



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROYECTO DE GRADUACIÓN FASE II

ANÁLISIS FÍSICO MECÁNICO DE BLOQUE DE CONCRETO CON AGREGADO DE BLOQUE

RECICLADO EN SAN PEDRO SULA, 2022

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO

INGENIERÍA CIVIL

PRESENTADO POR:

21041069 LUIS ENRIQUE TORRES FUNES

21421019 JAVIER EDUARDO QUEZADA SORIANO

21521105 LUIS FERNANDO HERRERA PALMA

ASESORES:

ING. ÓSCAR CASTRO

CAMPUS SAN PEDRO SULA; JULIO, 2022

RECTOR

MARLON ANTONIO BREVÉ REYES

VICERRECTOR ACADÉMICO

SECRETARIO GENERAL

ROGER MARTÍNEZ MIRALDA

VICEPRESIDENTA CAMPUS SAN PEDRO SULA

ABG. MARÍA ROXANA ESPINAL MONTEILH

JEFE ACADÉMICO DE LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

HÉCTOR WILFREDO PADILLA

**ANÁLISIS FÍSICO MECÁNICO DE BLOQUE DE CONCRETO CON AGREGADO DE BLOQUE
RECICLADO EN SAN PEDRO SULA, 2022**

TRABAJO PRESENTADO EN CUMPLIMIENTO DE LOS REQUISITOS

EXIGIDOS PARA OPTAR AL TÍTULO

INGENIERO CIVIL

ASESOR METODOLÓGICO FASE II

“ING. MICHAEL JOB PINEDA”

ASESORES TEMÁTICO

“ING. ÓSCAR CASTRO”

TERNA:

ING. MARIO HUMBERTO CÁRDENAS MURILLO

ING. SERGIO FRANCISCO PAREDES AGURCIA

ING. JUAN RAMON BUSTAMANTE HERRERA

DERECHOS DE AUTOR

© Copyright 2022

LUIS ENRIQUE TORRES

JAVIER ENRIQUE QUEZADA

LUIS FERNANDO PALMA

Todos Los Derechos Reservados

DEDICATORIA

Le doy gracias primeramente a Dios, por permitirme llegar hasta este punto de mi vida, a mis padres por darme siempre su apoyo incondicional y motivarme para seguir adelante, a mis amistades por ayudarme en todo momento que necesite ayuda o consejos, muy agradecido con mis catedráticos que a lo largo de mi vida estudiantil me instruyeron y compartieron su conocimiento para formarme como ingeniero civil

- Javier Quezada

Este logro se lo dedico a Dios y a mi familia que me han apoyado siempre, a los docentes que tienen vocación y nos enseñan más de lo que aparece en los libros, a las amistades y colegas que formamos en el camino.

- Luis torres

Le doy gracias primeramente a Dios, por permitirme llegar hasta este punto, a mis padres por darme siempre su apoyo incondicional y motivarme para seguir adelante, a mis amigos por ayudarme en todo momento que necesite ayuda, muy agradecido con mis catedráticos que a lo largo de mi vida estudiantil me instruyeron y compartieron su conocimiento para formarme como ingeniero civil.

-Luis Palma

AGRADECIMIENTOS

Primordialmente, a Dios quien fue quien nos la fortaleza y la sabiduría para poder afrontar cualquier problema durante todo este proceso de pregrado.

A todos los docentes, por los conocimientos compartidos con mi persona en cada una de las clases impartidos por ellos.

A nuestras amistades, que de cierta manera nos ayudaron en la universidad.



