



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ

**FACTIBILIDAD DEL USO DE CONCRETO DE RECICLAJE COMO
AGREGADO PARA NUEVAS CONSTRUCCIONES**

Autores:

Fonseca A, Ruddy R.
Pires G, Paula C.

Urb. Yuma II, calle No 3. Municipio San Diego
Teléfono: (0241) 8714240 (master) – Fax: (0241) 87123



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

**FACTIBILIDAD DEL USO DE CONCRETO DE RECICLAJE COMO
AGREGADO PARA NUEVAS CONSTRUCCIONES**
Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de
INGENIERO CIVIL

Autores:

Fonseca A. Ruddy R.
C.I. V-24.168.882
Pires G. Paula C.
C.I. V-24.815.786

Tutor:

MSc. Jutzy Herrada.
C.I: V-12.809.606

San Diego, Agosto 2021.



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
 COORDINACIÓN DE PASANTÍAS Y TRABAJO DE GRADO
 FACULTAD DE INGENIERÍA

ACTA DE APROBACION DEL INFORME DE PASANTIA O
 TRABAJO DE GRADO

El jurado designado por la Facultad de Ingeniería para la evaluación del Informe Final de Pasantía o Trabajo de Grado titulado:

Viabilidad del uso de cemento de reciclaje
para reemplazo para nuevas construcciones

Realizado por el (la) Sr. Diego Paula

C.I. N° 24810386, cursante de la carrera de Ingeniería Civil hace constar después de analizar su contenido y oír la exposición oral, considera que reúne los méritos suficientes para su aprobación asignándole la CALIFICACION DEFINITIVA D^{ta} VEINTE (20) PUNTOS

El Jurado

[Signature]
 Tutor académico (coordinador)
 Nombre: Diego Paula
 C.I. 12807600

[Signature]
 Jurado (1)
 Nombre: ALBA SANDOVAL
 C.I. 10176250

[Signature]
 Jurado (2)
 Nombre: Sergio Valle
 C.I. 2087347

Fecha: 08/09/2021

PARA SER LLENADO POR LA COORDINACIÓN DE PASANTIA Y TRABAJO DE GRADO

Se recibió Original del Acta de Aprobación para ser colocada en la solvencia Académica

Nombre del Graduando:
 C. I.
 Fecha:

[Signature]
 Coordinación de Pasantía y Trabajo de Grado
 SEMESTRE: 2021-1ER



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
 COORDINACIÓN DE PASANTÍAS Y TRABAJO DE GRADO
 FACULTAD DE INGENIERÍA

ACTA DE APROBACIÓN DEL INFORME DE PASANTÍA O
 TRABAJO DE GRADO

El jurado designado por la Facultad de Ingeniería para la evaluación del Informe Final de Pasantía o Trabajo de Grado titulado:

Viabilidad del uso de concreto de reciclaje
como agregado para nuevas construcciones

Realizado por el (la) Br. Yanica Ruddy

C.I. N° 29168882, cursante de la carrera de Ingeniería Civil hace constar después de analizar su contenido y oída la exposición oral, considera que reúne los méritos suficientes para su aprobación asignándole la CALIFICACIÓN DEFINITIVA D^{ta} Veinte (20) PUNTOS

El Jurado

[Signature]
 Tutor Académico (coordinador)
 Nombre: Luis Henao
 C.I. 12807606

[Signature]
 Jurado (1)
 Nombre: Alexandra
 C.I. 10176250

[Signature]
 Jurado (2)
 Nombre: Sossio Valle
 C.I. 20897147

Fecha: 08/09/2021

PARA SER LLENADO POR LA COORDINACIÓN DE PASANTÍA Y TRABAJO DE GRADO

Se recibió Original del Acta de Aprobación para ser colocada en la solvencia Académica.

Nombre del Graduando: C. I. Fecha:	<u>[Signature]</u> Coordinación de Pasantía y Trabajo de Grado SEMESTRE: <u>2021-1er</u>
--	--





FI-L-008-2021-1CR (TG)

Valencia, 19 de Julio de 2021

Ciudadanos:

Pires G, Paula C.

C.I 24.815.786

Fonseca A, Ruddy R.

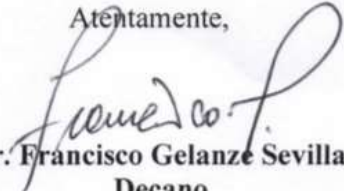
C.I 24.168.882

Presente-

Cumplo con informarle que la Comisión de Trabajo de Grado y Pasantías de la Facultad de Ingeniería en su reunión N° 01-2021 de fecha 24-05-2021 aprobó el proyecto de trabajo de grado titulado **FACTIBILIDAD DEL USO DE CONCRETO DE RECICLAJE COMO AGREGADO PARA NUEVAS CONSTRUCCIONES**. 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 los asesorara en el desarrollo de este proyecto.

Atentamente,


Dr. Francisco Gelanze Sevilla.
Decano



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

GF/fm



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

ACEPTACIÓN DEL TUTOR

Quien suscribe, **MSc. Jutzy Herrada** portadora de la cédula de identidad N°**12.809.606**, trabajo en mi carácter de tutora del trabajo de grado presentado por los ciudadanos, Fonseca Aguiar Ruddy Rafael portador de la cédula de identidad N° 24.168.882 y Pires González Paula Cristina portadora de la cédula de identidad N° 24.815.786, titulado, **FACTIBILIDAD DEL USO DE CONCRETO RECICLADO COMO AGREGADO PARA NUEVAS CONSTRUCCIONES.**, 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 03 días del mes de Agosto del año 2021.

MSc. Jutzy Herrada
C.I.: 12809606

DEDICATORIA

Dedico esto primeramente a Dios por permitirme lograr esta meta que con esfuerzo, dedicación y fe pude cumplir uno de los grandes sueños de mi vida.

Le dedico este logro a toda mi familia, la cual sin su apoyo y motivación a lo largo de mi carrera no hubiera podido llegar hasta la meta final. Fueron mi soporte en todos los momentos que los necesite para poder seguir adelante superando todos los obstáculos que surgieron en el camino por eso esto es tanto de ellos como mío.

Aquellos amigos y personas que colocaron su granito de arena, que colaboraron con su apoyo y sus consejos para alcanzar esta meta tan preciada.

RUDDY RAFAEL FONSECA AGUIAR

DEDICATORIA

En primer lugar, a mi abuela Gladys Chacón, mi abuelo Alberto Gomes, mi tía Sandra Pires y a mi primo Jhavyer González por ser mis protectores y siempre cuidar de mí.

A mis padres Lisdeth González y Alberto Pires mis pilares, a mis hermanos Rui Pires, Andrea Pires y Juan Antonio Pires quienes me llenaron de amor y apoyo a lo largo de este camino.

A mi amor, Juan Carlos Mijares quien fue pieza fundamental para la culminación de esta etapa, quien creyó en mí en mis momentos más difíciles y me apoyo en todas las formas posibles.

A mis amigos, compañeros y futuros colegas que me dejó esta maravillosa carrera Guido Marcoccia, Renzo Ravelo, Cesar Iciarte, Masiel Torres, Arianna Flores, Ruddy Fonseca, Elías Kouefati, Josneidy Díaz, Rafael Mieres, Alexander Marín, Chiquinquirá Materan, Andrea Rodríguez, Iván Escobar y Andrés Pieroni por llenarme de risas, apoyo y los mejores momentos durante toda esta vida universitaria.

Paula Pires.

AGREDECIMIENTOS

Ante todo, agradezco a Dios por siempre bendecirme, cuidarme y guiarme en todo lo que hago, por darme las fuerzas y la fe para lograr las metas que me propongo, siendo esta, finalizar mi carrera universitaria una de las más importantes en mis objetivos de vida.

A mis padres Kerry Fonseca y Mariela Aguiar, por ser los que más creen en mí y siempre están cuando los necesito, que fueron el apoyo continuo a lo largo de la carrera, motivándome, animándome y apoyándome para poder alcanzar este sueño.

A mi hermano Kevin Fonseca, por los consejos dados, por siempre estar para buscar la solución a todos aquellos problemas e inconvenientes que surgieron en este largo camino y hacerme ver que todo tiene solución y un lado positivo.

A mis abuelos Ruddy Fonseca y Nallive Peraza, por todo el amor y cariño que siempre me dan, por siempre preocuparse por mí y darme la tranquilidad de su compañía cuando la necesitaba.

A mis tías Cedric Fonseca, Dayana Fonseca y Mallerlis Aguiar, por todo el apoyo y el amor incondicional que siempre me han brindado y que fueron parte esencial para lograr esta meta.

A mis tíos Leif Fonseca, Jose Valero y Miguel Pagliari, por la ayuda y el apoyo en los momentos que los necesitaba, donde estuvieron para mí de manera directa e indirectamente.

A mis primos Miguel Pagliari y Jose Carlos Valero, que estuvieron para mí siempre que los necesite, me brindaron su apoyo cada uno a su manera especial y siempre con cariño.

A mis primas María Daniela Valero y Verónica Pagliari, que me brindaron su apoyo, ánimos y café a lo largo de este viaje.

A mi gran amigo y hermano Gerardo Gravina, por ser el que me motivo en primer lugar en tomar la decisión de estudiar en la uja, por todo el apoyo, los

consejos, las risas, los buenos momentos, los grandes recuerdos que vivimos en lo largo de la carrera y todo el cariño que me ha brindado.

A mi amigo Alexander Marín, que desde el inicio de la carrera me brindo de manera incondicional su amistad, su apoyo, su buena fe y hasta el final estuvo siempre que lo necesitaba.

A mi amigo Junior, por brindarme su amistad y darme su apoyo siempre que lo necesitaba.

A mi amigo Ibrahim Suleiman, por su amistad y brindarme su ayuda incondicional en los momentos que lo necesite.

A mis amigos y compañeros Josneidy Díaz, Elias Kouefati, Miguel Iafaioli, Jose David Gómez con quienes compartí a lo largo de la carrera y sirvieron de apoyo para superar los retos que surgieron en el camino.

Aquellos profesores, que sirvieron de inspiración a lo largo de la carrera que me dio la motivación para seguir adelante para lograr esta meta.

A mi tutora Jutzy Herrada, por la guía, el apoyo y la motivación en esta etapa final de este largo viaje.

A mi amiga y compañera de tesis Paula Pires, que se convirtió en el mayor apoyo que pude haber tenido en el transcurso de la carrera, al brindarme su ayuda y acompañarme en todos esos momentos donde la necesite y ser una de las mejores personas que conocí a lo largo de este viaje.

RUDDY RAFAEL FONSECA AGUIAR

AGRADECIMIENTOS

Primeramente, debo agradecerme a mí por haber decidido empezar y terminar esta nueva etapa de mi vida, por nunca rendirme y ser constante en perseguir mis sueños.

Gracias a mis padres por darme esta maravillosa vida, por siempre creer en mi e impulsarme a ser la persona que soy hoy, por los consejos, los valores que me inculcaron y por el todo el apoyo que necesite a lo largo de este camino.

A mi novio Juan Carlos Mijares, por siempre estar de manera incondicional, siempre mantenerme en pie y ayudarme a nunca desviarme de mi objetivo.

A mi compañero de tesis y mejor amigo que me dejó esta maravillosa aventura, Ruddy Fonseca, agradezco por siempre estar conmigo a lo largo de esta carrera y que se convirtió en un hermano para mí.

A nuestra querida Tutora, Jutzy Herrada por llevarnos por el camino del éxito y ser nuestra principal guía en nuestro Trabajo de Grado.

A muchos de mis queridos profesores María Teresa, Joel Curreri, Angel Medina y Alejandro Pocaterra que a lo largo de la carrera compartieron sus conocimientos y experiencia de esta hermosa profesión.

¡GRACIAS!

Paula Pires.

ÍNDICE

CONTENIDO	
RESUMEN INFORMATIVO.....	xiv
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I.....	4
EL PROBLEMA	4
1.1 Planteamiento de problema.....	4
1.2 Formulación del problema	6
1.3 Objetivos de la investigación.....	6
1.3.1 Objetivo general	6
1.4 Justificación de la investigación	7
1.5 Alcance.....	9
CAPÍTULO II	10
2.1 Antecedentes de la investigación	10
2.1.1 Antecedente Internacionales.....	10
2.1.2 Antecedentes Nacionales	11
2.2 Bases Teóricas	12
2.2.1 Factibilidad	132
2.2.2 Reciclaje	12
2.2.3 Concreto de Reciclaje.....	12
2.2.4 Agregado.....	12
2.2.5 Origen del Concreto	13
2.2.6 Concreto	14
2.2.6.1 Materiales que conforman el concreto	15
2.2.7 Como se hace el Concreto.....	17
2.2.8 Planta de Concreto.....	19
2.2.8.1 Elementos de una fábrica de concreto	20
2.2.9 Tipos de Concreto y usos	23
2.2.10 Resistencia del concreto	26
2.2.11 Durabilidad del concreto	27
2.2.12 Sostenibilidad	27
2.2.13 Concreto reciclado	28
2.2.14 Granulometria	27
2.2.14.1 Grafica Granulometrica	27
2.2.15 Impurezas Organicas	28
2.2.16 Agregado Grueso	30
2.2.17 Agregado fino	30
2.2.18 Tamíz	30

2.2.19 Módulo de Finura	30
2.2.20 Densidad Aparente	30
2.2.21 Sostenibilidad ambiental	32
2.2.22 Impacto ambiental por el uso de concreto reciclado	32
2.3 Bases Legales	33
2.4 Definición de Términos Básicos	35
CAPÍTULO III	38
MARCO METODOLÓGICO	38
3.1. Tipo de investigación.	38
3.2 Diseño de investigación.	39
3.3 Nivel de la Investigación	39
3.4 Población y Muestra.	40
3.5. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.	41
3.6 Análisis de Datos	43
3.7 Fases Metodológicas.....	43
CAPÍTULO IV	45
RESULTADOS.....	45
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	81

ÍNDICE DE TABLAS

TABLAS		Pág.
1	Técnicas e Instrumentos de recolección de datos.....	42
2	Matriz FODA.....	44
3	Pesos Iniciales de Muestras.....	49
4	Medidas y Volumen de las Muestras.....	50
5	Perdidas de la muestra luego de ser Fragmentado.....	51
6	Datos de la muestra en máquina de los ángeles.....	59
7	Muestra pasada por el Tamiz N°12.....	62
8	Número de tamices.....	62
9	Peso de Agregados Finos y Peso de Agregados Gruesos.....	64
10	Muestra A, Resultados de granulometría.....	64
11	Porcentaje del pasante Agregado Fino, Muestra A.....	65
12	Agregado Grueso, % Retenido, Acumulado de la Muestra A.....	65

13	Porcentaje del pasante, Agregado Grueso, Muestra A.....	66
14	Porcentajes de Gravas, Arenas y Finos, Muestra A.....	66
15	Agregado Fino, % Retenido, Acumulado de la Muestra B.....	67
16	Porcentaje del pasante Agregado Fino, Muestra B.....	67
17	Muestra B, Resultados de granulometría.....	68
18	Porcentaje del Pasante, Agregado Grueso, Muestra B.....	68
19	Porcentajes de Gravas, Arenas y Finos, Muestra B.....	69
20	Materiales que pasan por cada tamiz en porcentajes.....	70
21	Recomendaciones Granulométricas para Agregados Finos.....	71
22	Limites Granulométricos de Agregados para algunas aplicaciones.....	71
23	Valores límites superiores e inferiores de norma ASTM C33.....	72

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURAS		Pág.
1	Preparación mezcla de concreto de forma convencional.....	16
2	Preparación mezcla de concreto con tambor rotatorio.....	17
3	Fabricación de concreto mediante proceso industrial.....	17
4	Esquema de planta de fabricación de concreto.....	18
5	Gráfica Granulométrica.....	28
6	Ensayo para determinar impurezas.....	29
7	Escuela de ingeniería mecánica UJAP.....	47
8	Balanza Electrónica.....	48
9	Muestra A, Mediciones.....	49
10	Muestra B, Mediciones.....	49
11	Martillo y Cincel.....	50
12	Muestra.....	51
13	Máquina de los ángeles.....	52
14	Esferas de acero desgastadoras y moledoras.....	53
15	Muestra antes del proceso de desgaste.....	54
16	Revoluciones por minuto de máquina de los ángeles.....	55
17	Muestra después del proceso de desgaste.....	56
18	Vista de muestra con esferas metálicas después del desgaste.....	57
19	Peso muestra luego del desgaste.....	58
20	Tamiz N°12.....	59
21	Muestra A pasado por tamiz N°12.....	60

22	Muestra B pasado por tamiz N°12.....	61
23	Tamices por utilizar.....	63
24	Grafica curva granulométrica Agregados Finos.....	73
25	Grafica curva granulométrica Agregados Gruesos.....	73

REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ



FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

FACTIBILIDAD DEL USO DE CONCRETO DE RECICLAJE COMO AGREGADO PARA NUEVAS CONSTRUCCIONES

Autores: Fonseca Ruddy y Pires Paula

Tutor: MSc. Jutzy Herrada

Fecha: Agosto, 2021.

