y la baja resistencia de la estructura. Es necesario acoger cada una de las investigaciones que se han venido realizando a lo largo del tiempo, donde se visualicen las mejoras o falencias que se tiene en el uso de nuevos materiales como en este caso será el hueso de res, con el cual se ha venido desarrollando una serie de pruebas con anterioridad, buscando entrar a este campo con dicho material, usando diferentes porcentajes. Identificando así la reacción de cada uno y determinando si se presenta viabilidad con el hueso de res.

2. Objetivos

2.1.Objetivo General

Analizar un diseño de mezcla innovador con el hueso de res, usando diferentes porcentajes de 5%, 8% y 10% de este agregado para que de una resistencia óptima en un miembro a escala tipo vigueta en concreto reforzado.

2.2.Objetivos Específicos

- Diseñar miembros a escala tipo viguetas con diferentes porcentajes de agregado de hueso triturado de res.
- Comprobar la resistencia de una vigueta a escala con un concreto reforzado de diferentes porcentajes de hueso de res.
- Disminuir el PP (peso propio de la vigueta) del miembro a escala agregando hueso de res a la mezcla
- Buscar el porcentaje óptimo (5%, 8% y 10%) para una resistencia mayor en un miembro a escala con un concreto reforzado con hueso de res

3. Estado del Arte

Título: *TECNOLOGÍA DEL CONCRETO Y DEL MORTERO*

Autor: *DIEGO SÁNCHEZ DE GUZMÁN*

Año:*2001*

Este libro será utilizado para la obtención e indagación de usos y diferentes metodologías que se estarán desarrollando a lo largo de este proyecto de investigación, teniendo como fundamento la tecnología que ha venido evolucionando a lo largo de los años en el concreto y el mortero y los usos que se les dan a estos. Basado en conocimientos proporcionados por el ejemplar para la caracterización de los ensayos y análisis en el proyecto propuesto en la línea de estructuras, para un avance en la tecnología de concretos reforzados mediante la innovación en sus materiales

Título*: MODIFICACIÓN DEL DISEÑO DE MEZCLA DEL CONCRETO CONVENCIONAL A PARTIR DE USO DEL HUESO TRITURADO COMO AGREGADO GRUESO PARA ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN*

Autores: *ARDILA BARRETO, JORGE SEBASTIÁN; ECHEVERRY ARIAS, JHON BAWINN*

Año: *2018*

La investigación se llevará a cabo realizando modificaciones al concreto con hueso de res, como nuevo agregado para el diseño de mezcla. A lo largo de la historia en la industria la composición de esto, se han usado materiales que causan un gran impacto ambiental y son costosos, la investigación promueve la economía y factores ambientales que no son nocivos como muestra de la fabricación de este, donde no se vea alterado en ninguna de sus propiedades, y se cuente con un factor positivo para la resistencia en los diseños de mezcla. Los avances en la historia han dispuesto materiales innovadores para poder incrementar factores importantes en la industria, direccionando al aporte de este material, donde se hace el análisis teórico y se lleva a la práctica para visualizar la viabilidad de este nuevo agregado para darle un valor agregado a la resistencia en elementos estructurales.

Creando una estrategia para agregar hueso se establece que será triturado para la implementación en el diseño de mezclas, donde se debe llevar a cabo procedimientos, recolección de datos previos al de diseño, proceso práctico, resultado y el análisis de ellos, donde se identifican ventajas o falencias de este nuevo material, dejando también la incidencia en el medio ambiente al uso del ya mencionado, con el análisis se deben verificar las propiedades de las piezas estructurales. Dejando como resultado, las muestras de laboratorio con el material en diferentes porcentajes, donde se registran los cambios o alteraciones que se pueden presentar en un número seleccionado de días, haciendo un análisis de resultados donde muestre, si afecta las propiedades, posterior a esto se realizan ensayos para la determinación de la resistencia a la compresión, debido a que se tienen diferentes porcentajes las diferentes muestras, cuentan con diferentes fallas, donde se concluye la viabilidad de este nuevo material con un porcentaje de agregado de hueso de res.

Título: *Evaluation of modified waste concrete poder used as a novel phosphorus remover*

Autores: *DONGSHENG LIU, XIN QUAN, HANZGEN ZHU, QIAN HUANG, LIXIN ZHOUN*

Año: *18 febrero 2020*

En los diversos estudios que determinan los componentes que contiene el hormigón, exponen que desechos residuales producen que este se vuelva frágil debido a que sufre deshidratación, evaluando los riesgos ambientales, elementos tóxicos desarrollados por la Lixiviación, se busca justificar el tratamiento de aguas residuales, dando a lugar con ello a experimentos para eliminar el contenido de fósforo. Estudiando nuevas alternativas para que el concreto no sufra alteraciones por la mejora en elementos químicos y cumpla con las mismas condiciones proporcionadas por los elementos usados tradicionalmente.

Con la serie de ensayos de laboratorios expuestos en el artículo, podemos visualizar los contribuyentes químicos de alto valor que afectan de forma riesgosa para la calidad del cemento en los proyectos, a partir del análisis de los restantes de hormigón, busca de forma novedosa la eliminación de fósforo, para la mejora de este ya que la demanda mundial crece de forma rápida para su uso, de tal manera que también se ha convertido en un problema ya

que generan residuos que afectan al ambiente, se usan métodos como la explotación de CCM a partir de los residuos de hormigón¸ la modificación de CCM extraído, laboratorios para la eliminación del fósforo entre otros que se hablarán próximamente.

Con los análisis de datos usados, se generan una serie de gráficas y tablas donde denotan la liberación de componentes nocivos, la modificación en patrones, espectros al modificar los elementos, el rendimiento que producen al tratarse, aportando los experimentos de eliminación del fósforo, ya que la presencia del fósforo modifica las partículas en aguas residuales, como se evalúa la eficacia mediante la erradicación del fósforo, como este elemento tiene capacidad alta que otros materiales o subproductos naturales, trayendo con ello la mejora de CCM significativamente sin modificar de manera que cause un daño elocuente. Los elementos químicos nocivos como el fósforo se pueden tratar, para que de manera innovadora se mejore la gestión en residuos de hormigón, para la mejora de rendimiento y recuperación del fósforo en aguas residuales, que pueden modificar el comportamiento de CCM y el rendimiento y control de la resistencia que aseguran el mejoramiento, de forma más amplia de los agregados de hormigón.

Título: *Reutilización de residuos de edificaciones para el desarrollo de materiales cementales con características especiales*

Autores: *LAURA MORALES MARTINEZ*

Año: *septiembre 2010*

La producción en la industria cementera es una de las más importantes debido a su rentabilidad, pero así mismo tiene una demanda de altos niveles de contaminación, con ello los expertos buscan mejorar la calidad en agentes químicos para que reduzcan las emisiones de gas invernadero, usando otros aditivos. Se propuso evaluar la posible implementación de yeso natural para mejorar el proceso de fabricación de cemento portland.

Identificar los componentes químicos del cemento, evaluando cuales producen daños medioambientales, dando a lugar sus propiedades, reconociendo las problemáticas y diseñando alternativas que pueden ser empleadas mediante recursos naturales que sustituyan los componentes nocivos, para la producción del cemento portland y posteriormente a las

reacciones de hidratación que se produce en la superficie. Se empiezan a reevaluar los componentes naturales como lo es el Clinker, observándose en sus diferentes fases, frente a numerosos componentes químicos de esa manera clasificarlos y determinar el más rentable para la producción del cemento, donde se cumplan las propiedades Fisio-Mecanicas establecida para un cemento de alta calidad. Estableciendo que cada tipo de cemento contiene cuatro compuestos químicos principales, considerando la hidratación de la pasta en proceso de fraguado y los componentes que reaccionan.

La producción del cemento y sus componentes químicos y físicos dan a lugar los materiales residuales que pueden llegar a alterar su composición y aumentar el nivel de contaminación, generando así fallas en sus propiedades Fisio-Mecanicas, detallando como se puede prevenir mediante procesos de hidratación, para con ello lograr alta resistencia inicial y final. A partir de estudios de microestructura, con los principales elementos de composición, a base de ensayos de distribución granulométrica, espectros entre otros, con el fin de analizar la resistencia mecánica del cemento.

Título: *Effect of different PVA and steel fiber length and content on mechanical properties of CaCo3 whisker reinforced cementitious composites*

Autores: *M. CAO, C. XIEN, L. LI, M. KHAN*

Año: *25 septiembre 2019*

Se evidencia una problemática en el proceso de hidratación temprana, los efectos producentes por alta demanda de elementos minerales, como se enfrenta la problemática ambiental al contener dichos elementos que causan un aumento en las emisiones de CO2. Analizando rigurosamente la hidratación del cemento en diferentes temperaturas, del agua con la que será mezclada, el comportamiento, mejora y resistencia generada al concluir la mezcla, los cambios micro-estructurales para determinar el rendimiento que puede generar con los cambios proporcionados por los diferentes tratamientos usados.

Se establecen procesos para evidenciar los comportamientos de la mezcla a través del proceso de hidratación, dando un repaso a la utilización de este en la historia como este material a bases de diversidad de elementos químicos y minerales, dando a lugar que este es

uno de los más importantes de la industria de la construcción, explorando el proceso de fabricación del cemento Portland, la preparación de materia prima química que llega afectar ambientalmente por sus alto niveles de componentes nocivos, como el proceso de hidratación puede tener una secuencia de reacciones debido a sus componentes químicos al reaccionar junto a el agua, ya que se hidratan a diferentes velocidades, analizando la evolución de dicho proceso.

Al analizar las principales reacciones de hidratación del cemento Portland, la cual está dada por cinco frases, periodo de reducción, periodo de inducción, periodo de aceleración, proceso de desaceleración, periodo de difusión, determinando cambios cuando este entra en contacto con el agua, donde se concentran estudios en la estructura de los elementos químicos estudiados para futuras mejoras. Con ello busca que se establezcan cambios para que la amenaza ambiental producida por la industria cementera disminuya de forma significativa, ya que se fijan riesgos globales al aumento de gases invernadero y de otros elementos que son producidos a causa de la industria, los desechos y aguas residuales.

Título: *MODIFICACIÓN DEL DISEÑO DE MEZCLA DEL CONCRETO CONVENCIONAL A PARTIR DEL USO DEL HUESO TRITURADO COMO AGREGADO GRUESO PARA ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN.*

Autores: *BELTRAN MARTINEZ DIEGO ALEJANDRO, CHACÓN MANRIQUE JOHAN SEBASTIAN, VIGOYA MUNEVAR MIGUEL ANGEL*

Año: *2021*

Tiene como finalidad hacer el diseño de una mezcla de concreto teniendo como reemplazo de un porcentaje del añadido grueso el triturado de hueso de res (tibia), a fin de exponer una opción de añadir que cumpla con las propiedades definidas de resistencia, amigable con el medio ambiente, cuyo aditivo logre ser de simple obtención y además que se logre obtener a un bajo precio. La averiguación pretende evaluar la resistencia a la compresión del diseño de mezcla de concreto con el nuevo aditivo, llevando a cabo un comparativo de dicha propiedad mecánica basado en una mezcla de concreto usual. La prueba se realiza para 2 porcentajes (10% - 13%) de hueso triturado como añadido grueso,

teniendo una evaluación de edades del concreto entre 28, 42 y 56 días, estableciendo una resistencia a la compresión en el diseño de mezcla de 14 MPa.

La presente investigación definió el hueso de res triturado como aditivo al diseño de mezcla, para ser sometido a pruebas de compresión. Se tomó en cuenta para la definición del material y de los ensayos a aplicar varios aspectos determinantes que van acorde con el desarrollo de la investigación como el biológico, teniendo en cuenta que una res promedio puede llegar a pesar 750 kg y que este peso debe ser soportado por sus piernas, se llega al planteamiento que sus tibias deben soportar considerables cargas de compresión e impactos laterales que pueda recibir, asimilando su comportamiento al de una columna. Físicos, teniendo en cuenta que adicionar hueso de res triturado puede llevar a una variación en el peso de las muestras y la adherencia de los elementos a fundir. Mecánica, esperando variaciones específicamente en la resistencia a la compresión. Ambiental, reemplazando material de cantera y agregando el aditivo se fomenta un doble propósito ambiental reduciendo la explotación de materiales y disminuyendo los desechos producidos por la industria cárnica. Financiero, analizando la variabilidad de los costos y si es conveniente la transición de mezclas de concreto convencional a mezclas usando el aditivo motivo del estudio.

Se presentaron resultados en muestras específicas con diseño de mezcla convencional cuya resistencia a la compresión estuvo muy por encima de los 14 MPa, lo que evidencia un buen procedimiento de caracterización, diseño de la muestra y buena distribución y cohesión de los agregados, evidenciando fallas que no obedecen a desprendimientos sino ruptura de las muestras. Donde para un diseño de mezcla de 14 MPa se obtuvieron resultados favorables en la resistencia a la compresión para agregados con porcentajes del 13% y 10% en la edad de 42 días, con resultados por encima de la resistencia del diseño de mezcla y la resistencia promedio. Las fallas en el %10 de agregado en edades de 28 y 42 días prevalecen las fallas de tipo 2 en la mayoría de sus muestras, fisuras verticales en un extremo y conos definidos en el otro extremo, la falla de 13% de agregado para todas las edades, prevalecen fallas de tipo 1 en su mayoría, y fallas de tipo 3.

El uso de hueso de res triturado es recomendable para el uso de columnas en construcciones civiles, siempre y cuando se lleve a cabo un adecuado proceso de purificación que evite la existencia de contenido de materia orgánica al interior de las estructuras. Y se genera impacto ambiental positivo, por ende, se sugiere utilizar como

fuente de abastecimiento del hueso los frigoríficos municipales, donde se evidencia mayor dificultad en la disposición de este tipo de desechos orgánicos.

Título: *TEJIDO ÓSEO, UNA NUEVA ALTERNATIVA EN AGREGADOS PARA EL CONCRETO.*

Autores: *MORA SAMACÁ JAIME IVÁN*

Año: *15 de enero de 2019*

En búsqueda de nuevos materiales para implementarlos en la construcción tradicional, en forma que no se vean afectados los elementos estructurales, la investigación para el uso de tejido óseo, donde se identifique el comportamiento de este dentro del mortero, con las propiedades de este nuevo elemento, abriendo una puerta a la implementación de este ya que se determina que es un elemento de alta resistencia, que puede ser favorables a la mezcla de concreto, indagando en la viabilidad económica ya que esto sería un aporte que podrían ser de alto alcance. La implementación de porcentajes viables para que el nuevo material no altere la composición, resistencia entre otros factores. Teniendo en cuenta que se debe llevar a cabo un proceso óptimo para la implementación del tejido óseo de res en mezclas ya que se debe llegar a una composición pulverizada donde no pierda propiedades importantes y ser empleado correctamente con los porcentajes determinados.

Abriendo un interrogante donde se puede comprar el comportamiento del tejido óseo, como el comportamiento de sus propiedades mecánicas, con prácticas de laboratorio para evaluar el comportamiento de este, como se es visible en los resultados que algunos porcentajes de este son más viables que otros, ya que demuestran de diferentes formas las patologías tempranas o un menor valor de resistencia a la tracción o compresión, contado con los tiempos de fraguado determinado, dando como resultado que con diferentes porcentajes del tejido óseo de res podemos obtener que con un debido tratamiento los resultados pueden ser favorables, ya que en propiedades adquieren un óptimo porcentaje favorable de resistencia y es viable económicamente, donde se puede seguir investigando para una oportuna implementación de nuevos materiales para la construcción.