RESUMEN EJECUTIVO

En el presente documento se detalla la fabricación y evaluación de las propiedades físicas y mecánicas que presenta un bloque con sustitución parcial de desperdicios de bloque, en el cual se presentan datos factibles sobre una alternativa a la fabricación de bloques, una alternativa ecológica puesto que se le estará dando uso a los desperdicios que se generan en las construcciones dentro de la ciudad de San Pedro Sula. La alternativa como tal, propone la sustitución porcentual en un (10%, 15%, 20%, 25%) en volumen de agregado. La alternativa como tal consiste en que los desperdicios del bloque contribuyan de la misma manera en que lo hacen los agregados normales para la fabricación de bloques de concreto, con las iteraciones realizadas en la sustitución de los agregados, se evalúa el resultado que presente como tal agregar este tipo de material triturado, y si logra entrar entre los requisitos estimado por la normativa ASTM C-94, con base a ello, de los principales objetivos se fija si el bloque fabricado con desperdicios de otros bloques de concreto logra igualar los resultados que presente un bloque de concreto normal, además de que cumpla con los parámetros de absorción, densidad y humedad impuestos por las normas NSR-10. Los resultados dentro de la investigación demuestran que los bloques fabricados son una alternativa ya que logra cumplir con los requisitos, inclusive el bloque fabricado con un 10% de sustitución de desperdicios de bloques de concreto logra superar la resistencia de un bloque normal de cemento, en el apartado de análisis se denota la comparación que cada una de las iteraciones presente con respecto al bloque control, de acuerdo dicho proceso realizado de igual manera se mostrará los costos que conlleva la fabricación de un bloque de desperdicio de bloque que mejor resultado obtuvo a lo largo de la investigación, el costo como tal es significativamente más alto que el costo de producción de un bloque convencional, pero se compensa con los resultados mostrados en los ensayos de resistencia, por ende denota una buena relación de costo y resultado.

Palabras clave: *Absorción, Agregados, ASTM C-94, Desperdicio de bloque, Resistencia*



ABSTRACT

This document details the manufacture and evaluation of the physical and mechanical properties of a block with partial substitution of block waste, in which feasible data are presented on an alternative to the manufacture of blocks, an ecological alternative since it will be giving use to the waste generated in the constructions in the city of San Pedro Sula. The alternative as such, proposes the percentage substitution (10%, 15%, 20%, 25%) in aggregate volume. The alternative as such consists in that the waste of the block contributes in the same way that the normal aggregates do for the manufacture of concrete blocks, with the iterations carried out in the substitution of the aggregates, the result that presents as such to add this type of crushed material is evaluated, and if it manages to enter between the requirements estimated by the norm ASTM C-94, based on it, of the main objectives it is fixed if the block manufactured with wastes of other concrete blocks manages to equal the results that present a normal concrete block, besides that you fulfill the parameters of absorption, density and humidity imposed by the norms NSR-10. The results of the research show that the manufactured blocks are an alternative since they comply with the requirements, including the block manufactured with a 10% substitution of waste concrete blocks that surpasses the resistance of a normal cement block. The analysis section shows the comparison that each of the iterations presents with respect to the control block. The cost as such is significantly higher than the production cost of a conventional block, but it is compensated by the results shown in the resistance tests, thus denoting a good relationship between cost and result.

Keywords: Absorption: Absorption, Aggregates, ASTM C-94, Block wastage, Strength.

ÍNDICE DE CONTENIDO

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
II.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
2.1	Precedentes del Problema	2
2.2	Definición del Problema.....	3
2.2.1	Enunciado del Problema.....	3
2.2.2	Formulación del Problema.....	4
2.3	Justificación.....	4
2.4	Preguntas De Investigación	5
2.5	Objetivos.....	5
2.5.1	Objetivo General	5
2.5.2	Objetivos Específicos	5
III.	MARCO TEÓRICO	7
3.1	Análisis de situación actual.....	7
3.1.1.1	Colombia (Bogotá)	7
3.1.1.2	Colombia(Cartagena).....	14
3.1.1.3	Peru	20
3.2	Análisis de micro-entorno	25
3.3	Análisis interno.....	32
3.4	Teorías del sustento	35
3.2.1	Fabricación.....	35
3.2.2	Condicionantes del lugar de fabricación	37
3.2.3	Recepción de los materiales	39
3.2.3	Proceso de fabricación manual.....	40
3.2.4	Llenado de la tolva	41
3.2.6	Dosificación	42