RESUMEN INFORMATIVO

El presente trabajo de investigación tiene como propósito analizar el uso de concreto de reciclaje como opción factible de agregado para nuevas construcciones, para ser sustituto de los agregados en la preparación de concreto (en específico de la grava y gravilla), los cuales son los principales agregados utilizados en la construcción. La metodología de investigación utilizada estuvo basada en el análisis de datos tanto de efectividad y de aplicación de este método de construcción para que pueda ser utilizado en obras civiles del país. Avalar la factibilidad del uso de concreto de reciclaje para nuevas construcciones sería de suma importancia no solo en lo que a obras civiles concierne, en donde su aprovechamiento iría desde minimizar gastos a la hora de adquirir materia prima para las mezclas de concreto sino también tiempo en cuanto a demoras por traslados del mismo, además en lo ambiental ya que disminuiría las explotaciones en las minas con el mismo propósito de surtir también dicha materia prima. Como resultado, se presenta un análisis donde se verifica los diferentes usos que se le puede dar al concreto de reciclaje, hasta qué punto es factible su uso, sus beneficios, las distintas formas de obtención y sus procesos requeridos, todo esto expresado en este trabajo de investigación. En conclusión, dando respuesta al fin del trabajo de grado, los resultados de los ensayos granulométricos de las muestras de concreto de reciclaje al ser comparados con las normativas requeridas de agregados de la norma ASTM C33, no cumplían con los valores permitidos por lo cual no son aptos para su uso como agregados para nuevas mezclas de concreto.

Palabras clave: Concreto, Reciclaje, Ambiente

INTRODUCCIÓN

El concreto es un excelente material con el que se pueden construir edificaciones duraderas y eficientes en su consumo de energía. En todo caso, y aún con un buen diseño, las necesidades humanas cambian y siempre desechos potenciales serán generados. El concreto presenta propiedades únicas y su recuperación suele ubicarse en medio de las definiciones estándar de reutilización y reciclaje. No es frecuente que el concreto pueda ser “reutilizado” en su forma original. Tampoco puede ser “reciclado” de regreso a sus componentes originales, En su lugar, el concreto puede ser fragmentado en bloques más pequeños o agregado para darle nueva vida.

En la actualidad, el uso de concreto de reciclaje está bien establecido como método para la construcción en otros países, debido a que es un método que es sumamente provechoso de diversas maneras; tales como; ayuda a disminuir el impacto negativo sobre el medio ambiente siendo este uno de sus mayores beneficios socialmente, a su vez, también para la construcción, su aplicación minimiza gastos, su obtención al ser de distintas maneras puede generar mejores desempeño en cuanto a tiempo de obra, debido a que puede ser obtenido o generado de haber una construcciones existentes la cuales será demolidas, entre otras ventajas las cuales serán expresadas en este trabajo de investigación. La aplicación del concreto de reciclaje puede ser solución para diversas problemáticas o por lo menos contribuir de manera positiva no solo en lo económico sino también en lo ambiental.

La investigación se desarrolló con el fin de avalar una factibilidad de uso, se estructuró en cuatro capítulos de la siguiente manera:

Capítulo I: En el cual incluye el problema, tanto su planteamiento y formulación, los objetivos general y específicos que dan apertura a la investigación, luego la justificación y finalizando este capítulo con el alcance de la investigación.

Capítulo II: Comprende el marco teórico, describe en primer lugar los antecedentes, luego se encuentran las bases teóricas que sustentan la investigación, así como también la definición de términos básicos.

Capítulo III: Constituye el Marco Metodológico de la investigación, donde se encuentra el tipo de investigación, el diseño y el nivel utilizado, población y muestra, técnicas e instrumento de recolección de datos y técnicas de análisis de datos, por último, se definen las fases metodológicas necesarias para cumplir con los objetivos de la investigación.

Capítulo IV: Resultados, en donde se representan los hallazgos obtenidos en atención a cada objetivo específico, donde se demuestra mediante graficas granulométricas los datos correspondientes, prosiguiendo con las conclusiones, recomendaciones y seguido de la lista de referencias consultadas.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento de problema

El concreto armado se utiliza en edificios de todo tipo, caminos, puentes, presas, túneles y obras industriales. El concreto u hormigón en masa es un material moldeable y con buenas propiedades mecánicas y de durabilidad que, aunque resiste tensiones y esfuerzos de compresión apreciables, tiene una resistencia a la tracción muy reducida. Para resistir adecuadamente esfuerzos de tracción es necesario combinar el concreto con un esqueleto de acero, este esqueleto tiene la misión de resistir las tensiones de tracción que aparecen en la estructura, mientras que el concreto resistirá la compresión, esta combinación de concreto y acero es lo que se conoce como concreto armado.

Siendo el concreto el segundo material más consumido después del agua, debido a que su aplicación para el aprovechamiento del ser humano este moldea el entorno, hogares, escuelas, hospitales, oficinas, comercios, vías y aceras, donde en su gran mayoría se hacen a partir de este material. El concreto es extremadamente perdurable y puede conservarse por cientos de años en muchas aplicaciones, sin embargo, con el pasar del tiempo las necesidades humanas cambian y el deterioro de estas estructuras de concreto generan desechos los cuales no son reutilizados, existen más de 900 millones de toneladas por año de desecho de concreto tan solo en Europa, los estados Unidos y Japón, también otro tanto desconocido en el resto del mundo.

Es un material muy versátil, ya que puede ser recuperado para nuevos proyectos luego de un proceso de trituración, En algunos países se logra una recuperación casi completa del concreto, en tanto que en otros países el potencial de recuperación de concreto es ignorado y termina como desecho en basureros municipales. Debe

señalarse que las estadísticas sobre desecho de concreto no son fáciles de encontrar, en parte, por el relativamente bajo peligro que dicho desecho representa en comparación a otros tipos de desechos y por el poco interés del público al respecto.

Una de las iniciativas del reciclaje de concreto es que es necesario realizar un completo análisis del ciclo de vida del concreto. Refinar la recuperación puede resultar en un producto de alto grado, pero a un mayor costo ambiental. En la actualidad, la mayoría del concreto recuperado es utilizado como sub-base vial y en proyectos de ingeniería civil en algunos países.

En Venezuela, en cuanto a obras civiles, su mayor fuerte ha sido el uso de concreto y concreto armado para la mayor parte de sus construcciones, ya que la materia prima para la elaboración del cemento (piedra caliza, arcilla y mineral de hierro) forman parte de los recursos más explotados, después del petróleo, debido a que su demanda para el ámbito de construcción ha sido primordial para la ejecución de obras civiles en todo en territorio nacional.

El país, enfrenta una grave crisis económica muy grande desde hace unos años atrás, la cual ha dado como resultado el descenso de la cantidad de obras civiles debido a los altos costos que estas demandan para su realización, hoy en día son contadas las obras que se mantienen en pie, como consecuencia de todos los problemas tanto económicos como sociales que hoy en día se viven, esto impide la ejecución de nuevos proyectos de obras civiles, así como también la rehabilitación de las construcciones ya existentes.

La causa de esta problemática, se debe a varios factores, los cuales perjudican el ámbito de obras civiles en Venezuela, a saber: una inflación económica que viene en ascenso desde hace varios años, falta de presupuesto nacional para la realización de las obras civiles, altos precios de materiales de construcción, escasos de materiales de construcción, difícil obtención de materia prima para la creación de cemento y otros compuestos.

Otra causa de esta problemática, resalta el alto costo de la materia prima para la elaboración del concreto como lo son: el cemento, el cual alcanzó el precio más alto

registrado en la historia del país al tasar su precio en una moneda extranjera como lo es el dólar, la piedra picada, la arena y el suministro del agua el cual también presenta grandes fallas por escases en todo el país. A esto se le debe sumar también los altos costos de traslado de dichos materiales al sitio donde se tiene que realizar la construcción y aun faltando añadir el costo de mano de obra, administrativos y en general los costos asociados para la ejecución de un proyecto.

La problemática que hoy se vive ha dado como resultado que la ingeniería civil en Venezuela tuviera un declive en casi todos sus aspectos. Con el fin de seguir realizando obras civiles se tuvieron que disminuir las magnitudes de las mismas, la calidad de los materiales, la oferta de empleo, los presupuestos, se eliminaron los procesos de licitaciones para nuevas obras; todo esto de la mano con la mala situación económica y social que está pasando el país.

Por lo anterior expuesto, se propone un análisis de factibilidad del uso de concreto reciclado como agregado para nuevas construcciones, capaz de determinar que el uso del mismo es una opción viable y sin ningún tipo de riesgo para su utilización en nuevas construcciones, llegando a ser también un reductor en gastos de material y, además, contribuir a minimizar el impacto ambiental que las obras civiles ocasionan.

1.2 Formulación del problema

¿Cómo se puede utilizar el concreto de reciclaje en nuevas construcciones?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general

Determinar la factibilidad del uso de concreto de reciclaje como agregado para nuevas construcciones.

1.3.2 Objetivos específicos

- Diagnosticar el uso de concreto reciclado como agregado para nuevas construcciones.

- Identificar los parámetros que deberán considerarse para el uso de concreto reciclado como agregado para nuevas construcciones.
- Estudiar las variables que deberán considerarse para el uso de concreto reciclado como agregado para nuevas construcciones.
- Verificar la factibilidad tecno-económica del uso de concreto reciclado como agregado para nuevas construcciones.

1.4 Justificación de la investigación

El propósito del presente trabajo de factibilidad sobre el uso de concreto reciclado como agregado en nuevas construcciones pretende implementar un nuevo método que permitirá reutilizar materiales de construcción los cuales no suelen ser reutilizados (en este caso el concreto) en las obras civiles. Desde la década de los noventa, el sector de la construcción no ha sido ajeno a la situación socio-económica alarmante por la cual atraviesa el país, en donde se ha visto afectada la obtención de materia prima para la construcción, es por ello que se busca plantear el uso del concreto reciclado como opción de material de construcción para una nueva obra civil y al mismo tiempo ayudar al medio ambiente reutilizando los desechos de obras que han sido derrumbadas.

Aunque el concreto es un desecho relativamente inofensivo, la industria del cemento apoya iniciativas para recuperar este recurso y minimizar la generación de desechos. El reciclaje o recuperación del concreto presenta dos ventajas principales: (1) reduce la utilización de nuevos agregados vírgenes y los costos ambientales de explotación, transporte y asociados, y (2) reduce el desecho innecesario de materiales valiosos que pueden ser recuperados y reutilizados, a pesar de estas ventajas el reciclaje de concreto no tiene ningún impacto significativo en la reducción de la huella de carbono.

El reciclaje de concreto es una industria bien establecida en muchos países y la mayoría del concreto puede ser triturado y reutilizado como agregado. La tecnología existente por medio de trituración mecánica ya está disponible y es relativamente

económica por lo cual aun en la situación económica del país se puede implementar este método en las construcciones.

Este planteamiento, luego de realizar su estudio requerido y obtener resultados positivos daría solución a problemas los cuales abarcan gran magnitud en el ámbito de la ingeniería civil y obras civiles en el país, debido a la misma situación económica que afecta no solo el sector de obras civiles públicas y privadas sino también todos los demás sectores laborales y sociales del país.

Con respecto al aporte social, la implementación de este tipo de proyectos, junto a todos aquellos que realiza la industria de la construcción, suma un importante impulso en cuanto al reciclaje y al impacto ambiental en la nación, son inversiones que buscan mejorar la calidad de vida del venezolano y dar soluciones factibles en estos momentos donde se dificulta en buen ejercicio de la ingeniería civil.

Como aporte técnico, esta investigación busca incentivar a la innovación y aplicación de nuevos procedimientos constructivos, para dar soluciones prácticas a un problema que con el pasar del tiempo no se pensó que se le podría dar solución de manera económica-ambiental como la que se propone en este trabajo. Al mismo tiempo conocer los usos que se le puede dar al concreto de reciclaje dependiendo del análisis de los resultados.

De igual forma, en referencia al aporte académico esta investigación servirá como punto de referencia para futuros ingenieros civiles los cuales verán que no solo los métodos de construcción existentes son los únicos aplicables en el ámbito de obras civiles, sino que también hay métodos nuevos que se pueden aplicar y son iguales o aún más efectivos que los convencionales. A su vez, contribuye al estímulo de la creatividad característica del ingeniero civil a buscar nuevas soluciones prácticas a problemas casi imposibles.

1.5 Alcance

Esta investigación se enfoca en el análisis de la factibilidad del uso de concreto de reciclaje como agregado para nuevas construcciones, la cual se puede aplicar en todas aquellas construcciones donde se haya hecho uso del concreto a fin de promover el concreto de reciclaje, con muestras obtenidas en el municipio San Felipe del Estado Yaracuy. La investigación contó con ensayos, pruebas de campo, visitas presenciales y entrevistas.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

A continuación, se presenta una serie de trabajos de investigación realizados que enfatizan o presentan alguna semejanza con el problema planteado en este trabajo de grado, de manera que, mediante el aporte de otros enfoques y soluciones a diversas problemáticas, proporcionan una base para la realización de esta investigación.

2.1.1 Antecedente Internacionales

Vera. Y Cuenca. (2016). “**Diagnóstico para la elaboración de concreto a partir de la utilización de concreto reciclado**”. Trabajo de investigación presentado ante la Universidad Piloto de Colombia (Bogotá), en la facultad de ingeniería para optar por el título de Ingeniería civil, su objetivo fue presentar una investigación experimental sobre la reutilización del concreto endurecido y demolido llevándolos a proceso de trituración y selección en granulares y arena, para convertirlos en materiales aptos sin adición de materiales convencionales para obtener concretos de diferentes resistencias.

El aporte de la investigación acotada es que guarda relación y brinda una orientación adicional al presente trabajo de grado, en lo que respecta al análisis de resultados de las herramientas aplicadas para la recolección de datos.

Jordán y Viera. (2014). “**Estudio de la resistencia del concreto utilizando como agregado el concreto reciclado de obra**”. Trabajo de investigación presentado ante la Universidad Nacional del Santa de Perú (Nuevo Chimbote), en la facultad de ingeniería para optar por el título de Ingeniería civil, tienen como objetivo conocer los procesos de variación del

comportamiento estructural del concreto, elaborados con diferentes porcentajes de agregados gruesos reciclados, para su respectiva reutilización, determinando las resistencias a la compresión.

El aporte a la presente investigación radica en que permitió profundizar conocimientos en el comportamiento estructural del concreto reciclado el cual ayudó a obtener una investigación más precisa y así poder tener mejores resultados.

2.1.2 Antecedentes Nacionales

Montilla, Porto, Romero Gabriel, et al. (2016) realizaron un trabajo de grado **“Análisis del concreto con agregado grueso reciclado en obras civiles de Venezuela en un periodo de quince años”** en el instituto universitario politécnico Santiago Mariño Venezuela (Extensión Mérida). De la facultad de ingeniería para optar al título de ingeniería civil, cuyo objetivo fue analizar el concreto como agregado grueso reciclado en obras civiles de Venezuela, cómo se determina el empleo de ello en el área de la construcción dependiendo de su resistencia específica y establecer las normas constructivas referentes al agregado grueso del concreto reciclado.

Con el aporte de este trabajo se pudo obtener información valiosa en cuanto a las normas constructivas que se deban tomar en cuenta a la hora de utilizar el concreto reciclado en un proyecto nuevo el cual nos brindaría una mejor investigación.

Aguirre. y Briceño. (2012) realizaron un trabajo de grado titulado **“Evaluación de la resistencia a la tracción por flexión del concreto para pavimentos rígidos, adicionando diferentes dosificaciones de fibra metálica”** en la Universidad de Carabobo. En la facultad de ingeniería, escuela de ingeniería civil para optar por el título de ingeniero civil, su investigación se basó en el estudio de cómo inciden las variaciones en la dosificaciones de fibra metálica dramix en mezclas de concreto para pavimentos elaborados con agregados comunes de la región del estado de Carabobo, es una investigación

tipo descriptiva ya que da a conocer la variabilidad que se presenta una mezcla de concreto de acuerdo a las cantidades de dosis de fibra que se utilizó en el diseño.

