



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ

**LINEAMIENTOS PARA LA NORMALIZACION DEL
USO DE AGREGADOS LIVIANOS EN MEZCLA
DE CONCRETO EN VENEZUELA.**

AUTORES: Aponte F. Vicsarit K.
C.I: 18.773.089
Hernández V. Beatriz N.
C.I: 19.963.805

Urb. Yuma II, Calle N° 3, Municipio San Diego
Teléfono: (0241) 8714240 (Master) - Fax: (0241) 871239



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**

**LINEAMIENTOS PARA LA NORMALIZACIÓN DEL
USO DE AGREGADOS LIVIANOS EN MEZCLA
DE CONCRETO EN VENEZUELA.**

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de
INGENIERO CIVIL

Autores: Aponte F. Vicsarit K.
C.I.18.773.089
Hernández V. Beatriz N
C.I.19.963.805
Tutor: MSc. Herrada Jutzy



FI-L-019-2020-2CR (TG)

Valencia, 16 de octubre de 2020

Ciudadanas:
Aponte F., Vicsarit K.
18.773.089
Hernández V., Beatriz N.
19.963.805
Presente-

Cumplo con informarle que la Comisión de Trabajo de Grado y Pasantías de la Facultad de Ingeniería en su reunión N° 05-2020 de fecha 27-07-2020 aprobó el proyecto de trabajo de grado titulado *LINEAMIENTOS PARA LA NORMALIZACIÓN DEL USO DE AGREGADOS LIVIANOS EN MEZCLA DE CONCRETO EN VENEZUELA* presentado por usted (es) como requisito para optar al título de Ingeniero Civil.

Se ratifica la designación de la Ing. Jutzy Herrada C.I: 12.809.606 como Tutora Académica que las asesorara en el desarrollo de este proyecto.

Atentamente,

Dra. Zaida Ostos

Decana (E) de la Facultad de Ingeniería

c.c. Coordinación de Pasantías y Trabajo de Grado (1).

Ll/a.a.



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

ACEPTACIÓN DEL TUTOR

Quien suscribe, MSc. Jutzy Herrada, portador de la cédula de identidad N.º 12.809.606, en mi carácter de tutor del trabajo de grado presentado por los ciudadanos Vicsarit K. Aponte F portadora de la cédula de identidad N.º 18.773.089 y Beatriz N Hernández V. portador de la cédula de identidad N.º 19.963.805, titulado, **LINEAMIENTOS PARA LA NORMALIZACION DEL USO DE AGREGADOS LIVIANOS EN MEZCLADECONCRETO EN VENEZUELA.** Presentado como requisito parcial para optar al título de **INGENIERO CIVIL**, Considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

En San Diego, a los 21 días del mes de octubre del año 2020

MSc. Jutzy Herrada
CI: 12809606

AGRADECIMIENTO

Primeramente a Dios, por ser mi guía, darme vida, salud y permitirme culminar esta etapa en mi vida, Gracias mi Dios.

A mi madre Vesaira Flores y a mi Padre Victor Aponte, por ser mis motores, mis pilares para seguir adelante, mi madre que estuvo en cada una de mis caídas, mis alegrías, mi padre con su gran ejemplo de trabajo, por ser mis mayores ejemplos de constancia y dedicación, sacrificios que hicimos los tres juntos. Gracias por su apoyo incondicional gracias por darme tanto amor.

A mis hermana, Maria Victoria Aponte mi gran amor y Anarelis Aponte la madre de mis tesoros, gracias, las amo

A mi tutora Ing. Jutzy Herrada, le doy gracias por su tiempo y dedicación y ayudarme en mi trabajo final de grado.

A mi Familia, primas, primos, tíos y tías muy enfáticamente a mi tía Zorangel Aponte, por tanta paciencia, amor y conocimiento que tuvo para conmigo, en esta etapa universitaria que culmina.

A la universidad José Antonio Páez por ser mi casa de estudio, donde obtuve todos mis conocimientos para formarme profesionalmente.

A mi compañera de tesis Beatriz Hernández, le quiero agradecer por este tiempo de amistad, y por haber compartido tantos momentos buenos y alegres para mí, ella siempre será una persona especial para mí.

A Juan Samuel Cohen por creer en mí y permitir que culminara esta etapa de mi vida confortable, gracias.

A mis compañeros de clase que compartimos grandes momentos en la universidad especialmente, Osmer Vargas, Yoselina Suarez, Adriana Páez, Kristal Mena, Jorge Ospino, Arybet Campos gracias colegas todos lo logramos.

Y a esas personas que jamás perdieron la fe en mí, me ayudaron, motivaron e impulsaron de innumerables formas a lograr mi meta como lo son mis grandes amigas del alma, Addys Barrios, Carolina Zunino y Katherine Silva, mil gracias amigas.

Vicsarit Aponte.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar a Dios, con quien todo lo puedo y el pilar de toda existencia para que este sueño y muchos otros los pueda cumplir, por abrir mis caminos pese a las dificultades y darme la fuerza necesaria para seguir.

A mi padre amado Natividad Hernández por todos los esfuerzos que realizó para que mi sueño se pudiese cumplir, por su apoyo incondicional y la paciencia adquirida para acompañarme en estos años de estudios, por brindarme su ejemplo de constancia, trabajo y dedicación con el fin de culminar las metas que nos proponemos en la vida. Gracias papá por ese amor infinito, a mi madre Beatriz Vásquez por estar para mí en las buenas y en las malas, por cada palabra dicha con el fin de ayudarme a seguir, por enseñarme que hay que avanzar y no desistir para lograr lo que uno se propone. Gracias por tu apoyo y por tu amor.

A mis hermanos María Isabel Hernández Vásquez y Leonardo David Hernández Vásquez por sus palabras de aliento y apoyo siempre que las necesite.

A mis familiares y amigos más allegados por su apoyo, palabras de aliento y consejos para jamás desistir de mis metas, en especial a mi tía Maritza Vásquez por sus oraciones para seguir luchando sin decaer ante ninguna situación.

A mi profesora y tutora de tesis Ing. Jutzy Herrada por aceptarme como su tesista, a pensar de ponerla en apuro, y agradezco por su paciencia, tiempo y dedicación.

A los profesores en general que con su sabiduría y conocimiento motivaron en mí el desarrollo como persona en ámbito profesional.

A mi compañera de tesis Vicsarit Aponte, por su amistad, su paciencia, su trabajo en conjunto, pese a cualquier adversidad, por los momentos buenos y malos gracias, y más que eso por ser una amiga y compañera de estudio.

A mis compañeros de estudio, de promoción y futuros colegas, por todo lo vivido y recorrido hasta el día de hoy, por el apoyo mutuo y la fuerza para seguir adelante en esta hermosa carrera.

A mi casa de estudio la Universidad José Antonio Páez por abrirme sus puertas y formarme como una ingeniera de la República Bolivariana de Venezuela. Gracias.

Beatriz Hernández

ÍNDICE

CONTENIDO	Pp
RESUMEN	x
INTRODUCCION	1
CAPITULOS	
I EL PROBLEMA	
1.1 Planteamiento del problema	3
1.2 Formulación del problema	4
1.3 Objetivo de la investigación	4
1.3.1 Objetivo General	5
1.3.2 Objetivos Específicos	5
1.4 Justificación de la investigación	5
1.5 Alcances	6
II MARCO TEORICO	
2.1 Antecedentes de la investigación	8
2.2 Bases teóricas	10
2.2.1 Lineamientos para la normalización	11
2.2.2 Concreto en Obra	13
2.2.3 Agregados	15
2.2.3.1 Clasificación	16
2.2.3.2 Requisitos	16
2.2.4 Agregado Liviano	18
2.2.4.1 Características	20
2.2.5 Aliven	21
2.2.5.1 Uso del Aliven	24
2.2.6 Concreto Convencional	25
2.2.7 Propiedades del Concreto Fresco	25
2.2.8 Clasificación del Concreto Liviano	27
2.3 Bases Legales	27
2.4 Definiciones de Términos	28
III MARCO METODOLOGICO	
3.1 Metodología de la investigación	34
3.2 Tipo de Investigación	34
3.3 Diseño de la Investigación	35
3.4 Nivel de la Investigación	35
3.5 Población y muestra	35
3.6 Técnicas e Instrumentación de Recolección de datos	36
3.7 Fases de la investigación	37

3.7.1 Fase I	37
3.7.2 Fase II	38
3.7.3 Fase III	38
3.7.4 Fase IV	38
IV RESULTADOS	
4.1 Fase I	39
4.2 Fase II	49
4.3 Fase III	51
4.3.1 Factibilidad Técnica	51
4.3.2 Factibilidad Económica y Social	52
4.4 Fase IV	53
4.4.1 Lineamientos sobre Agregados Livianos	54
4.4.2 Ejemplo de uso de agregados livianos	58
V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
5.1 Conclusiones	59
5.2 Recomendaciones	60
REFERENCIA BIBLIOGRAFICA	61
ANEXOS	64
Instrumento aplicado en la investigación	65

LISTA DE CUADROS

CUADRO		pp.
1	Matriz FODA	39

LISTA DE FIGURAS

FIGURAS		pp.
1	Hornos rotativos de agregado liviano	21
2	Estructura de la pella Aliven	22
3	Arcilla Natural en el inicio del proceso	23

LISTA DE TABLAS

TABLA		pp.
1	Tipos de Granulometría	23
2	Tipos de productos Aliven	24
3	Distribución de Frecuencia del Ítems 1	41
4	Distribución de Frecuencia del Ítems 2	42
5	Distribución de Frecuencia del Ítems 3	43
6	Distribución de Frecuencia del Ítems 4	44
7	Distribución de Frecuencia del Ítems 5	45
8	Distribución de Frecuencia del Ítems 6	46
9	Distribución de Frecuencia del Ítems 7	47
10	Distribución de Frecuencia del Ítems 8	48

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO		pp.
1	Distribución de Porcentajes del Ítems 1	41
2	Distribución de Porcentajes del Ítems 2	42
3	Distribución de Porcentajes del Ítems 3	43
4	Distribución de Porcentajes del Ítems 4	44
5	Distribución de Porcentajes del Ítems 5	45
6	Distribución de Porcentajes del Ítems 6	46
7	Distribución de Porcentajes del Ítems 7	47
8	Distribución de Porcentajes del Ítems 8	48



**REPUBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL**

LINEAMIENTOS PARA LA NORMALIZACION DEL USO DE AGREGADOS LIVIANOS EN MEZCLA DE CONCRETO EN VENEZUELA.

Autores: Vicsarit Aponte
Beatriz Hernández

Tutor: MSc. Jutzy Herrada

Fecha: octubre 2020

RESUMEN

La presente investigación consiste en el Desarrollo de Lineamientos para la Normalización del Uso de Agregados Livianos en Mezclas de Concretos en Venezuela que permita a los ingenieros manejar, con prudencia, el uso de estos agregados y evitar excederse a la hora de actuar en la construcción de obras civiles en el País. Para ello, se tomó como referencia las normativas existentes COVENIN. Se realizó una investigación documental de nivel descriptivo bibliográfico bajo la modalidad de Proyecto Factible, con apoyo en las técnicas de observación documental y análisis de fuentes documentales. En conclusión, el desarrollo de unas de lineamientos para la normalización de agregados livianos permitirá al profesional de la ingeniería agilizar los procesos de diseño de mezcla y por ende la toma de decisiones en lo que a selección de agregados livianos se refiere, el cual es de gran importancia para el eficaz desarrollo de obras, especialmente en edificaciones de varios niveles.

Descriptor: Normalización, Agregados Livianos, Mezcla de Concreto.

INTRODUCCIÓN

En América Latina el concreto es uno de los elementos constructivos de mayor uso en obras civiles, es un material considerablemente pesado que contiene una mezcla de agua, cemento, agregados y aditivos, en consecuencia, es un material no homogéneo por lo que predecir su comportamiento mecánico con exactitud puede llegar a presentar cierto nivel de incertidumbre, lo que lleva a regularizar o normalizar el uso de estas mezclas.

No obstante, actualmente en Venezuela el agregado liviano se ha venido masificando en el ámbito constructivo, por ser un agregado que presenta diferentes características como la baja densidad y la alta resistencia. Para el sector de las construcciones civiles, no es nuevo conocer que las normativas existentes no abarcan en su totalidad las operaciones surgidas por el uso de estos agregados (arcilla expandida o sinterizada, esquisto, pizarra, pizarra diatomácea, perlita, vermiculita o escoria, piedra pómez natural, escoria, ceniza volcánica, tufa o diatomita, ceniza fina o cenizas industriales sinterizadas, que se usa en la elaboración de hormigón liviano).

En tal sentido, en el estado Carabobo la situación es similar en cuanto al uso de concreto en las construcciones civiles, no se maneja un lineamiento que pueda regularizar o normalizar el concreto liviano y sus agregados. Las normalizaciones existentes siguen siendo las normas COVENIN, aunque hay otros tipos de normativas empleadas por el comité técnico de normalización sugeridas y aprobadas por FONDONORMA y la Asociación Venezolana de Ingeniería e Inspección conjuntamente con el Colegio de Ingenieros de Venezuela, las cuales están en constante revisión. Es por ello que el presente trabajo de grado pretende generar lineamientos que normalicen los agregados livianos en mezcla de concretos en Venezuela. La presente investigación está estructurada en:

Capítulo I, correspondiente al problema de estudio donde se abordan el planteamiento del problema, la formulación del problema, los objetivos de la investigación, la justificación y el alcance.

Capítulo II, hace referencia al Marco teórico, formado por los antecedentes, las bases teóricas, bases legales y las definiciones de términos.

Capítulo III, en él se desarrolla el Marco Metodológico de la investigación, el cual comprende la metodología de la investigación, tipo de investigación, diseño de investigación, nivel de la investigación, población y muestra, técnica e instrumento de recolección de datos, las fases de la investigación.