3.2.6.1 Dosificación por peso.....	43
3.2.6.2 Dosificación por volumen.....	43
3.2.7 Mezcla.....	43
3.2.8 VACIADO DE LA MEZCLA.....	43
3.2.8 Curado del bloque.....	43
3.2.9 Propiedades físicas.....	43
3.2.10 Análisis Granulométrico.....	43
3.2.11 Peso específico.....	43
3.2.12 Absorción.....	43
3.2.13 Características Químicas.....	43
3.2.14 Reactividad Cemento-Agregados.....	43
3.2.15 Diseño de muestra.....	43
3.2.16 Resistencia a la Compresión Mínimo (ASTM C-90-85).....	43
3.2.17 Especificación Normalizada de Agregados para Concreto (ASTM C-33).....	43
3.2.18 Colorimetría (ASTM C-40).....	43
3.2.19 Análisis Granulométrico por Tamizado (ASTM C-136).....	43
3.2.20 Gravedad Específica de Agregados Gruesos (ASTM C-127).....	43
3.2.21 Gravedad Específica de Agregados Finos (ASTM C-128).....	43
3.2.22 Peso Volumétrico de los Agregados (ASTM C-129).....	43
3.5 Marco conceptual.....	43
3.6 Marco legal.....	46
IV. METODOLOGÍA.....	50
4.1 Enfoque.....	50
4.2 Variables de investigación.....	50
4.2.1 Diagrama de Variables de Operacionalización.....	53
4.3 Hipótesis.....	56
4.3.1 Hipótesis inicial.....	56
4.3.2 Hipótesis de Características.....	56

4.3.3	Hipótesis nula	56
4.4	Técnicas e instrumentos aplicados.....	56
4.4.1	Técnicas.....	56
4.4.2	Instrumentos	56
4.5	Población y muestra.....	56
4.5.1	Población.....	57
4.5.2	Muestra	57
4.6	Cronograma de actividades.....	57
V.	RESULTADO Y ANÁLISIS	59
5.1	Análisis Granulométrico.....	60
5.1.1	Granulometría de la arena normal.....	64
5.1.2	Granulometría de la arena combinada.....	70
5.1.3	Granulometría de grava de 1/2" normal	70
5.1.4	Granulometría de grava de 1/2" combinado.....	70
5.2	Características de los agregados.....	70
5.2.1	Ensayos de peso Volumétrico.....	70
5.2.2	Peso volumétricos Arena Combinada.....	70
5.2.2	Peso volumétricos Arena Normal.....	71
5.2.3	Peso volumétricos Grava 1/2 Normal.....	71
5.2.4	Peso volumétricos Grava 1/2 Normal.....	71
5.2.5	Gravedad específica de los agregados.....	71
5.2.6	Gravedad específica de la arena	71
5.2.7	Gravedad específica de la grava	71
5.2.8	Resultado de material, Cascajo triturado	71
5.2.9	Colorimetría.....	71
5.3	Diseño de mezcla de concreto.....	71
5.4	Ensayos de resistencia.....	73
5.5	Resumen de resultados	82

5.6	Costos totales de fabricación de bloques.....	86
5.7	Resumen de variables de costos.....	95
VI.	CONCLUSIONES.....	96
VII.	RECOMENDACIONES.....	99
VIII.	APLICABILIDAD.....	100