4. Marco Teórico

4.1.Concreto:

Para este proyecto de investigación el principal material a usar será el concreto, el cual presenta ciertas características como son:

Trabajabilidad: El concreto tiene la facilidad de mezclarse con distintos materiales, presentando alta facilidad de manejabilidad sin perder su homogeneidad.

Peso Específico: 24 KN/m3

Durabilidad: El concreto es resistente al estar expuesto a la acción del clima y a esfuerzos que son sometidos según su utilidad, al tener contacto con agentes químicos, el cual pueda mantener su calidad y propiedades.

4.2. Concreto Reforzado

Cuenta con varillas de acero por lo cual aumenta su resistencia, haciendo que este sea más utilizado para construcciones de gran magnitud (Edificios, puentes, entre otros elementos estructurales), de igual forma presenta una gran resistencia a la compresión y flexión, pero su resistencia a tracción es mínima a comparación de la de compresión y flexión.

Peso Específico: 25 KN/m3

4.2.1. Fuerzas externas:

Para el diseño de una viga, en el caso de este trabajo de una vigueta se tuvo en cuenta la norma NSR-10, Capítulo B - Cargas. Existen diferentes tipos de cargas empleadas en una estructura, pero en este caso se usaron dos tipos:

Carga muerta (WD): Peso propio (PP) del elemento + peso de todos los materiales incorporados en el elemento (los que estarán permanentemente en el elemento) + peso del equipo permanente; se debe tener en cuenta también las cargas ambientales tales como son vientos o sismos.

Material	Densidad (kg/m³)	Material	Densidad (kg/m³)
Acero	7 800	Mortero de inyección para mampostería	2 250
Agua		Mortero de pega para mampostería	2 100
Dulce	1 000	Piedra	
Marina	1 030	Caliza, mármol, cuarzo	2 700
Aluminio	2 700	Basalto, granito, gneis	2 850
Arena		Arenisca	2 200
Limpia y seca	1 440	Pizarra	2 600
Seca de río	1 700	Plomo	11 400
Baldosa cerámica	2 400	Productos bituminosos	
Bronce	8 850	Asfalto y alquitrán	1 300
Cal		Gasolina	700
Hidratada suelta	500	Grafito	2 160
Hidratada compacta	730	Parafina	900
Carbón, apilado	800	Petróleo	850
Carbón vegetal	200	Relleno de ceniza	920
Cemento pórtland, a granel	1 440	Tableros de madera aglutinada	750
Cobre	9 000	Terracota	
Concreto simple	2 300	Poros saturados	1 950
Concreto reforzado	2 400	Poros no saturados	1 150
Corcho, comprimido	250	Tierra	
Estaño	7 360	Arcilla húmeda	1 750
Grava seca	1 660	Arcilla seca	1 100
Hielo	920	Arcilla y grava seca	1 600
Hierro		Arena y grava húmeda	1 900
Fundido	7 200	Arena y grava seca apisonada	1 750
Forjado	7 700	Arena y grava seca suelta	1 600
Latón	8 430	Limo húmedo consolidado	1 550
Madera laminada	600	Limo húmedo suelto	1 250
Madera seca	450-750	Vidrio	2 600
Mampostería de concreto	2 150	Yeso en tableros para muros	800
Mampostería de ladrillo macizo	1 850	Yeso suelto	1 150
Mampostería de piedra	2 200	Zinc en láminas enrolladas	7 200

Tabla 1 (Masa de los materiales) NRS-10

Para el cálculo del PP En el caso de los materiales de deben tener en cuenta sus densidades determinadas norma encontramos la siguiente tabla de la cual se puede calcular el PP del elemento:

Ocupación o uso		Carga uniforme (kN/m²) m² de área en planta	Carga uniforme (kgf/m²) m² de área en planta
Reunión	Balcones	5.0	500
	Corredores y escaleras	5.0	500
	Silletería fija (fijada al piso)	3.0	300
	Gimnasios	5.0	500
	Vestíbulos	5.0	500
	Silletería móvil	5.0	500
	Áreas recreativas	5.0	500
	Plataformas	5.0	500
	Escenarios	7.5	750
Oficinas	Corredores y escaleras	3.0	300
	Oficinas	2.0	200
	Restaurantes	5.0	500
Educativos	Salones de clase	2.0	200
	Corredores y escaleras	5.0	500
	Bibliotecas		
	Salones de lectura	2.0	200
	Estanterías	7.0	700
Fábricas	Industrias livianas	5.0	500
	Industrias pesadas	10.0	1000
Institucional	Cuartos de cirugía, laboratorios	4.0	400
	Cuartos privados	2.0	200
	Corredores y escaleras	5.0	500
Comercio	Minorista	5.0	500
	Mayorista	6.0	600
Residencial	Balcones	5.0	500
	Cuartos privados y sus corredores	1.8	180
	Escaleras	3.0	300
Almacenamiento	Liviano	6.0	600
	Pesado	12.0	1200
Garajes	Garajes para automóviles de pasajeros	2.5	250
	Garajes para vehículos de carga de hasta 2.000 kg de capacidad.	5.0	500
Coliseos y Estadios	Graderías	5.0	500
	Escaleras	5.0	500

Tabla 2 (Cargas vivas mínimas uniformemente distribuidas) NRS-10

En la tabla se observan densidades de los materiales que se utilizan en la parte estructural. También se deben tener en cuenta las densidades de los materiales no estructurales que estarán fijos en la estructura, como lo es la mampostería no estructural, el pañete, cargue de piso, enchape, etc. En la norma también se encuentran las densidades de estos materiales.

En cuanto a equipos fijos se refiere a lo que son ascensores, bombas hidráulicas, transformadores, etc.

- Carga Viva (WL): Esta carga se define a partir del uso que se le vaya a dar a la construcción + cargas que no están permanentemente.
- De acuerdo al uso que se le vaya a dar a la edificación se debe tener en cuenta las siguientes tablas:

Tipo de cubierta	*Carga uniforme* (kN/m^2) *m^2 de área en planta*	*Carga uniforme* (kgf/m^2) *m^2 de área en planta*
Cubiertas, Azoteas y Terrazas	la misma del resto de la edificación (Nota-1)	la misma del resto de la edificación (Nota-1)
Cubiertas usadas para jardines de cubierta o para reuniones	5.00	500
Cubiertas inclinadas con más de 15° de pendiente en estructura metálica o de madera con imposibilidad física de verse sometidas a cargas superiores a la aquí estipulada	0.35	35
Cubiertas inclinadas con pendiente de 15° o menos en estructura metálica o de madera con imposibilidad física de verse sometidas a cargas superiores a la aquí estipulada	0.50	50

Tabla 3 (Cargas vivas mínimas en cubiertas) NRS-10

4.3. Tipos de mezclas

En la actualidad los sistemas y tipos de mezclas usados en los diferentes procesos constructivos, siguen avanzando para adecuarse a cada uno de los diseños y disposición final de los proyectos, dando como ejemplos:

- Convencional: Para estructuras comunes, como cimentaciones, placas y muro, adquiriendo características de manejabilidad y excelente cohesiva en estado endurecido, este concreto debe obtener resistencia a los 28 días, para estar acorde al diseño estructural, todo proceso de curado, trae como consecuencia mayor hidratación en cemento y mayor calidad

- Industrializado: Para el rendimiento en tiempos con una buena resistencia, para el retiro de la formaleta en tiempo óptima, para sistemas industrializados alcanza resistencia a temprana edad, con buena manejabilidad para la colocación, agilidad en proceso constructivos, tiempos de fraguados y manejabilidad acorde con la necesidad de obra, son mezclas fluidas que ayudan a los acabados, permite su bombeabilidad hasta 25 pisos, manejabilidad por hora y media, resistencia desde 17 MPa hasta 42 MPa.

- Bombeable: Es de consistencia media, que es conducido a través de tuberías de bombeo que permite alcanzar distancias horizontales y verticales sin segregación o bloqueos en las tuberías, para elementos de baja densidad de acero, útil en donde el equipo es limitado y requiere bombear, no se debe adicionar agua, aditivos o cementos ya que pueden alterar el diseño y resistencia final, debe permanecer húmeda las primeras horas para evitar retracción plásticas

- Tremie: Un concreto altamente fluido y cohesivo, lo que facilita su colocación y disminuyendo la segregación en los productos finales, ideal para cimentaciones profundas, la manejabilidad puede ser extendido de acuerdo a las condiciones requeridas en obras, ideal para cimentaciones profundas

Ilustración 1Diseño De Mezcla Par A Pavimento Rígido En Concreto Fuente: Argos

4.3.1. Resistencia Y Durabilidad Del Concreto:

El concreto está diseñado para una resistencia mínima a compresión. Esta especificación de la resistencia puede tener algunas limitaciones cuando se especifica con una máxima relación agua cemento y se condiciona la cantidad de material cementante. Es importante

asegurar que los requisitos no sean mutuamente incompatibles. O en algunos casos la relación agua/material cementante se convierte en las características más importantes por tema de durabilidad.

En algunas especificaciones puede requerirse que el concreto cumpla con ciertos requisitos de durabilidad relacionados con congelamiento y deshielo, ataques químicos, o ataques por cloruros, casos en los que la relación agua cemento, el contenido mínimo de cemento y el uso de aditivos se convierten en pieza fundamental para el diseño de una mezcla de concreto.

Esto nos lleva a tener presente que una mezcla perfecta o diseñada bajo los criterios de durabilidad no producirá ningún efecto si no se llevan a cabo procedimientos apropiados de colocación, compactación acabada, protección y curado.

4.3.2. Dosificación De Una Mezcla De Concretos

Las proporciones de la mezcla de concreto que cumpla con dichas características con los materiales disponibles, se logra mediante el sistema de prueba y error o el sistema de ajuste y reajuste.

Dicho sistema consiste en preparar una mezcla de concreto con unas proporciones iniciales y calculadas por diferentes métodos. A la mezcla de prueba se le realizan los diferentes ensayos de control de calidad como asentamiento, pérdida de manejabilidad, masa unitaria, tiempos de fraguado y resistencia a la compresión.

Estos datos se comparan con la especificación y si llegan a ser diferentes o no cumplen con la expectativa de calidad se reajustan las cantidades, se elabora nuevamente la mezcla que debe cumplir todos los ensayos de control de calidad, si nuevamente no cumple los requisitos exigidos es necesario revisar los materiales, el método del diseño y nuevamente otra mezcla de concreto hasta ajustar los requisitos exigidos por la especificación.

Ilustración 2 Especímenes cilíndricos de concreto Fuente:Argos

4.3.3. Datos De Los Materiales

De las propiedades de los materiales que se van a utilizar se debe conocer:

- Granulometría
- Módulo de finura de la arena
- Tamaño máximo de la grava
- Densidad aparente de la grava y de la arena
- Absorción del agrava y de la arena
- Masa unitaria compacta de la grava
- Humedad de los agregados inmediatamente antes de hacer las mezclas
- Densidad del cemento

4.3.4. Proceso Para El Diseño De Mezcla De Concreto

1. Estudio de las especificaciones de la obra
2. Definición de la resistencia Compresión/flexión
3. Elección del asentamiento
4. Determinar TM – TMN
5. Estimación cantidad de aire
6. Estimación contenido de agua
7. Definir relación agua/material cementante

8. Contenido de material cementante

9. Verificar las granulometrías de los agregados

10. Estimación de agregado grueso

11. Estimación de agregado fino

12. Ajuste por humedad

13. Ajuste del diseño de mezcla

5. Marco Metodológico

Es importante diseñar espacios determinados e ideales para el aprendizaje que proporcionen conocimientos de manera en que implementen el interés de crear cimientos de apoyo para crear el interés de nuevas prácticas, con la finalidad de que el proyecto establezca estrategias de mejora para los procesos diseñados para el beneficio y desarrollo del proceso constructivo.

El interés también radica en hacer las dinámicas, una estrategia de aprendizaje que constituye una herramienta para el avance de tecnologías a través de experiencias, en diversas áreas de la construcción.

Para el diseño de mezcla contamos con requisitos mínimos que se deben cumplir para la evaluación de la resistencia de las estructuras existentes, las cuales se deben incorporar para dar alcance a lo establecido normativamente como lo es NSR-10 (Norma Sismo Resistente 2010), al título C (Concreto Estructural), donde se incorporan diversas entidades como son el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

Con los parámetros indicados para cumplir en diversos aspectos como lo son los diseños estructurales (las cargas ejercidas en las estructuras), los requisitos especiales como lo son el concreto reforzado, que determinan la capacidad de la estructura en eventos sísmicos, capaces de disipar la energía moderadamente.

Donde es importante desde el diseño en planimetría, memorias de cálculos y estudios de la composición de los materiales, el uso específico de la estructura, la resistencia, las cargas ejercidas en cada elemento estructural, en donde nos apoyamos de los ensayos con el concreto determinado la resistencia en las diferentes clases de mezclas que son proporcionales a cada una de las condiciones solicitadas.

Se han creado diferentes tipos de estructuras capaces de soportar diversas cargas vivas y muertas, con métodos convencionales y en el tiempo actuales se comienza la innovación con el reemplazo de materiales en los cuales aportan en resistencia, haciendo comparaciones como lo es el Hueso de un bovino que es capaz de soportar cargas en su sistema sin sufrir ningún daño permitiendo el movimiento integrado sin dificultad, conformados por componentes.

Sustancias osteoide, el cual es un mineral donde su principal componente es la proteína que forma el colágeno con otros elementos extracelulares. Minerales como el calcio y el

fosfato que forman la hidroxiapatita que es fundamental del hueso que contiene cada una de las proteínas necesarias para la formación, con capacidad de regeneración y reconstitución del mismo; Las células encargadas de formar el hueso de forma sintética con sus determinadas sustancias, las cuales son reutilizadas por el mismo sistema, compuesto por un 2% de tejidos celulares, 70% por hidroxiapatita y alrededor de un 30% de colágeno. Los huesos como lo es la estructura en medios constructivos son importantes debido que su composición y función se basan en soportar y proteger, brindar un movimiento que no altere en su totalidad

5.1.Diseño Metodológico Preliminar

5.1.1. Cronograma de actividades

Un cronograma consiste en distribuir los tiempos en diferentes actividades y así llevar un orden en el desarrollo de cada actividad, así establecer un tiempo de duración en la que se ejecuta o realiza un proyecto, allí se establece una fecha de inicio y final de cada tarea, con esto se quiere evitar algún retraso en la realización del proyecto.