Este trabajo de grado contribuyó, brindando una perspectiva del comportamiento del concreto cuando a este se le agrega un material el cual modifica su mezcla original o composición.

Ramírez y Santana. (2012) realizaron un trabajo de grado titulado **“Características del concreto con sustitución de agregados tradicionales, por aliven fino y aliven molido”** en la Universidad de Carabobo, Valencia. En la facultad de ingeniería, escuela de ingeniería civil para optar al título de ingeniero civil, Este trabajo tuvo como finalidad obtener las características del concreto con sustitución de los agregados tradicionales, por aliven fino y aliven molido. Se realizaron diferentes mezclas de concreto con el propósito de producir un concreto liviano para así observar el comportamiento, sus propiedades y comparar algunas de sus características, también evaluaron que tan eficiente y seguro puede llegar a ser el material si se varían las proporciones de aliven.

El presente trabajo otorga información sobre el comportamiento, propiedades y algunas características que se observan al sustituir los agregados tradicionales en la mezcla de concreto (en este caso los agregados finos), brindando la orientación a seguir para el trabajo de investigación donde también se hace una variación a la mezcla tradicional del concreto, en este caso el agregado grueso.

2.2 Bases Teóricas

Hernández, Fernández y Baptista (2006) expresan que “una vez planteado el problema de estudio, es decir, cuando ya se poseen objetivos y preguntas de investigación, el siguiente paso consiste en sustentar teóricamente el estudio, etapa que algunos autores también denominan elaboración de las bases teóricas”. Por otra parte, según Balestrini (1997) “Las bases teóricas resumen investigaciones

relacionadas con el problema y discute su importancia para el análisis del mismo”. A continuación, se definen los referentes teóricos necesarios para que el lector comprenda claramente la intención de la investigación en todas sus fases.

2.2.1 Factibilidad

Un estudio de factibilidad es el que hace una empresa para determinar la posibilidad de poder desarrollar un negocio o un proyecto que espera implementar. No obstante, este tipo de estudio le permite a la empresa conocer si el negocio o proyecto que espera emprender le pueda resultar favorable o desfavorable. También le ayuda a establecer el tipo de estrategias que le pueden ayudar para que pueda llegar a alcanzar el éxito. Es decir, en pocas palabras el estudio de factibilidad permite conocer si el negocio o proyecto se puede hacer o no se puede hacer, cuáles son las condiciones ideales para realizarlo y cómo podría solucionar las dificultades que se puedan presentar.

2.2.2 Reciclaje

El reciclaje es el proceso mediante el cual los desechos se convierten en nuevos productos o en recursos materiales con el que fabricar otros productos. De esta forma, los residuos se someten a un proceso de transformación eco-ambiental para poder ser aprovechados en algún proceso de fabricación, reduciendo el consumo de materias primas y ayudando a eliminar residuos.

2.2.3 Concreto de Reciclaje

El concreto reciclado se caracteriza básicamente por contar con agregados de concreto reciclado, el cual se mezcla con cemento, agregado natural (grava y arena), agua y aditivos para obtener un concreto de características físicas y mecánicas similares a las del concreto tradicional.

2.2.4 Agregado

Se denominan agregados o áridos al conjunto de gránulos, granos o partículas inertes que por su origen, tamaño y naturaleza están destinados a ser aglomerantes, y que en presencia del agua y el cemento forman el llamado concreto u hormigón.

2.2.5 Origen del 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 a bordes 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 Panteón.

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.

2.2.6. Concreto

El concreto u hormigón es un material compuesto empleado en construcción, formado esencialmente por un aglomerante al que se añade áridos (agregado), agua y aditivos específicos. El aglomerante en la mayoría de las ocasiones es cemento,

mezclado con una proporción adecuada de agua para que se produzca una reacción de hidratación. Las partículas de agregados dependen fundamentalmente de su diámetro medio, los áridos se clasifican en grava, gravilla y arena. La sola mezcla de cemento con arena y agua sin la participación de un agregado se denomina mortero.

2.2.6.1 Materiales que conforman el concreto

El concreto es el resultado de una mezcla de materiales los cuales son:

- Arena: Es un conjunto de fragmentos sueltos de rocas o minerales de tamaño pequeño. En geología se denomina arena al material compuesto de partículas cuyo tamaño varía entre 0,063 y 2mm. Una partícula individual dentro de este rango es llamada grano o clasto de arena. La arena es un árido que se obtiene por desintegración o trituración, de forma natural o artificial de rocas, reciben el nombre de áridos silíceos, calizos, graníticos etc. Según el origen de donde se obtiene. La mejor arena para concreto es la arena de río la cual da una mejor resistencia de concreto, la arena obtenida por trituración artificial posee granos fragmentados y tiene una leve capa de polvo que puede intervenir en el conglomerado.
- Grava: En geología y en construcción, se denomina grava a las rocas formadas por clastos de tamaño comprendido entre 2 y 64 milímetros. Pueden ser producidas por el ser humano, en cuyo caso suele denominarse (piedra partida o picada), o resultado de procesos naturales. En este caso, además, suele suceder que el desgaste natural producido por el movimiento en los lechos de ríos haya generado formas redondeadas naturales que no son cantos rodados. Este material es un triturado que cumple unas dimensiones superiores a los 5mm por lo general producida por la minería en un depósito de roca, también es muy utilizada la piedra de río la cual es utilizada en concretos para pisos, cimientos y ciclópeos. La grava cumple el objetivo en el

concreto de brindarle volumen y resistencia, por lo cual la selección del tipo de grava es importante dependiendo la estructura en la cual será vaciado el concreto y la resistencia de esta. La piedra angular o triturado cumple una buena función en concretos estructurales por ser más uniforme en sus dimensiones.

- Cemento: Es un material pulverulento que por sí mismo no es un aglomerante, al ser mezclado con agua este se hidrata y se convierte en una pasta moldeable con propiedades adherentes que en pocas horas fragua y se endurece, tornándose en un material de consistencia pétreo. El cemento Portland como es conocido generalmente, es un material aglutinante y reacciona con el agua, está formado de piedra caliza y arcilla como base, además de sílice, alúmina y óxido de hierro. Estos compuestos dan propiedades al cemento según las cantidades proporcionadas. El resultado de la trituración de estos materiales produce el Clinker, por último, se agrega el yeso el porcentaje pequeño que actúa como retardante y permite fraguar al añadirle agua y posteriormente endurecer.
- Agua: El agua es una sustancia que se compone por dos átomos de hidrógeno y un átomo de oxígeno (H_2O) y se puede encontrar en estado sólido (hielo), gaseoso (vapor) y líquido (agua). El agua es muy importante en la resistencia y consistencia del concreto, en su preparación y posterior curado del concreto. El agua debe estar limpia y no debe poseer sustancias como aceites o sales, esto puede perjudicar el tiempo en que el concreto llega a su máxima resistencia, las únicas mezclas que se deben realizar con el agua son los aditivos de concretos antes mencionados que son especializados para morteros y hormigones. El porcentaje de agua debe ser justa para cumplir las resistencias de cada concreto.

- Aditivos de Concreto: El uso de aditivo para concreto es muy común, son utilizados para mejorar las propiedades del concreto y también dependiendo de las condiciones del lugar donde se está realizando la obra, algunos sitios pueden ser muy fríos, altas temperaturas o sitios costeros donde se encuentre presenta sales de cloro. Los tiempos de entrega o el desencofrado son otro de los factores por los cuales utilizan estos aditivos, Los más comunes los acelerantes, impermeabilizantes, inclusores de aire, inhibidores de corrosión, antedslave y adherencia.

2.2.7. Como se hace el Concreto

En el mundo de la construcción suelen haber 3 formas de realizar la mezcla de concreto las cuales son:

- Hecha por mano de obra calificada (obrero), la cual es la más usada debido a ser la más económica ya que viene incluido con el pago al trabajador sin especificar propósito. (ver figura 1)



Figura 1. Preparación mezcla de concreto de forma convencional.

Fuente:

https://repositorio.sena.edu.co/sitios/albanileria_restauracion_edificaciones/procesos_procedimientos_para_la_construccion.html - Mezcla de Concreto

- Hecha por Maquinaria Pesada, la cual vienen a ser las mezcladoras o llamadas Tambor las cuales se encargan mediante un proceso rotatorio mezclar los materiales que conforman el concreto, pero de igual manera necesita de la

asistencia de mano de obra calificada (obrero) para introducir a los maquina los materiales y retirar la mezcla cuando ya sea necesario. (ver figura 2)



Figura 2. Preparación mezcla de concreto mediante tambor rotatorio.

Fuente: https://www.ecured.cu/Mezcladora_de_Cemento - Mezcladora de Cemento.

- Hecha por una Planta de Concreto u Hormigón; en donde se hace el mismo proceso ya mencionado, pero a mayor escala saliendo con el producto directamente a camiones transportadores de concreto (camión trompo mezclador) hasta el sitio de descarga. (ver figura 3 y 4)

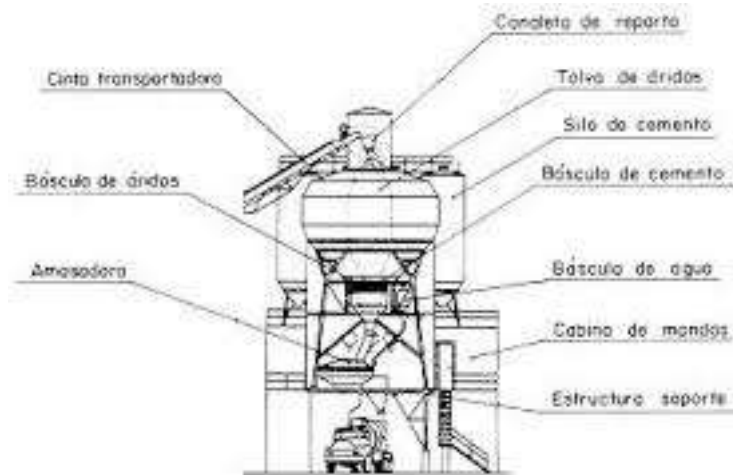


Figura 3. Fabricación de concreto mediante proceso industrial.

Fuente: https://www.insst.es/documents/94886/326853/ntp_094.pdf/ce8b1c87-1482-4d02-8418-dcdf25f68c57 – Fabrica de Concreto.

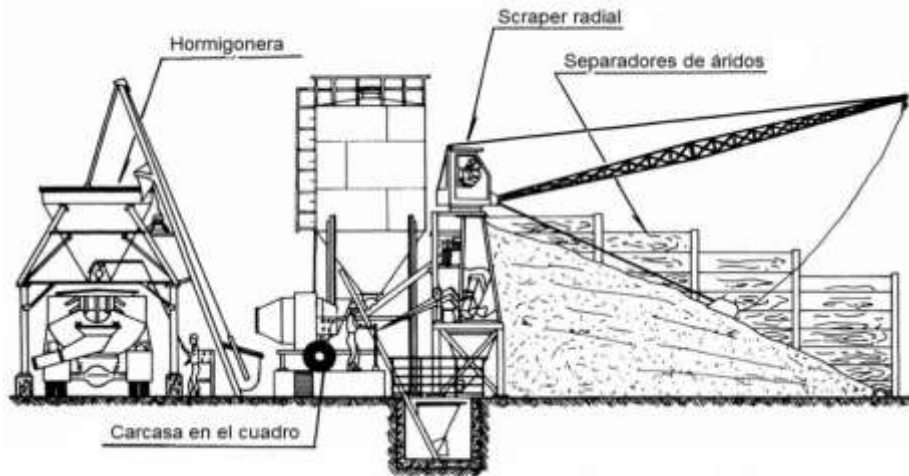


Figura 4. Esquema de Planta de Fabricación de Concreto.
 Fuente: <https://victoryepes.blogs.upv.es/tag/planta-de-hormigon/> – Planta de Fabricación de Concreto.

2.2.8 Planta de Concreto

Es una instalación utilizada para la fabricación del concreto u hormigón a partir de la materia prima que lo compone: árido (arenas y gravillas), cemento y agua (también puede incluir otros componentes como filler, fibras de refuerzo o aditivos). Estos componentes que previamente se encuentran almacenados en la planta de hormigón, son dosificados en las proporciones adecuadas, para ser mezclados en el caso de centrales amasadoras o directamente descargados a un camión hormigonera en el caso de las centrales dosificadoras.

Las plantas de concreto u hormigón se pueden clasificar desde varios puntos de vistas:

- Según el tipo de concreto u hormigón que producen
- Plantas de mezclado: para la producción de concreto u hormigón amasado. Incluyen una amasadora, que es la encargada de homogeneizar la mezcla de concreto u hormigón.
- Plantas de dosificado: para la producción de concreto dosificado, a veces llamado hormigón seco. La principal característica de estas plantas es que carecen de amasadora. La mezcla de componentes dosificados se vierte en un camión hormigonera que es el encargado de homogeneizar la mezcla.

- Plantas de grava cemento: para la producción de una mezcla Semi seca de grava con cemento. Normalmente este tipo plantas realizan la dosificación y pesaje de los componentes en modo continuo.
- Plantas combinadas: para la producción de hormigón amasado y dosificado en una misma planta, mediante la utilización de un sistema de by-passes, que hacen que el concreto pase por la amasadora o directamente se descargue en el camión hormigonera.
 - Según la movilidad de la planta:
- Plantas fijas: son las instalaciones destinadas a un centro productivo con una localización fija. La estructura de la planta se diseña e instala de con la idea de no ser trasladada a lo largo de la vida útil de la instalación.
- Plantas móviles: son las instalaciones destinadas a trabajar en una obra o proyecto concreto. Tras la finalización de este, la planta es desmontada, trasladada y ensamblada en otro lugar de trabajo. La estructura de la planta suele incorporar un tren de rodadura, de manera que se necesita solamente una cabeza tractora para realizar el transporte de las principales partes de la planta.
- Plantas modulares: aquellas instalaciones destinadas a trabajar en varias localizaciones diferentes a lo largo de su vida útil, al igual que las plantas móviles. En este caso, la planta no se fabrica con sistema de rodadura, sino que se diseña en diferentes módulos estructurales, fácilmente transportables mediante medios estandarizados (plataformas, contenedores, flat-racks...) El montaje de los diferentes módulos es rápido, ya que todos los elementos de la instalación están previamente preinstalados dentro de cada módulo.
 - Según el sistema de acopio de áridos:
- Según el lugar donde se almacenan los áridos que serán utilizados en el proceso de fabricación, tenemos dos tipos de plantas:
- ❖ Plantas verticales: En este tipo de plantas, el acopio de áridos se realiza en la parte superior de la planta, de manera que debe hacerse una elevación de los mismos previa al almacenamiento. La ventaja de este sistema es que los áridos se

encuentran justo por encima del nivel de amasado/dosificado, de manera que la descarga de estos en el momento justo en que se demandan es muy rápida, obteniendo de esta manera grandes producciones y buenos rendimientos sobre la capacidad máxima teórica de la amasadora (en el caso de producción de hormigón amasado)

- ❖ Plantas horizontales: Mediante este otro tipo de planta, el acopio de áridos se realiza a nivel del suelo, y no sobre el nivel de amasado/dosificado de la planta. En el momento en que se demanda el árido para la producción de concreto, éste se dosifica y eleva hasta la planta de concreto. La ventaja de este sistema es que el conjunto estructural de la central resulta más sencillo, al no tener que acopiar una gran cantidad de árido sobre la estructura de la planta. Existen medios para aumentar la producción y el rendimiento mediante este sistema, como puede ser el utilizar transportadores para el árido de mayor capacidad, o la incorporación de tolvas de espera sobre el nivel de amasado, que hacen un pre-stock de árido ya dosificado y pesado, con la cantidad justa que se va a utilizar en el ciclo de amasado.