Capítulo IV se refiere a los análisis de resultados obtenidos en la realización del proyecto, incluyendo, las conclusiones y recomendaciones.

Capítulo V. Se presentaron las conclusiones y recomendaciones del estudio.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

Planteamiento del problema

El concreto es un material que se emplea en procesos de elaboración de obras de ingeniería civil. El mismo tiene entre sus principales funciones junto al acero, aportar resistencia necesaria para que una estructura desarrolle su período de vida útil. Así mismo, tiene la capacidad de neutralizar agentes ambientales que puedan corroer el acero de la estructura, el cual es directamente proporcional a las propiedades físicas del concreto endurecido.

Puesto que, como es de saber en el área de la construcción se requiere o es imprescindible conocer las propiedades de las mezclas de concreto, las cuales dependen del contenido del cemento, aire, influencia de los agregados, tamaño máximo del agregado, fraguado, curado, temperatura y relación agua – cemento, siendo el agregado uno de los de mayor importancia, en cuanto a la caracterización que se exige según normas venezolanas como la 277:2000 requisitos de concreto y agregados, la cual no contempla la característica de agregados livianos (peso unitario suelto a 1000 kg/m^3).

En este mismo orden de ideas, es importante resaltar que la relación de agregados livianos está directamente vinculada con la característica del concreto, por lo que los pesos específicos serán menores en comparación con mezclas de concretos elaboradas con el uso de agregados tradicionales (agregado grueso-agregado fino), lo cual hace imprescindible la elaboración de la presente propuesta, permitiendo así que el concreto pueda mejorarse en cuanto a características de peso se refiere, reduciendo las cargas muertas totales de la obra civil.

El planteamiento anterior, reafirma la necesidad de utilizar herramientas que permitan a los ingenieros tomar decisiones en relación con los tipos de agregados que se emplean en las diferentes obras que se desarrollan en el área de la construcción en estos tiempos, con la finalidad de garantizar el fiel cumplimiento de los estándares de calidad.

El uso de agregados livianos en la elaboración del concreto aporta ventajas, como lo son la baja densidad, aislamiento térmico, aislamiento acústico (amortiguan las vibraciones); al reducir la carga muerta de una estructura de concreto, se disminuye el tamaño de los elementos estructurales como columnas, vigas y zapatas, permitiendo construir estructuras menos pesadas y por lo tanto más económicas. Por otro lado, las mezclas con este agregado permiten resistencias similares a las que ofrece el concreto de peso normal y proporciona un coeficiente de resistencia-peso más eficiente en elementos estructurales.

La Standards Worldwide-home de España, presentó una propuesta de normas en relación con los Agregados livianos como fue la WK23421, Especificación para agregados livianos para aplicaciones de curado interno, la cual fue desarrollada por un comité, entendiéndose que estos son empleados de manera diferente en distintos procesos como el de curado interno, por ejemplo.

Actualmente, en Venezuela existe una carencia de una normativa legal que regule el uso y la caracterización de agregados livianos de calidad, debido que las existentes no abarcan todo lo necesario para el uso de agregados livianos en mezclas de concreto, siendo estos de gran ventaja en la ejecución de obras de construcciones, por su economía, disminuyen los costos de obras en algunas construcciones civiles, en virtud se plantea en el desarrollo de esta propuesta la realización de unos lineamientos para agregados livianos.

1.1 Formulación del problema

¿Cómo se puede regular el uso de agregados livianos en las mezclas de concreto en Venezuela?

1.2 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo General

Proponer lineamientos para la normalización del uso de agregados livianos en mezclas de concreto

1.3.2 Objetivos Específicos

- Ø Diagnosticar la situación actual de las normas existentes sobre agregados livianos en mezclas de concreto.
- Ø Analizar los factores que inciden sobre el uso de los agregados livianos en mezclas de concreto.
- Ø Evaluar la factibilidad técnica, económica y social del uso de la normativa para agregados livianos para mezclas de concreto.
- Ø Elaborar lineamientos para la normalización del uso de agregados livianos en mezclas de concreto.

1.3 Justificación del problema

El desarrollo de unas reglas como propuesta de lineamientos para la normalización de agregados livianos le permitirá al profesional de la ingeniería agilizar los procesos y por ende la toma de decisiones en lo que a selección de agregados livianos se refiere, el cual es de gran importancia para el eficaz desarrollo de obras, especialmente en edificaciones de varios niveles. Por lo que diseñar una propuesta de lineamientos para agregados livianos, permitirá vislumbrar de manera detallada como conseguir los requerimientos por partes de organismo o entes gubernamentales para fomentar una normativa de construcción, que ayudará a las empresas del sector a tener una guía o instructivos y no perder más tiempo del que requiere dicho proceso ajustado a derecho.

Por no existir información de dichos requisitos por parte de los entes gubernamentales (Normas Covenin para agregados livianos), o no poseer las especificaciones a detalle necesarias para realizar el proceso con un menor peso posible y con menos margen de errores, es que se suelen realizar mezclas de concreto con agregados tradicionales y como tampoco existe información detallada a nivel

institucional para los profesionales de la construcción se hace imperiosa la necesidad de desarrollar una propuesta de lineamientos para estos agregados livianos.

Desde una perspectiva económica, es importante resaltar que el empleo de agregados livianos, permite un mejor desempeño energético, ya que al reducir la densidad del concreto aumenta su resistencia térmica, así como el ahorro en concreto y la mayor durabilidad que proporciona el empleo de éstos. Además de la relevancia económica, las medioambientales del uso de Agregados Livianos son sustancialmente claras e identificables.

De allí que esta investigación ha de permitir a los ingenieros, una herramienta para tomar decisiones acerca del tipo de agregados livianos a ser empleado en la elaboración de mezclas de concreto, ayudándolos a tener una mejor visión de materiales más confiables. Es por esto que los ingenieros entre otras obras, al momento de desarrollar autopistas también hallarán gran utilidad en los lineamientos, ya que los agregados de peso liviano utilizados para el curado interno permiten obtener buenos niveles de eficiencia en la reducción de las fisuras en el pavimento.

Por otro lado, la presente investigación es relevante debido a que otros investigadores podrían estudiar la efectividad de la misma y así recomendar su utilización en otros subsistemas de la construcción, mejorando la praxis ingenieriles y minimizando, además, la fallas que generan para algunos proyectos u obras el no disponer de la documentación pertinente para el uso eficiente de agregados livianos.

De allí que esta investigación ha de permitir a los ingenieros una herramienta para tomar decisiones acerca del tipo de agregados liviano a ser empleado en la elaboración de mezclas de concreto, ayudándolos a tener una mejor visión de materiales más confiables. Por lo tanto estos lineamientos van dirigidos a todos los profesionales de la Ingeniería Civil.

1.5 Alcance

La investigación estará limitada a proponer unos lineamientos para la normalización de agregados livianos, sin embargo, es un inconveniente que en

Venezuela no existen normas al respecto que permitan contrastar a lo interno, por lo que será imperiosa la posibilidad de comparar con normas internacionales.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la Investigación

Según Tamayo y Tamayo (2006), los antecedentes de la investigación son concebidos como una síntesis conceptual de las investigaciones o trabajos realizados anteriormente relacionados sobre el problema formulado (P. 18).

Angulo (2015), realizó un estudio en la Universidad José Antonio Páez (UJAP) para optar por el título de Ingeniero Civil titulado **Evaluación Experimental de las Propiedades Mecánicas: Resistencia, Módulo de Elasticidad y Esfuerzos de Adherencia entre el Acero de Refuerzo y el Concreto Liviano Estructural**, en donde su objetivo es evaluar las propiedades mecánicas entre el acero y el concreto liviano, elaborando diseño de mezclas para la resistencia. Es importante destacar que el aporte de esta investigación, fortalece el conocimiento de las propiedades sobre el concreto liviano, su uso, aplicación con la calidad de mejorar el diseño en obras estructurales. Es vinculante con el objeto de estudio de esta investigación por ser un aspecto importante para la normalización del concreto liviano.

Aponte y Duarte (2015), para optar por su título de Ingeniero Civil de la Universidad de Carabobo realizaron una investigación titulada **Caracterización del agregado liviano ALIVEN a través de la resistencia a tracción por flexión según la norma COVENIN 343-79** la presente investigación tiene como finalidad caracterizar ese agregado a través de la resistencia a tracción por flexión según la Norma COVENIN 343-79, basado en un estudio de carácter experimental de tipo descriptivo; en la cual se elaboraron 6 mezclas, cada una de ellas conformada por 3 cilindros y 3 viguetas para cada edad en estudio (14 y 28 días), dando un total de 72 probetas, comprendidas entre 36 viguetas, y 36 cilindros. El diseño de mezcla

empleado, fue suministrado por la empresa Aliven. En sus conclusiones, sobre la evaluación de la resistencia a la compresión del diseño de mezcla, patrón suministrado por la empresa Aliven, se observó que los resultados obtenidos al ensayar las probetas se encontraron por debajo de lo establecido en el diseño de mezcla, evidenciándose de esta manera que no cumple con lo requerido. Aporta a la investigación el estudio de la caracterización del agregado ALIVEN

Simón y Porras (2014), realizaron un estudio en la Universidad Católica Andrés Bello titulado **Determinación Experimental de la leyes de comportamientos mecánico (ley de Abrams y relación triangular de concretos elaborados con agregados livianos)**, en este estudio se realizó una evaluación experimental de las leyes de comportamiento mecánico de concretos elaborados con agregados livianos, haciendo especial énfasis en los coeficientes de la ley de Abrams y de la relación triangular, además de la caracterización de las propiedades físicas del agregado liviano. Se obtuvo que el valor de la relación de agregado (Beta) óptimo fue para un 40%, aunque se usó un beta de 70% esto no influyó significativamente en la resistencia, asimismo se obtuvo la caracterización de agregado fino con todas sus propiedades. Se realizó un estudio comparativo del conjunto de curvas de la ley de Abrams para 7, 14 y 28 días del cual se concluyó que el concreto de baja densidad presenta a los 7 días, aproximadamente un 85% de resistencia esperada a los 14 y a 28 días un 90% de la misma. Aporta a nuestra investigación el estudio de las características del agregado liviano que es parte del objeto de estudio.

Salinas, H y Cubero, V. (2.006). en su trabajo titulado **“Determinar la relación entre la resistencia a compresión y la resistencia a flexión del concreto con el diseño de mezcla y agregados de la planta de premezclado MOROMIX C.A de resistencia 210 Y 250 KG/CM2 con los agregados utilizados en su planta”**. (Trabajo No Publicado de la Universidad de Carabobo). Esta investigación se basó en un estudio de tipo correlacional comparativo, donde se determinó la cantidad de ensayos para la obtención de resultados confiables y se establecieron gráficas comparativas entre la resistencia a compresión axial de los cilindros y la

resistencia a flexión de viguetas de concreto, con resistencias de diseño 210 y 250 kgf/cm² a 28 días, con un diseño de mezcla empleado por la producción de la planta de premezclado Moromix C.A. Sus conclusiones fueron que el concreto cumple con las resistencias de diseño prestablecidas para el estudio y además de la obtención de un factor de correlación de los ensayos de cilindros a compresión y las viguetas a flexión del concreto con el diseño de mezcla y agregado de la Planta de Premezclado Moromix C.A. Aporta a nuestra investigación la resistencia del diseño de mezcla partiendo de los agregados usados en la planta MOROMIX C.A.

Martinez J.; Zeichen A. (2.006), en el Trabajo No Publicado de la Universidad de Carabobo **“Análisis del comportamiento de la resistencia a la compresión del concreto ligero, con la adición de arena liviana tipo Aliven”**. El cual trató sobre la determinación del análisis del comportamiento de la resistencia a la compresión del concreto ligero, mediante la adición de arena liviana tipo Aliven, con la realización de estudios experimentales, basados en la comparación de una mezcla patrón vs diferentes mezclas dosificadas, buscando evaluar el cambio de la resistencia y dosificación del concreto ligero. Se llegó a la conclusión que el comportamiento de los diseños de mezclas con la variación de arena Aliven no es aceptable, debido a bajas resistencias que se presentaron en el diseño de mezcla con 100% arena Aliven.

Para que la resistencia este dentro de los límites establecidos para fabricación de concreto no estructural, se debe disminuir la relación agua/cemento mediante el aumento de la cantidad del cemento, pero debido a la escasez de los materiales presentados hoy en día en el País, precisamente del cemento, resulta más costosa esa alternativa, es por esto que se recomienda no utilizar más de un 75% de arena Aliven dentro del diseño de mezcla. El trabajo que precede, analiza el comportamiento de la resistencia a la compresión del concreto ligero con la adición de arena liviana tipo Aliven, aportando de esta manera conocimientos para la mejor compresión del comportamiento del agregado en estudio.

2.2 Bases Teóricas

Para Arias (2016), “Las bases teóricas se refieren al desarrollo de los aspectos generales del tema, comprenden un conjunto de conceptos y proposiciones que constituyen un punto de vista o enfoque determinado, dirigido a explicar el fenómeno o problema planteado (p. 22).

2.2.1 Lineamientos para la Normalización

Los lineamientos para la normalización, son el conjunto de normas que dan toda la información que necesitas para la planeación y ejecución de determinado proyecto, en este caso el uso de agregados livianos en el concreto en Venezuela. Con esta información se busca garantizar la seguridad y la calidad mínima que debe tener cada proyecto.

Una norma es un lineamiento por escrito, establecido por consenso y aprobado por un organismo reconocido, que provee, para uso común y repetitivo reglas, directrices o características para actividades o sus resultados.

La normalización es la redacción y aprobación de normas que se establecen para garantizar el acoplamiento de elementos contruidos independientemente, así como garantizar el repuesto en caso de ser necesario, garantizar la calidad de los elementos fabricados, la seguridad de funcionamiento y trabajar con responsabilidad social.