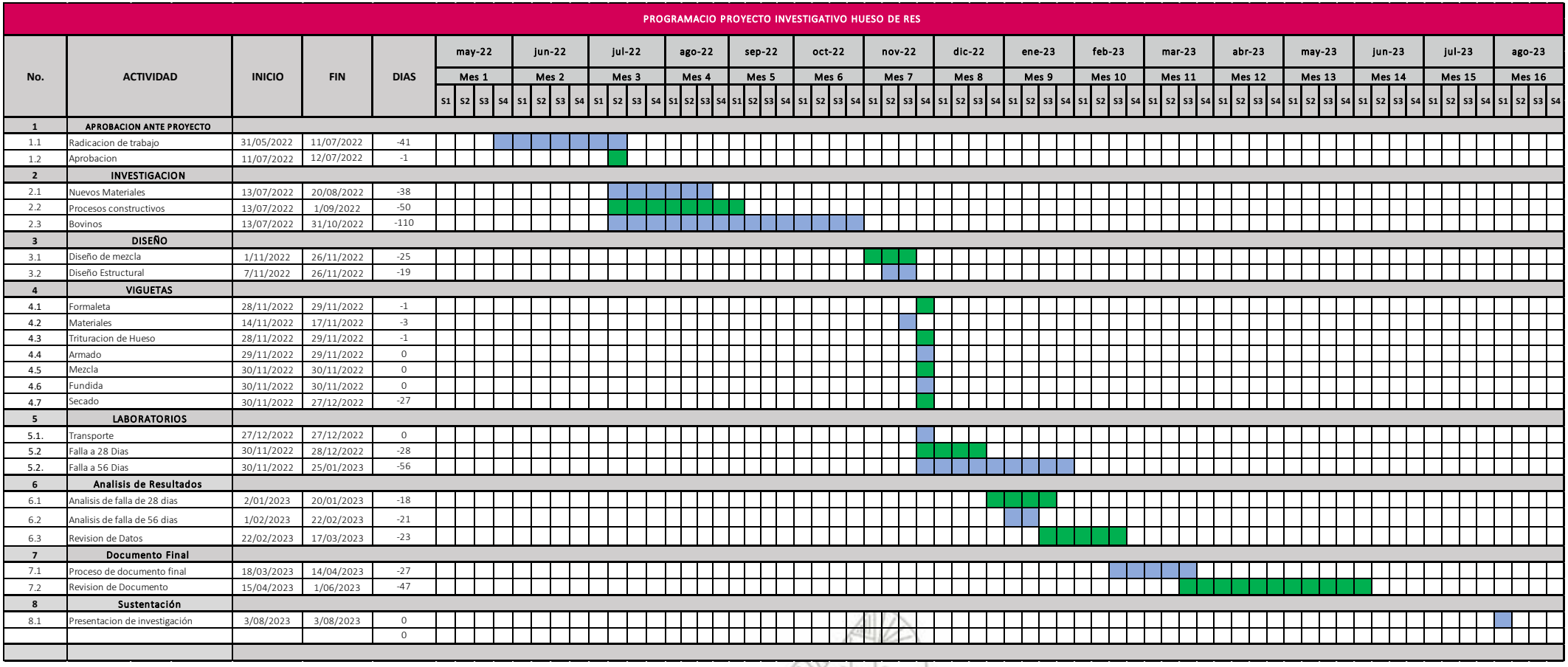
Esta es una manera sencilla, responsable y organizada de tener detalle a detalle de cada paso a seguir del proyecto investigativo y tener al final un resultado satisfactorio de este, mediante diferentes herramientas que sean de ayuda para el proceso de desarrollo del proceso investigativo, de diseño y analítico del presente proyecto con el fin de optimizar tiempos.

En primera instancia se realizará una investigación con fuentes verídicas donde se encuentre un oportuno aval para el desarrollo teórico - práctico, ya que se comienza un recorrido en nuevos materiales, para el reemplazo de los convencionales, en lo cual se comprende la trayectoria de la construcción tradicional versus lo actual. Se comienza la investigación donde se incluirán materiales que cumplan con estándares de calidad, buscando que sus componentes principales no se vean afectadas con un gran impacto y el resultado sea con finalidad exitosa, conduciendo en técnicas que no genere un impacto ambiental negativo, incluyendo el aporte propio en la investigación, con diferentes porcentajes de hueso de res previamente procesado (proceso de secado y triturado para lograr un agregado fino) para su uso en específicos, donde se evaluará la implementación de este y su viabilidad, en características de resistencia, economía y ambiental.

Universidad Piloto de Colombia | Ingeniería Civil | Facultad de Ingeniería

PROGRAMACIO PROYECTO INVESTIGATIVO HUESO DE RES

No.	ACTIVIDAD	INICIO	FIN	DIAS
1	APROBACION ANTE PROYECTO			
1.1	Radicacion de trabajo	31/05/2022	11/07/2022	-41
1.2	Aprobacion	11/07/2022	12/07/2022	-1
2	INVESTIGACION			
2.1	Nuevos Materiales	13/07/2022	20/08/2022	-38
2.2	Procesos constructivos	13/07/2022	1/09/2022	-50
2.3	Bovinos	13/07/2022	31/10/2022	-110
3	DISEÑO			
3.1	Diseño de mezcla	1/11/2022	26/11/2022	-25
3.2	Diseño Estructural	7/11/2022	26/11/2022	-19
4	VIGUETAS			
4.1	Formaleta	28/11/2022	29/11/2022	-1
4.2	Materiales	14/11/2022	17/11/2022	-3
4.3	Trituracion de Hueso	28/11/2022	29/11/2022	-1
4.4	Armado	29/11/2022	29/11/2022	0
4.5	Mezcla	30/11/2022	30/11/2022	0
4.6	Fundida	30/11/2022	30/11/2022	0
4.7	Secado	30/11/2022	27/12/2022	-27
5	LABORATORIOS			
5.1.	Transporte	27/12/2022	27/12/2022	0
5.2	Falla a 28 Dias	30/11/2022	28/12/2022	-28
5.2.	Falla a 56 Dias	30/11/2022	25/01/2023	-56
6	Analisis de Resultados			
6.1	Analisis de falla de 28 dias	2/01/2023	20/01/2023	-18
6.2	Analisis de falla de 56 dias	1/02/2023	22/02/2023	-21
6.3	Revision de Datos	22/02/2023	17/03/2023	-23
7	Documento Final			
7.1	Proceso de documento final	18/03/2023	14/04/2023	-27
7.2	Revision de Documento	15/04/2023	1/06/2023	-47
8	Sustentación			
8.1	Presentacion de investigación	3/08/2023	3/08/2023	0
				0



5.1.2. Caracterización De Los Materiales

Se inician los laboratorios realizando las mezclas con los tres diferentes porcentajes del agregado de hueso de res como reemplazo de agregado fino (5%, 8% y 10%), se procede a realizar el armado de los miembros a escala tipo viguetas, con los cálculos anteriormente realizados, se empieza el proceso de fraguado usando dos tiempos en específico, el primero a 28 días y segundo con un tiempo de 56 días.

Finalmente, cuando se tienen las muestras de los miembros a escala tipo viguetas completamente armadas, serán enviadas a la máquina de falla para el ensayo a Flexión para cada una de las muestras previamente realizadas con carga puntual, donde se hará un análisis de los resultados obtenidos en cada uno de los ensayos de laboratorio, determinando la factibilidad del reemplazo por porcentajes del agregado fino por el hueso de res.

5.1.3. Diseño De Mezcla

Consiste en preparar una mezcla de concreto con proporciones iniciales y calculadas por el método ACI 211.1. A la mezcla de prueba se le realizan los diferentes ensayos de control de calidad como asentamiento, verificación del tamaño máximo nominal, cantidad de agua, resistencia del concreto, relación agua cemento, cantidad de cemento cantidad de agregados y tabla de proporciones.

Se realiza la selección y análisis de cada uno de los componentes para un adecuado diseño de mezcla teniendo en cuenta cada uno de sus componentes como: cemento, agregado grueso, fino en este punto en el porcentaje de reemplazo con el hueso de bovino, agua y aire.

En relación con el método ACI 211.1 se realizaron los siguientes pasos determinando tipo de construcción Residencial:

Diseño de mezcla con reemplazo de % de agregado fino		
Peso del cemento por m3	364.39	kg
Peso Seco del agregado Grueso Por m3	1054	kg
Peso Seco del Agregado fino por m3	685.23	kg
Concreto expuesto a condiciones normales (sin Aire)	(sin aire Incluido)	
Densidad del cemento	3.0	g/cm3
Gravedad espefica aparente del agregado grueso	2.48	g/cm3
Gravedad especidica aparente del agregado Fino	2.61	g/cm3
Tamaño Maximo Nominal	1	"
Modulo de finura	2.7	
Humedad Total de agregado Grueso	2.0	%
Humedad total de agregado fino	6.0	%
Capacidad de absorcion del agregado grueso	3.5	%
Capacidad de absorcion del agregado fino	3.5	%
% caras fracturadas	22.0	%

Tabla 4 Datos para diseño de mezcla Fuente: Propia

PASO 1: Se selecciona el asentamiento de acuerdo con el tipo de elemento estructural, teniendo en cuenta la siguiente tabla.

Tabla 11.3 **Asentamientos recomendados para diversos tipos de construcción y sistemas de colocación y compactación (11.20)**

Consistencia	*Asentamiento (mm)*	*Ejemplo de tipo de construcción*	*Sistema de colocación*	*Sistema de compactación*
Muy seca	0-20	Prefabricados de alta resistencia, revestimiento de pantallas de cimentación	Con vibradores de formaleta; concretos de proyección neumática (lanzado)	Secciones sujetas a vibración extrema, puede requerirse presión
Seca	20-35	Pavimentos	Pavimentadoras con terminadora vibratoria	Secciones sujetas a vibración intensa
Semi-seca	35-50	Pavimentos, fundaciones en concreto simple	Colocación con máquinas operadas manualmente	Secciones simplemente reforzadas, con vibración
Media	50-100	Pavimentos compactados a mano, losas muros, vigas	Colocación manual	Secciones medianamente reforzadas, sin vibración
Húmeda	100-150	Elementos estructurales esbeltos	Bombeo	Secciones bastante reforzadas, sin vibración
Muy húmeda	150 o más	Elementos muy esbeltos, pilotes fundidos "in situ"	Tubo-embudo Tremie	Secciones altamente reforzadas, sin vibración. (Normalmente no adecuados para vibrarse)

Tabla 5 Asentamientos recomendados Fuente: Tecnología del Concreto y del Mortero

Asentamiento	100	mm
	0.1	m
	4	In

PASO 2: Verificación de tamaño máximo nominal (TMN) del material, para esto se deben seguir las siguientes consideraciones: El tamaño máximo nominal debe ser menor a 1/5 de la distancia entre formaletas. TMN < 1/5 =20cm y TMN <4cm =1 ½ “, 2.

Ilustración 3 Agregado Grueso para diseño de mezcla Fuente: Propia

La imagen en referencia presenta agregado grueso usado en la en el proceso de diseño de mezcla, el cual se retiene en el tamiz N°1” (25.4mm)

PASO 3: Estimación de contenido de aire en sometido a condiciones naturales por medio del TMN, con un volumen de 1.5%

Tabla 11.5 **Cantidad aproximada de aire esperado en concreto sin aire incluido y niveles de aire incluido para diferentes tamaños máximos de agregado (a)**

Tamaño máximo nominal del agregado		Contenido de aire en porcentaje (por volumen)			
mm	pulg.	Naturalmente atrapado	Exposición ligera	Exposición moderada	Exposición severa
9.51	⅜	3.0	4.5	6.0	7.5
12.7	½	2.5	4.0	5.5	7.0
19.0	¾	2.0	3.5	5.0	6.0
25.4	1	1.5	3.0	4.5	6.0
38.1	1½	1.0	2.5	4.5	5.5
50.8	2	0.5	2.0	4.0	5.0
76.1	3	0.3	1.5	3.5	4.5
152.0	6	0.2	1.0	3.0	4.0

Tabla 6 Contenido de aire Fuente: Tecnología del Concreto y del Mortero

Concreto expuesto a condiciones normales (sin Aire)		(sin aire Incluido)
TMN	1"	
Asentamiento	100	
Contenido de Aire	1.5%	
Aire para 1m^3	15	lt

PASO 4: Se determina la cantidad de agua que tendrá la mezcla, que requiere para producir el asentamiento seleccionado, que es importante como el requerimiento del contenido de aire.

Tabla 11.6 **Requerimiento aproximado de agua de mezclado para diferentes asentamientos y tamaños máximos de agregado, con partículas de forma redondeada y textura lisa, en concreto sin aire incluido (11.8)**

Asentamiento		Tamaño máximo del agregado, en mm (pulg.)							
		9.51 ¾"	12.7 ½"	19.0 ¾"	25.4 1"	38.1 1½"	50.8 2"	64.0 2½"	76.1 3"
mm	pulg	Agua de mezclado, en Kg/m³ de concreto							
0	0	213	185	171	154	144	136	129	123
25	1	218	192	177	161	150	142	134	128
50	2	222	197	183	167	155	146	138	132
75	3	226	202	187	172	160	150	141	136
100	4	229	205	191	176	164	154	144	139
125	5	231	208	194	179	168	156	146	141
150	6	233	212	195	182	172	159	150	143
175	7	237	216	200	187	176	165	156	148
200	8	244	222	206	195	182	171	162	154

Tabla 7 Cantidad de Agua Fuente: Tecnología del Concreto y del Mortero

cantidad	176	lt/m^3

PASO 5: Resistencia del concreto empleando la fórmula que nos permite determinar sin desviación estándar.

Tabla 11.12 **Resistencia requerida de diseño cuando no hay datos que permitan determinar la desviación estándar (a)**

Resistencia especificada f'c (kg/cm²)	Resistencia de diseño de la mezcla f'cr (kg/cm²)
Menos de 210 kg/cm²	f'c + 70 kg/cm²
De 210 kg/cm² a 350 kg/cm²	f'c + 85 kg/cm²
Más de 350 kg/cm²	f'c + 100 kg/cm²

Tabla 8 Resistencia del diseño Cantidad de Agua Fuente: Tecnología del Concreto y del Mortero

Conversion de Mpa a Kgf/cm^2		
Mpa	21.1	
Kgf/cm^2	215.16	
PSI	3059.50	
Ec 1	300.161	
Resistencia del concreto	300.161	Kgf/cm^2

PASO 6: Relación agua cemento para determinar durabilidad de concreto, realizando una interpolación con la relación de agua cemento en peso con resistencia a la compresión a los 28 días.

Tabla 11.13 **Correspondencia entre la resistencia a la compresión a los 28 días de edad y la relación agua-cemento para los cementos colombianos, portland tipo I, en concretos sin aire incluido**

Resistencia a la compresión kg/cm²	*Relación agua-cemento en peso*		
	Límite superior	*Línea media*	*Límite inferior*
140	-	0.72	0.65
175	-	0.65	0.58
210	0.70	0.58	0.53
245	0.64	0.53	0.49
280	0.59	0.48	0.45
315	0.54	0.44	0.42
350	0.49	0.40	0.38

A/c (inicial)	0.48
A/c (final)	0.44
f´cr (paso 5)	300.161
f´cr (inicial)	280
f´cr (final)	315
Interpolación (valor A/c)	0.457

Tabla 9 Durabilidad del concreto Fuente: Tecnología del Concreto y del Mortero

PASO 7: Cantidad de cemento, una vez ya obtenida se realiza la relación agua cemento por peso con la siguiente ecuación.

$$C = \frac{A}{(A/C)} \qquad (11.6)$$

Donde:

C = Contenido de cemento, en kg/m³.
A = Requerimiento de agua de mezclado, en kg/m³.
A/C = Relación agua-cemento, por peso.