2.2.8.1 Elementos de una Fábrica de Concreto

En una fábrica de concreto existen diferentes tipos de maquinarias donde cada una cumple una labor en específico, las cuales son:

- Batería de tolvas: Se trata de conjunto de recipientes de gran capacidad (generalmente desde 10m³ hasta 200 m³) en los que se almacena el árido que será utilizado en el proceso de fabricación. El número de recipientes será igual al número de áridos diferentes que se utilicen en la planta (normalmente entre 3 y 8).
- Sistema de pesaje de áridos: Para la correcta dosificación del árido en la central de concreto u hormigón, es necesario un sistema que pese la cantidad programada. Lo más común es utilizar un sistema de cinta pesadora que pesa los diferentes tipos de árido por adición dentro de un mismo ciclo de pesaje, o un sistema de tolvas pesadoras independientes que pesan por separado cada

tipo de árido. El elemento medidor más utilizado es la célula de carga, que va incorporado a cualquiera de los dos sistemas anteriormente mencionados.

- Sistema de elevación y transporte de áridos: Para elevar y transportar los áridos bien sea antes del acopio, o después del mismo, se utilizan diferentes soluciones. Las más habituales son las cintas transportadoras, que es el sistema más fiable y con menor mantenimiento. Otra alternativa son los elevadores de cangilones, que ofrecen menos durabilidad, mayor mantenimiento, menor capacidad, aunque en cambio presentan la ventaja de ocupar menor espacio en planta. Una tercera alternativa es la elevación por skip, que transporta el árido mediante ciclos de carga, y presenta una alternativa intermedia en lo referente a ocupación de espacio entre la cinta y el elevador de cangilones.
- Silos de cemento: es el elemento de almacenamiento del cemento y del filler. Sus capacidades van desde los 30 a los 1.000m³. Incorporan sistemas de filtrado de cemento, válvulas de seguridad de sobrepresión, sistemas de niveles de cemento y sistemas fluidificadores, para evitar la aparición de bóvedas en la masa de cemento almacenado. La extracción del cemento, se realiza mediante alimentadores alveolares o directamente por gravedad.
- Transportadores de cemento: El método más utilizado es el transportador de tornillo sinfín.
- Sistema de pesaje de cemento: Se utiliza báscula o tolva pesadora con células de carga incorporadas.
- Sistema de pesaje de agua: Se utiliza báscula o tolva pesadora con células de carga incorporadas. Como alternativa más económica puede utilizarse un contador de agua, que realiza una medición volumétrica.
- Amasadora: Utilizada en las plantas de hormigón amasado. Dependiendo del tipo de concreto a producir, de la viscosidad del mismo, del nivel de homogeneización deseado, del tamaño de los áridos, se utilizará un tipo u otro de amasadora de las disponibles en el mercado. Los principales tipos de

amasadoras son: de doble eje horizontal, de eje vertical, planetario, de tambor y continuo.

- Sistema de control: Las plantas de hormigón son instalaciones completamente automatizadas, con sistemas integrados de control de peso y producciones. El gobierno de los elementos de la planta se realiza mediante sistemas PLC o mediante micro procesadores.
- Existen otros elementos más o menos utilizados en las plantas de hormigón, como pueden ser los sistemas de dosificación de aditivos, sistema de dosificación de fibras, sistemas neumáticos de carga de cemento, etc. Su incorporación o no dependerá de cada planta y del tipo de hormigón a fabricar.

2.2.9 Tipos de Concreto y usos

Podemos encontrar diversos tipos de concretos específicos para diferentes proyectos, conocer sus diferencias es muy importante en el momento de utilizarlo en una obra, difieren en sus características como la resistencia, terminado, durabilidad, fraguado, lugares donde será vaciado el concreto y tiempo en el que alcanzará su resistencia máxima, a continuación, describimos algunos de estos:

- Concreto Simple: Este tipo de concreto no tiene armadura de refuerzo. Generalmente, es utilizado para la construcción de veredas y pavimentos pequeños de poco tráfico. Este tipo de concreto básicamente utiliza cemento de uso general que cumple con las resistencias de este concreto.
- Concreto Ciclópeo: Es también un concreto simple pero compuesto por grandes piedras o bloques. No contiene armadura y es utilizado en cimientos corridos, bases, rellenos o algunos muros de contención que no requieren una alta resistencia. Este ciclópeo en construcciones pequeñas es utilizado comúnmente como una base en terrenos sueltos

o con humedad, el ciclópeo cumple la función de base y prevención de humedades futuras en los muros.

- Concreto Estructural o Armado: Este tipo de concreto es estructural y tiene armadura de refuerzo (acero) para obtener mayor resistencia en las edificaciones, tales como: columnas, vigas y losas. El concreto simple y ciclópeo cumplen bien con las fuerzas de compresión, pero no se comporta bien con las fuerzas de tracción, flexión, cortante etc. El concreto reforzado se comporta bien con diferentes tipos de fuerzas, pero el diseño de la estructura en acero debe ser realizado por ingeniero calculista.
- Concreto Hidráulico: Es un concreto rígido, es impermeable y no absorbe el agua aun en condiciones de mucho sol, un concreto normal con el tiempo absorbe agua y se rompe o cuartea, este tipo de concreto es más resistente a la intemperie. Este tipo de concreto es utilizado en represas, tanques y estructuras que trasportan agua.
- Concreto Premezclado: Se dosifica en planta, que puede ser mezclado en la misma o en camiones mezcladores, para después ser transportado a la obra. Existe una gran variedad de concretos premezclados, según la necesidad específica de cada obra: de alta resistencia, de resistencia acelerada, de baja permeabilidad, de fraguado acelerado, liviano, entre otros.
- Concreto Prefabricado: Utilizado para elementos de concreto simple o armado, fabricados en un lugar diferente a su posición final en la estructura. Este concreto prefabricado se utiliza comúnmente en tapas, placas de losas, objetos como separadores de tránsito o sillas para lugares públicos.
- Concreto Polimérico: Este tipo de concreto es una mezcla endurecida de varios agregados secos y una resina sintética que se usa como

agente aglomerante (No se utiliza cemento). Al estar compuestos de esta manera, forma una matriz tridimensional reforzada con fibra de vidrio que al ser catalizado se obtiene rápidamente un compuesto sólido de muy alta resistencia a la compresión. Sus principales ventajas son: Una resistencia mayor al concreto hidráulico, mucho más ligero que los concretos tradicionales, impermeable y aislante eléctrico.

- Concreto de Vacío: El concreto vertido en una moldura que se encuentra equipada con una alfombra al vacío para así eliminar el agua o los elementos no necesarios para la colocación del concreto, en esta moldura, el concreto logra una resistencia de 28 días evitando que esta se seque. Las imperfecciones elásticas y de convulsión son ampliamente mayores que para un concreto de peso normal.
- Concreto Antibacteriano: Es un concreto especial con el cual se logra controlar el desarrollo de bacterias. Con este los ambientes en laboratorios, hospitales y restaurantes se logran mantener limpios.
- Concreto Auto-Compactante: Este concreto posee un alto flujo que es dado por las mezclas químicas que le compone, o sea, por los plastificantes empleados. Este por dicho flujo puede ser auto-nivelado con gran facilidad, eliminando así cualquier necesidad de vibración. Contiene muy poco aire, lo cual le hace ofrecer una alta compactación.
- Concreto Contech: Se trata de concretos fluidos, de fraguado y resistencia acelerada, que son ideales para su uso en sistemas industrializados de acabados perfectos y de rotación de formaleta rápida.
- Concreto de fraguado rápido: Con este concreto se logra acelerar el desarrollo de cualquier obra, ya que logra secarse en muy corto tiempo, donde las cimbras podrán ser retiradas en un tiempo más rápido. Se puede emplear tanto en edificaciones como en

infraestructura, siendo ideal para reparar proyectos de circulaciones de medios de transporte, como son las pistas de aterrizajes y las carreteras. Es un concreto que también se destaca por su gran resistencia a los ácidos y por su excelente durabilidad.

- Concreto Poroso: Se trata de un material muy permeable donde el agua se puede filtrar a través de él, evitando así que se produzcan inundaciones, y a la vez que se generen concentraciones de calor de 4°C. Con este concreto los derrapes en caminos mojados se lograrán evitar por completo. Este tipo de concreto se suele utilizar en la construcción de andadores, de estacionamientos y de orillas de alberca.

También existen concretos ecológicos tales como:

- Concreto Arquitectónico o Coloreado: Utilizado en construcciones con elementos cara vista y puede solicitarse en la tonalidad que se desee. La resistencia varía de acuerdo con especificación del proyecto, sus costos son variables, no sólo por el pigmento empleado en su coloración, sino también por la complejidad en la logística que conlleva el proceso de producción para evitar el cambio de tonalidad en todo el volumen despachado.
- Concreto Permeable: Conocido como “concreto ecológico”, “verde” o sostenible, permite que el agua fluya a través de su estructura, permitiendo recuperar el agua y evitar la desertificación de los suelos. Principalmente, se emplea para la construcción de estacionamientos, piletas, pistas, veredas, ciclo vías, entre otras.

2.2.10 Resistencia del concreto

Su resistencia viene siendo la fuerza a compresión simple es la característica mecánica principal del concreto, el cual se define como la capacidad para soportar una carga por unidad de área, y se expresa en términos

de esfuerzo, generalmente en kg/cm^2 , MPa y alguna frecuencia en libras por pulgadas cuadrada (psi).

2.2.11 Durabilidad del concreto

La capacidad para comportarse satisfactoriamente frente a las acciones físicas y químicas agresivas a lo largo de la vida útil de la estructura protegiendo también las armaduras y elementos metálicos embebidos en su interior. no solo hay que considerar los efectos provocados por las cargas y sollicitaciones, sino también las condiciones físicas y químicas a las que se expone. Por ello se considera el tipo de ambiente en que se va a encontrar la estructura y que puede afectar a la corrosión de las armaduras, ambientes químicos agresivos, zonas afectadas por ciclos de hielo-deshielo, entre otros.

Para garantizar la durabilidad del hormigón y la protección de las armaduras frente a la corrosión es importante realizar un hormigón con una permeabilidad reducida, realizando una mezcla con una relación agua/cemento baja, una compactación idónea, un peso en cemento adecuado y la hidratación suficiente de este añadiendo agua de curado para completarlo. De esta forma se consigue que haya los menos poros posibles y una red capilar interna poco comunicada y así se reducen los ataques al hormigón.

En los casos de existencia de sulfatos en el terreno o de agua de mar se deben emplear cementos especiales. Para prevenir la corrosión de armaduras hay que cuidar el recubrimiento mínimo de las mismas.

2.2.12 Sostenibilidad

De acuerdo con lo que cita la ONU (Organización de las Naciones Unidas) en su Informe titulado “Nuestro futuro común” (1987), define a la sostenibilidad como satisfacción de las necesidades actuales sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer las suyas, garantizando el equilibrio entre crecimiento económico, cuidado del medio ambiente y bienestar social.

Actualmente mucho de los retos a lo que se enfrenta en ser humano tales como el cambio climático o la escasez de agua solo se puede resolver desde una perspectiva

global y promoviendo el desarrollo sostenible. Consta de tres pilares, el desarrollo sostenible trata de lograr, de manera equilibrada, el desarrollo económico, el desarrollo social y la protección del medio ambiente.

2.2.13 Concreto reciclado

Se caracteriza básicamente por contar con agregados de concreto reciclado que son producto de obras que fueron derrumbadas y se convirtieron en desecho, la preparación de este tipo de concreto es muy similar al tradicional cuya diferencia es que su agregado natural como la grava y arena, el cual viene siendo el concreto reciclado.

2.2.14 Granulometría

Es el estudio de la distribución estadística de los tamaños de una colección de elementos de un material sólido fraccionado o de un líquido multifario. El análisis granulométrico es el conjunto de operaciones cuyo fin es determinar la distribución del tamaño de los elementos que componen una muestra. La distribución del tamaño de las partículas es la representación, en forma de tablas, números o gráficos, de los resultados obtenidos experimentalmente. El análisis de la distribución estadística de la forma del grano a veces se asocia con el análisis del tamaño de partícula, mediante un sistema de correlación basado en el granulomorfismo de la muestra.

En la práctica los pesos de cada tamaño se expresan como porcentajes retenidos en cada malla con respecto al total de la muestra. Estos porcentajes retenidos se calculan tanto parciales como acumulados, en cada malla, ya que con estos últimos se procede a trazar la gráfica de valores de material. El ensayo trata básicamente de separar una muestra de agregado seco de masa conocida, a través de una serie de tamices de aberturas progresivamente menores, con el objeto de determinar los tamaños de las partículas.

2.2.14.1 Grafica granulométrica.

La curva granulométrica es una representación gráfica de los resultados del ensayo de granulometría. Se representa gráficamente en un papel denominado "log-

normal" por tener en la horizontal una escala logarítmica, y en la vertical una escala natural.

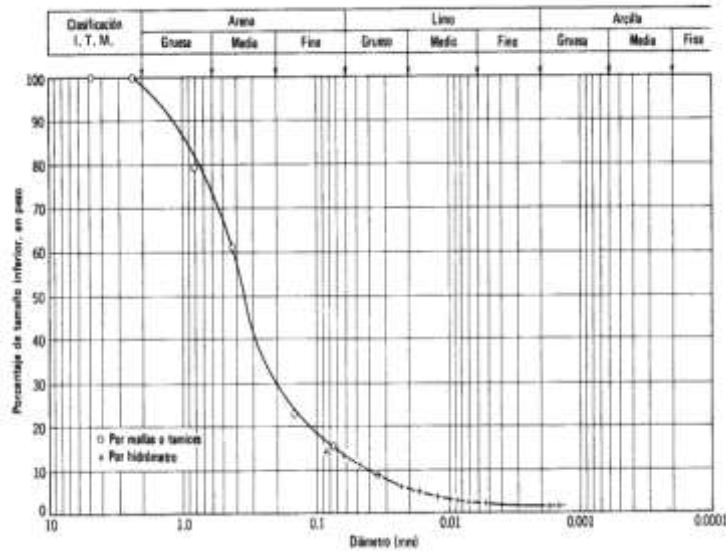


Figura 5. Gráfica Granulométrica
 Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/Curva_granulom%C3%A9trica

La información obtenida del análisis granulométrico se presenta en forma de curva, donde el porcentaje que pasa es graficado en las ordenadas y el diámetro de las partículas en las abscisas. A partir de la curva anterior, se pueden obtener diámetros característicos tales como el D10, D30, D60, D85, etc. El D se refiere al tamaño del grano, o diámetro aparente de la partícula y el subíndice (10, 30, 60, 85) se denota el porcentaje de material más fino.

2.2.15 Impurezas Orgánicas

Es un producto de degradación para el que no se ha logrado una caracterización estructural y que se define únicamente por sus propiedades analíticas cualitativas. La detección del alto contenido orgánico en la arena se lleva a cabo con facilidad por medio de la prueba colorimétrica con hidróxido de sodio, que detalla la norma ASTM

C 40. Algunas impurezas en la arena pueden dar indicación de un elevado contenido orgánico, pero, en realidad, no es dañino.

En resumen, la prueba consiste en colocar al interior de unos botes de vidrio claros y transparentes un determinado volumen de arena, añadiendo a continuación una solución de hidróxido de sodio al 3% en un volumen ligeramente mayor que el de la arena. Se tapa el bote se agita vigorosamente de forma tal que la solución se mezcle completamente con todas las partículas de arena y se deja reposar. Al cabo de 24 horas se observa la intensidad de coloración de la solución que está por encima de la arena y se compara a trasluz con un color patrón que puede generarse elaborando una solución de dicromato de potasio grado reactivo ($K_2Cr_2O_7$) en ácido sulfúrico concentrado (de gravedad específica 1.84) en una relación de 0.250 g/100 ml de ácido (cuya elaboración no debe ser de más de 2 horas).

Si el color del líquido por encima de la muestra de arena es más claro, más oscuro o igual al color de la solución de color patrón. También puede compararse con una placa orgánica de colores la cual contiene 5 vidrios colores estándar montados en un plástico perforado de tonos que van amarillo claro a café oscuro y numeradas del 1 (más claro) al 5 (más oscuro) y cuyo color patrón es el color No. 3.



Figura 6. Ensayo para determinar impurezas

Fuente: www.uca.edu.sv/mecanica-estructural/materias/materialesCostruccion/guiasLab/ensayoAgregados/IMPUREZA S.pdf - Impurezas orgánicas.

2.2.16 Agregados Gruesos

Es uno de los principales componentes del hormigón o concreto, por este motivo su calidad es sumamente importante para garantizar buenos resultados en la preparación de estructuras de hormigón. El agregado grueso estará formado por roca o grava triturada obtenida de las fuentes previamente seleccionadas y analizadas en laboratorio, para certificar su calidad. El tamaño mínimo será de 4,8 mm. El agregado grueso debe ser duro, resistente, limpio y sin recubrimiento de materiales extraños o de polvo, los cuales, en caso de presentarse, deberán ser eliminados mediante un procedimiento adecuado, como por ejemplo el lavado.