Para ISO (Internacional Organization for Standardization) la normalización es definida “Actividad que consiste en establecer, con respecto a problemas reales o potenciales, disposiciones destinadas a usos comunes y repetidos, con el fin de obtener un nivel de ordenamiento óptimo en un contexto dado”.

En este contexto, una norma es el:

“Documento establecido por consenso y aprobado por un organismo reconocido, que provee, para el uso común y repetido, reglas, lineamientos o características de algún proceso o su resultado. Las normas deben basarse en los resultados consolidados de la ciencia, la tecnología y la experiencia, y deben estar orientadas a promover un óptimo de beneficios comunitarios”.

Por su parte, la norma se define como el resultado de un esfuerzo particular de normalización, aprobado por una autoridad reconocida, puede tomar la forma de un documento conteniendo un conjunto de condiciones que deben ser satisfechos. De igual modo la normalización es esencialmente un acto de simplificación como un resultado del esfuerzo consciente de la sociedad.

También es una actividad tanto social como económica, y debe fomentarse mediante la cooperación mutua de los interesados, el establecimiento de una norma debe basarse en el consenso general.

Entre los propósitos de la normalización se encontró la simplificación, la cual indica que la normalización es uno de los medios principales con que se cuenta para controlar cualquier problema, ya sea recopilando y difundiendo la información sobre el problema, disciplinando y encausando a través de los medios apropiados, para el beneficio y seguridad del interesado sobre el particular, siendo un aspecto importante limitar la variedad de productos manufacturados y sus componentes, ahorrando el costo durante la etapa de producción.

Otro propósito de la normalización es la intercambiabilidad basada en la reducción de variedad de enteraña, para producir partes que nos indican en que tamaño, forma y funcionamiento, permitiendo así sustituir una parte por la otra, la cual dará el mismo funcionamiento. De acuerdo a lo planteado anteriormente, se puede mencionar por qué las compañías deben utilizar normas, para mantener una competencia internacional, de manera que se pueda promover la calidad de productos o servicios y la confianza de sus operaciones, la cual conlleva ahorrar tiempo y dinero, incrementando la credibilidad y la repuesta en lo que concierne al público, conservando los recursos, reduciendo el riesgo y mejorando el funcionamiento de los procesos de seguridad y se puedan evitar retrasos en la producción. En particular, esta actividad consiste en la elaboración, difusión y aplicación de normas.

2.2.2 Concreto en Obra: Material Fundamental para la Construcción

Debido a sus prestaciones mecánicas en estado fresco y endurecido, además del poco mantenimiento que requiere en el tiempo, el concreto es por excelencia el

material más utilizado en el mundo para la construcción de obras de infraestructura y edificación. Cada vez, la demanda por el concreto premezclado va en aumento debido en parte a los nuevos requerimientos técnicos, su elevada resistencia y la reducción de los tiempos en obra. Es por este motivo que hoy en día vemos, en el mercado venezolano, que han aparecido nuevas empresas que ofrecen este material, masificando así su uso.

Ningún otro material permite un uso y procesamiento tan versátil; la moldeabilidad del material fluido permite realizar prácticamente cualquier forma y acabado con ayuda de sistemas y tableros de encofrados adecuados. El concreto premezclado es un material que se fabrica en la planta de la empresa proveedora a través de sistemas dosificadores de alta precisión que realizan un mezclado altamente homogéneo mediante un mezclador central que puede ser de tipo vertical u horizontal con diferentes configuraciones de hélices o paletas según el concreto deseado y su aplicación final.

De acuerdo con lo que demande cada proyecto, el concreto será preparado en las plantas bajo especificaciones técnicas determinadas, que permitirán una mayor performance en la obra. Para asegurar la calidad del concreto, éste debe producirse bajo estándares que cumplan con las normas nacionales e internacionales (COVENIN, FONDONORMA, entre otras). Por su alta resistencia, se utiliza en la mayoría de los edificios, puentes, puertos, aeropuertos, centros educativos, hospitales, túneles y presas que se construyen en el país.

Este material no se debilita por la humedad, el moho o plagas. Las estructuras de concreto pueden soportar desastres naturales como terremotos. Un ejemplo claro son los edificios romanos con más de 1.500 años de antigüedad como El Coliseo, que aún continúa de pie a pesar de los años gracias a la resistencia y durabilidad del concreto.

Son muchas las ventajas que se tiene al construir con concreto, siendo una de ellas su alta resistencia al fuego, ya que este material forma una barrea altamente eficaz para la propagación del fuego. Si se compara con otros materiales de construcción, como el acero, el concreto resulta menos costoso de producir.

Otra de las principales ventajas, en la utilización de concreto premezclado, no es solo el exhaustivo control de calidad que se realiza en el producto final, sino el control de calidad realizado a cada uno de sus componentes (cemento, algunos agregados, agua, aditivos), los cuales cumplen con los estándares y parámetros de las normas mencionadas anteriormente.

El empleo de materia prima de calidad, no contaminadas y correctamente almacenadas, son esenciales para la calidad del concreto. Una mezcla bien diseñada reduce costos, garantiza la trabajabilidad en estado fresco y la resistencia, durabilidad en estado endurecido. Una vez que el concreto ha sido elaborado, éste debe ser transportado lo más rápido posible en el mixer hasta la obra. El transporte deberá efectuarse en un tiempo prudente, con los equipos y procedimientos adecuados para mantener su homogeneidad y características, desde el lugar de fabricación hasta el lugar de colocación final, incluyendo su vaciado.

Cabe indicar que los tiempos pueden aumentarse si se usan aditivos especiales, de tal forma que el concreto mantenga la docilidad especificada sin agregar más agua. Un concreto bien diseñado, bien vaciado y ejecutado garantizará una mejor transmisión de cargas hacia el terreno. Los expertos indican que a la hora del vaciado del concreto se debe tener cuidado que no se produzcan nidos de piedras, que evitan que la mezcla se distribuya de manera homogénea. Asimismo, es necesario vibrar la mezcla para evitar las burbujas de aire que impidan que los microcristales de cemento puedan acoplarse de manera exitosa al agua, entre otras.

La protección y curado del concreto deberá efectuarse durante el periodo inicial de endurecimiento con los procedimientos y materiales adecuados para mantener el material vertido en un ambiente saturado, evitando la pérdida de agua; y evitar cambios bruscos de la T° del concreto. Se puede utilizar, también, membranas de curado, lloviznas tenues de agua, o cualquier material que retenga la humedad sin dañar la superficie del concreto. El retiro del encofrado debe iniciarse solo cuando el concreto haya endurecido lo suficiente para evitar daños que pudieran producirse durante las operaciones de desmolde.

Si el concreto es deficiente, refieren los especialistas, estalla, se desgrana, se quiebra, se desmenuza y con el tiempo se comienza a ver los fierros de la estructura, los cuales sin hormigón que los aprisione y los mantenga en su sitio, comenzarán a trabajar a compresión, y al no estar preparados para eso se doblan y cedan.

2.2.3 Agregados

Los agregados conforman el esqueleto granular del concreto ya que alcanzan a representar entre el 70% y el 85% de su peso, es por esto que sus propiedades resultan tan importantes para la calidad y desarrollo de la mezcla del concreto. Debe señalarse que estos materiales son generalmente inertes, naturales o no, apropiados para la preparación de concretos, siendo producto de la desintegración o abrasión de las rocas.

Es de gran importancia conocer las características de los agregados al ser empleados en un diseño de mezcla, ya que influyen de manera directa en la trabajabilidad, en el contenido de cemento, en la adherencia de la pasta y en el desarrollo de resistencias mecánicas.

Ahora bien, en el suministro de los agregados, se pueden obtener de cualquiera de las siguientes circunstancias:

1. Agregados controlados: Son obtenidos de plantas industriales destinadas para la producción de los mismos, las cuales llevan un control riguroso para garantizar la calidad. Son los ideales para producir concretos, sin embargo, es muy inusual.
2. Agregados conocidos pero no controlados: Provenientes de zonas de saques que ya fueron analizados en algunas ocasiones. Las operaciones de preparación y control a que son sometidos no garantizan su limpieza y su granulometría, es por esto que requieren ser controlados con ensayos cuyas frecuencias avalen calidad.
3. Agregados Nuevos: Aquellos cuya calidad se desconoce por no tener experiencia previa con ellos, requieren de una serie de ensayos normalizados que en conjunto son la única garantía para poder aceptarlos.

2.2.3.1 Clasificación de los Agregados

Los agregados se clasifican acorde a las normas en:

- *Agregados Finos*: Proviene de la desintegración de roca, conformados por arenas de río (arenas naturales) o provenientes de piedras trituradas denominadas arenas artificiales o manufacturadas. Su granulometría está comprendido entre 4.76 mm y 0.074 mm (pasa cedazo # 4 y queda retenido # 200).
- *Agregados Gruesos*: Puede consistir en Gravas (agregado pétreo proveniente de la desintegración de rocas calizas duras o silíceas), Granzón (grava mezclada con arena) y Escoria de los Altos Hornos (material no metálico que consiste esencialmente de silicato y aluminio-silicato de calcio, el cual se produce con la obtención de hierro producido en los altos hornos). Su granulometría es mayor a 4.76 mm (material retenido en el cedazo # 4).

2.2.3.2 Requisitos para los Agregados

a. Buena calidad Granulométrica: Los agregados deben estar formados por partículas de diversos tamaños, de tal manera que los granos más gruesos, sigan otros más pequeños y así sucesivamente hasta que los más finos, se enlacen con las partículas de cemento. Con esto se logra:

- a) Facilidad de colocación, es decir trabajabilidad de la mezcla.
- b) Resistencia controlada por reducir el número de vacíos.
- c) Economía de la mezcla por reducir la cantidad de agua más cemento.

b. Tamaño máximo controlado: Determinado por el tipo de estructura y/o el refuerzo metálico muy o poco tramado. Este tamaño máximo debe ser:

- $\frac{2}{3}$ de la separación mínima entre barras.
- $\frac{1}{5}$ de la separación mínima del encofrado.

c. No contener impurezas: No deben contener ni arcillas ni limos así como materia orgánica en descomposición ni materia vegetal.

- Los finos (arcillas y limos) evitan contacto de la pasta agua cemento con todas las superficies de todas estas partículas.

- La materia en descomposición degenera las propiedades del concreto.
- Material vegetal aun cuando es inerte, siendo poco resistente y ocupando un volumen en el concreto producen la disminución de su resistencia.

d. Resistencia a la desintegración mecánica: Los agregados deben ser resistentes a la abrasión producto del impacto y el paso del tiempo ya que el concreto es un material que va a estar sujeto a esfuerzos.

e. No contener sales perjudiciales: Las sales perjudiciales se encuentran generalmente en los agregados finos de las siguientes formas:

- Los sulfatos reaccionan con los álcalis y producen productos expansivos que agrietan y rompen las piezas de concreto.
- Los cloruros por su parte oxidan el refuerzo de acero.

f. Tener poca reactividad potencial: En el concreto los agregados deben resistir los efectos de disgregación química, sobre todo en los casos en que estará expuesto a la acción de agentes químicos perjudiciales tales como:

- Aguas de subsuelo ricas en yeso en solución.
- Agua de mar.
- Silos.
- Fábricas o depósitos de productos químicos.

g. No contener granos de arcilla cementados ni partículas desmenuzables: Ocurre generalmente en el agregado grueso en forma de partículas cementadas fácilmente desmenuzables, restando resistencia del concreto.

h. Tener peso específico elevado: A medida que el agregado tenga un mayor peso de sus agregados, esto puede dar una idea de la compacidad de la roca madre que dio origen al agregado. Se puede concluir que con un elevado peso específico de los aglomerantes, se podrá obtener entonces concretos de una mayor dureza y menor desgaste.

2.2.4 Agregados Livianos

Los agregados son un conjunto de partículas, de origen natural o artificial, que pueden ser tratados o elaborados. Pueden tener tamaños que van desde partículas casi invisibles hasta pedazos de piedra, junto con el agua y el cemento, conforman el trío de ingredientes necesarios para la fabricación de concreto. La importancia del uso, tipo y calidad correcta del agregado no se puede subestimar. Los agregados finos y gruesos ocupan cerca del 60% al 75% del volumen del concreto, e influyen fuertemente en las propiedades tanto en estado fresco como endurecido, en las propiedades de la mezcla del concreto.

Los agregados deben de ser transportados y acopiados de manera que se evite su segregación y contaminación, debiendo mantener las características granulométricas de cada una de sus fracciones hasta su incorporación a la mezcla, tienen que cumplir con las especificaciones técnicas establecidas. Generalmente se entiende por "agregado" a la mezcla de arena y piedra de granulometría variable. El concreto es un material compuesto básicamente por agregados y mezcla de cemento y agua, elementos de comportamientos bien diferenciados, además son inorgánicos naturales o artificiales que están embebidos en los aglomerados (cemento, cal y con el agua forman los concretos y morteros).

Se dividen en dos grupos: finos y gruesos. Los agregados finos consisten en arenas naturales o manufacturadas con tamaños de partícula que pueden llegar hasta 10mm; los agregados gruesos son aquellos cuyas partículas se retienen en la malla No. 16 y pueden variar hasta 152 mm. El tamaño máximo de agregado que se emplea comúnmente es el de 19 mm o el de 25 mm.

Conforman el esqueleto granular del concreto y son el elemento mayoritario ya que representan el 80-90% del peso total de concreto, por lo que son responsables de gran parte de las características del mismo. Los agregados son generalmente inertes y estables en sus dimensiones. La mezcla de cemento y agua es el material activo dentro de la masa de concreto y como tal es en gran medida responsable de la resistencia, variaciones volumétricas y durabilidad del concreto.