Ecuación 1 Relación Agua cemento Fuente: Tecnología del Concreto y de Mortero

Cant. agua	176	
A/c	0.457	
Cant. Cemento	385.155	
GEaparente Cemento	3	gr/cm^3
Volumen de Cemento	128.385	

PASO 8: Determinar la cantidad de agregados por factor (b/b0), determinando volumen y peso de agregados gruesos y finos, se hace la observación del peso del agregado fino se comenzará a realizar el remplazo por el hueso de res previamente triturado

Tabla 11.15 **Volumen de agregado grueso por volumen unitario de concreto (11.2)**

Volumen de agregado grueso, seco y compactado con varilla (a), por volumen de concreto para diferentes módulos de finura de la arena (b)

Tamaño máximo nominal del agregado		Módulo de finura de la arena			
mm	pulg	2.40	2.60	2.80	3.00
9.51	⅜"	0.50	0.48	0.46	0.44
12.7	½	0.59	0.57	0.55	0.53
19.0	¾	0.66	0.64	0.62	0.60
25.4	1	0.71	0.69	0.67	0.65
38.1	1½	0.75	0.73	0.71	0.69
50.8	2	0.78	0.76	0.74	0.72
76.1	3	0.82	0.80	0.78	0.76
152.0	6	0.87	0.85	0.83	0.81

Tabla 10 Volumen de Agregados Fuente: Tecnología del Concreto y de Mortero

paso 8.4 :Volumen de agregados finos

		V % Hueso	V final AF
Volumen Af	255.6	12.78075	242.8
		20.4492	235.2
		25.5615	230.1

paso 8.5: Peso agregados finos

GEaparenteF	2.61	gr/cm^3	P % Hueso	P final AF
Peso af	667.16	kg	33.35775977	633.8
			53.37241563	613.8
			66.71551954	600.4

Paso 08: Determinar la cantidad de Agregados

TMN	1"	
Modulo de finura	2.7	

paso 8.1 factor (b/b0)

b/b0 (inicial)	0.69	(tabla)
b/bo (final)	0.67	(tabla)
Mf (calculado)	2.7	
Mf (inicial)	2.6	(tabla)
Mf (final)	2.8	(tabla)
b/b0	0.680	(tabla)

paso 8.2 Peso de agregado grueso

MUCag	1550	kg/m^3
Peso Ag	1054	kg

paso 8.3: Volumen de agregados gruesos

GEaparenteG	2.48	gr/cm^3
Volumen Ag	425	m^3

PASO 9: Corrección de agua por % de absorción ya que el exceso de agua puede tener algún defecto por la consistencia de la mezcla. En el cálculo de este paso se determina si el Aa (agua por exceso o defecto) Total es negativo se le resta al valor del paso 4 y si da positivo se suma.

Calcular el agua por defecto o por exceso (Aa)

Aa= -Peso Seco x (%W - %Abs)

Ag	%W	0.02	Aag=	10.54
	%Abs	0.03		
Af	%W	0.06	Aaf=	-16.68
	%Abs	0.035		

Aatotal	-6.14

Cant. Agua Corregida	169.861	lt

PASO 10: Se obtiene la tabla de proporciones de cada uno de los componentes del diseño de mezcla, con los diferentes porcentajes de agregado de res.

CON REEMPLAZO DE 5%			
Material	Peso	GEsp	Volumen
Cemento	385.1549	3.00	128.38
Agua	169.861	1.00	169.861
Aire	-	-	15
Agrueso	1054	2.48	425
Afino	633.80	2.61	248.8
Afino% hueso	33.36	-	12.8
Σ	2276.1713		1000

CON REEMPLAZO DE 8%			
Material	Peso	GEsp	Volumen
Cemento	385.15	3	128.38
Agua	169.86	1	169.86
Aire	-	-	15.00
Agrueso	1054.00	2.48	425.00
Afino	613.78	2.61	241.17
Afino% hueso	53.37	-	20.45
Σ	2276.17		1000

CON REEMPLAZO DE 10%			
Material	Peso	GEsp	Volumen
Cemento	385.15	3	128.38
Agua	169.86	1	169.86
Aire	-	-	15.00
Agrueso	1054.00	2.48	425.00
Afino	600.44	2.61	236.05
Afino% hueso	66.72	-	25.56
Σ	2276.17		1000

Ilustración 4 Mezcla con hueso triturado Fuente propia

Ilustración 5 Mezcla con hueso triturado Fuente propia

5.2. Accesibilidad de productos

La accesibilidad de cada uno de los productos para el inicio de un proceso constructivo suele ser un punto a debatir a qué se quiere como producto final, en la actualidad se cuenta con diversas industrias que ofrecen estos productos, contamos con cementeras de amplias trayectorias y las que están innovando en el campo, las canteras de confianza para la selección de los agregados grueso y finos, con una amplia lista de selección para la cada uno de los productos a usar.

En los nuevos procesos constructivos, con agregados innovadores como lo es en esta investigación podemos contar con diversas fuentes para proyectar la accesibilidad del hueso tipo largo de bovino para ser el reemplazo de uno de los agregados convencionales a lo tradicional en el campo de la construcción, se cuenta que la industria pecuaria es una de las más grandes a nivel mundial y cuenta con un incremento considerable anualmente, llevando el análisis a un punto considerable a nivel nacional con las estadísticas de diferentes entidades del estado se puede determinar qué tan accesible puede llegar a ser este elemento estructural óseo del bovino, dejando como conclusión que este elemento o sus diferentes

componentes óseos son de fácil acceso, debido que no son comúnmente procesados en determinadas áreas o a un nivel local, no son comercializados, dando un fácil acceso a estos.

5.3. Impacto ambiental.

El control medioambiental de la disposición del bovino, implican diferentes problemáticas las cuales se deben mitigar ya que puede impactar de forma negativa la calidad del agua, el aire y la tierra, el manejo y las buenas prácticas para la manipulación de desperdicios, para sus fines como lo son la producción de los subproductos o el comportamiento del mismo, con puntos a considerar para proteger la calidad de la tierra y el agua, la bioseguridad.

El sector es uno de los que crece rápidamente por el consumismo que se vive en la actualidad a nivel mundial y nacional en los diferentes frentes de las industrias, produciendo diferentes gases como lo es el CO2 en las actividades ligadas para mantener el sector, produciendo contaminantes en aire y suelo, ya que son usados diferentes componentes químicos para mantener los bovinos y el entorno donde crecen ya que son extensas área para esta actividad.

Con esta actividad económica se ha llevado a cabo la deforestación de zonas boscosas con el fin de tener áreas para pastizales dejando como resultado la degradación por el sobrepastoreo, erosión y compactación degradando la tierra, ya que no se establecen métodos para realizar la conservación adecuada del suelo para aportar a la zona de uso para esta actividad de alto impacto, la emisiones de los diferentes gases que corresponden el traslado de cada una de la cabezas consumidas en los diferentes lugares, el sobre consumo del agua es una de las principales fuentes de contaminación del agua dulce causado a base de todos los productos químicos usados para el mantenimiento, continuando con cada uno de los desechos producidos al culminar la actividad pecuaria en la actualidad, generando desperdicios que no son acopiados de forma adecuada y que no tienen una buena disposición.

5.3.1. Consumo de Carne bovina en el mundo

La producción de carne a nivel mundial ha venido incrementado en transcurso de los años, se encuentran países con una producción significativa de bovinos para el consumo diario de la población en general, en donde se clasifica Estados Unidos, Argentina y Australia los países con más consumo de carne del mundo, se infiere que el poder adquisitivo

es uno de los factores más influyentes al consumo de carne de bovino al año por persona, teniendo un punto de comparación en consumo en incremento en economías desarrolladas y bajo consumo en economías en desarrollo.

El aumento de esta se debe a las ganancias por productividad de los países productores que cubren demandas al extranjero, destacando que la producción de carne de bovino es una de las que más impacta el uso de la tierra, en agua y emisiones de gases que afectan el medio ambiente, por otro punto más allá de los beneficios que trae este alimento los desperdicios que conlleva la producción de esto de las partes no aprovechables del bovino que influye en un impacto ambiental considerable.

5.3.2. Consumo de Carne bovina en Colombia

Colombia en los últimos años ha incrementado el consumo en el país por persona de carne de bovino en un volumen importante con un aproximado de 130 mil toneladas, en los respectivos censos los porcentajes han aumentado considerablemente por departamento incrementando el sector pecuario de Colombia, con el uso de plantas autorizadas fomentando las buenas prácticas para un producto final de calidad, aumentando el precio debido a las exportaciones de ganado.

El consumo de bovino en los treinta y dos departamentos de Colombia cuenta con un censo por el DANE (Departamento Administrativo Nacional de Estadística) junto con INVIMA (Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos) proyectando el consumo en cada uno de los municipios de consumo de Bovino por día, con bases a la producción de la misma, en la siguiente tabla con los datos proporcionados por estas entidades se puede realizar una proyección de la cantidad de cabezas de bovino consumidas por día y así mismo anualmente, determinando la cantidad de hueso típico de bovino que se obtienen junto a este consumo:

DEPARTAMENTO	CONSUMO POR DIA	CONSUMO POR AÑO	HUESO DE BOVINO DIARIO	HUESO DE BOVINO AÑO	% DE CONSUMO
BOGOTA DC	2298	838770	9192	3355080	15.34%
ANTIOQUIA	1987	725255	7948	2901020	13.26%
VALLE DEL CAUCA	1338	488370	5352	1953480	8.93%
CUNDINAMARCA	990	361350	3960	1445400	6.61%
ATLANTICO	813	296745	3252	1186980	5.43%
SANTANDER	677	247105	2708	988420	4.52%
BOLIVAR	650	237250	2600	949000	4.34%
CORDOBA	539	196735	2156	786940	3.60%
NTE DE SANTANDER	482	175930	1928	703720	3.22%
NARIÑO	476	173740	1904	694960	3.18%
CAUCA	440	160600	1760	642400	2.94%
MAGDALENA	424	154760	1696	619040	2.83%
TOLIMA	393	143445	1572	573780	2.62%
CESAR	389	141985	1556	567940	2.60%
BOYACA	371	135415	1484	541660	2.48%
HUILA	329	120085	1316	480340	2.20%
META	315	114975	1260	459900	2.10%
CALDAS	302	110230	1208	440920	2.02%
GUAJIRA	291	106215	1164	424860	1.94%
RISARALDA	284	103660	1136	414640	1.90%
SUCRE	282	102930	1128	411720	1.88%
QUINDIO	165	60225	660	240900	1.10%
CHOCO	161	58765	644	235060	1.07%
CASANARE	131	47815	524	191260	0.87%
CAQUETA	120	43800	480	175200	0.80%
PUTUMAYO	109	39785	436	159140	0.73%
ARAUCA	88	32120	352	128480	0.59%
VICHADA	33	12045	132	48180	0.22%
AMAZONAS	26	9490	104	37960	0.17%
GUAVIARE	26	9490	104	37960	0.17%
SAN ANDRES	19	6935	76	27740	0.13%
GUAINIA	18	6570	72	26280	0.12%
VAUPES	15	5475	60	21900	0.10%
TOTAL	14981	5468065	59924	21872260	100.00%

Tabla 11 Consumo de Bovino Nivel Nacional Fuente: INVIMA

Con la información proporcionada se evidencia que en Colombia los tres departamentos que consumen bovino son Bogotá D.C. siendo el principal consumidor con un porcentaje de 15.34% , siguiendo Antioquia con 13.26% y Valle del cauca con 8.93%, donde cada año se presenta el incremento de consumo y precios para este sector, generando un impacto de gran proporción, destacando que en Colombia se presentan los productores de alto impacto que son exportadores y los productores locales que siguen vigentes en cada uno de los Departamentos.

La distribución de bovinos se concentra en Antioquia (11.1%), Córdoba (8.1%) y Meta (7.8%) con los censos previos por el ICA (Instituto Colombiano Agropecuario), como se referencia en la siguiente ilustración.

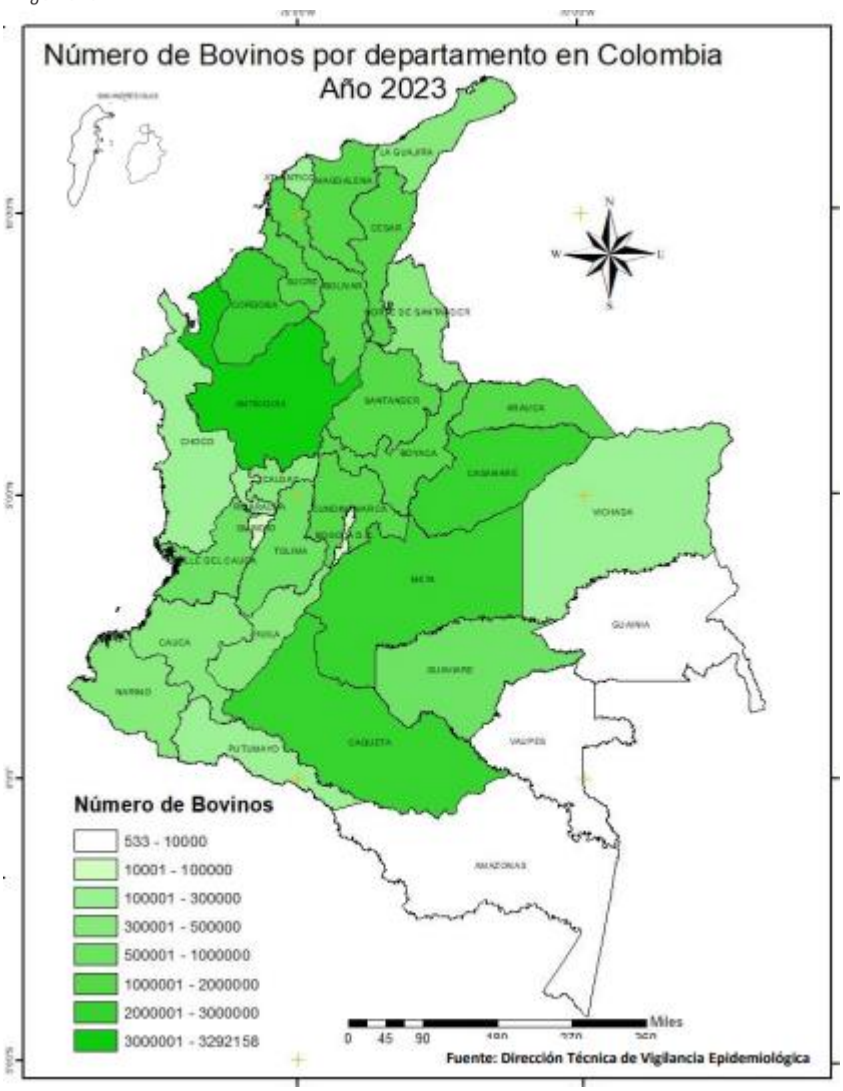


Ilustración 6 Zonificación de Bovinos Colombia Fuente: INVIMA

5.4.Preparación de Hueso

5.4.1. Composición De Hueso

El hueso es tejido conectivo y materia viva que contiene vasos sanguíneos, vasos linfáticos y nervios. Sus funciones son mantener constante el ambiente iónico dentro del organismo mediante regulación homeostática, proporcionar locomoción con la ayuda de músculos y tendones, prestar soporte a los tejidos y protección a los órganos blandos como corazón, médula espinal, encéfalo y pulmones, la médula almacena minerales y participa en la formación de células sanguíneas como hematíes y leucocitos.

Los huesos son poco elásticos, es decir que por medio de la acción de una fuerza externa no recobran su disposición inicial si ésta cesa. Las fuerzas de compresión y tensión de un

hueso fresco son de 137,30 MPa y 103,40 MPa respectivamente, su gravedad específica es de 1,90.