2.2.17 Agregados Finos

El agregado fino o arena se usa como llenante, además actúa como lubricante sobre los que ruedan los agregados gruesos dándole manejabilidad al concreto. Un buen agregado fino al igual que el agregado grueso debe ser bien gradado para que pueda llenar todos los espacios y producir mezclas más compactas.

2.2.18 Tamiz

Instrumento compuesto de un aro y de una tela, por lo común de cerdas, más o menos clara, que cierra la parte inferior. Sirve para separar las partes finas de las gruesas de los gránulos de yeso, cemento, arena, etc.

2.2.19 Módulo de finura

Es un índice que sirve para clasificar los agregados en función de su granulometría. Es la suma de los porcentajes retenidos acumulados por la malla Numero 4, 8, 16, 30, 50 y 100, esta suma es dividida por 100. Existen unas medidas estándar en donde la arena gruesa debe estar entre 2.5 a 3.5, la arena fina entre 1.5 a 2.5 y por último la arena muy fina ente 0.5 a 1.5, estas medidas son en milímetros.

2.2.20 Densidad aparente

Es la de un material o un cuerpo es la relación entre el volumen y el peso seco, incluyendo huecos y poros que contengan, aparentes o no. Los factores que afectan a la densidad aparente son la composición y la estructura. Por ejemplo, suelos arenosos tienden a tener densidades mayores que suelos más finos, al mismo tiempo en suelos

bien estructurados los valores son menores. La densidad aparente del suelo es un buen indicador de importantes características del suelo, tales como porosidad, grado de aireación y capacidad de drenaje.

2.2.21 Sostenibilidad ambiental

Es la tasa de aprovechamiento de los recursos renovables, la creación de contaminación y el agotamiento de los recursos no renovables, que puede continuar indefinidamente, ya que, si no existe la continuidad, entonces no son sostenibles. Busca proteger el entorno donde se desarrolla el hombre y minimizar en el mayor grado posible el efecto o impacto de las actividades del ser humano. En él pone especial interés en el cuidado del agua, el uso racional de la energía y los combustibles, y la reutilización de los recursos.

2.2.22 Impacto ambiental por el uso de concreto reciclado

Los agregados reciclados tienen propiedades similares a las del concreto ordinario virgen. Como tal, generalmente no es mucha la diferencia en el impacto desde la perspectiva de la fase de uso. Comparado con otros materiales de construcción, la masa térmica del concreto permite lograr ahorros de energía durante la operación de un edificio construido con concreto, ya que se necesita menos energía para su calefacción y enfriamiento que para muchos otros materiales.

Mucho de la discusión alrededor del desarrollo sostenible se centra en la reducción de las emisiones de gases con efecto invernadero. No obstante, como se ha discutido con anterioridad, el reciclaje de concreto presenta muy pocas oportunidades en este sentido. Las reducciones de emisiones de gases con efecto invernadero se pueden lograr cuando un material o proceso con una gran huella de carbono es sustituido por uno con una huella menor.

Reciclar el concreto en forma de agregados no tiende a producir este tipo de reducciones en comparación al uso de agregados naturales, con excepción de las reducciones que puedan lograrse en materia de requerimientos de transporte. Las investigaciones indican que durante periodos extendidos el concreto, especialmente el

concreto triturado puede carbonatar, y así, reabsorber CO₂. No obstante, no existen datos contundentes al respecto y los cálculos e investigaciones apenas comienzan.

2.3 Bases Legales

Según Villafranca D. (2002) “Las bases legales no son más que leyes que sustentan de forma legal el desarrollo del proyecto” explica que las bases legales “son leyes reglamentos y normas necesarias en algunas investigaciones cuyo tema así lo amerite”. A continuación, se mostrarán las leyes que sustentan esta investigación. El primer lugar, la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela de año 1999.

2.3.1. Constitución de la República Bolivariana de Venezuela

La Constitución de la República Bolivariana de Venezuela es la Carta Magna vigente en Venezuela, adoptada el 15 de diciembre de 1999 mediante un referéndum popular. Se compone de un Preámbulo de 350 artículos, divididos en 9 Títulos, 33 Capítulos, las Disposiciones Derogatorias, Transitorias y Finales.

2.3.1.1. Capítulo IX Derechos Ambientales

- **Artículo 127.** Es un derecho y un deber de cada generación proteger y mantener el ambiente en beneficio de sí misma y del mundo futuro. Toda persona tiene derecho individual y colectivamente a disfrutar de una vida y de un ambiente seguro, sano y ecológicamente equilibrado. El Estado protegerá el ambiente, la diversidad biológica, genética, los procesos ecológicos, los parques nacionales y monumentos naturales y demás áreas de especial importancia ecológica. El genoma de los seres vivos no podrá ser patentado, y la ley que se refiera a los principios bioéticos regulará la materia. Es una obligación fundamental del Estado, con la activa participación de la sociedad, garantizar que la población se desenvuelva en un ambiente libre de contaminación, en donde el aire, el agua, los suelos, las costas, el clima, la capa de ozono, las especies vivas, sean especialmente protegidos, de conformidad con la ley.

- **Artículo 128.** El Estado desarrollará una política de ordenación del territorio atendiendo a las realidades ecológicas, geográficas, poblacionales, sociales, culturales, económicas, políticas, de acuerdo con las premisas del desarrollo sustentable, que incluya la información, consulta y participación ciudadana. Una ley orgánica desarrollará los principios y criterios para este ordenamiento.
- **Artículo 129.** Todas las actividades susceptibles de generar daños a los ecosistemas deben ser previamente acompañadas de estudios de impacto ambiental y socio cultural. El Estado impedirá la entrada al país de desechos tóxicos y peligrosos, así como la fabricación y uso de armas nucleares, químicas y biológicas. Una ley especial regulará el uso, manejo, transporte y almacenamiento de las sustancias tóxicas y peligrosas. En los contratos que la República celebre con personas naturales o jurídicas, nacionales o extranjeras, o en los permisos que se otorguen, que involucren los recursos naturales, se considerará incluida aun cuando no estuviera expresa, la obligación de conservar el equilibrio ecológico, de permitir el acceso a la tecnología y la transferencia de la misma en condiciones mutuamente convenidas y de restablecer el ambiente a su estado natural si éste resultara alterado, en los términos que fije la ley.

Ley Orgánica del Ambiente (2006)

TÍTULO I

- **Artículo 11.** Corresponde al Estado por órgano de las autoridades competentes, garantizar la incorporación de la dimensión ambiental en sus políticas, planes, programas y proyectos para alcanzar el desarrollo sustentable.
- **Artículo 12.** El Estado conjuntamente la sociedad, deberá orientar sus acciones para lograr una adecuada calidad ambiental que permita alcanzar condiciones que aseguren el desarrollo y el máximo bienestar de los seres

humanos, así como el mejoramiento de los ecosistemas, promoviendo la conservación de los recursos naturales, los procesos ecológicos y demás elementos del ambiente, en los términos establecidos en esta ley.

2.4 Definición de Términos Básicos

La Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales Ezequiel Zamora (2006) plantea que la definición de términos, consiste en establecer el significado específico y según el contexto a los conceptos principales, involucrados en el problema formulado.

Cemento: Es un polvo fino que se obtiene de la calcinación a 1,450°C de una mezcla de piedra caliza, arcilla y mineral de hierro. El producto del proceso de calcinación es el Clinker (principal ingrediente del cemento), que se muele finamente con yeso y otros aditivos químicos para producir cemento.

Fabricación: Es el conjunto de operaciones necesarias para modificar las características de las materias primas.

Construcciones: En los campos de la arquitectura e ingeniería, la construcción es el arte o técnica de fabricar edificios e infraestructuras. En un sentido más amplio, se denomina construcción a todo aquello que exige, antes de hacerse, disponer de un proyecto y una planificación predeterminedada.

Maquinaria: Se denomina maquinaria al conjunto de máquinas que se aplican para un mismo fin y al mecanismo que da movimiento a un dispositivo.

Resistencia de los materiales: Se entiende como la capacidad que tienen los distintos materiales para resistir los distintos esfuerzos y fuerzas a los cuales pueden ser sometidos sin llegar a romperse, obtener deformaciones permanentes o llegar a deteriorarse.

Material sostenible: Se denomina sostenible a aquellos materiales que sean duraderos y que necesiten un escaso mantenimiento, que puedan reutilizarse, reciclarse o recuperarse.

Aprovechamiento sustentable: Proceso enfocado a la utilización de los recursos naturales y demás elementos de los ecosistemas, de manera eficiente y

socialmente útil, tomando en cuenta la integridad funcional y la capacidad de carga, de tal forma que la tasa de uso sea menor a la capacidad de regeneración.

Manejo: Prácticas destinadas a garantizar el aprovechamiento sustentable y la conservación de los recursos naturales, así como aquéllas orientados a prevenir y minimizar efectos adversos por actividades capaces de degradarlos.

Ejecución de obras civiles: Son el conjunto de actividades que se requieren para la realización de un proyecto, donde se manejan adecuadamente los recursos para su desarrollo, teniendo en cuenta las características técnicas de cada obra a realizarse.

Seguridad: Es un estado en el cual los peligros y las condiciones que pueden provocar daños de tipo físico, psicológico o material son controlados para preservar la salud y el bienestar de los individuos y de la comunidad.

Reciclado: Elaborado a partir de materiales sometidos a un proceso de reciclaje.

Ambiente: Conjunto o sistema de elementos de naturaleza física, química, biológica o socio cultural, en constante dinámica por la acción humana o natural, que rige y condiciona la existencia de los seres humanos y demás organismos vivos, que interactúan permanentemente en un espacio y tiempo determinado.

Gestión del ambiente: Son todas las actividades de la función administrativa, que determinen y desarrollen las políticas, objetivos y responsabilidades ambientales y su implementación, a través de la planificación, el control, la conservación y el mejoramiento del ambiente.

Ambiente ecológicamente equilibrado: Cuando los elementos que lo integran se encuentran en una relación de interdependencia armónica y dinámica que hace posible la existencia, transformación, desarrollo de la especie humana y demás seres vivos.

Ecosistema: Sistema complejo y dinámico de componentes biológicos, abióticos y energía que interactúan como una unidad fundamental.

Impacto ambiental: Efecto sobre el ambiente ocasionado por la acción antrópica o de la naturaleza. **Inventario:** Levantamiento de información cuantitativa y

cualitativa sobre los ecosistemas, la diversidad biológica, los recursos naturales y demás elementos del ambiente.

Estudio de impacto ambiental y socio cultural: Documentación técnica que sustenta la evaluación ambiental preventiva y que integra los elementos de juicio para tomar decisiones informadas con relación a las implicaciones ambientales y sociales de las acciones del desarrollo

Desarrollo sustentable: Es el proceso de cambio continuo y equitativo para lograr el bienestar social, el cual busca el desarrollo integral, para la conservación de los recursos naturales y el equilibrio ecológico, satisfaciendo las necesidades de la población presente, también considerando la futura.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

El concepto de metodología hace referencia al plan de investigación que permite cumplir ciertos objetivos en el marco de una ciencia; para Palella, S. y Martins, F. (2012), “El método es el conjunto de procedimientos que se sigue en las ciencias para hallar la verdad. Es una vía o camino para alcanzar una meta o un fin. Habitualmente se dice que es una guía al servicio del investigador (p.79).”

Asimismo, Tamayo y Tamayo (2014) define al marco metodológico como “un proceso que, mediante el método científico, procura obtener información relevante para entender, verificar, corregir o aplicar el conocimiento” (p. 37). En otras palabras, dicho conocimiento se adquiere para relacionarlo con las variables en estudio.

3.1. 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. Según Arias (2006, p 134). La investigación es de tipo factible.

Según Arias (2006), señala “Que se trata de una propuesta de acción para resolver un problema práctico o satisfacer una necesidad. Es indispensable que dicha propuesta se acompañe de una investigación, que demuestre su factibilidad o posibilidad de realización”.

En esta investigación se diagnosticó factibilidad del uso de concreto de reciclaje como agregado para nuevas construcciones, de esta manera, constata desde la perspectiva teórica – práctica su relevancia y desde la metodológica su posibilidad de aplicación. Se enfoca a su vez en buscar la aplicación del conocimiento obtenido con la finalidad de consolidar el saber, destacando los beneficios que se pueden encontrar, utilizando nuevas herramientas en la construcción con materiales innovadores,

resistentes y reciclados los cuales son recíprocos con el medio ambiente y que a su vez refleje menores costos en lo económico para los interesados.

3.2 Diseño de investigación.

En esta área de la investigación, se realizará una descripción general de los procesos de construcción de la metodología.

Según Arias (2006) “El diseño de la investigación es la estrategia que adopta el investigador para responder el problema planteado. En atención al diseño la investigación se clasifica en documental, investigación de campo e investigación experimental”.

La presente investigación es no experimental, sustentada en una investigación de campo.

Kerlinger y Lee (2002) indican que la investigación no experimental es la búsqueda empírica y sistemática en la que el científico no posee control directo de las variables independientes, debido a que sus manifestaciones ya han ocurrido o a que son inherentemente no manipulables. Se hacen inferencias sobre las relaciones entre las variables, sin intervención directa, de la variación concomitante de las variables independiente y dependiente (p. 504).

Según Arias (2006) una investigación de campo “consiste en la recolección de datos directamente de los sujetos investigados, o de la realidad donde ocurren los hechos (datos primarios), sin manipular o controlar variable alguna” (p. 31)

Debido a estos conceptos, el trabajo de investigación aplica a las definiciones precedentes, además se procedió a la consulta de fuentes secundarias tales como: libros, documentos, páginas web y otros trabajos de investigaciones que fueron señalados en el marco teórico.

3.3 Nivel de la Investigación

El nivel de investigación se refiere al esquema general o marco estratégico que le da unidad, coherencia, secuencia y sentido práctico a todas las actividades que se emprenden para buscar respuesta a un problema y objetivos planteados. Por lo tanto, la Investigación es Descriptiva, según Tamayo y Tamayo. (2006):

La investigación descriptiva, comprende la descripción, registro, análisis e interpretación de la naturaleza actual y la composición o procesos de los fenómenos; el enfoque se hace sobre conclusiones dominantes o sobre como una persona, grupo o cosa que funciona en el presente; la investigación descriptiva trabaja sobre realidades de hecho, caracterizándose fundamentalmente por presentarnos una interpretación correcta.

El presente estudio se basó en diagnosticar la factibilidad que se puede obtener al utilizar concreto de reciclaje, detallando sus características, potenciales usos, limitaciones, métodos de obtención dando como resultado la importancia de introducir y evaluar nuevos métodos que mejorarían la ejecución de obras civiles.

3.4 Población y Muestra.

Tamayo y Tamayo, (2006), indican que “La población se define como la totalidad del fenómeno a estudiar donde la unidad de población posee una característica común la cual se estudia y da origen a los datos de la investigación”. De acuerdo a lo anterior expuesto, la población de estudio está constituida por el concreto en sus distintos estados, los elementos y materiales que lo conforman.

Sampieri Fernández y Baptista (2010) definen la muestra como “un subgrupo de la población de interés sobre el cual se recolectarán datos, y que tiene que definirse o delimitarse de antemano con precisión, éste deberá ser representativo de dicha población” (p. 173).

Según (Hernández, R; Fernández, C; Baptista, P; 2.010) “Existen dos tipos de muestras, las cuales se dividen en dos ramas: Las Muestras Probabilísticas, y la No Probabilísticas”.

Muestra Probabilística: Sub grupo de la población en la que todos los elementos tienen la misma probabilidad de ser elegidos. Se obtienen definiendo las características de la población y el tamaño de la muestra por medio de una selección aleatoria de las unidades de análisis.

Muestra no Probabilística: Son aquellas que la elección de los elementos no depende de la probabilidad, sino de causas relacionadas con las características de la

investigación. Aquí el procedimiento no es mecánico, ni con base en fórmulas de probabilidad, sino que dependen de los criterios del investigador.

Esta investigación se enfoca en la factibilidad del uso de concreto de reciclaje como agregado para nuevas construcciones, la cual se puede aplicar en todas aquellas construcciones donde se haya hecho uso del concreto. La investigación contó como población el concreto y muestra el concreto de reciclaje.