Es la matriz que une los elementos del esqueleto granular entre sí. Cada elemento tiene su rol dentro de la masa de concreto y su proporción en la mezcla es clave para lograr las propiedades deseadas, esto es: trabajabilidad, resistencia, durabilidad y economía.

Existen varias formas de clasificar a los agregados, algunas de las cuales son: Por su naturaleza pueden ser naturales o artificiales, siendo los naturales de uso frecuente, además los agregados utilizados en el concreto se pueden clasificar en: agregado grueso, fino y hormigón (agregado global). El agregado fino, se define como aquel que pasa el tamiz 3/8" y queda retenido en la malla N° 200, el más usual es la arena producto resultante de la desintegración de las rocas.

Por su densidad Se pueden clasificar en agregados de peso específico normal comprendidos entre 2.50 a 2.75. Por el Origen, Forma y Textura por naturaleza los agregados tienen forma irregularmente geométrica compuestos aleatoriamente por caras redondeadas y angularidades. En términos descriptivos la forma de los agregados puede ser: Angular: Poca evidencia de desgaste en caras y bordes. Sub angular: Evidencia de algo de desgaste en caras y bordes. Sub redondeada: Considerable desgaste en caras y bordes. Redondeada: Bordes casi eliminados. Muy Redondeada, sin caras ni bordes.

Generalmente los agregados livianos son arcillas y, menos frecuentemente, otros materiales tales como pizarras y esquistos, donde son sometidos a temperaturas relativamente altas, originando gases que causan expansión en su estructura interior, que no alcanzan a salir, porque la misma temperatura ha llevado la superficie de los granos hasta una condición "piroplástica"; con ello se produce una semifusión casi instantánea, lo que origina una delgada costra exterior en el grano.

Los agregados livianos para el concreto liviano armado deben satisfacer las siguientes condiciones:

- Forma de los granos compacta, redondeada, con la superficie cerrada.
- Invariabilidad de volumen.

- Suficiente resistencia a los fenómenos climatológicos.

2.2.4.1 Características del agregado liviano

(Porrero J y otros, 2009) Señalan lo siguiente:

- **Peso:** La características más importantes de este nuevo material, es su menor peso comparado con el agregado pétreo usual. Para agregados livianos con base de arcilla expandida, el peso unitario suelto de la fracción gruesa suele estar entre los 550 y los 900 Kgf/m³, en contra de los 1350 a 1450 Kgf/m³ de los agregados normales. Y en los finos, dependiendo de su origen, entre los 750 y los 1200 Kgf/m³ para los livianos, comparado con los 1500 a 1600 Kgf/m³ de los normales. El peso de los agregados livianos y otras de sus características están muy ligados a los aspectos de su proceso de preparación.
- **Absorción:** A pesar de la baja porosidad de su costra superficial, los agregados livianos pueden llegar a absorber altas proporciones de agua, debido a su interior poroso. Esta reserva de agua en su masa tiene que ser tomada en cuenta en el momento de diseño de la mezcla. La misma reserva de agua resulta muy ventajosa como agente de curado interno del concreto.
- **Resistencia:** No es usual medir la resistencia de los granos, sino indirectamente en concretos preparados con ellos. Los agregados livianos tienen menor resistencia que los normales, a pesar de que concretos hechos con ellos alcanzan resistencias altas, propias de concretos estructurales. A medida que aumenta el diámetro de los granos, disminuye su densidad y resistencia.
- **Desgaste:** La resistencia al desgaste es limitada, por lo que no es recomendable, en principio, usarlo en elementos tales como aceras, pisos, u otros elementos sometidos a la abrasión. (p. 300)

2.2.5 ALIVEN®

El Aliven®, es un agregado liviano de arcilla expandida producida en grandes hornos rotatorios (ver figura 1), que se presenta en forma de pequeñas esferas o pellas

livianas (ver figura 2). Mediante este tratamiento la arcilla se transforma en gránulos esféricos porosos y ligeros, constituidas por una corteza cerámica vitrificada, rígida y resistente, de color pardo, que encierra una estructura alveolar microporosa de color gris.

Figura 1. Hornos rotatorios de Agregados Livianos.



Fuente: www.aliven.com.ve

Figura 2. Estructura de la pella Aliven®.



Fuente: www.aliven.com.ve

Los agregados livianos de la marca Aliven® están formados por un material aislante de origen cerámico, producido industrialmente. Se fabrica a partir de arcilla pura extraída de canteras a cielo abierto (ver figura 3). Tras un primer proceso de desbaste, esta arcilla pura se almacena en naves cerradas para su homogeneización y secado. Una vez seca, la arcilla se muele hasta obtener un polvo impalpable denominado crudo.

Aglomerado con agua en los platos granuladores, el crudo forma por efecto de la rotación unas esferas de barro de tamaño controlado. Estas pequeñas esferas, con una granulometría de 0 a 4 mm, son el germen de la arcilla expandida. La expansión de la arcilla se produce en hornos rotativos gracias a un choque térmico a 1.200 °C. A esta temperatura, la arcilla comienza a fundir al tiempo que se produce la combustión de la materia orgánica en el interior de la arcilla.

Figura 3. Arcilla natural en el inicio del proceso.



Fuente: www.aliven.com.ve

En su producción y a temperaturas a más de 1.150°C se obtiene la expansión de la arcilla, convirtiéndola en pellas de diferentes tamaños, que luego de ser separadas a través de un cribado con mallas de varios diámetros, se obtienen cuatro granulometrías que van desde 0.01 mm a 20 mm (ver tabla 1).

Tabla 1 Tipos de Granulometría

	Aliven	Granulometría (mm)	Densidades aprox. (Kg/m ³)
	Arena	0-4,75	600-700
	Fino	5-9	380-420
	Medio	10-14	340-380
	Grueso	15-20	280-300

Fuente: **Manual de Aliven®**.

Cada granulometría, presenta una determinada rigidez y resistencia propia, así como una calidad permanente y uniforme, proporcionando un material cuya vida útil se mide en miles de años.

2.2.5.1 Uso del Aliven®

Aliven® se utiliza suelto, mezclado y/o rociado con cemento y como agregado para la elaboración de concreto liviano (estructural, aislante/relleno, unidades de mampostería, frisos y otras muchas aplicaciones) obteniendo así, desde aplicaciones como sustituto de la base granular o piedra picada previa a la losa de fundación, como para elaboración de concretos de alta, media y baja resistencia, fabricación de elementos de mampostería, prefabricados y otros.

Tabla 2. Tipos de productos Aliven® (por Granulometría y densidad).

Producto	Granulometría	Densidad	Aplicaciones
Aliven molido	0-3 mm	700±50 kg/m ³	Frisos cortafuegos y elementos prefabricados.

Aliven arena	0-5 mm	600±50 kg/m ³	Concretos super livianos, morteros refractarios, unidades de mampostería y cultivos intensivos (hidroponía).
Aliven fino Estructural	5-10 mm	450±50 kg/m ³	Bloques livianos aislantes y concreto liviano estructural.
Aliven medio	10-15 mm	350±50 kg/m ³	Sobrepisos, sobretechos, concreto liviano de relleno y/o aislante.
Aliven grueso	15-20 mm	300±50 kg/m ³	Aplicaciones geotécnicas, aislamiento de techos, concreto de relleno, rellenos livianos, jardinería y cultivos intensivos (horticultura), Camada para asiento losa de fundación.

Fuente: **Manual de Aliven®**.

2.2.6 Concreto convencional

El Concreto es una mezcla de cemento, agua y áridos (piedra, grava, gravilla y arena), también se pueden agregar aditivos para mejorar algunas de las propiedades del concreto. El cemento mezclado con agua se convierte en una pasta moldeable con propiedades adherentes, que en pocas horas fragua y se endurece tornándose en un material de consistencia pétreo. Porrero (2012).

El concreto convencional es una mezcla de cemento, arena, gravilla, agua y aditivo que posee la cualidad de endurecer con el tiempo, adquiriendo características que lo hacen de uso común en la construcción. En estado fresco posee suficiente tiempo de manejabilidad y excelente cohesividad en estado endurecido.

Las propiedades del concreto son sus características o cualidades básicas. Las cuatro propiedades principales del concreto son: trabajabilidad, cohesividad, resistencia y durabilidad. Las características del concreto pueden variar en un grado considerable mediante el control de sus ingredientes; por lo tanto, para una estructura específica, resulta económico utilizar un concreto que tenga las características exactas necesarias, aunque esté débil en otras.¹¹ (Aquise, 2014, pág. 3)

2.2.7 Propiedades del concreto fresco.

De acuerdo a Porrero (2012), son las siguientes:

Trabajabilidad, es la propiedad del concreto mediante la cual se permite manejarlo sin que se produzca segregación y se determina su capacidad para ser colocado en los moldes y compactarlo adecuadamente. El ensayo comúnmente utilizado para medir la trabajabilidad es el asentamiento, medido con el Cono de Abrams, según la Norma COVENIN 339, “Concreto. Método para la medición del asentamiento con el Cono de Abrams”, el cual mide la consistencia o fluidez de una mezcla fresca de concreto.

Durabilidad, La durabilidad del concreto hacer referencia al conjunto de propiedades que debe tener el hormigón al final de su vida útil prevista con un coeficiente de seguridad aceptable. Así mismo debe ser capaz de resistir la intemperie, desgaste por vientos y agua, además de la acción de productos químicos a los que puede estar sometido en servicio.

Impermeabilidad, Esta propiedad permite que el concreto pueda estar constantemente en contacto con agua y que este no tenga alteraciones en sus propiedades mecánicas, se encuentra directamente relacionado con la durabilidad del material.

Resistencia, La resistencia es la capacidad que adquiere el concreto en estado endurecido, para resistir una carga determinada sin fallar, alterarse volumétricamente o tener desprendimientos en su superficie.

Segregación, es la separación de los granos gruesos del mortero por desplazamiento o porque se asientan más que las partículas finas por acción de la gravedad, esto ocurre en mezclas secas y poco cohesivas, también puede ocurrir la separación de la pasta de la mezcla, lo cual ocurre en mezclas húmedas y muy diluidas.

Exudación, es la separación del agua de mezclado de los restantes componentes de la mezcla, y tiende a elevarse a la superficie del concreto recién colocado o durante el proceso de fraguado.

Por otra parte Sánchez (2001), plantea que la exudación puede ser controlada por medio del uso de aditivos inclusores de aire, cementos más finos y control del contenido de arena en su fracción más fina.

2.2.8 Clasificación del concreto liviano.

El concreto liviano es muy ventajoso para reducir la carga muerta y así se tiene mayor rapidez en la construcción y menores costos de transporte cuando se trata de concreto prefabricado, además, es muy ahorrativo en el tiempo de ejecución en la obra. Valdez (2010).

Las mezclas del concreto de peso liviano se pueden diseñar para lograr resistencias similares a las que ofrece el concreto de peso convencional y proporcionan un factor de resistencia-peso muy aceptable.

Según Valdez (2010) el Concreto liviano se clasifica en:

Ø Concreto liviano aislante.

Peso volumétrico seco: 300 a 800 kg/m³.

Ø Concreto liviano de resistencia moderada.

Peso volumétrico seco: 800 a 1400 kg/m³.

Concreto liviano estructural:

Peso volumétrico seco: 1400 a 1900 kg/m³.

2.3 Bases Legales

Representan el conjunto de documentos de naturaleza legal que se usan de testimonio referencial y de soporte a la investigación que se realiza, entre estos documentos legales se pueden nombrar las Normas, siendo estas partes de la base de esta investigación, donde se obtiene algunos puntos relevantes a tomar en cuenta para el desarrollo de este proyecto investigativo. Así mismo otras consideraciones son las Normas del Instituto Americano del concreto (ACI).

Dentro de este contexto y al no disponer de una normativa venezolana exclusiva para agregados livianos, la norma COVENIN 1753:2006 Proyecto y construcción de obras en concreto estructural en su anexo H-3 requisitos constructivos, expresa al respecto el uso de concretos con agregados livianos:

H-5.2.1 El empleo de concretos con agregados livianos se limita a resistencias no mayores que 300 kgf/cm^2 , esencialmente por la poca experiencia que hay en el país. Pueden aceptarse resistencias mayores, siempre que se presenten evidencias convincentes sobre su desempeño adecuado (p. 189).

H-5.2.3 Para el caso de los concretos con agregados livianos, se establecen dos métodos alternativos para definir la resistencia. Uno de ellos se basa en ensayos de laboratorio para determinar la relación entre la resistencia indirecta f_{ct} (obtenida por compresión diametral de cilindros) y la resistencia a la compresión f'_c que se especifica para el concreto de agregado liviano. Se trata de obtener con anticipación al diseño, los valores apropiados de f_{ct} para un agregado liviano de un origen dado (p. 189).

2.4 Definición de términos

Agregado: Componentes del concreto, constituidos por partículas de minerales naturales, procedentes de la desintegración natural o de la trituración de rocas, con forma, tamaño y distribución de tamaños apropiados.

Agregado Fino: Consiste en arena natural o triturada que pasa el cedazo o tamiz número 4 y es retenido en el cedazo número 200.

Agregados Livianos: Agregados naturales o artificiales compuestos por partículas con una estructura porosa, cuya masa específica (densidad) es no mayor que unos 1.100 kgf/m³.

Cemento

Según Porrero y Otros (2009), afirman que el cemento es el material aglomerante que luego de pasar por un proceso de hidratación, se adherirá a los agregados y formará lo que se conoce como morteros y concretos. Al ser el componente activo de dichos materiales, influirá de manera importante en las características del mismo, aunque solo constituye de un 10 a un 20% del peso del concreto, siendo el 80 a 90% de material restante el que condiciona la posibilidad de que se desarrollen las propiedades del cemento.