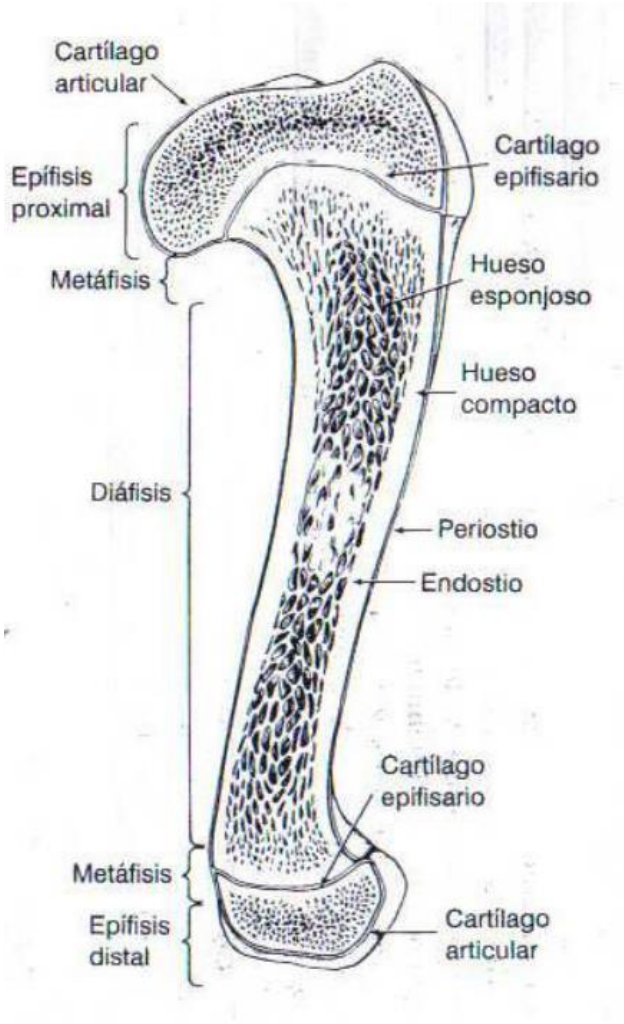


Ilustración 7Componentes y partes anatómicas de un hueso típico largo

Constituyentes del hueso	Porcentaje	Miliequivalentes por gramo
Cationes		
Calcio	26,70	13,30
Magnesio	0,44	0,36
Sodio	0,73	0,32
Potasio	0,05	0,01
Aniones		
Fósforo como $PO4^{-3}$	12,50	12,10
Dióxido de carbono como $CO3^{-2}$	3,50	1,60
Acido cítrico como Cit^{-2}	0,36	0,14
Cloruros	0,08	0,02
Fluoruros	0,07	0,04
Cociente molar Ca/P	-	1,65

Tabla 12 Composición mineral de un hueso de bovino desgrasado y seco

Componentes	Porcentaje
Materia inorgánica insoluble en agua	69,67
Materia inorgánica soluble en agua	1,25
Colágeno	18,64
Complejo mucopolisacárido-proteína	0,24
Materia proteínico resistente	1,02
Pérdida de agua a menos de 105 °C	8,18
Total	99,00

Tabla 13 Composición de un hueso de bovino adulto

5.4.2. Usos

El aprovechamiento de un bovino principalmente se referencia en su carne ya que cumple con componentes nutritivos ý proteínas necesarias para el desarrollo del ser humano, junto con ello van dejando residuos como lo es el huesos que son procesados para fines distinto como lo es la producción de harinas, grasas y gelatinas a base de este elemento de la estructura ósea del animal, al descomponerse cuentan con materias orgánicas de gran absorción, los cuales deben enfrentarse diferentes tipos de descomposiciones para sus fines, para lograr los subproductos.

Como lo son los fertilizantes ya que cuentan con niveles altos de fósforos que ayudan a la estimulación para el crecimiento, con sus componentes positivos para la agricultura podemos usar estas condiciones para la implementación del área de la construcción, con diferentes técnicas para la cocción para un uso comercial y aprovechamiento completo, donde se destaca la importancia de la manipulación adecuada de estos elementos para no poner en riesgo la salud humana

5.4.3. Descomposición de Hueso

1. Trituración de hueso: se obtienen harinas las cuales son transformables el cual es usado como abono, con la extracción de la oseína posterior una cocción lenta para poder ser usado
2. Incineración: Forma segura para manejar en perspectiva de bioseguridad, en donde se consume completamente cada uno de los componentes sobre el hueso, a elevadas temperaturas, con ello realizando limpieza de los microorganismo o bacterias aún existentes en el miembro, se debe realizar en un área apropiada para no afectar en la

calidad del aire o generar emisiones negativas, con combustibles indicados para no ser un peligro potencial.

3. Destilación seca: Se descomponen con materiales orgánicas con la separación del carbono para el poder de absorción, para el uso de grandes industrias (alimenticias, farmacéuticas entre otras)

5.4.4. Trituración de Hueso para proyecto de investigación

En el proceso de investigación se contó con la recolección de datos adecuada para realizar una proyección para realizar la trituración del hueso de tal forma quedará en un estado de manejabilidad adecuada, sin producir riesgos a la manipulación del mismo ya que se debe tener en cuenta con cada una de las características de este y lo que lo compone, la descomposición o secado del hueso de bovino, en una forma natural como principal punto, consecuente a esto la limpieza para eliminar microorganismo que puedan afectar la salud de las personas que iban a manipularlo.

Ilustración 8 Hueso de Res en proceso de trituración

Ilustración 9 Hueso de res fraccionado

Ilustración 10 Proceso de trituración

Ilustración 11 Hueso de res en su interior Fuente propia

5.4.5. Manejabilidad

Es importante que el concreto sea diseñado con la manejabilidad adecuada para la colocación, esta depende principalmente de las propiedades y características de los agregados y la calidad del cemento. Cuando se necesita mejorar las propiedades de manejabilidad, se puede pensar en incrementar la cantidad de mortero.

Es fundamental la comunicación entre el diseñador, el constructor y el productor de concreto con el propósito de asegurar una buena mezcla de concreto. Una adición de agua en la obra es la peor solución para mejorar la manejabilidad del concreto, es totalmente contraproducente para la calidad del producto.

En el cual se busca que la manejabilidad del concreto no se vea afectada por el reemplazo del determinado porcentaje de hueso de res triturado de tal forma que quede en la misma consistencia y tamaño de un agregado fino, el cual no se vea alterado en gran magnitud en sus condiciones físicas, que sea un aporte a la resistencia de la mezcla de concreto producida.

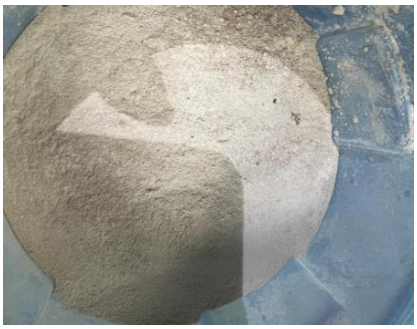


Ilustración 12 Hueso de res Triturado Fuente propia

5.5.Cálculos estructurales

5.5.1. Diseño De Estructura

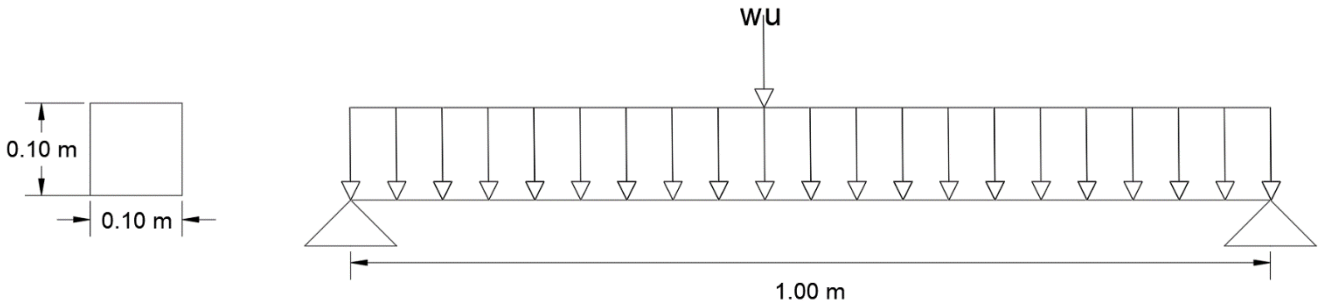
Con el diseño estructural lo que se busca lograr es una estructura que no falle en ningún momento de su vida útil. Una estructura se reconoce como “fallida” en el momento que esta deja de cumplir sus funciones de la manera adecuada.

Se pueden presenciar diversos tipos de fallas, como es el caso de las de servicio, que ocurren en el momento que la estructura sale de uso por deformaciones excesivas, sean estas permanentes o elásticas. Pero también está la falla por resistencia, o inestabilidad, que es cuando existe un movimiento, o separación, de las partes de esta.

De igual manera, se busca lograr con él que la obra sea no sólo segura, sino que también se empleen los materiales adecuados y que sean los más económicos posible.

5.5.2. Diseño de Viguetas

Calculo para una vigueta de 0.10m x 0.1m x 1.0m con una carga puntual Wu



f`c=	21.1	Mpa
fy=	240	Mpa

WD=	8	Kn/m	Wpp=	0.24
WL=	5	Kn/m		

WD=	8.24	Kn/m
W=	13.24	Kn/m

Se le dejo un recubrimiento de 3 cm dejando un d= 0.07 m

- Se busca en la siguiente tabla el Pmin y Pmax

DISEÑO DE VIGAS MÉTODO DE LA RESISTÉNCIA ÚLTIMA (fy=240)																								
		Mpa	Kn/m2		Mpa	Kn/m2		Mpa	Kn/m2		Mpa	Kn/m2		Mpa	Kn/m2		Mpa	Kn/m2		Mpa	Kn/m2		Mpa	Kn/m2
	fc	14,1	14100	fc	17,6	17600	fc	21,1	21100		24,6	24600	fc	28,1	28100	fc	31,6	31600	fc	35,2	35200			
	fy	240	240000	fy	240	240000	fy	240	240000		240	240000	fy	240	240000	fy	240	240000	fy	240	240000			
	φ	0,90		φ	0,90		φ	0,90		φ	0,90		φ	0,90		φ	0,90		φ	0,90				
ρ	a/d	j	K	a/d	j	K	a/d	j	K	a/d	j	K	a/d	j	K	a/d	j	K	a/d	j	K			
0,001	0,0200	0,9900	213,83	0,0160	0,9920	214,26	0,0134	0,9933	214,55	0,0115	0,9943	214,76	0,0100	0,9950	214,91	0,0089	0,9955	215,03	0,0080	0,9960	215,13			
0,002	0,0401	0,9800	423,32	0,0321	0,9840	425,09	0,0268	0,9866	426,20	0,0230	0,9885	427,03	0,0201	0,9900	427,65	0,0179	0,9911	428,13	0,0160	0,9920	428,52			
0,003	0,0601	0,9700	628,48	0,0481	0,9759	632,36	0,0401	0,9799	634,95	0,0344	0,9828	636,81	0,0301	0,9849	638,20	0,0268	0,9866	639,29	0,0241	0,9880	640,18			
0,004	0,0801	0,9599	829,29	0,0642	0,9679	836,19	0,0535	0,9732	840,81	0,0459	0,9770	844,11	0,0402	0,9799	846,58	0,0357	0,9821	848,51	0,0321	0,9840	850,10			
0,005	0,1001	0,9499	1025,77	0,0802	0,9599	1036,55	0,0669	0,9665	1043,76	0,0574	0,9713	1048,92	0,0502	0,9749	1052,79	0,0447	0,9777	1055,80	0,0401	0,9799	1058,28			
0,005833	0,1168	0,9416	1186,12	0,0936	0,9532	1200,80	0,0781	0,9610	1210,61	0,0669	0,9665	1217,63	0,0586	0,9707	1222,89	0,0521	0,9739	1227,00	0,0468	0,9766	1230,36			
0,005856	0,1173	0,9414	1190,51	0,0939	0,9530	1205,30	0,0784	0,9608	1215,19	0,0672	0,9664	1222,26	0,0588	0,9706	1227,57	0,0523	0,9738	1231,70	0,0470	0,9765	1235,10			
0,006	0,1202	0,9399	1217,91	0,0963	0,9519	1233,44	0,0803	0,9599	1243,82	0,0689	0,9656	1251,24	0,0603	0,9699	1256,82	0,0536	0,9732	1261,16	0,0481	0,9759	1264,72			
0,00618	0,1238	0,9381	1252,03	0,0991	0,9504	1268,51	0,0827	0,9587	1279,52	0,0709	0,9645	1287,39	0,0621	0,9690	1293,31	0,0552	0,9724	1297,91	0,0496	0,9752	1301,69			
0,007	0,1402	0,9299	1405,71	0,1123	0,9439	1426,85	0,0937	0,9532	1440,97	0,0803	0,9598	1451,08	0,0703	0,9648	1458,67	0,0625	0,9687	1464,57	0,0561	0,9719	1469,42			
0,008	0,1602	0,9199	1589,17	0,1283	0,9358	1616,78	0,1071	0,9465	1635,23	0,0918	0,9541	1648,43	0,0804	0,9598	1658,34	0,0715	0,9643	1666,05	0,0642	0,9679	1672,39			
0,009	0,1802	0,9099	1768,30	0,1444	0,9278	1803,24	0,1204	0,9398	1826,59	0,1033	0,9484	1843,29	0,0904	0,9548	1855,84	0,0804	0,9598	1865,60	0,0722	0,9639	1873,62			
0,01	0,2003	0,8999	1943,08	0,1604	0,9198	1986,22	0,1338	0,9331	2015,04	0,1148	0,9426	2035,67	0,1005	0,9498	2051,15	0,0894	0,9553	2063,21	0,0802	0,9599	2073,11			
0,011	0,2203	0,8899	2113,53	0,1765	0,9118	2165,72	0,1472	0,9264	2200,60	0,1263	0,9369	2225,56	0,1105	0,9447	2244,30	0,0983	0,9509	2258,88	0,0882	0,9559	2270,86			
0,012	0,2403	0,8798	2279,64	0,1925	0,9037	2341,75	0,1606	0,9197	2383,26	0,1377	0,9311	2412,96	0,1206	0,9397	2435,26	0,1072	0,9464	2452,62	0,0963	0,9519	2466,88			
0,013	0,2603	0,8698	2441,41	0,2086	0,8957	2514,31	0,1740	0,9130	2563,03	0,1492	0,9254	2597,88	0,1306	0,9347	2624,05	0,1162	0,9419	2644,43	0,1043	0,9479	2661,15			
0,014	0,2804	0,8598	2598,84	0,2246	0,8877	2683,39	0,1873	0,9063	2739,89	0,1607	0,9197	2780,31	0,1407	0,9297	2810,66	0,1251	0,9375	2834,29	0,1123	0,9439	2853,69			
0,015	0,3004	0,8498	2751,93	0,2406	0,8797	2848,99	0,2007	0,8996	2913,85	0,1722	0,9139	2960,25	0,1507	0,9246	2995,10	0,1340	0,9330	3022,22	0,1203	0,9398	3044,50			
0,01593	0,3190	0,8405	2890,42	0,2556	0,8722	2999,88	0,2132	0,8934	3073,03	0,1828	0,9086	3125,37	0,1601	0,9200	3164,67	0,1423	0,9288	3195,26	0,1278	0,9361	3220,38			
0,016	0,3204	0,8398	2900,69	0,2567	0,8717	3011,12	0,2141	0,8929	3084,91	0,1836	0,9082	3137,71	0,1608	0,9196	3177,36	0,1430	0,9285	3208,22	0,1283	0,9358	3233,56			
0,017	0,3404	0,8298	3045,10	0,2727	0,8636	3169,77	0,2275	0,8863	3253,08	0,1951	0,9024	3312,68	0,1708	0,9146	3357,44	0,1519	0,9241	3392,28	0,1364	0,9318	3420,89			
0,018	0,3605	0,8198	3185,18	0,2888	0,8556	3324,95	0,2409	0,8796	3418,34	0,2066	0,8967	3485,17	0,1809	0,9096	3535,34	0,1608	0,9196	3574,40	0,1444	0,9278	3606,47			
0,019	0,3805	0,8098	3320,92	0,3048	0,8476	3476,65	0,2543	0,8729	3580,71	0,2181	0,8910	3655,16	0,1909	0,9045	3711,07	0,1698	0,9151	3754,59	0,1524	0,9238	3790,32			
0,01988	0,3981	0,8010	3436,78	0,3189	0,8405	3607,27	0,2660	0,8670	3721,20	0,2282	0,8859	3802,70	0,1998	0,9001	3863,91	0,1776	0,9112	3911,55	0,1595	0,9203	3950,67			
0,02	0,4005	0,7997	3452,32	0,3209	0,8396	3624,87	0,2676	0,8662	3740,18	0,2296	0,8852	3822,67	0,2010	0,8995	3884,62	0,1787	0,9106	3932,84	0,1604	0,9198	3972,44			
0,021	0,4205	0,7897	3579,39	0,3369	0,8316	3769,62	0,2810	0,8595	3896,75	0,2410	0,8795	3987,70	0,2110	0,8945	4055,99	0,1876	0,9062	4109,16	0,1684	0,9158	4152,81			
0,022	0,4406	0,7797	3702,11	0,3529	0,8235	3910,90	0,2944	0,8528	4050,42	0,2525	0,8737	4150,23	0,2211	0,8895	4225,19	0,1966	0,9017	4283,54	0,1765	0,9118	4331,45			
0,023	0,4606	0,7697	3820,50	0,3690	0,8155	4048,69	0,3078	0,8461	4201,19	0,2640	0,8680	4310,29	0,2311	0,8844	4392,21	0,2055	0,8972	4455,98	0,1845	0,9078	4508,35			
0,02384	0,4774	0,7613	3916,59	0,3825	0,8088	4161,76	0,3190	0,8405	4325,59	0,2736	0,8632	4442,81	0,2395	0,8802	4530,82	0,2130	0,8935	4599,34	0,1912	0,9044	4655,60			
0,024	0,4806	0,7597	3934,55	0,3850	0,8075	4183,02	0,3212	0,8394	4349,06	0,2755	0,8623	4467,85	0,2412	0,8794	4557,05	0,2144	0,8928	4626,49	0,1925	0,9037	4683,51			