3.5. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.

Técnicas

Según Arias (2006) define las técnicas de recolección de datos "como el conjunto de procedimientos y métodos que se utilizan durante el proceso de investigación, con el propósito de conseguir la información pertinente a los objetivos formulados en una investigación" (pág. 376). De lo anterior expresado por el autor se consideró válida la acepción de la palabra técnicas, como el conjunto de procedimientos de una ciencia e instrumento de recolección de datos, como el recurso utilizado por el investigador para acercarse a los fenómenos y extraer de ellos la información es amplio el espectro disponible que, manejado con sensatez e imaginación, permite la necesaria correspondencia entre la teoría y la práctica.

- **Observación Directa:** Adicionalmente, Según Tamayo (2007, p. 193), la observación directa "es aquella en la cual el investigador puede observar y recoger datos mediante su propia observación".
- **Observación Participante:** Huenupil (2018, p. 87) se define como una investigación basa en una descripción profunda de los componentes de la situación gracias a la proximidad con lo esencial del campo. En conjunto se logran desarrollar inquietudes y estrategias a través de los diversos sucesos registrados.
- **Encuesta:** Según Tamayo y Tamayo (2006), la encuesta "es aquella que permite dar respuestas a problemas en términos descriptivos como de relación de variables, tras la recogida sistemática de

información según un diseño previamente establecido que asegure el rigor de la información obtenida”.

Instrumentos

Sabino, Carlos (2010) define que un instrumento de recolección de datos 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 (p. 149,150).

- **Matriz FODA:** Foda es un acrónimo de Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas. De acuerdo a Serna (1999, p. 157) “el análisis FODA ayuda a determinar si la organización está capacitada para desempeñarse en su medio”. Por otro lado, Goddstein (1999, p.31) comenta al respecto que “constituye la principal forma de validar el modelo de la estrategia del negocio”.
- **Lista de Chequeo:** Según los autores (Arboleda, y otros, 2014) señalan que al Checklist de calidad como: “Un instrumento que revisa de forma ordenada el cumplimiento de procedimientos que se llevan a cabo, mediante el cual se constata el cumplimiento de un conjunto de controladores de seguridad” (pág. 33).
- **Entrevista:** Por su parte Hurtado (2009) indica que la entrevista es, la actividad mediante la cual dos o más personas se sitúan frente a frente para una de ellas hacer preguntas (obtener información) y la otra responde (provee información). A fin de visualizar qué técnica se relacionará con cada instrumento, se presenta la tabla 1.

Tabla 1. Técnicas e Instrumentos de recolección de Datos

Diseño de la Investigación	Técnicas	Instrumentos
<ul style="list-style-type: none">• De campo	<ul style="list-style-type: none">• Observación participante• Observación directa• Encuesta	<ul style="list-style-type: none">• Matriz FODA• Lista de chequeo• Entrevista estructurada

Fuente: Pires P y Fonseca R. (2021)

3.6 Análisis de Datos

De acuerdo con Arias (1999), las técnicas de procesamiento y análisis de datos, contienen “las distintas operaciones a lo que serán sometidos, los datos que se obtengan: clasificación, registro, tabulación y coordinación si fuere el caso”. El análisis e interpretación de los datos recolectados se realizará utilizando técnicas de análisis de datos cuantitativas. La metodología cuantitativa de acuerdo con Tamayo (2007), utiliza la recolección y el análisis de datos para contestar preguntas de investigación y probar hipótesis establecidas previamente, y confía en la medición numérica, el conteo y frecuentemente el uso de estadística para establecer con exactitud patrones de comportamiento en una población.

3.7 Fases Metodológicas

Las fases metodológicas abarcan todas las definiciones de las actividades próximas a desarrollar en un orden estipulado para el cumplimiento de los objetivos establecidos para dar solución a la problemática expuesta. El diseño propuesto se llevará a cabo mediante las siguientes fases:

FASE I: Diagnosticar el uso de concreto reciclado como agregado para nuevas construcciones.

En la primera fase, fue necesario realizar investigaciones mediante distintos métodos de obtención de información, tales como: libros, páginas web con el fin de reunir información sobre que es el concreto reciclado, sus métodos de obtención, sus distintas aplicaciones de uso, su comportamiento a la hora de ser reutilizado dependiendo de su propósito final, para realizar un

análisis de los datos recaudados a fin de poder evidenciar la necesidad de su uso como agregado en mezclas de concreto para nuevas construcciones, se utilizó en esta fase la matriz FODA.

FASE II: Identificar los parámetros que deberán considerarse para el uso de concreto reciclado como agregado para nuevas construcciones.

En la segunda fase, tomando como guía la información recolectada y ya organizada se procedió a indicar las condiciones o requerimientos en los cuales se puede utilizar el concreto reciclado dependiendo del uso para el que será utilizado. Esto dependerá de las especificaciones requeridas que serán determinadas por el tipo de obra civil.

FASE III: Estudiar las variables que deberán considerarse para el uso de concreto reciclado como agregado para nuevas construcciones.

En la tercera fase, se enfocó el estudio en conocer aquellas variables que permitan el uso de concreto reciclado dependiendo de la forma de obtención del mismo. Esto dependerá de los requerimientos determinados por el tipo de obra civil.

FASE IV: Verificar la factibilidad tecno-económico del uso de concreto reciclado como agregado para nuevas construcciones.

En la cuarta fase, se enfocó el estudio en todos los costos resultantes, los cuales estuvieron representados por aquellos referentes a la obtención del concreto base, sus procedimientos para ser reciclado, las maquinarias requeridas, su forma de traslado ya reciclado y todas aquellas variables las cuales generen gastos adicionales a fin de comprobar si es económicamente factible su uso para nuevas construcciones. La determinación técnica será comprobada realizando los procesos de ensayos granulométricos estándares utilizados en el país los cuales darán los resultados para ser analizados comparándolos con las normas internacionales actualizadas en ámbito de agregados.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

FASE I: Diagnosticar el uso de concreto reciclado como agregado para nuevas construcciones.

En términos generales diagnóstico significa "aprender a conocer", por lo cual se puede considerar como llegar al conocimiento de algo a través de un medio o técnica. Por lo que no se reduce a la aplicación mecánica de instrumentos o de técnicas, sino que también requiere de un proceso reflexivo para el análisis de los resultados.

En un Proyecto Factible, el instrumento para realizar el Diagnóstico es la matriz FODA, la cual se presenta en la tabla 2:

Tabla 2. Matriz FODA

Fortalezas	Debilidades
-El concreto de reciclaje se encuentra ya disponible en las obras donde haya estructuras planificadas para su demolición. -Al poder conseguirse en el sitio de la construcción disminuye gastos de transporte de agregados. - Usar concreto de reciclaje genera menos desechos y se extraen menos recursos naturales.	-Su uso en las construcciones está limitado a la cantidad que se puede utilizar o al tipo de estructura. -En ciertos lugares la obtención fácil de materia prima puede reemplazar el uso de concreto de reciclaje. -Requiere procesos de preparación para ser utilizado -Su estado de deterioro.
Oportunidades	Amenazas
-Hay información disponible de la implementación de concreto de reciclaje en las obras civiles alrededor del mundo. -La preocupación por el medio ambiente estimula una mayor demanda por productos ecológicos y la reutilización de materiales.	-Que no haya disponible una estructura para demoler en el sitio para obtener el concreto en escombros. -No hay legislación que autorice o normalice su uso.


Fuente: Pires P. y Fonseca R. (2021)

FASE II: Identificar los parámetros que deberán considerarse para el uso de concreto reciclado como agregado para nuevas construcciones.

En la segunda fase, se enfocó el estudio en conocer aquellas variables que permitan el uso de concreto reciclado dependiendo de forma de obtención del mismo.

En esta etapa se procedió con los pasos necesarios para realizar las pruebas de laboratorio y ensayos planificados, que fueron los siguientes:

- 1) La forma de obtención del concreto fue el primer paso, para lo cual se procedió a ubicar construcciones las cuales estuvieran en fase de demolición de alguna estructura a base de concreto para ir al sitio, ubicar los ingenieros encargados de las obras, solicitar una entrevista y así obtener las muestras para realizar las pruebas de laboratorio y los ensayos.
- 2) Ubicadas 2 construcciones en fase de demolición, donde la primera estaba en proceso de demolición de la estructura de una acera peatonal y la segunda de una entrada vehicular de alto tránsito.
- 3) Sabiendo que ambas estructuras eran de diferente propósito constructivo servirían como comparación a la hora del análisis de los resultados que arrojaran las pruebas y ensayos de laboratorio.
- 4) Presentes en las construcciones se procedió a ubicar a los ingenieros encargados de las obras para realizarles la entrevista estructurada con el fin de recolectar la información de importancia y necesaria de tener en consideración para el análisis de resultados nuestra investigación.
- 5) Al conocer a los ingenieros a cargo de ambas obras se les realizaron la entrevista en la cual se procedía conocer sus nombres, años de experiencia, código del colegio de ingenieros, el tipo de concreto que demolían, si conocían la resistencia del concreto que estaba demoliendo, que hacían con los escombros, el costo de desechar los escombros y si alguna vez habían utilizado en los años de práctica laboral que llevaban concreto de reciclaje.

	FACTIBILIDAD DEL CONCRETO DE RECICLAJE COMO AGREGADO PARA NUEVAS CONTRUCCIONES			
	ENTREVISTAS			
OBRA 1				
Nombre del Ingeniero a cargo	JOSE VALERO C.I.V 105024			
Años de experiencia	25 AÑOS			
Tipo del concreto	NO ARMADO, ENTRADA VEHICULAR DE ALTO TRANSITO			
Resistencia del concreto	EL INGENIERO NO CERTIFICA LA RESISTENCIA EL CONCRETO DEBIDO A QUE NO POSEE LA INFOMACION DE LA OBRA ORIGINAL EN CUANTO A LOS AGREGADOS, A LA DOSIFICACION SOLICITADA DEL CONCRETO NI A LA CALIDAD DE LA MEZCLA. RECOMIENDA HACER LOS ENSAYOS PARA CONOCER LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, UTILIZANDO UN ESCLEROMETRO.			
¿Qué hacen con el escombros del concreto?	SON DESECHADOS LA GRAN MAYORIA DE LAS VECES O SE UTILIZAN COMO RELLENO SI SE DA EL CASO.			
¿Cuánto cuesta desechar el concreto?	UN VIAJE EN UN CAMION DE 7M3 CUESTA 50\$, LA SUMA TOTAL DEPENDERIA DE LA CANTIDAD DE VIAJES NECESARIOS.			
¿Alguna vez han usado concreto de reciclaje?	Si		No	X
OBRA 2				
Nombre del Ingeniero a cargo	MIGUEL IAFAIOLI C.I.V 92427			
Años de experiencia	23 AÑOS			
Tipo del concreto	NO ARMADO, ACERA PEATONAL			
Resistencia del concreto	EL INGENIERO INDICA QUE DEBIDO AL TIPO DE ESTRUCTURA, SU RESISTENCIA DEBERIA DE SER DE UN F'c 180 KG/CM2 AL SER UN ELEMENTO NO ESTRUCTURAL, DA RESPUESTA BASADO EN SUS AÑOS DE EXPERIENCIA LABORAL Y TAMBIEN SUGIERE REALIZAR LOS ENSAYOS AL CONCRETO PARA CONOCER CON CERTEZA SU RESISTENCIA. TAMBIEN SUGIERE EL USO DE UN ESCLEROMETRO PARA DAR CON ESA INFORMACION.			
¿Qué hacen con el escombros del concreto?	CASI SIEMPRE SON DESECHADOS O UTILIZADOS COMO RELLENO SI SE DAN LAS CIRCUNTACIAS REQUERIDAS.			
¿Cuánto cuesta desechar el concreto?	EL ESTIMA UN 40 % DEL VALOR DE LOS AGREGADOS QUE VIENEN SIENDO PARA LA ARENA 15\$ M3 Y PARA LA PIEDRA ENTRE 18 A 20\$ M3 , LO QUE DARIA UN COSTO DE ALREDOR ENTRE 60\$ A 80\$ POR VIAJE DE DESECHO.			
¿Alguna vez han usado concreto de reciclaje?	Si		No	X

- 6) Luego de las entrevistas y recolectadas las muestras se dirigió al laboratorio ubicado en las instalaciones del edificio de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Universidad José Antonio Páez para realizar las pruebas correspondientes.



Figura 7. Entrada edificio de Escuela de Ingeniería Mecánica Universidad Jose Antonio Páez
Fuente: Pires P. y Fonseca R. (2021)

- 7) Ya en el laboratorio, con la supervisión y asesoría de la profesora Alba Sanabria procedieron a realizar las pruebas y ensayos donde el primer paso fue conocer los pesos de ambas muestras por lo cual utilizaron la balanza electrónica para determinar los mismos.



Figura 8. Balanza Electrónica
Fuente: Pires P. y Fonseca R. (2021)

- 8) Utilizando la balanza se pesaron ambas muestras, la muestra A dio un peso de 4910 gr y la muestra B 8880 gr, tal como se indica en la tabla 3.

Tabla 3. Pesos iniciales de Muestras

Datos Iniciales Muestras		
	Muestra A	Muestra B
PESO (gr)	4910	8880

Fuente: Pires P. y Fonseca R. (2021)

- 9) Utilizando una cinta métrica se tomaron las medidas de ambas muestras para conocer sus volúmenes.



Figura 9. Muestra A mediciones
Fuente: Pires P. y Fonseca R. (2021)



Figura 10. Muestra B mediciones
Fuente: Pires P. y Fonseca R. (2021)

Realizadas las mediciones del ancho, la base y la altura de ambas muestras obtuvieron los siguientes resultados, mostrados en la tabla 4.

Tabla 4. Medidas y volumen de la muestra

Datos Iniciales Muestras		
MEDIDAS (cm)	21x16x12	19x20x13
VOLUMEN (cm ³)	4032	4940

Fuente: Pires P. y Fonseca R. (2021)

- 10) Al tener ambas muestras pesos y volúmenes mayores a los permitidos para ser ingresados directamente a la máquina de los Ángeles se debían reducir a fragmentos más pequeños para poder realizar el proceso.
- 11) Para la fragmentación de ambas muestras se dio uso de martillo y cincel.



Figura 11. Martillo y Cincel

Fuente: Pires P. y Fonseca R. (2021)

12) Luego de la fragmentación de ambas muestras se tomaron los pesos de nuevo para determinar la pérdida de material luego del proceso.



Figura 12. Muestra
Fuente: Pires P. y Fonseca R. (2021)

La pérdida de peso de cada muestra luego de la fragmentación, se puede visualizar en la tabla 5

Tabla 5. Pérdidas de la muestra luego de ser fragmentado

Luego del Fragmentado		
	Muestra A	Muestra B
PESO (gr)	4740	8500
PESO INICIAL (gr)	4910	8880
PERDIDA (gr)	170	380

Fuente: Pires P. y Fonseca R. (2021)

Se determinó una pérdida para ambas muestras

13) Teniendo las muestras fragmentadas en diámetros más pequeños adecuados para ser pasados por la máquina de los Ángeles se procedió a realizar el procedimiento de desgaste de las muestras.



Figura 13. Preparación máquina de los Ángeles para prueba de desgaste de ambas muestras por separado
Fuente: Pires P. y Fonseca R. (2021)



Figura 14. Esferas de acero desgastadoras y moledoras utilizadas
Fuente: Pires P. y Fonseca R. (2021)



Figura 15. Vista de las muestras antes del proceso de desgaste
Fuente: Pires P. y Fonseca R. (2021)

Las muestras pasaron por una duración dentro de la máquina de 15 min a 534 revoluciones por min para determinar el desgaste de las mismas.



Figura 16. Ajuste de duración y revoluciones por minuto de máquina de los Ángeles
Fuente: Pires P. y Fonseca R. (2021)



Figura 17. Vista de la muestra luego del proceso de máquina de los Ángeles
Fuente: Pires P. y Fonseca R. (2021)



Figura 18. Vista de la muestra luego del proceso junto con esferas metálicas
Fuente: Pires P. y Fonseca R. (2021)

14) Finalizada la prueba para ambas muestras del proceso de la máquina de los ángeles se procedió de nuevo a conocer los pesos de ambas muestras para conocer el desgaste de estos mismos. Los resultados se señalan en la tabla 6.