Es apreciable el papel que juega el Cemento en las mezclas en las cuales es utilizado, ya que, a pesar de no tener un peso considerable en la totalidad de las mismas, es quien define el comportamiento plástico de este y también muchas de las propiedades que este adquirirá al momento de endurecerse, ya que son los elementos que lo forman quienes en combinación con el aire y el agua reaccionan químicamente para que este fenómeno se produzca.

En Venezuela el cemento utilizado es el cemento portland, y se puede encontrar de 5 tipos diferentes. De igual manera, describen cada uno de ellos (Ob. Cit): TIPO I, Para usarse en las construcciones de concreto en general, cuando no se requieran las propiedades especiales correspondientes a los otros tipos. El cemento portland blanco entra en esta clasificación. TIPO II, Para usarse en obras expuestas a la acción moderada de los sulfatos, o donde se requiera un calor de hidratación moderado. TIPO III, Para usarse en construcciones que requieran altas resistencias iniciales. TIPO IV, Para usarse en obras donde sea necesario muy bajo calor de hidratación. TIPO V, Para usarse en construcciones que requieran alta resistencia a los sulfatos.

Concreto

El concreto (u hormigón) comenzó a utilizarse desde épocas primitivas. En la búsqueda de un espacio para vivir, el hombre desarrolló técnicas precarias de

construcción. Desde el 7000 a.C., distintas civilizaciones, como los persas, los babilonios y los sumerios, edificaron ciudades humanas al borde de los ríos. Para levantar los muros de las viviendas, cocinaban la piedra caliza a fin de obtener la cal. Luego, la mezclaban con derivados de los animales (yema de huevo, manteca de cerdo). Así obtenían los morteros, mezclas aptas para la construcción.

Con el paso del tiempo, fueron los egipcios los que desarrollaron estas técnicas para construir las pirámides, realizaban mezclas de materiales compuestos –arena, piedras, paja, arcilla del Río Nilo- para obtener los ladrillos. A pesar de la imaginaria egipcia, fueron los romanos quienes implementaron novedosos estudios. Por ejemplo, descubrieron que al combinar diversos elementos volcánicos –piedra caliza, rocas- se obtenía una mezcla más resistente. Estos concretos recibieron el nombre de “opus cementarium”, y se caracterizan por una gran resistencia al paso del tiempo.

Al ser mezclados con el agua, el resultado era una masa consistente que ofrecía mayor durabilidad. El Imperio Romano desarrolló la técnica del concreto, aligerando el peso de las estructuras diseñadas. Reforzaban los cimientos con barras de metal, como se puede observar en míticos monumentos como el Coliseo romano y El Partenón.

El estilo romano del concreto se extendió a diversas regiones de Europa, pero hubo que esperar hasta los comienzos del siglo XIX para ver su desarrollo final. El primer puente realizado de concreto se construyó en Souillac (Francia) en 1816, gracias a un descubrimiento del ingeniero Louis Vicat, que combinó cal, arcilla y agua para la instalación de murallones de hormigón.

El concreto es un material muy frecuente en la construcción ya que tiene la capacidad de resistir grandes esfuerzos de compresión. Sin embargo, no se desempeña bien ante otros tipos de esfuerzos, como la flexión o la tracción. Por lo tanto, el concreto suele utilizarse en conjunto con el acero, en un compuesto que recibe el nombre de hormigón armado. El concreto es el material de construcción más usado en el mundo. Su fácil y rápida preparación, su alta eficacia y moldeabilidad casi infinita, hacen del concreto el material ideal para las exigencias contemporáneas.

El concreto es una mezcla de cemento, agregado grueso o piedra, agregado fino o arena y agua. El cemento, el agua y la arena constituyen el mortero cuya función es unir las diversas partículas de agregado grueso llenando los vacíos entre ellas. En teoría, el volumen del mortero solo debería llenar el volumen entre partículas. En la práctica, este volumen es mayor por el uso de una mayor cantidad de mortero para asegurar que no se formen vacíos.

El concreto es un material que para endurecer sólo necesita agua durante el mezclado, es por eso que también puede ser utilizado bajo el agua. Puede tomar casi cualquier forma si se vierte en un molde o encofrado y se transforma en piezas prefabricadas para la construcción. Como un concreto especial mezclado con materiales de relleno y de alta dureza, ofrece un sólido fundamento para los edificios

En otro orden de ideas, las ventajas que presenta el concreto en relación a otros materiales se pueden mencionar las siguientes:

- Ø Es durable a lo largo del tiempo y no requiere de una gran inversión para su mantenimiento, tiene una vida útil extensa.
- Ø Tiene gran resistencia a la compresión en comparación con otros materiales.
- Ø Es resistente al efecto del agua.
- Ø En fuego de intensidad media, el concreto armado solamente sufre daños superficiales, siendo más resistente que la madera y el acero estructural.
- Ø Se le puede dar cualquier forma geométrica deseada, haciendo uso del encofrado adecuado.
- Ø Le confiere un carácter monolítico a sus estructuras lo que le permite resistir más eficientemente las cargas laterales del viento y sismo.
- Ø No requiere de mano de obra muy calificada.
- Ø Su gran rigidez y masa evitan problemas de vibraciones en las estructuras erigidas con él.
- Ø Por su gran peso propio, la influencia de las variaciones de cargas móviles es menor.

- ∅ El control de calidad de las materias primas y el producto final es riguroso, y con la más moderna tecnología.
- ∅ El producto es totalmente garantizado.
- ∅ Las dosificaciones se realizan por peso, controlando los cambios en agregados por humedad y absorción, en plantas totalmente computarizadas.
- ∅ El concreto es mezclado en planta y llega a la obra listo para ser usado.
- ∅ Se utiliza la más moderna tecnología en la producción y el control de calidad.

Por otra parte, también encontramos el concreto armado que según Luizaga (2005):

“es un compuesto formado por dos materiales distintos (concreto y acero), pero que interactúan simultáneamente aportando cada uno sus virtudes, para subsanar las deficiencias mutuas. Así, el concreto aporta a este material compuesto su buena resistencia a la compresión, alto módulo de elasticidad, estabilidad dimensional, por supuesto su carácter formáceo. Sin embargo, también aporta su deficiente capacidad resistente a la tracción. El acero, por su parte, en forma de barras longitudinales embebidas en el concreto y colocadas en el lugar adecuado, corrige precisamente esa deficiencia” (P. 11).

Esta definición del autor ante mencionado nos sirve para diferenciar los materiales que se utilizan en la construcción de edificaciones estructurales.

Concreto Endurecido: Concreto que ha desarrollado suficiente resistencia para poder soportar las cargas especificadas.

Concreto Fresco: Estado fluido del concreto, que mantiene su capacidad de colocación y consolidación, esta denominación se extiende desde el momento del mezclado hasta que se inicia el atiesamiento de la masa por el fraguado.

Concreto Liviano: Concreto de peso unitarios sustancialmente menor (<2000 kgf/m³) que el obtenido con los agregados de densidad usual, debido al empleo de agregados livianos (concreto Aligerado o Ligerero).

Cono de Abrams: Molde que tiene forma tronco cónica, con su base inferior de un diámetro de 20.3 cm, su base superior de un diámetro de 10.2 cm y una altura total de 30 cm, provisto de dos agarraderas laterales en su parte superior y dos soportes planos en su parte inferior para asegurar su correcto asiento. Las bases superior e inferior deben ser paralelas entre sí y perpendiculares al eje del tronco de cono. Se utiliza para moldear una muestra de concreto fresco para realizar el ensayo de asentamiento.

Diseño de Mezcla: Es la dosificación ideal que debe haber entre los componentes del concreto, para llegar a su resistencia y durabilidad deseada.

Dosificación: Proporción en peso o volumen, según la cual se mezclan los componentes del concreto.

Durabilidad: Capacidad del concreto de la estructura para resistir acciones del medio ambiente.

Fraguado: Condición que alcanza un aglomerante de cemento, un mortero o un concreto cuando pierden su plasticidad hasta un límite fijado arbitrariamente, el cual se mide en términos de resistencia a la penetración o a la deformación.

Granulometría: Distribución de partículas de acuerdo con su tamaño, que generalmente se expresa como porcentaje en peso retenido sobre cada tamiz de una serie estándar de tamices colocados en tamaño de aberturas decrecientes, y el porcentaje que pasa por el tamiz de menor abertura de toda la serie.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

El marco metodológico, es aquel que fundamenta toda investigación, el cual define el uso de métodos, técnicas, instrumentos, estrategias y procedimientos a utilizar en el estudio que se desarrolla. Al respecto Balestrini (2006) define el marco metodológico, “como la instancia referida a los métodos, las diversas reglas, registros, técnicas y protocolos con los cuales una teoría y su método calculan las magnitudes de lo real”.

3.1 Metodología de la Investigación

La metodología de la investigación según Sabino (2006), comprende todos aquellos “procedimientos que nos permitan alcanzar el fin que procuramos. No es posible obtener un conocimiento racional, sistemático y organizado actuando de cualquier modo, es necesario seguir algún método, algún camino concreto que nos aproxime a esa meta.” (p. 24).

3.2 Tipo de Investigación

El tipo de investigación se refiere a la clase de estudio que se va a realizar. Orienta sobre la finalidad general del estudio y sobre la manera de recoger las informaciones o datos necesarios. El tipo de investigación de este objeto de estudio Lineamientos para la normalización de uso de agregado livianos en mezcla de concretos es documental, bajo la modalidad de Proyecto factible, que de acuerdo a Palella y Martins (2010), es aquella que se concreta exclusivamente en la recopilación de información en diversas fuentes. Indaga sobre un tema en documentos, escritos u orales, uno de, los ejemplos más típicos de esta investigación son las obras de historia. (pag.90)

La investigación se considera factible ya que, la elaboración de los lineamientos es una propuesta de un modelo operativo viable para solucionar los problemas, requerimientos o necesidades de los diseños de mezcla con agregados

3.3 Diseño de la Investigación

Según Arias (2016), el diseño de investigación es la estrategia general que adopta el investigador para responder al problema planteado. En atención al diseño, la investigación se clasifica en: documental, de campo y experimental. Para el mismo autor la investigación documental es un proceso basado en la búsqueda, recuperación, análisis, crítica e interpretación de datos secundarios, es decir, los obtenidos y registrados por otros investigadores en fuentes documentales: impresas, audiovisuales o electrónicas.

De acuerdo a los planteamientos de la investigación en curso, es documental debido a que se basa en la búsqueda de información e interpretación de información obtenida de otros investigadores o fuentes documentales.

3.4 Nivel de la Investigación

Según Arias (2016), el nivel de investigación se refiere al grado de profundidad con que se aborda un fenómeno u objeto de estudio. En resumida cuenta, el siguiente trabajo se corresponde con un diseño que en cuanto al nivel es descriptivo bibliográfico que tiene por objeto la validación de los datos obtenidos mediante el estudio documental, tomando como base para ello el juicio de experto.

Así, el nivel de investigación para este trabajo consiste en un nivel descriptivo ya que se caracteriza la realidad en estudio y los procedimientos desarrollados irán de la mano con los objetivos que persigue la misma.

3.5 Población y Muestra

La población es un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes, para los cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación. Esta queda limitada por el problema y por los objetivos del estudio. Según Buendía, Colas y Hernández, (1998), la población se define como un conjunto definido, limitado y

accesible del universo, del cual se selecciona la muestra sobre la que se desea realizar la investigación. Del mismo modo definen al universo como la entidad que incluye todos los elementos de un cierto tipo.

En referencia a la muestra se entiende por el subconjunto representativo y finito de un universo o población, es decir, representa una parte de la población objeto de estudio. De allí es importante asegurarse que los elementos de la muestra sean los suficientemente representativos de la población que permita hacer generalizaciones. En el caso del desarrollo del presente trabajo de grado, se estableció como población y muestra a los agregados livianos. Por lo tanto podemos decir que es un muestreo no probabilístico. El muestreo no probabilístico es una técnica de muestreo en la cual el investigador selecciona muestras basadas en un juicio subjetivo en lugar de hacer la selección al azar

3.6 Técnica e Instrumentos de Recolección de Datos

Según Falcón y Herrera (2005), se entiende como técnica al procedimiento de forma particular de obtener datos e información (p. 12). La aplicación de una técnica conduce a la obtención de información, la cual debe ser resguardada mediante un instrumento de recolección de datos, que de acuerdo a los autores antes mencionados son dispositivos o formatos (en papel o digital), que se utiliza para registrar o almacenar información (p. 12).

La selección de técnicas e instrumentos de recolección de datos implica determinar por cuales medios los investigadores obtendrán la información necesaria para alcanzar los objetivos de la investigación.

En tal sentido para el desarrollo de los objetivos planteados en esta investigación fue necesario utilizar la técnica de revisión documental y la entrevista no estructurada o informal. A partir de la revisión documental como punto de inicio en el análisis de las fuentes documentales, mediante una lectura general de los textos se iniciará la búsqueda y observación de los hechos de interés para la investigación. La técnica de revisión documental según Arias (2016) afirma que: “son aquellas que se realizan sobre la base de documentos o revisión bibliográfica, en función de documentos escritos,

numéricos o estadísticos, archivos oficiales, privados y prensa su finalidad es recolectar información a partir de documentos escritos”. (p. 69)

En referencia al instrumento de recolección de datos, según Sabino (2006), es en principio cualquier recurso de que pueda valerse el investigador para acercarse a los fenómenos y extraer de ellos información. De este modo el instrumento sintetiza en sí toda la labor previa de la investigación, resume los aportes del marco teórico al seleccionar datos que corresponden a los indicadores y, por lo tanto a las variables o conceptos utilizados. (Pág. 149,150).

Por tal motivo en esta investigación la entrevista fue sencilla de discutir, las preguntas fueron claras y concisas de respuestas dicotómicas, es decir, presenta dos alternativas de respuesta, SI o NO. de manera tal que se le diera respuesta a los objetivos específicos de la investigación.