Tabla 14 Resistencia Ultima Fuente: Diseño básico de concreto reforzado

pmin=	0.005833
pmax=	0.02384

- Calculamos Wu con los datos de WL y WD

$$Wu = 1.2WD + 1.6WL = 1.2(8.24) + 1.6(8) = 17.89 \text{ Kn/m}$$

- Se calcula el factor de Carga U y Factor de seguridad FS

$$U = \frac{WU}{W} = \frac{17.89}{13.24} = 1.351 \qquad FS = \frac{U}{0.9} = 1.351/0.9 = 1.501$$

- Ahora se calculan los momentos M1 y M2

$$M1 = \frac{Wu * L^2}{8} = \frac{17.89 * 1^2}{8} = 2.236$$

$$M2 = 0.9 * Fy * Pmax * \left(1 - 0.59 * \frac{Pmax*Fy}{Fc}\right) * bd^2 = 0.9*240000*0.2384*\left(1 - 0.59 * \frac{0.2384*240}{21.1}\right) * 0.1 * 0.07^2 = 2.120$$

M2	<	M1
NECESITA REFUERZOS A COMPRESIÓN		

- Se calcula el AS y A´S

$$A'S = \frac{M1-M2}{\phi Fy(d-d')} = \frac{(2.236-2.120)}{0.9*240000*(0.07-0.03)} = 1.35$$

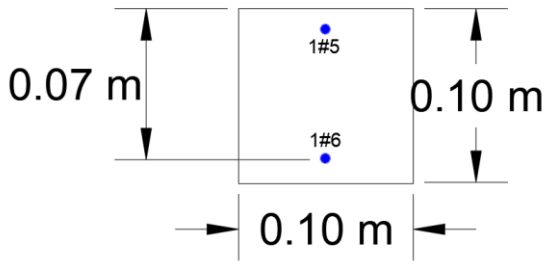
$$AS = Pmax\ bd + AS' = 0.02384 * 0.1 * 0.07 + 1.35 = 2.25$$

- Para determinar la cantidad de varillas usamos la siguiente tabla

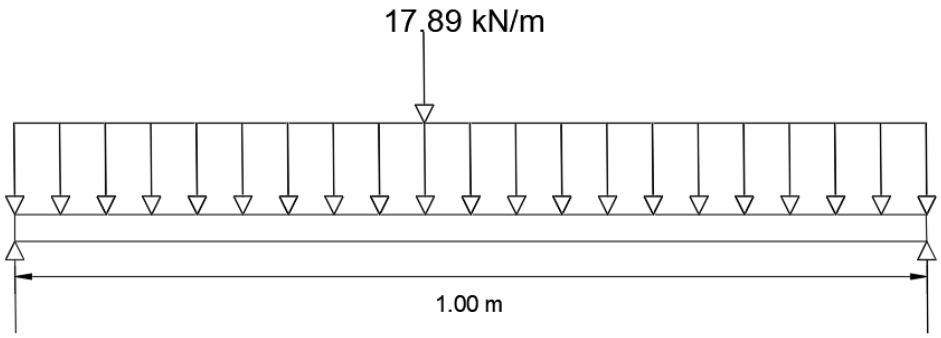
	AREA EN cm2								
No Barra	1/4	3/8	1/2	5/8	3/4	7/8	1	1 1/8	1 1/4
Cantidad	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0,32	0,71	1,29	2	2,84	3,87	5,1	6,54	8,19
2	0,64	1,42	2,58	4	5,68	7,74	10,2	13,08	16,38
3	0,96	2,13	3,87	6	8,52	11,61	15,3	19,62	24,57
4	1,28	2,84	5,16	8	11,36	15,48	20,4	26,16	32,76
5	1,6	3,55	6,45	10	14,2	19,35	25,5	32,7	40,95
6	1,92	4,26	7,74	12	17,04	23,22	30,6	39,24	49,14
7	2,24	4,97	9,03	14	19,88	27,09	35,7	45,78	57,33
8	2,56	5,68	10,32	16	22,72	30,96	40,8	52,32	65,52
9	2,88	6,39	11,61	18	25,56	34,83	45,9	58,86	73,71
10	3,2	7,1	12,9	20	28,4	38,7	51	65,4	81,9
11	3,52	7,81	14,19	22	31,24	42,57	56,1	71,94	90,09
12	3,84	8,52	15,48	24	34,08	46,44	61,2	78,48	98,28
13	4,16	9,23	16,77	26	36,92	50,31	66,3	85,02	106,47
14	4,48	9,94	18,06	28	39,76	54,18	71,4	91,56	114,66
15	4,8	10,65	19,35	30	42,6	58,05	76,5	98,1	122,85
16	5,12	11,36	20,64	32	45,44	61,92	81,6	104,64	131,04
17	5,44	12,07	21,93	34	48,28	65,79	86,7	111,18	139,23
18	5,76	12,78	23,22	36	51,12	69,66	91,8	117,72	147,42
19	6,08	13,49	24,51	38	53,96	73,53	96,9	124,26	155,61
20	6,4	14,2	25,8	40	56,8	77,4	102	130,8	163,8

Tabla 15 Áreas en Cm de aceros Fuente: Diseño básico de concreto reforzado

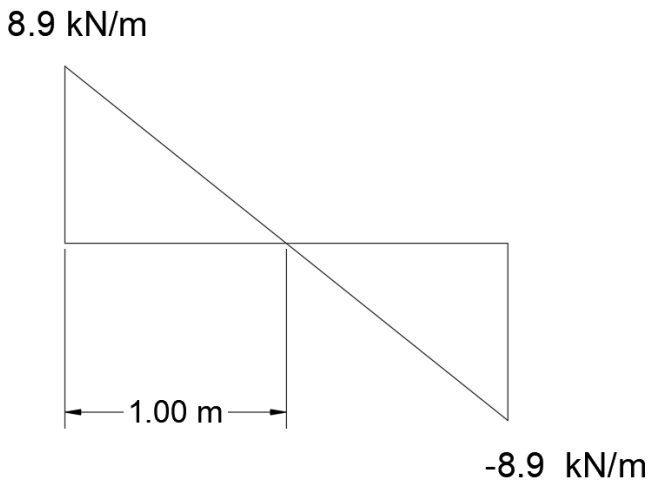
- Se toman los dos valores señalados en la tabla y el diseño quedaría de la siguiente forma



- Se realiza diseño a cortante de la viga

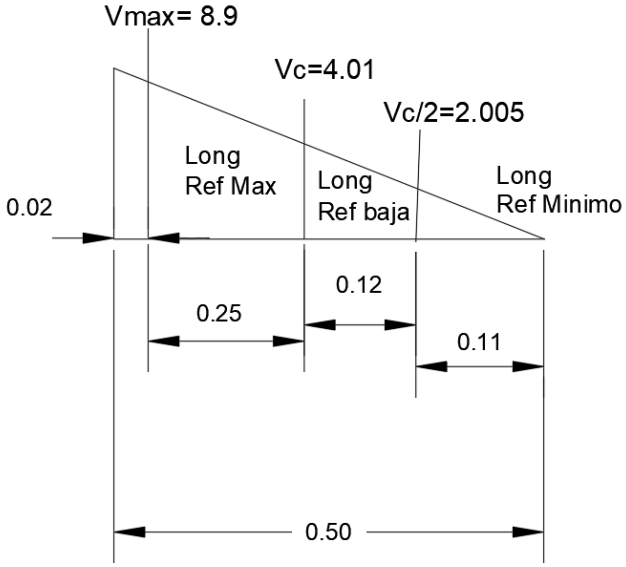


$$Ay = By = \frac{17.89\frac{kN}{m} * 1}{2} = 8.9\ kN/m$$



$$Vu = Vmax - Wu(0.2 + d) = 8.9 - 17.89 * (0.2 + 0.07) = 8.65kN$$

$$\phi Vc = \phi * 0.17 * \sqrt{f'c} * bd = 0.75 * 0.17 * \sqrt{21.1} * 0.1 * 0.07 = 0.0041 \simeq 4.01$$



Vmax	
8.9	0.5
8.65	X
X=	0.48
Vc	
8.9	0.5
4.01	X
X=	0.23
Vc / 2	
8.9	0.5
2.005	X
X=	0.11

Longitud Max

- Opción A:

$$S = \frac{\phi * Av * fy * d}{Vu - \phi Vc} = \frac{0.75 * 0.000032 * 2 * 2400000 * 0.07}{8.65 - 4.01}$$

$$= 1.7379$$

- Opción B:

$$S = \frac{Av * fy}{0.062 * \sqrt{f'c} * bw} = \frac{0.32 * 2 * 240}{0.062 * \sqrt{17.6} * 10} = 12.9$$

- Opción C:

$$S = \frac{d}{2} = \frac{7}{2} = 3.5$$

Se escoge la opción que haya dado el menor valor que en este caso fue la opción A

$$UN = \frac{0.25}{0.17} + 1 = 2.47$$

N° Flejes = 2 und

LMX=1UN * 0.17 =0.17

Longitud Baja

- Opción A:

$$\phi vc - \phi vc = 0 \quad 8.9 - 8.9 = 0$$

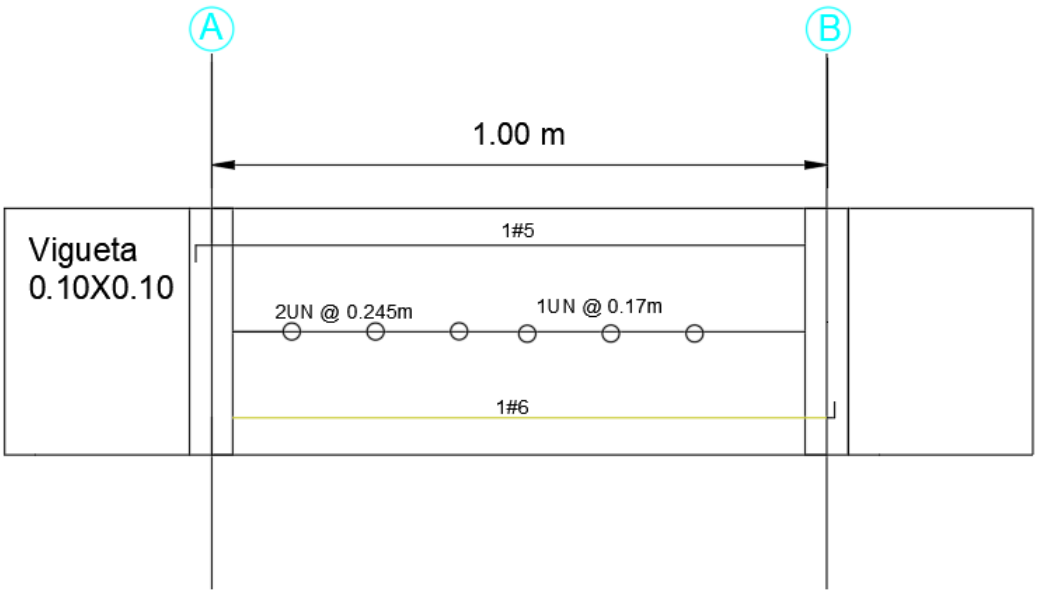
- Opción C:

$$S = \frac{d}{2} = \frac{7}{2} = 3.5$$

Se escoge la opción C

$$UN = \frac{0.5}{0.35} = 1.42$$

N° Flejes = 1 Und



5.5.3. Registro fotográfico

En las siguientes imágenes se referencia el proceso de armado de la formaleta que se usó como modelo para realizar las muestras de cada uno de los porcentajes de reemplazo de agregado fino (5%, 8% y 10) y un testigo que corresponde una mezcla tradicional con cada uno de sus componentes sin modificación alguna.

Ilustración 13 Formaleta de viguetas Fuente propia

Ilustración 14 Corte de Acero Fuente propia

Ilustración 15 Mezcla de concreto con hueso triturado

Ilustración 16 Proceso de colocación de mezcla

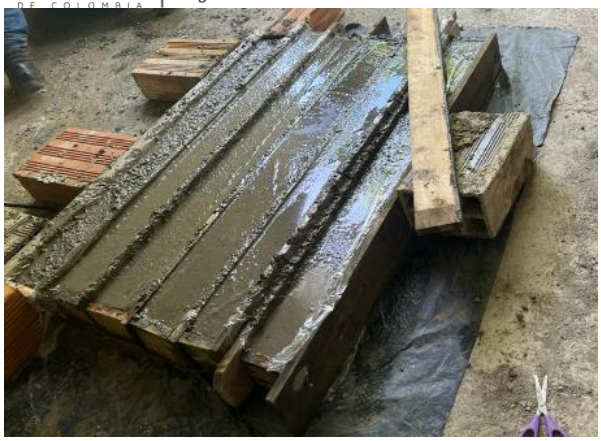


Ilustración 17 Viguetas Fundidas

Ilustración 18 Vigueta de prueba

Ilustración 19 Viguetas desencofradas

Ilustración 20 Vigueta prueba

5.6.Laboratorios

En los procesos de investigación de cada una de las condiciones de materiales bien sea para determinar resistencia, durabilidad, el proceso de curado, necesario realizar ensayos de laboratorio en donde se puedan tener datos de una forma más precisa para ser apoyados con los cálculos iniciales teóricos, dando una perspectiva al proceso que será llevado a instancias más grande con ello logrando un análisis practico de cada una de las viguetas a fallar.

5.6.1. Ensayo de Flexión

El ensayo de flexión es utilizado para comprobar la resistencia de los materiales en esta investigación al usar un porcentaje de reemplazo de hueso de res en el agregado fino se quiere analizar si este componente de la estructura ósea del bovino, aporta resistencia al concreto reforzado de las viguetas, o cuál es su comportamiento al encontrarse en la mezcla, el ensayo de Flexión es realizado en los laboratorios de CONCRELAB que tienen una amplia trayectoria en la realización de pruebas e inspección de materiales en Colombia , debido que a las dimensiones de la muestras realizadas requerían de una máquina que cumpliera con las condiciones para poder realizar la falla correctamente sin tener márgenes de error que produjeran inconsistencia en los datos de laboratorio.