Figura 19. Peso muestras luego del proceso de desgaste de la máquina de los ángeles.
Fuente: Pires P. y Fonseca R. (2021)

Tabla 6. Datos De La Muestra En Máquina De Los Ángeles

Máquina de los Ángeles		
	Muestra A	Muestra B
PESO FRAGMENTADO (gr)	4720	7840
PESO LUEGO DE DESGASTE (gr)	4740	8500
PERDIDA POR DESGASTE (gr)	20	660

Fuente: Pires P. y Fonseca R. (2021)

Ambas muestras dieron resultados de desgaste, en donde se observó una pérdida mayor en la muestra B, la cual pudo haber sido causado debido a que esta muestra tuvo una mayor exigencia estructural en comparación con la muestra A lo que pudo ocasionar una debilitación en la composición del concreto a lo largo de los años.

15) Obtenidas las muestras luego del proceso de la máquina de los Ángeles se procedió a pasar cada muestra a través del tamiz N° 12 para dividir las mismas parcialmente en sus porciones determinadas de agregado fino y grueso.



Figura 20. Tamiz N°12

Fuente: Pires P. y Fonseca R. (2021)



Figura 21. Pasado por tamiz N°12 MUESTRA A
Fuente: Pires P. y Fonseca R. (2021)



Figura 22. Pasado por tamiz N°12 MUESTRA B
Fuente: Pires P. y Fonseca R. (2021)

16) Luego de separar las muestras en agregado fino y grueso se procedió a conocer los pesos de estos mismos para conocer las masas de muestras para los ensayos granulométricos. Ver tabla 7

Tabla 7. Muestras pasadas por el tamiz N°12

Pasado por Tamiz N°12		
	Muestra A	Muestra B
PESO (gr) Fino	1700	1900
PESO (gr) Grueso	3020	5940

Fuente: Pires P. y Fonseca R. (2021)

17) Para el proceso de granulometría se determinaron los tamices a utilizar tanto para el agregado fino como para el agregado grueso, los cuales fueron los mostrados en la tabla 8:

Tabla 8. Números de tamices

Tamices	
FINOS	GRUESOS
N° 4	1 1/2"
N° 8	1"
N°16	3/4"
N°30	1/2"
N°50	3/8"
N°100	1/4"
N°200	N°4
PLATO	PLATO

Fuente: Pires P. y Fonseca R. (2021)



Figura 23. Tamices por utilizar para agregado grueso y de fondo agregados finos
Fuente: Pires P. y Fonseca R. (2021)

18) Luego de seleccionar los tamices se tomaron los pesos de cada tamiz para considerarlos en el ensayo granulométrico. Ver tabla 9

Tabla 9. Peso de agregados finos y peso de agregados grueso

Tamices			
FINOS	PESO (gr)	GRUESOS	PESO (gr)
N° 4	548,91	1 1/2"	599,41
N° 8	533,74	1"	587,59
N°16	472,79	3/4"	581,69
N°30	440,02	1/2"	541,15
N°50	387,56	3/8"	593,93
N°100	378,57	1/4"	561,3
N°200	347,12	N°4	548,91
PLATO	369,7	PLATO	369,7

Fuente: Pires P. y Fonseca R. (2021)

19) Luego de conocer los pesos de los tamices se continuó con el procedimiento de la determinación de la granulometría de las muestras tanto las parciales de agregado fino como de agregado grueso.

Para la muestra A, su granulometría de agregado fino arrojo los siguientes resultados, ver tabla 10:

Tabla 10. Muestra A. Resultados de granulometría

Peso inicial Muestra A (gr)	Tamices	Peso Retenido (gr)	% Retenido	% Acumulado	% Pasante
1700	N° 4	3,53	0,207647059	0,207647059	99,79235294
	N° 8	115,9	6,817647059	7,025294118	92,97470588
	N°16	294,39	17,31705882	24,34235294	75,65764706
	N°30	369,98	21,76352941	46,10588235	53,89411765
	N°50	384,8	22,63529412	68,74117647	31,25882353
	N°100	392,37	23,08058824	91,82176471	8,178235294
	N°200	117,24	6,896470588	98,71823529	1,281764706
	PLATO	15,15	0,891176471	99,60941176	0,390588235
	Peso Total	1693,36			

Fuente: Pires P. y Fonseca R. (2021)

Porcentaje pasante por cada tamiz, ver tabla 11:

Tabla 11. Porcentaje del Pasante Agregado Fino, Muestra A

Tamices	% Pasante
N° 4	99,792353
N° 8	92,974706
N°16	75,657647
N°30	53,894118
N°50	31,258824
N°100	8,1782353
N°200	1,2817647

Fuente: Pires P. y Fonseca R. (2021))

Para la muestra A, su granulometría de agregado grueso arrojó los siguientes resultados, ver tabla 12:

Tabla 12. Peso del Agregado Grueso, Porcentajes Retenido, Acumulado y Pasante de la Muestra A

Peso inicial Muestra	3020	gr		
Tamices	Peso Retenido (gr)	% Retenido	% Acumulado	% Pasante
1 1/2"	1693,39	56,07251656	56,07251656	43,92748344
1"	618,91	20,49370861	76,56622517	23,43377483
3/4"	164,63	5,451324503	82,01754967	17,98245033
1/2"	134,8	4,463576159	86,48112583	13,51887417
3/8"	44,02	1,457615894	87,93874173	12,06125827
1/4"	72,7	2,407284768	90,34602649	9,653973506
N°4	70,31	2,328145695	92,67417219	7,325827811
PLATO	205,7	6,811258278	99,48543047	0,514569533
Peso Total	3004,46			

Fuente: Pires P. y Fonseca R. (2021)

Porcentaje pasante por cada tamiz, ver tabla 13:

Tabla 13. Porcentaje del Pasante, Agregado grueso, Muestra A

Tamices	% Pasante
1 1/2"	43,92748
1"	23,43377
3/4"	17,98245
1/2"	13,51887
3/8"	12,06126
1/4"	9,653974
N°4	7,325828

Fuente: Pires P. y Fonseca R. (2021)

Porcentajes de gravas, arenas y finos, ver tabla 14:

14. Porcentajes de Gravas, Arenas y Finos. Muestra A

% Gravas	92,67417219
% Finos	1,281764706
% Arenas	91,39240748

Fuente: Pires P. y Fonseca R. (2021)

Para la muestra B, su granulometría de agregado fino arrojó los siguientes resultados, ver tabla 15:

Tabla 15. Peso del Agregado Fino, Porcentajes Retenido, Acumulado y Pasante de la Muestra B

Peso inicial Muestra	1900	gr		
Tamices	Peso Retenido (gr)	% Retenido	% Acumulado	% Pasante
N° 4	4,34	0,228421053	0,228421053	99,77157895
N° 8	9,91	0,521578947	0,75	99,25
N°16	676,81	35,62157895	36,37157895	63,62842105
N°30	511,68	26,93052632	63,30210526	36,69789474
N°50	413,22	21,74842105	85,05052632	14,94947368
N°100	203,63	10,71736842	95,76789474	4,232105263
N°200	67,51	3,553157895	99,32105263	0,678947368
PLATO	4,86	0,255789474	99,57684211	0,423157894
Peso Total	1891,96			

Fuente: Pires P. y Fonseca R. (2021)

Porcentaje pasante por cada tamiz, Ver tabla 16:

Tabla 16. Porcentaje del Pasante, Agregado Fino, Muestra B

Tamices	% Pasante
N° 4	99,771579
N° 8	99,25
N°16	63,628421
N°30	36,697895
N°50	14,949474
N°100	4,2321053
N°200	0,6789474

Fuente: Pires P. y Fonseca R. (2021)

Para la muestra B, su granulometría de agregado grueso arrojo los siguientes resultados, ver tabla 17:

Tabla 17. Muestra B, Resultados de su granulometría

Peso inicial Muestra	5940	gr		
Tamices	Peso Retenido G	% Retenido	% Acumulado	% Pasante
1 1/2"	2880,59	48,49478114	48,49478114	51,50521886
1"	1017,91	17,13653199	65,63131313	34,36868687
3/4"	314,31	5,291414141	70,92272727	29,07727273
1/2"	281,7	4,742424242	75,66515151	24,33484849
3/8"	205,32	3,456565657	79,12171717	20,87828283
1/4"	204,88	3,449158249	82,57087542	17,42912458
N°4	138,65	2,334175084	84,9050505	15,0949495
PLATO	876,3	14,75252525	99,65757575	0,342424247
Peso Total	5919,66			

Fuente: Pires P. y Fonseca R. (2021)

Porcentaje pasante por cada tamiz, ver tabla 18:

Tabla 18. Porcentaje del Pasante, Agregado grueso, Muestra B

Tamices	% Pasante
1 1/2"	51,505219
1"	34,368687
3/4"	29,077273
1/2"	24,334848
3/8"	20,878283
1/4"	17,429125
N°4	15,094949

Fuente: Pires P. y Fonseca R. (2021)

Porcentajes de gravas, arenas y finos, ver tabla 19:

Tabla 19. Porcentajes de Gravas, Arenas y Finos. Muestra B

% Gravas	84,9050505
% Finos	0,678947368
% Arenas	84,22610313

Fuente: Pires P. y Fonseca R. (2021))

Al haber obtenido todos los resultados granulométricos viene el paso de corroborar los resultados con las normas internacionales para los agregados.

FASE III: Estudiar las variables que deberán considerarse para el uso de concreto reciclado como agregado para nuevas construcciones.

En la tercera fase, con la información recolectada y ya organizada se procedió a comprobar los requerimientos los cuales deben cumplir los agregados de concreto reciclado para poder ser utilizados para nuevas construcciones.

Guiándose por las normas de la ASTM (American Society for Testing and Materials o ASTM International), la cual actualmente su norma ASTM C33 para granulometría de agregados para concreto es la actualizada y aplicada en la gran mayoría de los países, donde estipula el rango de límite superior e inferior para agregados finos y gruesos basado en los tamaños de las mallas y el porcentaje que pasa por las mismas.

La mencionada norma indica los siguientes parámetros, ver tabla 20:

Tabla 20. Materiales que pasan por cada tamiz en porcentajes

TABLA 4.6. RECOMENDACIONES GRANULOMÉTRICAS PARA AGREGADO GRUESO, SEGÚN LAS NORMA ASTM C33

AGREGADO	TAMAÑO NORMAL (mm)	MATERIAL QUE PASA CADA UNO DE LOS SIGUIENTES TAMICES (PORCENTAJE)												
		101,60 mm	90,50 mm	76,10 mm	64,00 mm	50,80 mm	38,10 mm	25,40 mm	19,00 mm	12,70 mm	9,51 mm	4,76 mm	2,38 mm	1,19 mm
		4"	3 1/2"	3"	2 1/2"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	# 4	# 8	# 16
0	90,50 a 38,10	100	90 a 100		25 a 60		0 a 15		0 a 5					
1	64,00 a 38,10			100	90 a 100	35 a 70	0 a 15		0 a 5					
2	50,80 a 4,76				100	95 a 100		35 a 70		10 a 30		0 a 5		
3	38,10 a 4,76					100	95 a 100		35 a 70		10 a 30	0 a 5		
4	25,40 a 4,76						100	95 a 100		25 a 60		0 a 10	0 a 5	
5	19,00 a 4,76							100	90 a 100		20 a 55	0 a 10	0 a 5	
6	12,70 a 4,76								100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	
7	9,51 a 2,38									100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5
8	50,80 a 25,40				100	90 a 100	35 a 70	0 a 15		0 a 5				
9	38,10 a 19,00					100	95 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5				

Recomendaciones granulométricas para agregado grueso

Fuente: Norma ASTM C33 <https://la.astm.org/>

Tabla 21. Recomendaciones Granulométricas para agregado fino

RECOMENDACIONES GRANULOMÉTRICAS PARA AGREGADO FINO, SEGÚN LA
NORMA ASTM C33

TAMIZ		% PASA	
mm	PULGADAS	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
9,51	3/8	100	100
4,76	# 4	95	100
2,38	# 8	80	100
1,19	# 16	50	85
0,595	# 30	25	60
0,297	# 50	10	30
0,149	# 100	2	10

Recomendaciones granulométricas para agregado fino.

Fuente: Norma ASTM C33 <https://la.astm.org/>

Tabla 22. Límites Granulométricos de agregados para algunas aplicaciones

Malla	Concreto	Hidráulico	Concreto	Base Hidráulica
	Grava % Pasa	Arena % Pasa	Asfáltico % Pasa	% Pasa
25.4 mm (1")	100			
19.0 (3/4")	90-100		100	100
12.7 (1/2")			90-100	
9.5 (3/8")	20-55	100	70-95	50-85
4.75 (No. 4)	0-10	95-100	45-70	35-65
2.36 (No. 8)	0-5	80-100		
2.00 (No. 10)				25-50
1.18 (No. 16)		50-85	20-50	
600 μm (No. 30)		25-60		
425 (No. 40)				15-30
300 (No. 50)		10-30	5-25	
150 (No. 100)		2-10		
75 (No. 200)			3-10	5-15

Límites Granulométricos de agregados para algunas aplicaciones

Fuente: Norma ASTM C33 <https://la.astm.org/>

Conociendo los valores indicados en la norma ASTM C33, se realizaron las gráficas granulométricas correspondientes con los valores obtenidos en los ensayos de ambas muestras para verificar si cumplen con los requerimientos de la norma, ver tabla 23.

Tabla 23. Valores límites superiores e inferiores de norma ASTM C33

Malla	Material Pasante Normativo				Material A		Material B	
	Límite Inferior Grava	Limite Superior Grava	Límite Inferior Arena	Limite Superior Arena	Grava %	Arena %	Grava %	Arena %
1"	100%	100%			23,43%		34,37%	
3/4"	90%	100%			17,98%		29,08%	
3/8"	20%	55%			12,06%		20,88%	
#4	0%	10%	100%	100%	7,33%	99,79%	15,09%	99,77%
#8	0%	5%	95%	100%		92,97%		99,25%
#16			80%	100%		75,66%		63,63%
#30			50%	85%		53,89%		36,70%
#50			25%	60%		31,26%		14,95%
#100			10%	30%		8,18%		4,23%
#200			2%	10%		1,28%		0,68%

Tabla 23. Valores límites superiores e inferiores de norma ASTM C33 y porcentaje pasante por tamices de las muestras.