3.7 Fases de la Investigación

En este apartado se presentan los procedimientos que se realizaron para la elaboración de este trabajo de grado, incluyendo actividades y cualquier otro necesario que complementen la investigación.

3.7.1 Fase I Diagnostico de la situación actual de normas existentes sobre agregados livianos y su uso en mezclas de concreto

Se realizó una investigación descriptiva y bibliográfica en normas venezolanas, libros y fuentes digitales, acerca de las Normas estipuladas para las mezclas de concretos específicamente con agregados livianos, para así recolectar la información necesaria para esta investigación. De igual forma se consultaron trabajos de grados relacionados con la temática de estudio, para que formen parte de los antecedentes de la misma. Consultando las distintas fuentes secundarias de información de centros de investigaciones tanto nacionales como internacionales y empresariales. Se realizo para el diagnostico una Matriz FODA, que nos permitió saber las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas de la propuesta de los lineamientos para el uso de agregados livianos en las mezclas de concreto en Venezuela.

3.7.2 Fase II Análisis de los factores que inciden sobre el uso de los agregados livianos en mezclas de concreto

Debidamente transcrito los datos y la información obtenida sobre la no existencia de lineamientos que me permitan el uso de agregados livianos, se pudo hacer el análisis de los factores como: mano de obra, equipos, medio ambiente y su incidencia en el uso de los mismos en el diseño de mezcla

3.7.3 Fase III Evaluación de la factibilidad técnica, económica y social del uso de la normativa para agregados livianos en mezclas de concreto

Se realizaron unos estudios técnicos, sociales y económicos utilizando herramientas como entrevista para evaluar la factibilidad del uso de agregados livianos en mezclas de concreto en Venezuela.

3.7.4 Fase IV Elaboración de lineamientos para el uso de agregados livianos en mezclas de concreto

Después del estudio y recopilación de la información detallada acerca de las normas que involucran los agregados, y una vez aplicadas las técnicas seleccionadas se procedió a la elección de los diferentes agregados livianos existentes en Venezuela para elaboración de los lineamientos.

CAPITULO IV

RESULTADOS

Luego de haber planteado el objetivo general y los objetivos específicos de la presente investigación, a través de la realización de la revisión documental y metodológica de la misma, es pertinente presentar el registro de los resultados obtenidos, producto del desarrollo de cada fase definida durante el análisis metodológico de la investigación.

4.1 Fase I. Diagnóstico de la situación actual de normas existentes sobre agregados livianos y su uso en mezclas de concreto

Las investigaciones realizadas en este ámbito, se han especializado en buscar cual es la mejor interacción existente entre los elementos que conforman el concreto, enfocándose en estudiar sus componentes, analizándolos de manera individual y el cómo combinarlos para conformar un todo; se busca lograr que cumpla con las características para cubrir las necesidades requeridas en los diferentes tipos de construcción, como lo son su trabajabilidad, resistencia mecánica, permeabilidad y aquellas otras que garanticen un concreto liviano para la obra requerida.

Cuadro 1. Matriz FODA

FACTORES INTERNOS	FORTALEZAS	DEBILIDADES
		.-Manejo de herramientas digitales
FACTORES EXTERNOS	.-Posibilidad de contacto con personal de aliven .-Conocimiento sobre Diseño de Mezclas de Concreto	.-Dificultad para realizar ensayos motivados por la pandemia.
	OPORTUNIDADES	FO
.-Entrevista a personal aliven (trabajadores)	.-Preparar personal adecuado, es posible aprovechar el uso de	.- Implementar normas y/o lineamientos que permitan la el uso regular de agregados livianos en el
.-Entrevista a la Ing. Ana Acevedo		

	agregados livianos en mezclas aquí en Venezuela	concreto de uso venezolano
AMENAZAS	FA	DA
.-Situacion pais	.- Colocar control en el uso de normas existentes que limiten el uso de gregados livianos	.- Hacer seguimiento y control de Normas, e implementar lineamientos
.-Pandemia mundial		
.-Pemisologias pertinentes		
.-Limitaciones para acceso a información por parte de empresas que trabajen con concreto		

Fuente: Aponte, Hernández (2020)

Para la culminación del objetivo de esta fase fue necesario la aplicación de las entrevistas (Ver Anexo A) a una muestra representativa de 20 trabajadores, con un tiempo promedio de trabajo de 5 años en la planta de Concreto Premezclado, ALIVEN y Contratista de obras civiles (Ingenieros y Arquitectos), con disposición para suministrar información e involucrados con los aspectos de producción. Detectándose que en la actualidad se está dando un valor muy relevante en los agregados (desde lo técnico y lo económico), lo cual hace que sus estándares de calidad cada vez sean más estrictos y de obligatorio cumplimiento. Todo ello conlleva a que el mercado actual, esté en constante búsqueda de agregados con altos estándares de calidad, pensados desde características como la durabilidad de los elementos y la garantía del mejor desempeño posible, teniendo siempre en cuenta los mejores procesos para garantizar la sostenibilidad tanto de los agregados como de las comunidades y ecosistemas de donde se extraen. Al mismo tiempo se pudo observar y constatar que en Venezuela no existen especificaciones o normas que regularicen los agregados livianos, que se encuentran en proceso de búsquedas para sus regulaciones, es por ello que esta investigación procuro elaborar lineamientos para el uso de agregados livianos en mezclas de concretos.

Entrevista

Ü El color azul claro representa la respuesta NO

Ü El color azul oscuro representa la respuesta SI

Ítems 1. ¿Según su experiencia en el ámbito de la construcción existe alguna, o algunas normas que regulen el uso de agregados livianos en mezclas de concretos en Venezuela?

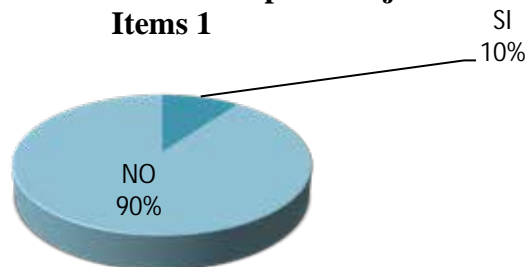
SI 10% NO 90%

TABLA 3. Distribución de Frecuencia del Ítems 1

RESPUESTA	FRECUENCIA ABSOLUTA N° de personas	FRECUENCIA RELATIVA Porcentaje
SI	2	10
NO	18	90
TOTAL	20	100

Fuente: Aponte, Hernández (2020)

Gráfico N° 1 Distribución de porcentaje del Ítems 1



Fuente: Aponte, Hernández (2020)

En el gráfico se observa, que la mayoría de los entrevistados, manifiestan que en el ámbito de la construcción venezolana no existen normas que regulen el uso de agregados livianos en las mezclas de concreto

Ítems 2.- ¿Conoce usted los agregados livianos existentes o más comunes en Venezuela y Latinoamérica?

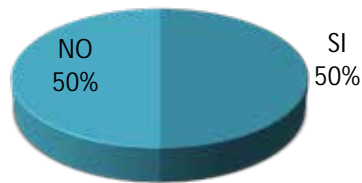
SI 50% NO 50%

TABLA 4. Distribución de Frecuencia del Ítems 2

RESPUESTA	FRECUENCIA ABSOLUTA N° de personas	FRECUENCIA RELATIVA Porcentaje
SI	10	50
NO	10	50
TOTAL	20	100

Fuente: Aponte, Hernández (2020)

Gráfico N° 2 Distribución de porcentaje del **Items 2**



Fuente: Aponte, Hernández (2020)

En el grafico se evidencia, que por partes iguales hay conocimiento y desconocimiento de los agregados existentes en Venezuela y Latinoamérica

Ítems 3.- ¿Ha usado usted agregados livianos para elaboración de mezclas de concretos?

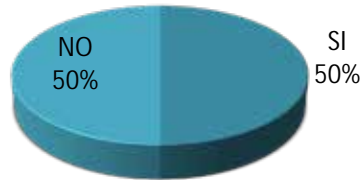
SI 50% NO 50%

TABLA 5. Distribución de Frecuencia del Ítems 3

RESPUESTA	FRECUENCIA ABSOLUTA N° de personas	FRECUENCIA RELATIVA Porcentaje
SI	10	50
NO	10	50
TOTAL	20	100

Fuente: Aponte, Hernández (2020)

Gráfico N° 3 Distribución de porcentaje del Ítems 3



Fuente: Aponte, Hernández (2020)

En este grafico se puede notar la disposición del uso de agregados livianos en el diseño de mezclas, por partes iguales, ya que solo la mitad de los entrevistados han usado al momento de elaborar las mezclas de concreto los agregados livianos.

Ítems 4.- ¿Conoce usted, cuáles son los factores que inciden sobre el uso de los agregados livianos en mezclas de concreto?

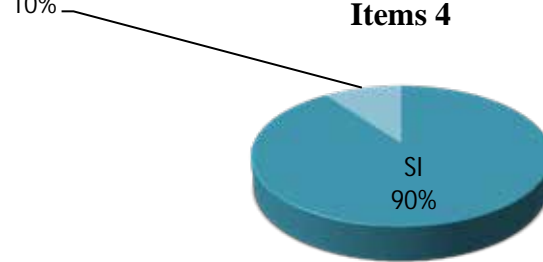
SI 90% NO 10%

TABLA 6. Distribución de Frecuencia del Ítems 4

RESPUESTA	FRECUENCIA ABSOLUTA N° de personas	FRECUENCIA RELATIVA Porcentaje
SI	18	90
NO	2	10
TOTAL	20	100

Fuente: Aponte, Hernández (2020)

Grafico N° 4 Distribucion de porcentaje del Ítems 4



Fuente: Aponte, Hernández (2020)

Previo haberles mencionado los factores (Materiales, Mano de Obra, Métodos, Maquinaria y Medio ambiente) que inciden sobre el uso de los agregados livianos en mezclas de concreto, se pudo observar que el 90% manifestó positiva la incidencia de los mismos. Siendo desglosados de la siguiente manera: Materiales un 85%, Mano de Obra 90%, Métodos 92%, Maquinaria 87% y Medio ambiente 95%

Ítems 5.- ¿Utilizaría materiales ligeros para disminuir el peso de los bloques de concreto?

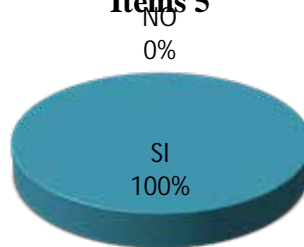
SI 100 % NO 0%

TABLA 7. Distribución de Frecuencia del Ítems 5

RESPUESTA	FRECUENCIA ABSOLUTA N° de personas	FRECUENCIA RELATIVA Porcentaje
SI	20	100
NO	0	0
TOTAL	20	100

Fuente: Aponte, Hernández (2020)

Grafico N° 5 Distribucion de porcentaje del Ítems 5



Fuente: Aponte, Hernández (2020)

Este grafico muestra que el 100% afirma la utilización de estos materiales

Ítems 6.- ¿Tendrá influencia en la factibilidad técnica el uso de agregados livianos en mezclas de concretos?

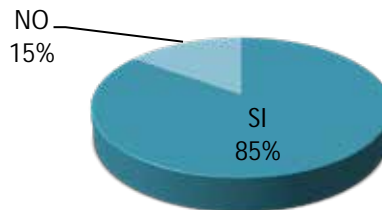
SI 85% NO 15%

TABLA 8. Distribución de Frecuencia del Ítems 6

RESPUESTA	FRECUENCIA ABSOLUTA N° de personas	FRECUENCIA RELATIVA Porcentaje
SI	17	85
NO	3	15
TOTAL	20	100

Fuente: Aponte, Hernández (2020)

Grafico N° 6 Distribucion de porcentaje del Ítems 6



Fuente: Aponte, Hernández (2020)

El 85% de los entrevistados evidencian que el uso de agregados livianos en mezclas de concretos tendrá influencia en la factibilidad técnica

Ítems 7.- ¿Cree usted que el uso de agregado liviano en mezclas de concretos disminuiría el costo en las construcciones civiles?

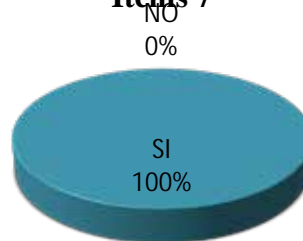
SI 100% NO 0%

TABLA 9. Distribución de Frecuencia del Ítems 7

RESPUESTA	FRECUENCIA ABSOLUTA N° de personas	FRECUENCIA RELATIVA Porcentaje
SI	20	100
NO	0	0
TOTAL	20	100

Fuente: Aponte, Hernández (2020)

Grafico N° 7 Distribucion de porcentaje del Ítems 7



Fuente: Aponte, Hernández (2020)

En este grafico se muestra que el uso de agregado liviano en mezclas de concretos disminuiría el costo en las construcciones civiles por ser estructuras más livianas

Ítems 8.- ¿El uso de agregado liviano en mezclas de concreto causaría un impacto en el ambiente?

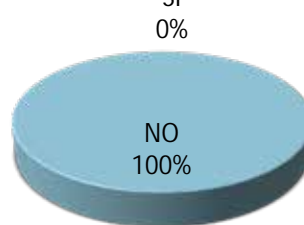
SI 100% NO 0%

TABLA 10. Distribución de Frecuencia del Ítems 8

RESPUESTA	FRECUENCIA ABSOLUTA N° de personas	FRECUENCIA RELATIVA Porcentaje
SI	20	100
NO	0	0
TOTAL	20	100

Fuente: Aponte, Hernández (2020)

Gráfico N° 8 Distribución de porcentaje del Ítems 8



Fuente: Aponte, Hernández (2020)

En este grafico se evidencia que el 100% indica que el uso de agregado liviano en mezclas de concreto causaría un impacto positivo en el ambiente, ya que las construcciones serian más livianas y frescas, y disminuiría materiales que se tenga que extraer directamente del ambiente para la construcción de las mismas.