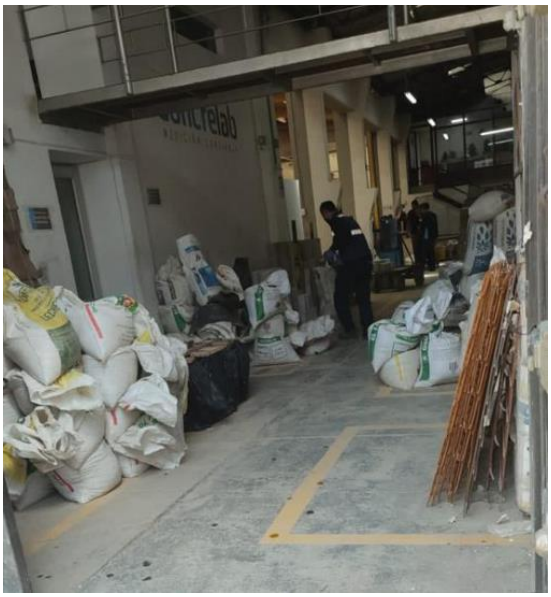


Ilustración 21 Laboratorio CONCRELBAB

Concrelab
MEDICIÓN CONFIABLE

Bogotá D.C. 27 de enero de 2023

Ingeniero (a)
ALEXANDRA VERA

AYALA GONZALEZ POLIDORO

OBRA: 21296 - TESIS DE GRADO

Asunto: Entrega de informes de ensayos de laboratorio

Apreciado Ingeniero (a):
De manera atenta nos permitimos entregar el informe No. DCP4-0092-22 con referencia: 2-21296 en el cual se presentan los resultados de ensayos:

-Ensayo de flexión para prefabricados.

Estos ensayos fueron realizados a las muestras enviadas a nuestro laboratorio, se describen a continuación:

Poste Concreto

Los resultados reportados corresponden exclusivamente a las características de las muestras ensayadas.

Cordialmente,

Firmado digitalmente por GALI MAURICIO SALINAS PATIÑO
Fecha: 2023.02.02 11:12:53 -05'00'

Mauricio Salinas Patiño
JEFE ÁREA CONCRETOS Y PREFABRICADOS

Concretos y Prefabricados

Sede Bogotá | Calle 63D No 71A - 70 | PBX: (571) 223 5656 | www.concrelab.com

Ilustración 22 Certificado de informes de laboratorio

6. Análisis de Resultados

Resultados de falla de las viguetas, testigo y con los diferentes porcentajes de 5%, 8% y 10% a los 28 días:

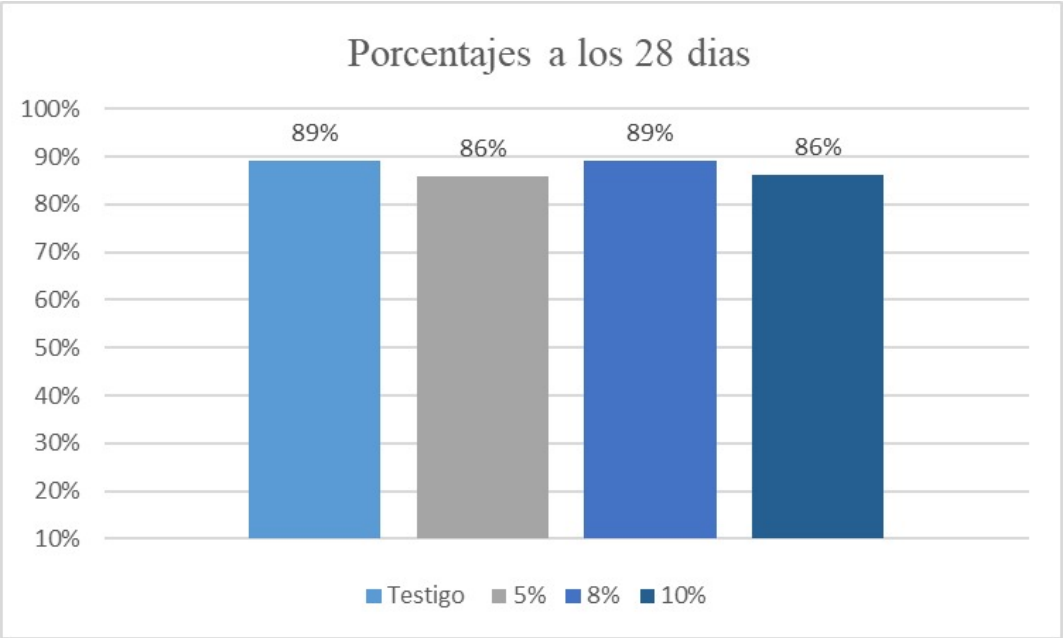
Unidad N°	Descripción	Dimensiones (mm)				Fecha de Toma	Fecha de recepción	Fecha de rotura	Edad (dias)	Momento de inercia (mm^4)	Área nominal transversal (mm^2)	Carga máxima (N)	Módulo de Rotura		Observaciones
		Largo	Ancho	Alto	Luz								Mpa	kg/cm^2	
M-01	Poste Concreto	1050	100	100	1000	2022-11-30	2022-12-27	2022-12-28	28	8333333.333	10000.0	11800	18.8	191.7	Testigo
M-02	Poste Concreto	1050	99	99	1000	2022-11-30	2022-12-27	2022-12-28	28	800496.75	9801.0	12200	18.9	192.7	Testigo
M-03	Poste Concreto	1049	100	99	999	2022-11-30	2022-12-27	2022-12-28	28	8085825	9900.0	11900.0	18.6	189.7	Testigo
M-04	Poste Concreto	1049	99	100	999	2022-11-30	2022-12-27	2022-12-28	28	8333333.333	10000.0	11500	18.8	191.7	Testigo
M-05	Poste Concreto	1050	100	100	1000	2022-11-30	2022-12-27	2022-12-28	28	8250000	9900.0	12500.0	18.9	192.7	Testigo
M-06	Poste Concreto	1040	100	99	1000	2022-11-30	2022-12-27	2022-12-28	28	8333333.333	10000.0	11800	17.7	180.5	5%
M-07	Poste Concreto	1040	99	100	999	2022-11-30	2022-12-27	2022-12-28	28	800496.75	9801.0	12200	18.5	188.6	5%
M-08	Poste Concreto	1050	100	99	999	2022-11-30	2022-12-27	2022-12-28	28	8085825	9900.0	11900.0	18.2	185.6	5%
M-09	Poste Concreto	1050	99	99	1000	2022-11-30	2022-12-27	2022-12-28	28	8333333.333	10000.0	11500	17.9	182.5	5%
M-10	Poste Concreto	1049	100	100	1000	2022-11-30	2022-12-27	2022-12-28	28	8250000	9900.0	12500.0	18.2	185.6	5%
M-11	Poste Concreto	1049	99	100	1000	2022-11-30	2022-12-27	2022-12-28	28	800496.75	9801.0	12200	18.9	192.7	8%
M-12	Poste Concreto	1050	100	99	999	2022-11-30	2022-12-27	2022-12-28	28	8085825	9900.0	11900.0	18.2	185.6	8%
M-13	Poste Concreto	1040	100	100	999	2022-11-30	2022-12-27	2022-12-28	28	8333333.333	10000.0	12900.0	18.9	192.7	8%
M-14	Poste Concreto	1040	99	99	1000	2022-11-30	2022-12-27	2022-12-28	28	800496.75	9801.0	12200	19.2	195.8	8%
M-15	Poste Concreto	1050	99	99	1000	2022-11-30	2022-12-27	2022-12-28	28	8085825	9900.0	11900.0	18.9	192.7	8%
M-16	Poste Concreto	1049	100	100	999	2022-11-30	2022-12-27	2022-12-28	28	8333333.333	10000.0	12900.0	18.2	185.6	10%
M-17	Poste Concreto	1049	99	100	999	2022-11-30	2022-12-27	2022-12-28	28	8085825	9900.0	12400	17.9	182.5	10%
M-18	Poste Concreto	1050	100	99	1000	2022-11-30	2022-12-27	2022-12-28	28	8333333.333	10000.0	12700	18.2	185.6	10%
M-19	Poste Concreto	1040	100	100	999	2022-11-30	2022-12-27	2022-12-28	28	800496.75	9801.0	13300	18.9	192.7	10%
M-20	Poste Concreto	1040	99	100	1000	2022-11-30	2022-12-27	2022-12-28	28	8085825	9900.0	12500.0	17.7	180.5	10%

Tabla 16. Resultados a 28 días

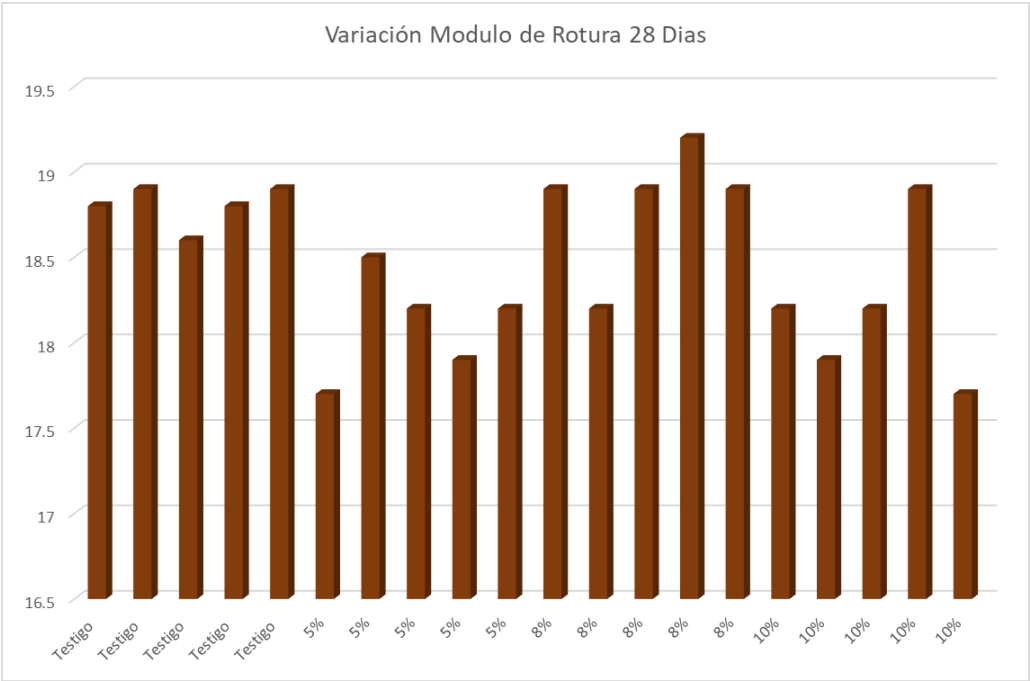
Resultados de falla de las viguetas, testigo y con los diferentes porcentajes de 5%, 8% y 10% a los 56 días

Unidad N°	Descripción	Dimensiones (mm)				Fecha de Toma	Fecha de recepción	Fecha de rotura	Edad (dias)	Momento de inercia (mm^4)	Área nominal transversal (mm^2)	Carga máxima (N)	Módulo de Rotura		Observaciones
		Largo	Ancho	Alto	Luz								Mpa	kg/cm^2	
M-01	Poste Concreto	1050	100	100	1000	2022-11-30	2022-12-27	2022-12-28	56	8333333.333	10000.0	11800	19.4	197.83	Testigo
M-02	Poste Concreto	1050	99	99	1000	2022-11-30	2022-12-27	2022-12-28	56	800496.75	9801.0	12200	20.6	210.06	Testigo
M-03	Poste Concreto	1049	100	99	999	2022-11-30	2022-12-27	2022-12-28	56	8085825	9900.0	11900.0	19.4	197.83	Testigo
M-04	Poste Concreto	1049	99	100	999	2022-11-30	2022-12-27	2022-12-28	56	8333333.333	10000.0	11500	18.6	189.67	Testigo
M-05	Poste Concreto	1050	100	100	1000	2022-11-30	2022-12-27	2022-12-28	56	8250000	9900.0	12500.0	19.5	198.85	Testigo
M-06	Poste Concreto	1040	100	99	1000	2022-11-30	2022-12-27	2022-12-28	56	8333333.333	10000.0	11800	20.6	210.06	5%
M-07	Poste Concreto	1040	99	100	999	2022-11-30	2022-12-27	2022-12-28	56	800496.75	9801.0	12200	19.7	200.88	5%
M-08	Poste Concreto	1050	100	99	999	2022-11-30	2022-12-27	2022-12-28	56	8085825	9900.0	11900.0	20.9	213.12	5%
M-09	Poste Concreto	1050	99	99	1000	2022-11-30	2022-12-27	2022-12-28	56	8333333.333	10000.0	11500	21.1	215.16	5%
M-10	Poste Concreto	1049	100	100	1000	2022-11-30	2022-12-27	2022-12-28	56	8250000	9900.0	12500.0	19.8	201.90	5%
M-11	Poste Concreto	1049	99	100	1000	2022-11-30	2022-12-27	2022-12-28	56	800496.75	9801.0	12200	19.9	202.92	8%
M-12	Poste Concreto	1050	100	99	999	2022-11-30	2022-12-27	2022-12-28	56	8085825	9900.0	11900.0	20.9	213.12	8%
M-13	Poste Concreto	1040	100	100	999	2022-11-30	2022-12-27	2022-12-28	56	8333333.333	10000.0	12900.0	21.1	215.16	8%
M-14	Poste Concreto	1040	99	99	1000	2022-11-30	2022-12-27	2022-12-28	56	800496.75	9801.0	12200	20.6	210.06	8%
M-15	Poste Concreto	1050	99	99	1000	2022-11-30	2022-12-27	2022-12-28	56	8085825	9900.0	11900.0	20.9	213.12	8%
M-16	Poste Concreto	1049	100	100	999	2022-11-30	2022-12-27	2022-12-28	56	8333333.333	10000.0	12900.0	19.5	198.85	10%
M-17	Poste Concreto	1049	99	100	999	2022-11-30	2022-12-27	2022-12-28	56	8085825	9900.0	12400	20.7	211.08	10%
M-18	Poste Concreto	1050	100	99	1000	2022-11-30	2022-12-27	2022-12-28	56	8333333.333	10000.0	12700	20.5	209.04	10%
M-19	Poste Concreto	1040	100	100	999	2022-11-30	2022-12-27	2022-12-28	56	800496.75	9801.0	13300	20.4	208.02	10%
M-20	Poste Concreto	1040	99	100	1000	2022-11-30	2022-12-27	2022-12-28	56	8085825	9900.0	12500.0	19.8	201.90	10%