Fuente: Pires P. y Fonseca R. (2021)

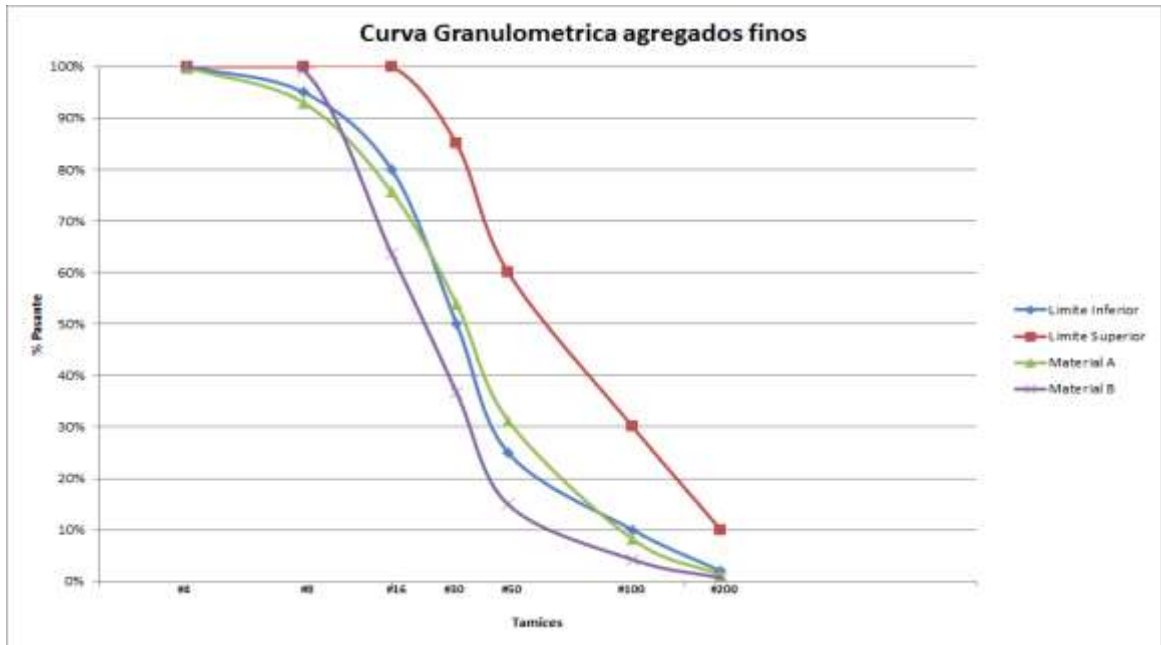


Figura 24. Grafica curva granulométrica agregados finos.
Fuente: Pires P. y Fonseca R. (2021)

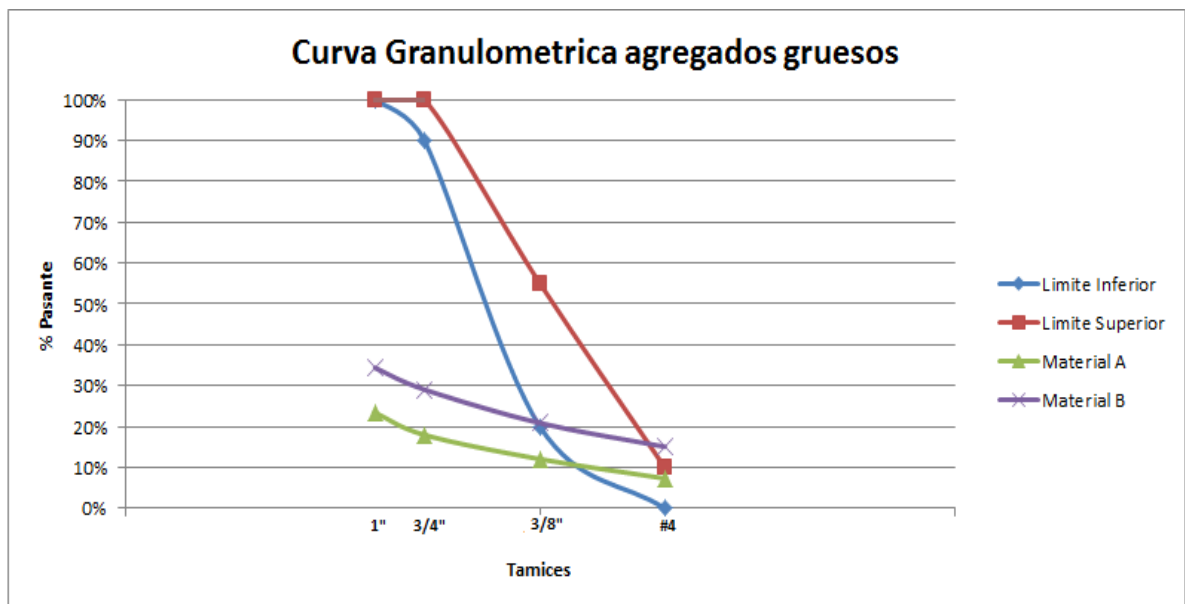


Figura 25. Grafica curva granulométrica agregados gruesos.
Fuente: Pires P. y Fonseca R. (2021)

Al comparar las gráficas de curvas granulométricas de los resultados obtenidos de las muestras con los límites establecidos por la norma ASTM C33, se observa que ambos resultados de agregados tanto finos como gruesos en las dos (02) muestras estudiadas no cumplen con los estándares establecidos, aunque en la muestra A en el agregado fino dos resultados de porcentaje pasante de dos tamices se encuentran dentro del rango de los límites no se toma en consideración ya que todos los valores deben estar dentro de los límites para ser considerados, por lo cual no son aptos para utilizarse como agregados para la realización de una mezcla de concreto.

Cabe recordar que la finalidad de la determinación de la granulometría de los agregados es lograr una variedad de diámetros de partículas con las cuales se busca al ser utilizadas en una mezcla disminuyan el espacio de vacíos entre los mismos para una mayor uniformidad y consistencia para de esta forma resulte una mejor mezcla.

Conociendo esta información, ya que estos agregados no son aptos para nuevas mezclas de concreto, se les puede dar usos secundarios en procesos constructivos de segundo plano. Los resultantes de agregado grueso se pueden utilizar como filtros de agua colocados debajo de fundaciones, losas, vigas de riostra y aquellos elementos estructurales los cuales tienen contacto directamente con el suelo. Los resultantes de agregado finos se pueden utilizar como relleno para compactaciones de terraplenes y en conjunto con los agregados gruesos resultantes realizar morteros, pero no elementos estructurales.

FASE IV: Verificar la factibilidad tecno-económico del uso de concreto reciclado como agregado para nuevas construcciones.

En la cuarta fase, se analizaron los resultados obtenidos a lo largo del proceso de investigación para así dar una respuesta a la incógnita planteada, Al obtener un resultado negativo de los ensayos realizados debido a que los agregados de reciclaje resultantes no cumplen con la norma internacional para agregados de la ASTM (American Society for Testing and Materials o **ASTM International**).

Las técnicas utilizadas para el reciclaje del concreto no son las requeridas para este tipo de material, debido a que requiere de técnicas

avanzadas y más especializadas para lograr un resultado positivo. La aplicabilidad de estas técnicas requiere un alto costo económico, lo cual en los momentos actuales que atraviesa el país con la gran inflación económica no sería bien recibida, ya que es necesario el uso de maquinarias especiales adaptadas al tipo de material (concreto) que solo se consiguen en el extranjero por lo cual deben ser importadas al país.

No solo lo económico es un impedimento para la aplicación adecuada de este método constructivo, sino también el adaptar las técnicas requeridas al ya mecanizado sistema de construcción establecido a lo largo de los años, en el cual se vienen manejando los mismos métodos y técnicas en cada fase de una obra civil y una modificación en esta se podría decir línea de procesos metódica podría ser de difícil adaptación.

Al analizar todo esto expuesto la factibilidad de la aplicación del uso de concreto de reciclaje para nuevas construcciones en lo tecno - económico no es viable en los momentos actuales del país.

CONCLUSIONES

A continuación, se presentan las conclusiones referentes a los puntos expuestos junto con una reflexión final acerca del trabajo previamente realizado.

Si bien se sabe que el predominante método de construcción en el país es a base de concreto, encontrar la manera de sacar el máximo provecho del mismo debería ser un tema de interés, debido a que todos los recursos son finitos buscar la forma de alargar la duración de los mismos es una interrogante persistente. En este caso como lo son la piedra y la arena, materia prima para la fabricación del concreto, el conseguir reutilizar en la mayor cantidad posible sería de gran beneficio.

En lo relacionado al diagnóstico, pudimos notar los pros y los contras que se pueden presentar al reutilizar el concreto analizados mediante la matriz FODA realizada, se hace notar más cosas favorables en cuanto a las ventajas y fortalezas que proporciona su reciclaje que negativas debido que se cuenta con información de estudios realizados en otros países los cuales sirven de guía para comenzar a implementar este método constructivo que está tomando alta a nivel internacional en sus diversos modelos y variaciones.

En cuanto a los parámetros, se siguió una serie de pasos los cuales fueron los necesarios a seguir para llegar al objetivo final, en donde se comprueba el resultado de cada fase necesaria desde la recolección de concreto hasta las pruebas de laboratorio, las cuales fueron aplicables de manera favorable.

Siguiendo con las variables, Guiándonos por las normas de la ASTM (American Society for Testing and Materials o **ASTM** International), la cual actualmente su norma ASTM C33 para granulometría de agregados para concreto se concluyó que no cumplían con los valores establecidos por lo que no puede ser usado reglamentariamente.

Para la verificación tecno – económica, con resultados negativos se produjo una interrogante la cual se ve reflejada a la misma situación país actual en cuanto a lo económico, donde para ser factible este método es

necesaria una alta inversión monetaria la cual no es posible en estos momentos.

Lastimosamente conociendo la situación económica del país que ha afectado el ámbito de las obras civiles, el querer implementar métodos nuevos los cuales requieren de una inversión económica que en estas circunstancias deben ser primeramente realizadas por el estado, no se ve en un futuro cercano lograr esta implementación. En base a esto se pudiera imaginar el proceso que se debería seguir para lograr implementar este método constructivo de reciclaje de concreto comenzando por parte inicial del estado.

Si se diera el caso de que el estado cree la iniciativa del uso de concreto de reciclaje con la finalidad de disminuir gastos en obras civiles y disminuir el impacto ambiental al explotar menos materias primas, no solo sería la importación de las maquinarias necesaria, se debe crear un proceso legislativo en el cual surjan leyes referentes a desechos de concreto en donde se regulen y se controlen sitios de acumulación de desechos, ventas de los mismos fuera de las normas, impuestos en vertederos reglamentarios, sanciones referentes al mal manejo de los desechos a la hora de los traslados, también adaptación de leyes ambientales para priorizar el uso e implementación de desechos de concreto reciclables.

Al realizarse todo ese proceso de creación, afinación e implementación de las leyes, este método en las obras civiles del país comenzaría a ser manejado públicamente por el estado debido a la inversión inicial necesaria de la compra de las maquinarias e importaciones de las mismas. Hoy en día en el ámbito del reciclaje de concreto, el método de reciclaje de concreto seco es el más utilizado a nivel mundial más que todo en los países desarrollados primermundistas, en donde han sabido aplicar de manera factible el proceso de reciclaje de concreto.

RECOMENDACIONES

Conociendo toda esta información, pueden implementarse soluciones alternas que pudieran ser utilizadas hasta tener el proceso adecuado y especializado ya utilizado en otros países a nivel internacional.

Adaptar las maquinarias existentes para lograr una mejor recolección de concreto de reciclaje, en cuanto a la trituración del mismo que es el proceso más importante para lograr los resultados más favorables, al principio comenzando solo con concreto de reciclaje no armado (que no contenga acero), para ser utilizado en un proceso granulométrico estándar.

En el trabajo de investigación se realizó con muestras de concreto de reciclaje relativamente bajas, las cuales de haber sido de mayor volumen pudieran haber arrojado resultados diferentes. Ensayando con distintos volúmenes y de distintos tipos de elementos estructurales de muestra se pudiera conseguir mayor margen de comparaciones en los resultados para un mayor análisis.

También se manejó la máquina de los Ángeles con una duración de 15 minutos a 534 revoluciones por minutos con lo cual se obtuvieron las muestras separadas de agregado fino y grueso. El ensayar a distintos tiempos y revoluciones menores a los ya estudiados se pudieran obtener resultados más favorables a los conseguidos, logrando conseguir una mayor disposición granulométrica a su vez más favorable.

Realizar las demás pruebas y ensayos correspondientes a agregados para concretos para así obtener un análisis completo considerando todas aquellas variables que pueden afectar los agregados y a su vez el rendimiento final de una mezcla de concreto.

Incentivar a conocer más sobre el tema de concreto de reciclaje sería un impulso para futuros trabajos de investigación a nivel nacional en los cuales puedan surgir respuestas a los problemas existentes en cuanto a la aplicación y adaptación de este método e incluso nuevos métodos y procesos que mejoren los resultados.

La mejor forma de aplicar un nuevo método constructivo independientemente del tipo que sea, es analizarlo de forma detallada, para así conocer el porqué del

mismo, conocer su manejabilidad y sus requerimientos. De esta forma si no se puede realizar de la misma manera por las distintas limitaciones que se puedan presentar, encontrar la manera de adaptarlo con los recursos que se tiene, es la motivación de resolver problemas sin importar las adversidades.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguirre O. Alfredo A. y Briceño G. Pedro J. (2012) **“Evaluación de la resistencia a la tracción por flexión del concreto para pavimentos rígidos, adicionando diferentes dosificaciones de fibra metálica”**. Universidad de Carabobo, Valencia.

Arias, F (1999). **“El Proyecto de Investigación: Guía para su Elaboración”**. (3°. Ed.) Caracas – Venezuela: Episteme.

Arias, F (2006). **“El Proyecto de Investigación: Introducción a la Metodología Científica”**. (5°. ed.) Caracas – Venezuela: Episteme.

Austin, Marcus (2004). **“Metodología y Técnicas de Investigación Social”**. Editorial McGraw-Hill. Colombia.

Balestrini Acuña, Mirian (1997) **“Como se Elabora el Proyecto de Investigación”**. BI Consultores Asociados. Caracas, Venezuela.

Constitución de la República Bolivariana de Venezuela, (1999), **“<http://pdba.georgetown.edu/constitutions/venezuela/ven1999.html>.”**

Gálvez A (2002), **“Los Modos de Análisis en Investigación Cualitativa en Salud: Perspectiva Crítica y Reflexiones en voz alta”**. Revista Española de Salud Pública, vol. 76, núm. 5

Hernández, Roberto (1998). **“Metodología de la Investigación”**. Segunda Edición. Editorial Mc Graw – Hill. México.

Hernández, R., Fernández-Collado, C. y Baptista, L. (2006). **“Metodología De la Investigación” (4ta Edic). DF, México. McGraw Hill.**

Jordán Saldaña José Carlos y Viera Caballero Neiser. (2014), **“Estudio de la resistencia del concreto utilizando como agregado el concreto reciclado de obra”** Universidad Nacional del Santa de Perú (Nuevo Chimbote).

Kerlinger, F. N. y Lee, H. B. (2002). **Investigación del comportamiento. Métodos de investigación en ciencias sociales (4ª ed.)**. México: McGraw-Hill, p. 124.

Lizardo, (2002). **“Metodología de la investigación”**. FAID

Montilla Karla, Porto Eduardo, Romero Gabriel, Zarate Yenifer y Viloría Axel. (2016) **“Análisis del concreto con agregado grueso reciclado en obras civiles de Venezuela en un periodo de quince años”**. Instituto Universitario Politécnico Santiago Mariño Venezuela (Extensión Mérida).

Parella S. y Martins, F. (2012), **“Metodología De La Investigación Cuantitativa 3ra Ed”**. Caracas – Venezuela.

Ramírez Q. Rafael E. y Santana H. Erika T. (2012) **“Características del concreto con sustitución de agregados tradicionales, por aliven fino y aliven molido”**. Universidad de Carabobo, Valencia.

Ramírez T. (1999), **“Como hacer un Trabajo de Investigación”**. Editorial Panapo - Caracas

Sabino C. (2010), **“Instrumentación para la Recolección de Datos”**. Panapo – Caracas.

Sánchez Carlessi H. y Reyes Meza C. (2006). **“Metodología y diseños en la investigación científica”**. Quinta edición. Business support.

Sarramona J. (1991), **“Metodologías de Investigación en Tecnología Educativa”**. Barcelona – Ariel.

Tamayo & Tamayo. (2003). **“El Proceso de la Investigación Científica”**. Limusa Noriega Editores. 4ta Edición. México.

Tamayo & Tamayo. (2007). **“El Proceso de la Investigación Científica: Incluye evaluación y administración de proyectos de investigación”**. México: Limusa.

Tamayo y Tamayo (2014), **“El Proceso de la Investigación Científica”**. México, D.F.

Vera M. John F. y Cuenca P. Cristhian A. (2016), **“Diagnostico para la elaboración de concreto a partir de la utilización de concreto reciclado”**. Universidad Piloto de Colombia (Bogotá).

Villafranca D. (2002) **“Metodología de la Investigación. Bases legales”**. <https://bianneygirald077.wordpress.com/>.

<https://es.wikipedia.org/wiki/Granulometr%C3%ADa>

<https://www.uca.edu.sv/mecanica->

[estructural/materias/materialesCostruccion/guiasLab/ensayoAgregados/GRANULO METRIA.pdf](https://www.uca.edu.sv/mecanica-estructural/materias/materialesCostruccion/guiasLab/ensayoAgregados/GRANULO METRIA.pdf)

[https://es.wikipedia.org/wiki/Grava_\(hormig3n\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Grava_(hormig3n))

<http://elconcreto.blogspot.com/2009/04/el-agregado-fino-del-concreto.html>

<http://www.vialidad.cl/areasdevialidad/laboratorionacional/MaterialCursos/introduccionhormigon.pdf>

https://www.construmatica.com/construpedia/Densidad_Aparente

www.uca.edu.sv/mecanica-

[estructural/materias/materialesCostruccion/guiasLab/ensayoAgregados/IMPUREZAS .pdf](https://www.uca.edu.sv/mecanica-estructural/materias/materialesCostruccion/guiasLab/ensayoAgregados/IMPUREZAS .pdf)

<https://venezuela.justia.com/federales/constitucion-de-la-republica-bolivariana-de-venezuela/titulo-iii/capitulo-ix/>

<https://observatoriop10.cepal.org/es/instrumentos/ley-organica-ambiente-ley-no-5833>