4.2 Fase II Análisis de los factores que inciden sobre el uso de los agregados livianos en mezclas de concreto

El uso de agregado liviano para las mezclas de concretos en Venezuela, se ha venido masificando en el ámbito constructivo, por ser un agregado que presenta diferentes características como lo es la baja densidad, alta resistencia comparable con los agregados convencionales, aislamiento térmico, aislamiento acústico (amortiguan las vibraciones), durabilidad, entre otros. De este modo, con su aplicación en las estructuras de concreto, se logra reducir la carga muerta, permitiendo construir estructuras menos pesadas y por lo tanto más económicas.

Sin embargo, al momento de calcular la resistencia a tracción del concreto empleando este tipo de agregado, mediante el método de tracción por flexión, se ha venido realizando con una ecuación muy generalizada estipulada por la Norma Venezolana FONDONORMA 1753-2006, “*Proyecto y Construcción de Obras en Concreto Estructural*” (1ra. Revisión), en la cual no toma en cuenta las características de cada tipo de agregado liviano, arrojando resultados que pudieran tener cierta discrepancia con el valor real.

Los agregados livianos para el concreto liviano armado deben satisfacer las siguientes condiciones:

- Ø Forma de los granos compacta, redondeada, con la superficie cerrada.
- Ø Invariabilidad de volumen.
- Ø Suficiente resistencia a los fenómenos climatológicos.

En estas condiciones existen factores que afectan la calidad del mismo, estos factores se pueden dividir en Materiales, Mano de Obra, Métodos, Maquinaria y Medio ambiente. En lo que respecta al primer factor, la investigación de Chan Yam y Col. (2003), menciona que es necesario conocer y controlar características de los agregados como el tamaño, porcentaje de absorción y coeficiente de forma, ya que estos determinan la trabajabilidad en el concreto fresco, de igual manera, conocer atributos como la textura, adherencia y composición mineral, que influyen de manera significativa la zona de transición, permiten determinar si la resistencia mecánica del

concreto se verá afectada. Desde nuestra óptica, los aportes de este autor fueron de gran utilidad, debido a que es un punto de partida en relación a los factores que afectan la calidad de la mezcla de concretos con agregados livianos.

En cuanto al agua de mezclado, Rodríguez, Salazar & otros (2012), expusieron que, de no contarse con agua potable en la obra, puede usarse agua con cargas químicas considerables, siempre y cuando la reducción en la resistencia a la compresión del concreto sea máxima del 10%, comparado con un concreto hecho del mismo material pero mezclado con agua potable. Para este investigador, el agua es un material de suma importancia en la elaboración de la mezcla de concreto con agregados tanto livianos como gruesos o pesados.

Seguidamente, en el factor mano de obra, que generalmente cumple intensas jornadas de trabajo en la construcción, una investigación realizada en Estados Unidos por Gillen & Gitleman (2013), arrojó que el agotamiento físico en los trabajadores se agudiza, por el hecho de que muchas veces se labora directamente bajo el sol, volviéndolos vulnerables a las altas temperaturas y poniendo en riesgo la salud del obrero, a la vez que se disminuye su productividad en la obra. Por lo que consideramos que, las condiciones físicas de la mano de obra influye en la preparación de las mezclas de concretos, a mejor condición física, mayor rendimiento en la preparación de mezclas.

Li, Chow, Zhu, Y., & Lin, (2016) Realizaron un análisis del impacto de la hora del día (por el efecto de la temperatura) en la productividad de los trabajadores en obras de concreto reforzado, a través de modelos de regresión y concluyeron que efectivamente la temperatura tiene un efecto negativo en el tiempo directo de trabajo y un efecto positivo en el tiempo ocioso, además, por cada grado Celsius de incremento en la temperatura, el tiempo directo de trabajo disminuye en un 0.57% y el ocioso aumenta en un 0.74%. Adicionalmente, la edad influye negativamente en la productividad mientras que la experiencia y el índice de masa corporal del obrero influyen positivamente.

Con respecto a la maquinaria, el trabajo de Walker (1976) indica, que en la colocación del concreto premezclado se requieren equipos y herramientas especializadas con el fin de minimizar la variación de la calidad del producto en la etapa de vaciado, respecto a este tema, Navarrete y López (2016), modelaron la separación del agregado y el mortero mediante una evaluación de estabilidad del hormigón, encontrando que la tendencia del concreto a permanecer uniforme se puede controlar principalmente por el diseño de mezcla.

Por otro lado Banfill, Teixeira, & Craik, (2011), analizaron como varía el comportamiento de la mezcla de concreto en términos de fluidez con la velocidad de vibración, concluyendo que el radio de acción aumenta con la disminución de la tensión de fluencia y con el aumento de la viscosidad plástica.

Finalmente Safawi, Iwaki, & Miura, (2005), estudiaron la aplicación de vibraciones en concreto con introducción de superplastificantes, demostrando que la tendencia a la segregación disminuye en este tipo de mezclas por la presencia del agente potenciador.

Otro aspecto importante relacionado con la maquinaria y herramientas, son las formaletas, usuales para la colocación del concreto, Zhang, Huang, Li & Huang, (2016), investigaron acerca de los principales factores que actúan sobre las presiones laterales de estas, encontrando que la velocidad de colado, el modo de vibración y el asentamiento del concreto pueden influir en la presión, tales aspectos de no controlarse incrementarían los riesgos de colapsos.

El factor medio ambiente, especialmente la temperatura al momento de fundir juega un papel muy importante. Partiendo de una temperatura de 23°C, la investigación realizada por Burg (1996), demostró que el asentamiento del concreto decrece o aumenta en 20 mm por cada 10°C de incremento o disminución en la temperatura respectivamente.

4.3 Fase III Evaluación de la factibilidad técnica, económica y social del uso de la normativa para agregados livianos en mezclas de concreto

4.3.1 Factibilidad Técnica

Estudios previos realizados por González (2016) han mostrado que es factible realizar mezclas de concreto que cumplan con las resistencias y especificaciones tanto de manejabilidad, asentamiento, retracción por secado al igual que los requerimientos por durabilidad, dejando claro que se deben tener en cuenta factores que diferencian la formulación de la mezcla cuando se emplean agregados livianos. Según las investigaciones y pruebas experimentales, realizadas a agregados diferentes características como lo es la baja densidad, aislamiento térmico, aislamiento acústico (amortiguan las vibraciones), durabilidad, entre otros.

4.3.2 Factibilidad Económica y Social

Debido a la variación que existe actualmente, en los materiales de construcción, el uso de agregado liviano en la mezcla de concreto, teniendo presente la calidad de los agregados, existe una diferencia notoria entre los costos de una mezcla de concreto convencional y una mezcla de concreto con agregado liviano, se muestra en los elementos como columnas, vigas y zapatas, permitiendo construir estructuras menos pesadas y por lo tanto más económicas. Por otro lado las mezclas con este agregado (perlas de poliestireno) permiten resistencias similares a las que ofrece el concreto de peso normal y proporciona un coeficiente de resistencia-peso más eficiente en elementos estructurales. De este modo, con su aplicación en las estructuras de concreto, se logra reducir la carga muerta, permitiendo construir estructuras menos pesadas y por lo tanto más económicas. Porque estas perlas permiten ser mezcladas con cemento y arenas, proporcionando una perfecta homogeneidad sin segregación ni flotación. Son sometidas a un tratamiento físico químico que asegura una excelente adherencia al cemento.

Por otra parte, la resistencia a la compresión en concretos fabricados con agregados livianos, está directamente relacionada con la proporción de agregados gruesos utilizados en otras mezclas, según Salina y Cambero (2006), los concretos en los cuales se sustituyó solamente el agregado grueso disminuyeron entre un 10% y un 25% su resistencia a la compresión, en comparación con concretos elaborados con agregado natural.

Este trabajo se encuentra encaminado al diseño de nuevos tipos de mezclas que involucren el uso de materiales no convencionales como es el caso de los agregados livianos. En este sentido, se realiza una evaluación técnico-económica del uso del concreto en Venezuela, iniciando con una revisión de las propiedades físicas y mecánicas de los agregados livianos y concretos obtenidos por otros investigadores en la primera sección. Posteriormente se resume la metodología empleada para evaluar las propiedades físicas y mecánicas del concreto con estos agregados.

La incorporación de agregados livianos en una mezcla de concreto se debe realizar en proporciones adecuadas que garanticen la resistencia de diseño debido a algunos aspectos que han sido reportados en la literatura. Por ejemplo, Velasco y Maracara (1983), reportan que los niveles de humedad de los agregados deben ser altos en el momento en que se incorporen a la mezcla, teniendo en cuenta que las partículas deben estar casi totalmente saturadas de agua, para que el porcentaje de absorción no influya en la relación agua cemento de la mezcla; por otra parte Valdez (2010), recomienda que durante el proceso de mezclado se cumplan protocolos de calidad que garanticen que el agregado ha sido humedecido previamente, con el fin de optimizar la interacción de las partículas durante el proceso de fraguado.

Las diferencias de costos relacionados con la elaboración de un concreto convencional y uno con agregado de concreto liviano, se basan en diferentes aspectos; algunos de ellos si bien es cierto no se reflejan en el costo del concreto, pero si impactan positivamente el presupuesto de una obra al reducir de sus gastos actividades como el transporte ente otras.

4.4 Fase IV Elaboración de lineamientos para el uso de agregados livianos en mezclas de concreto

Un lineamiento, normas y/o especificaciones técnicas son los documentos en los cuales se definen las normas, exigencias y procedimientos a ser empleados y aplicados en todos los trabajos de construcción de obras, elaboración de estudios o fabricación de equipos. En la actualidad se pueden conseguir, los usos, características y recomendaciones al tratar con agregados exceptuando los agregados

livianos. Por lo que en esta investigación se proponen lineamientos que reglamentan las características de los agregados livianos.

Pero existen agregados que presentan elementos nocivos o eventualmente inconvenientes que reaccionan afectando la estructura interna del concreto y su durabilidad, por ejemplo los que presentan elementos sulfurados, los que contienen partículas más finas o en descomposición latente como algunas pizarras. Asimismo, además de la calidad de los agregados, se debe tener en cuenta su procedencia. Este generalmente viene de la minería. Los agregados necesarios para la construcción de edificios u obras de ingeniería civil son extraídos en su mayoría gracias a la minería, que debe desarrollarse de manera responsable para que incida de manera positiva sobre los territorios donde se realizan las labores mineras.

4.4.1 Lineamientos sobre agregado liviano en mezcla de concreto

*** LINEAMIENTOS PARA LA NORMALIZACION DEL USO DE AGREGADOS LIVIANOS EN MEZCLA DE CONCRETO EN VENEZUELA**

Objetivos

- Preparar personal adecuado, para así aprovechar el uso de agregados livianos en mezclas aquí en Venezuela
- Colocar control en el uso de normas existentes que limiten el uso de agregados livianos
- Implementar normas y/o lineamientos que permitan el uso regular de agregados livianos en el concreto de uso venezolano
- Hacer seguimiento y control de Normas y/o lineamientos

A continuación se recomiendan algunos lineamientos para la utilización de agregados livianos en mezclas de concretos en Venezuela:

✚ Antes del mezclado

- Ù El peso unitario suelto del agregado liviano debe ser inferior a 1 Kg/m^3 , de acuerdo a Norma COVENIN 277:2000 sobre las características de los agregados en general.

- Û Conocer la composición granulométrica basándose en las Normas COVENIN 256:1977
- Û Se debe conocer las condiciones de humedad de los agregados tomando como referencia el diseño y control de mezcla, según Kosmatka (2004), que contiene el estado de humedad, y los tipos de secados.
- Û Luego de conocer las condiciones de humedad, se debe determinar la humedad del agregado para la consistencia de la mezcla del concreto o mortero.
- Û El mercado ofrece una amplia gama de aditivos químicos, los cuales son adicionados a las mezclas de concreto para mejorar sus condiciones. Entre los aditivos recomendados para los concretos livianos se encuentran los inclusores de aire y los fluidificantes. Normas COVENIN 356-83 y la 357
- Û Conocer la cantidad de concreto que se prepara en la mezcladora.
- Û Determinación del revenimiento, el revenimiento es la determinación del asentamiento del concreto, la norma COVENIN 339: 1994 Concreto. Medición del asentamiento con el cono de Abrams, proporciona los lineamientos y procedimientos necesarios para su determinación.
- Û El flujo de asentamiento de los concretos autocompactantes se puede determinar mediante el procedimiento descrito en la norma ASTM C 1611, para su determinación se requiere una muestra de concreto recién mezclado, se coloca en un molde sin apisonamiento o vibración. El molde se eleva y se permite que el concreto se expanda. Una vez que el movimiento cesa, se toman dos medidas del diámetro de la masa en direcciones ortogonales. Su lectura final es el promedio de estos dos diámetros.
- Û El contenido de aire en el concreto fresco se puede determinar por medio de la norma COVENIN 347-79 Concreto. Determinación del contenido de aire en el concreto fresco por el método volumétrico. Solo para el caso de agregados livianos.