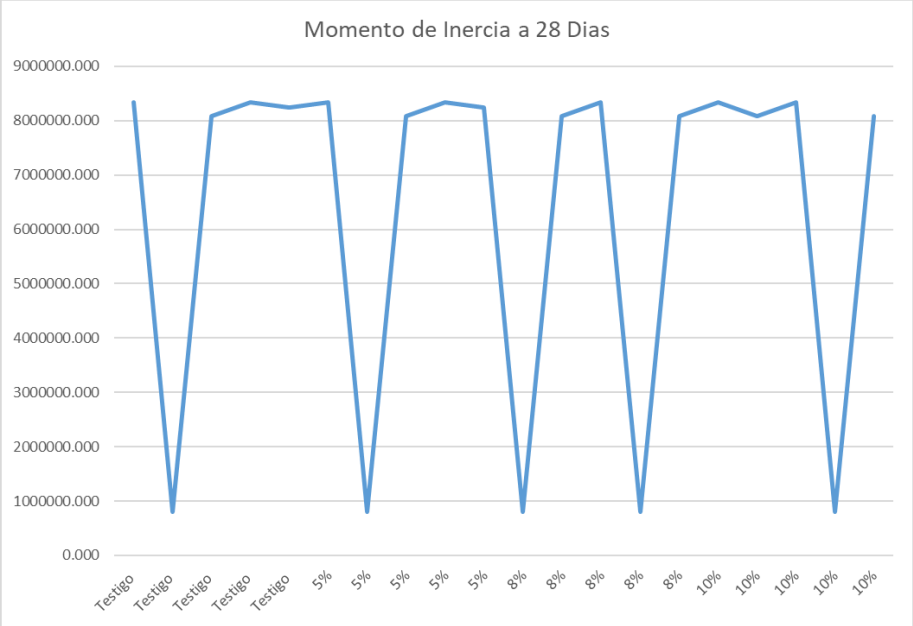
Tabla 17. Resultados a lo 56 dias



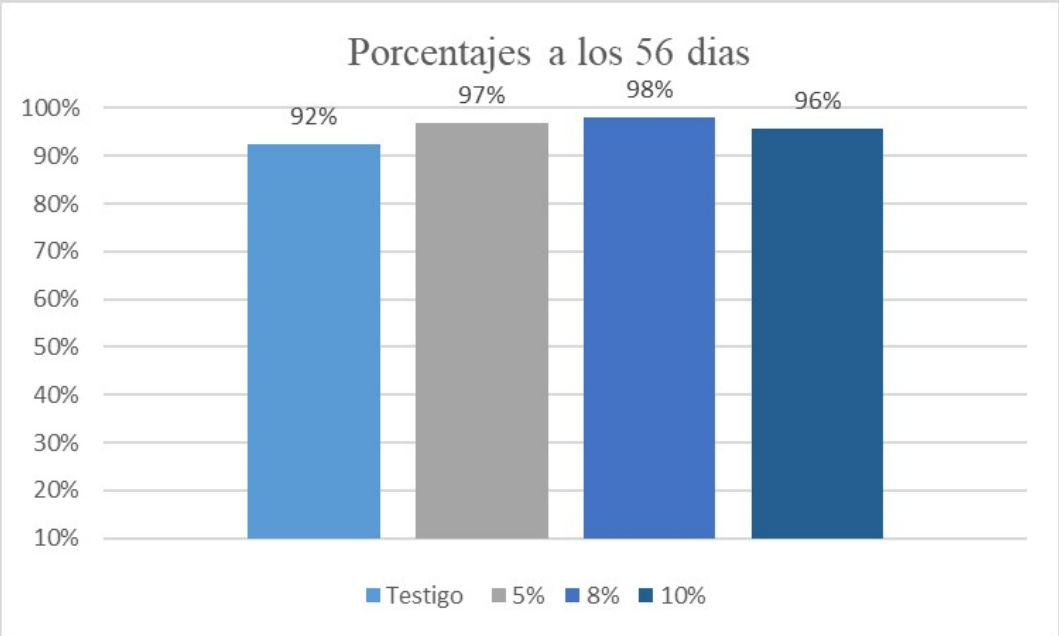
Grafica 1 Promedio de porcentajes a 28 Dias



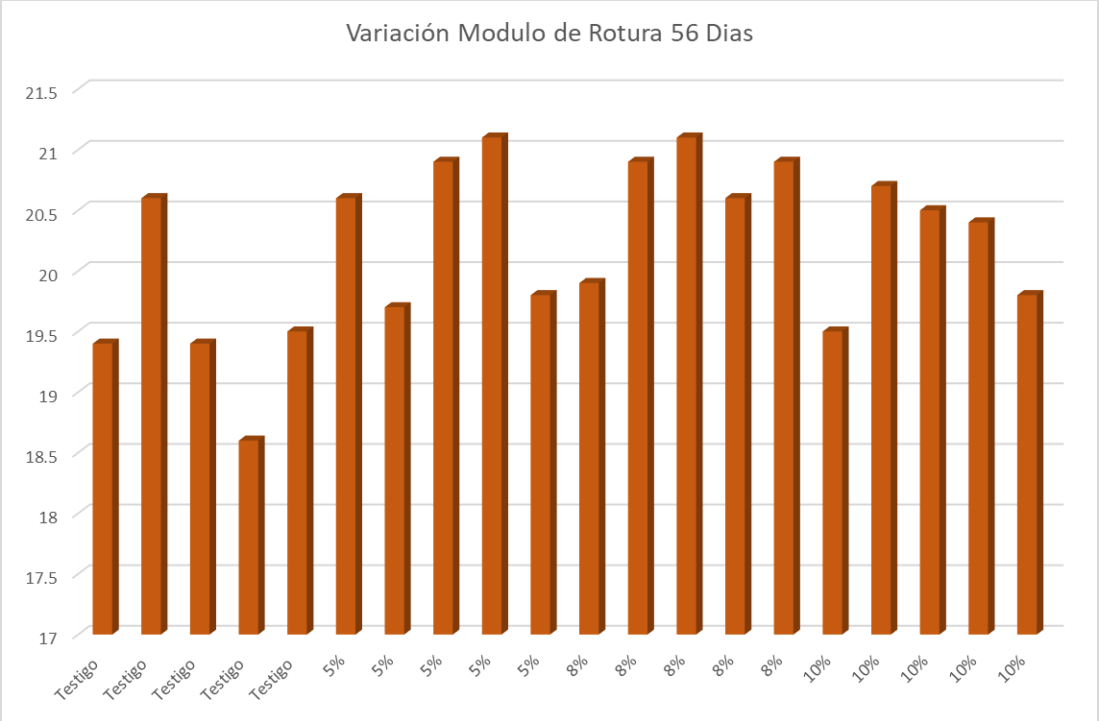
Grafica 2 Variación de módulo de rotura en muestras



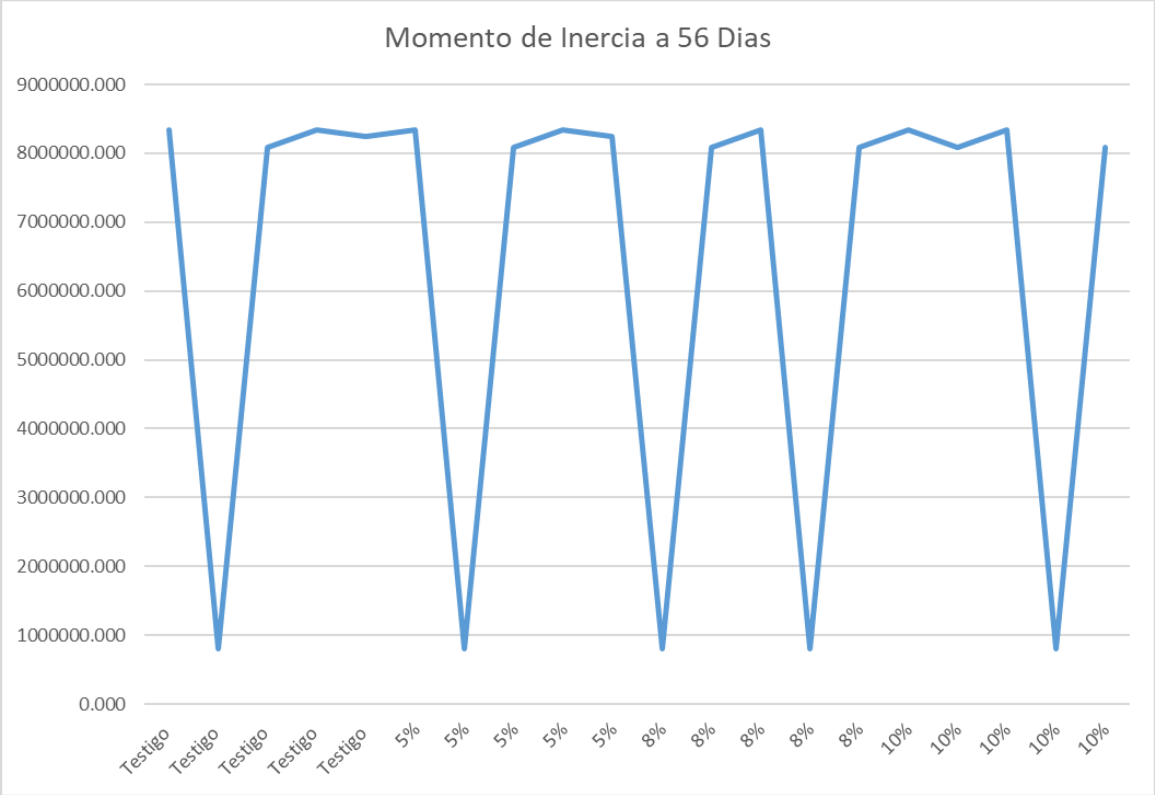
Grafica 3 Momento de Inercia 28 Días



Grafica 4Promedio de porcentajes a 56 Días



Grafica 5Variación de módulo de rotura en muestras



Grafica 6 Momento de Inercia 28 Días

Con los datos proporcionados en las dos tablas que hacen referencia a cada una de las muestras llevadas a laboratorio, determinado que se realizaron cinco muestras con diferentes porcentajes de hueso triturado de res como remplazo de agregado fino enviándolas a los días de 28 y 56 podemos analizar lo siguiente:

En las viguetas de 28 días con el porcentaje de reemplazo del 8% de hueso de res se alcanza mayor resistencia a comparación de las otras viguetas llegando a una resistencia mínima de 86% y con una máxima de 91% la cual es la permitida para su uso como elemento estructural.

A los 56 días se espera que las muestra lleguen a su 100% para ser avaladas correctamente y tener una mayor confiabilidad para emplear de ellas, en la práctica se puede concluir que de las 20 viguetas a falla en el ensayo de flexión la que alcanzo mayor resistencia fue consecuente a la de los 28 días las viguetas con el 8% por ciento de reemplazo de agregado fino por hueso de res, alcanzaron una resistencia mínima de 94% y una máxima que alcanzo el 100% que es lo ideal para la confiabilidad del concreto reforzado usado para cada uno de los elementos estructurales.

Evidenciando que al emplear un porcentaje más amplio de hueso de res las viguetas presentaron bajas Resistencia, por lo cual se puede analizar que el hueso en grandes proporciones como agregado fino puede llevar a la disminución de la resistencia de las muestras donde no permiten que alcance su mayor nivel de confiabilidad de empleo de ese agregado fino como el reemplazo del convencional.

7. Conclusiones

- Se realiza el respectivo análisis de las muestras de con los diferentes porcentajes de agregado de hueso de res, en donde se evidencia que la resistencia varia en los diferentes porcentajes de agregado de hueso de res presenta la resistencia admisible al tiempo de falla a comparación de otros resultados, concluyendo que un porcentaje justo el reemplazo del agregado de hueso triturado de res es óptimo.
- Se realiza el diseño de viguetas de forma satisfactoria acogiendo todos sus componentes estructurales y de diseño de mezcla.
- Se concluye que el porcentaje óptimo para el diseño de mezcla del proyecto investigativo de viguetas con reemplazo de hueso de res triturado es 8% ya que cuenta con los porcentajes satisfactorios en los ensayos de flexión.
- En la hipótesis inicial decía que, entre más porcentaje de hueso de res, se tendría mayor resistencia en el concreto. Pero de acuerdo a los resultados obtenidos, se pudo notar que el porcentaje debe estar en un punto medio como en este caso un 8%, según el análisis de resultados probablemente si se le hubiera agregado un porcentaje mucho mayor los resultados habrían descendido aún más.
- En cuanto al peso propio del elemento no se logró disminuir este valor, ya que el remplazo por el que se hizo era agregado fino y al realizar la comparación entre pesos y densidades de los materiales el valor lo logro varias mucho, por eso mismo no se tuvo en cuenta el valor del peso del hueso de res en los cálculos mostrados.
- Después de toda la investigación notamos que la carne de res produce gran consumo en nuestro país, y así mismo estos huesos son desechados y no aprovechados para un uso como el que le dio en esta tesis, aunque no puede ser remplazado en su totalidad por agregado fino si por un porcentaje como logramos comprobar, se lograría disminuir el desperdicio de este hueso de res y ahorrar más material como lo es el agregado fino (arena) que proviene de recursos naturales.
- Ya para finalizar se puede concluir que el hueso de res puede ser una gran innovación para las nuevas mezclas de concreto, para nuevos proyectos de construcción, es una opción que cumple con resistencias requeridas y además está ayudando al cuidado de recursos naturales y mitigando impacto ambiental debido que este elemento no es procesado actualmente como principal recurso.

8. Referencias

Liu, D., Quan X., Zhu, H. Huang Q, Zhou L,(2020). Evaluation of modified waste concrete powder used as a novel phosphorus remover.

Morales, L.(2010). Reutilizaciòn de residuos de edificación para el desarrollo de materiales cementales con características especiales (Tesis de Magister). Universitat Politècnica de Catalunya (Barcelona).

M. Cao, C. Xie, L. Li, M. Khan.(2019), Effect of different PVA and steel fiber length and content on mechanical properties of CaCo3 whisker reinforced cementitious composites.e200.

J. I. Mora Samacá, "Bone tissue, a new alternative in aggregates for concrete", *ing. Solidar*, vol. 15, no. 1, pp. 1-38, Jan. 2019

Ardila, J. Echeverry, J. (2018). Modificación del diseño de mezcla de concreto convencional a partir del uso del hueso triturado como agregado grueso para ensayos de resistencia a la comprensión [Título profesional, Universidad Piloto de Colombia]. Repositorio académico de la universidad Piloto de Colombia.

Beltran, D. Chacon, J. Vigoya, M. (2021). Modificación del diseño de mezcla del concreto convencional a partir del uso del hueso triturado como agregado grueso para ensayos de resistencia a la comprensión. [Título profesional, Universidad Piloto de Colombia] Repositorio académico de la universidad Piloto de Colombia

Sanchez, Diego (2001) *TECNOLOGÍA DEL CONCRETO Y DEL MORTERO*,: https://www.google.com.co/books/edition/TECNOLOGIA_DEL_CONCRETO_Y_DEL_MORTERO/EWq-QPJhsRAC?hl=es-419&gbpv=1&dq=inauthor:%22Diego+Sanchez+de+Guzman%22&printsec=frontcove

Rey, J. C., Robleda, S. D., Cervino, E. V., Ruiz, L. R., & Ramos, M. B. (2005). Factores determinantes de la resistencia ósea. Revista española de enfermedades metabólicas óseas, 14(4), 67-74.

Instituto Colombiano Agropecuario - ICA. (n.d.). https://www.ica.gov.co/areas/pecuaria/servicios/epidemiologia-veterinaria/censos

Lamus, F., & Andrade, S. (2015). Concreto reforzado: fundamentos. Ecoe Ediciones.

Bolívar, Í. J., & Malagón, A. G. F. (2005). Cultura y poder: el consumo de carne bovina en Colombia. Nómadas (Col), (22), 174-185.

Lorente, L. (1986). La ganadería bovina en Colombia.

Mora. Ivan (2019). Diseño básico de concreto reforzado, vigas isostáticas. Edición 1

Comisión Asesora permanente para régimen de construcciones sismo resistentes (enero 2010) Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente, NRS-10

Sánchez de Guzmán, D. (1993) Tecnología del concreto y del Mortero. Bogotá, Colombia: BHNDAR Editores

Martín, B. (2015, December). The World Health Organisation warns about the consumption of red an processed meats. In Derecho Animal. Forum of Animal Law Studies (Vol. 6, No. 4, pp. 1-5).

Mott, R. L. (2004). Machine elements in mechanical design. Pearson Educación.