Durante el mezclado

- Û Todo constructor, maestro de obra, albañil debe conocer el agregado liviano que va sustituir en la mezcla de concreto, sus propiedades y características, de manera que pueda ayudarlo a la hora de la preparación de la mezcla.
- Û Conocer el tipo de cemento que va utilizar para la preparación de la mezcla de concreto. COVENIN 28:1993 cemento Portland especificaciones
- Û Conocer el agua de mezclado para concreto o mortero sus especificaciones según normas covenin 2385: 2000
- Û Para la preparación de la mezclas se debe tomar en cuenta las proporciones en cuanto a cemento, agua de manera que el hormigón quede en la consistencia deseada.
- Û En relación al manejo de la mezcla, al colocarlo en la mezcladora se debe tener en cuenta la compactación de esta, para que no sea ni muy aguada o muy seca, para su fácil manejo.
- Û Para estas preparaciones se necesitan pocos requisitos estructurales pero altas propiedades de aislamiento térmico.
- Û Uno de los requisitos para el preparado de la mezcla, es en relación a las medidas de los materiales a utilizar. El cemento se debe medir en peso, en una tolva pesadora, separada de las que se usan para otros materiales.
- Û Cuando la cantidad de cemento en una mezcla de concreto está comprendida entre 30% y el 100% de la capacidad de la balanza, se permite una tolerancia de $\pm 1\%$ del peso requerido. Para mezclas más pequeñas y hasta un máximo del 30% de la capacidad de la balanza, la cantidad de cemento usado no debe ser menor que la cantidad requerida, ni mayor de 4% en exceso. En circunstancias especiales el cemento se puede medir en sacos de peso normativo. No deben usarse fracciones de sacos de cemento a menos que se pesen.

- Û El agregado se debe medir en peso. Los pesos de las mezclas, en base a los materiales secos, son los pesos requeridos de esos materiales secos más el peso total de humedad (absorbida y superficial) contenida en el agregado. La cantidad de agregado usada en cualquier mezcla de concreto debe estar dentro de $\pm 2\%$ del peso requerido cuando éstos se pesan en balanzas para pesos individuales.
- Û El agua añadida se debe medir en peso o en volumen con aproximación de $\pm 1\%$ de la cantidad total de agua de mezclado requerida. El hielo se debe medir en peso.
- Û Uso de aditivos en la mezcla de concreto deben cumplir con las Normas Venezolanas COVENIN 356 y COVENIN 357, probados previamente en las condiciones reales de trabajo.
- Û Los aditivos en polvo deben medirse en peso; los de pasta o líquido en peso o volumen. Las mediciones volumétricas deben tener una exactitud de $\pm 3\%$ del volumen requerido.
- Û Se debe saber si va a preparar el concreto liviano a partir de la combinación de una serie de elementos livianos o concreto airado. COVENIN 349-79
- Û Se debe tener presente la manejabilidad, es importante que el concreto se diseñe 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.
- Û En relación a los equipos La dosificadora para todos los terceos debe tener un volumen de (un) 1 m³ ó mayor, el equipo de dosificación debe constar de una de las siguientes combinaciones: a) Cajas separadas y básculas de cuadrante o balancín separadas para pesar cada tamaño del agregado. b) Una caja y báscula de cuadrante o de balancín múltiple para todos los

agregados. c) Una sola caja o cajas separadas y mecanismos automáticos para pesar todos los agregados.

✚ Después del mezclado

- Û Se debe considerar que la deficiencia en la resistencia a tracción del concreto dificulta su uso como material en vigas o elementos a flexión.
- Û Es de suma importancia saber a qué velocidad el concreto diseñado con agregado liviano, va adquiriendo su resistencia con el pasar del tiempo.
- Û Si el diseño de mezcla se hace siguiendo paso a paso los lineamientos de sus métodos, las variaciones que se generan serán de una magnitud menor que las producidas por las reales alteraciones del concreto convencional.

4.4.2 Ejemplo de uso de agregado liviano en mezcla de concreto

En una obra en construcción se desea utilizar agregado liviano en este caso se realizó con perlas de poliestireno extendido, mejor conocido como perlas de espumaflex, recordemos que lo más importante para realizar un hormigón es la correcta dosificación, en este caso vamos a utilizar la proporción de 5:1:1 que quiere decir que vamos a mezclar 5 porciones de perlas de poliestireno mas una porción de agua, más un saco de cemento y para medir cada porción se utilizan baldes de 5 galones.

Al comenzar se debe en cuenta el uso del agua, esto va ayudar para que las perlas no salgan volando de la concretera, luego se llenaron los baldes con las perlas, se colocaron en la concretara, al momento de llenar los baldes se pueden dar cuenta en la diferencia que existe en este tipo de hormigón el peso de las perlas es casi nulo, no tiene comparación trabajar con las perlas que trabajar con arena y grava de un hormigón normal, luego de esto se coloco un saco de cemento y se deja que la concretera mezcle bien, la mezcla no debe ser ni muy aguada, ni tampoco muy seca, porque muy seca es muy dificultosa para trabajarla, luego de esto ya la mezcla se encuentra lista y se procede a utilizarla de la misma forma como se usa comúnmente el hormigón. Si el hormigón es más liviano la estructura y por ende el costo de la construcción también disminuirá.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- Ø Se pudo diagnosticar la situación actual de las normas existentes sobre agregados livianos en mezclas de concreto a través de una Matriz Foda, pudiendo observar la carencia de lineamientos en las mismas.
- Ø Este estudio permitió analizar los factores que inciden sobre el uso de agregado liviano en mezclas de concreto, pudiendo determinar que influyen de manera significativa en la calidad del concreto basado en la opinión de expertos en el campo de la construcción y de los materiales, lo que se puede interpretar como una conciencia generalizada sobre la importancia de que cada factor se desarrolle de manera adecuada para garantizar la calidad del concreto.
- Ø Luego de evaluar las diversas factibilidades se puede concluir que en la construcción de edificaciones en Venezuela, es tradicional la utilización de concreto y arcilla para losas de entrepiso. Este tipo de sistema constructivo, incrementa enormemente el refuerzo en estructura de acero sólo para soportar el gran peso que aportan los sistemas convencionales de este tipo lo cual se traduce en altos costos. Utilizando agregados liviano como el Poliestireno Expandido en sustitución de las piezas convencionales de arcilla, se reducen increíblemente los costos por concepto de estructuras en vista que por sí mismo, aporta sólo entre 10 y 12Kg/m³ de peso siendo su principal característica, teniendo como ventajas adicionales su alta resistencia a la compresión y trabajando como un encofrado perdido, cuyos desperdicios por rotura son prácticamente cero, no requiriendo mano de obra especializada para

su instalación y llegando a disminuir el tiempo de ejecución de obra. Por otra parte, proporciona a la obra terminada una alta calidad de vida al disminuir el consumo de energía gracias a su aislamiento térmico y acústico; permite cualquier revestimiento con base concreto y caucho, representando esto último una gran ventaja a nivel arquitectónico ya que pueden obtenerse edificaciones en cualquier dimensión y estilo. Estos sistemas se han convertido en referencia para la construcción de Losas de entrepiso térmicamente aisladas.

5.2 RECOMENDACIONES

En base a las conclusiones presentadas, emergen las siguientes recomendaciones:

- Ø Es preciso incorporar a la planificación de las normas, los lineamientos para el uso de agregados livianos en el diseño de mezcla en Venezuela.
- Ø Es necesario que el personal capacitado en la construcción civil, se les instruya sobre los lineamientos y así agilizar los procesos y por ende la toma de decisiones en lo que a selección de agregados livianos se refiere.
- Ø Para que el proyecto sea fructífero se debe poner a la disposición la información sobre el agregado liviano, mediante la planeación adecuada, el diseño de mezcla con el uso de agregados livianos puede ser una solución económica a muchas de las aplicaciones de la ingeniería
- Ø El Uso del diseño de mezcla con agregados livianos sería recomendable donde se requiera reducir cargas muertas, especialmente en estructuras con gran cantidad de divisiones liviana o elementos arquitectónicos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Angulo, (2015) **Evaluación Experimental de las Propiedades Mecánicas: Resistencia, Módulo de Elasticidad y Esfuerzos de Adherencia entre el Acero de Refuerzo y el Concreto Liviano Estructural.** Trabajo de grado. Universidad José Antonio Páez
- Aponte y Duarte (2015) **Caracterización del agregado liviano ALIVEN a través de la Resistencia a tracción por flexión según la norma COVENIN 343-79** Trabajo de Investigación de la Universidad de Carabobo
- Arias F. (2016) **El Proyecto de Investigación, Introducción a la Metodología Científica** Editorial Espíteme 6ta Edición
- Balestrini, M. (2006) **Como se Elabora el Proyecto de Investigación Editorial Blas Consultores y asociados**, 8va Edición Caracas Venezuela.
- Banfill, P. F., Teixeira, M. A., & Craik, R. J. (2011), **Rheology and vibration of fresh concrete:** Predicting the radius of action of poker vibrations from wave propagation. *Cement and Concrete Research*, 9(41), 932-941.
- Buendía, Colas y Hernández. (1998). **Métodos de Investigación Población y Muestra** Editorial McGraw-Hill Madrid España.
- Burg, R. (1996), **The influence of casting and curing temperature on the properties of fresh and hardened concrete.** Portland Cement Association.
- Chan Yam, J. L., Solis Carcaño, R., & Moreno, E. I. (2003), **Influencia de los agregados pétreos en las características del concreto.** *Ingeniería*, 7(2), 39-46. Obtenido de <http://www.revista.ingenieria.uady.mx/volumen7/influencia.pdf>
- Domingo, J. (1961). **“Regresión y Correlación Análisis Muestral”.** Valencia Venezuela.
- Falcón y Herrera (2005) **Análisis de ato estadístico Guía Didáctica.** Universidad Bolivariana de Venezuela
- Finol, T. y Navas, H. (1992) **Procesos y Productos en la Investigación Documental** Editorial Ediluz Maracaibo Venezuela

- FONDONORMA 1753. (2006). **Proyecto y Construcción de Obras en Concreto Estructural** (1ra Revisión).
- Font, J. (2007). **Materiales y Ensayos. Guía de Laboratorio**. Universidad de Carabobo. Venezuela, Valencia.
- Gillen, M., & Gitleman, J. (2013), **Path forward: emerging issues and challenges**. Journal of safety research.
- Kosmatka, Kerkhoff, Panarese y Tanesi. (2004) Diseño y control de mezclas de concreto. Estados Unidos: Portland Cement Association.
- Li, X., Chow, K., Zhu, Y., & Lin, Y. (2016), **Evaluating the impacts of high-temperature outdoor working**. Building and environment.
- Luizaga, A. (2005) **Comportamiento Mecánico de Vigas de Hormigón Armado Reforzadas con Bandas Encoladas con Resinas Epoxidicas**. Universidad Politécnica de Madrid (p. 11)
- Navarrete, I., & Lopez, M. (2016), **Estimating the segregation of concrete based on mixture design and vibratory energy**. Construction and Building Materials (122), 384-390.
- Porrero, J.(2012).**Manual del Concreto Estructural** Sidetur Caracas Venezuela
- Rodríguez F, C. A., Salazar Rodríguez, H. R., Escobar M, J. E., & Ovalle C, L. A. (2012), **Efectos de la calidad del agua en la resistencia del concreto**. Ingeniería e Investigación, 29-34.
- Sabino, C. (2006) **El proceso de la Investigación** Editorial Panapo 2da Edición Caracas Venezuela
- Safawi, M. I., Iwaki, I., & Miura, T. (2005), **A study on the applicability of vibration in fresh high fluidity concrete**. Cement and Concrete Research, 9(35), 1834-1845.
- Sánchez, D. (2001) **Tecnología del concreto y del mortero**. (5ta Ed). Bogotá: Colombia Editorial Bhandar.
- Salinas, H y Cubero, V. (2.006). **“Determinar la relación entre la resistencia a compresión y la resistencia a flexión del concreto con el diseño de mezcla y agregados de la planta de premezclado MOROMIX C.A de resistencia 210 Y 250 KG/CM2 con los agregados utilizados en su planta”**. (Trabajo No Publicado de la Universidad de Carabobo).

- Simón y Porras (2014) **Determinación Experimental de las leyes de comportamientos mecánico (ley de Abrams y relación triangular de concretos elaborados con agregados livianos)**. Trabajo de grado. Universidad Católica Andrés Bello.
- Tamayo y Tamayo (2006) **El Proceso de la Investigación Científica**. Editorial Limusa México (p. 18)
- Valdez, L. (2010) **Hormigones livianos**. Trabajo especial de grado no publicado. Quito. Recuperado de: <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/10056/1/Hormigones%20Livianos.pdf>
- Velasco, L. y Maracara, M. (Octubre, 1.983). “**CONCRETOS LIVIANOS ESTRUCTURALES A BASE DE AGREGADO LIVIANO ESTRUCTURAL DE ARCILLAS EXPANDIDAS**”. (Trabajo No Publicado de la Universidad de Carabobo).
- Walker, F. (1976), **Quality control of ready-mixed concrete**. Advances in ready mixed concrete technology, 291-296.
- Zhang, W., Huang, J., Li, Z., & Huang, C. (2016), **An experimental study on the lateral pressure of fresh concrete formwork**. Construction and Building Materials (111), 450 - 460.

ANEXOS

INSTRUMENTO APLICADO EN LA INVESTIGACIÓN

Fecha: / /

Sujeto entrevistado N° 1: _____

Empresa o Comunidad: _____

Objetivo de la entrevista: Conocer la situación actual del uso de agregados livianos en mezclas de concretos según normalizaciones o lineamientos existentes en Venezuela.

Guión de entrevista

1.- ¿Según su experiencia en el ámbito de la construcción existe alguna, o algunas normas que regulen el uso de agregados livianos en mezclas de concretos en Venezuela?

2.- ¿Conoce usted los agregados livianos existentes o más comunes en Venezuela y Latinoamérica?

3.- ¿Ha usado usted agregados livianos para elaboración de mezclas de concretos, ¿Cuáles?

4.-¿ Conoce usted, cuáles son los factores que inciden sobre el uso de los agregados livianos en mezclas de concreto?

5.- ¿Qué materiales ligeros utilizaría usted para disminuir el peso de los bloques de concreto?

6.-¿Cuál sería la factibilidad técnica en el uso de agregados livianos en mezclas de concretos?

7.- ¿Cree usted que el uso de agregado liviano en mezclas de concretos disminuiría el costo en las construcciones civiles?

8.- ¿El uso de agregado liviano en mezclas de concreto causaría un impacto en el ambiente?