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 - Dimensiones probetas para fundida de prototipos.....	9
Ilustración 2 - Curva de granulometría obtenida para el PET	12
Ilustración 3 - Fases de la metodología.....	17
Ilustración 4 - Árbol de problemas.....	23
Ilustración 5. Diagrama de Variables de Operacionalización	28
Ilustración 6 - Curva granulométrica individual recomendada.....	36
Ilustración 7 - Curva granulométrica acumulada recomendada por la Compañía Besser.....	37
Ilustración 8 - Requisitos del lugar de fabricación.....	38
Ilustración 9 - Tipos de moldes móviles.....	41
Ilustración 10 - Vibración en la bandeja debido a problemas en los apoyos y guías.	42
Ilustración 11 - La fisuración, el cerramiento de las juntas y la dislocación lateral.....	43
Ilustración 12. Cantidad de agua aproximado para distintas consistencias	43
Ilustración 13. Resistencia mínima de ruptura a la compresión.....	43
Ilustración 14. Mínima Absorción del Agua	43
Ilustración 15. Contenido de humedad %	43
Ilustración 16 - Dimensiones de variables de estudio	53
Ilustración 17 - Cronograma de actividades 1	57
Ilustración 18 - Cronograma de actividades 2.....	58
Ilustración 19 - Curva Granulométrica de arena normal.....	70
Ilustración 20 - Curva Granulométrica de arena normal.....	70
Ilustración 21 - Resultado de Colorimetría.....	71

Ilustración 22 - Resistencia sobre área efectiva.....	74
Ilustración 23 - Resistencia sobre área efectiva 10%.....	77
Ilustración 24 - Resistencia sobre área efectiva 15%.....	78
Ilustración 25 - Resistencia sobre área efectiva 20%.....	79
Ilustración 26 - Resistencia sobre área efectiva 25%.....	81
Ilustración 27- Curva de Gauss	83
Ilustración 28- Distribución normal.....	85

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 - Granulometría del (pet) utilizada para la elaboración de los ladrillos.....	11
Tabla 2 - Granulometría de la arena utilizada para la elaboración de los ladrillos.....	13
Tabla 3 - Diseño de mortero 1/2.....	13
Tabla 4 - Dosificación volumétrica para la fabricación de los bloques con relación 1:4	19
Tabla 5 - Clasificación final de los bloques	24
Tabla 6. Operacionalización de las variables	27
Tabla 7. Tabla de Operacionalización.....	29
Tabla 8 - Granulometría sugerida por la Besser para la fabricación de bloques.....	39
Tabla 9 - Características (dimensión y peso) de los diferentes tipos de bloque.	42
Tabla 10 - Rendimiento (No. de bloques) por cada bulto de	43
Tabla 11 - Dosificación por volumen.....	43
Tabla 12 - Dimensiones de los bloques de hormigón- INEN	43
Tabla 13 – Tabla de variables de operacionalización	51
Tabla 14 - Tabla de operacionalización de variables.....	54
Tabla 15 – Proporciones del bloque	60
Tabla 16 - Cantidad de agregados mínimos a pesar.....	62
Tabla 17 – Tamices y aberturas.....	62
Tabla 18 - Granulometría de arena normal.....	64
Tabla 19 - -Valores de máximo y mínimo de los agregados.....	69
Tabla 20 - Granulometría de arena combinada	70
Tabla 21 - Granulometría de grava de 1/2" normal	70
Tabla 22 - Granulometría de grava de 1/2" combinado.....	70

Tabla 23 – Pesos de instrumentos.....	70
Tabla 24 – Peso volumétricos arena combinada.....	70
Tabla 25 – Peso volumétricos arena normal.....	71
Tabla 26 – Pesos de instrumentos.....	71
Tabla 27 – Peso volumétricos grava de ½" normal.....	71
Tabla 28 – Peso volumétricos grava de ½" normal.....	71
Tabla 29 - Gravedad específica de arena normal y combinada.....	71
Tabla 30 - Gravedad específica de grava normal y combinada.....	71
Tabla 31 - Cascajo triturado.....	71
Tabla 32 - Resumen de dosificaciones.....	73
Tabla 33 - Resultados de ensayos de resistencia en el primer día.....	74
Tabla 34 - Ensayos de resistencia en el segundo día.....	75
Tabla 35 - Resultados de ensayos de resistencia en el séptimo día.....	75
Tabla 36 - Resistencia día 7.....	80
Tabla 37 – Datos estadísticos por días.....	84
Tabla 38 – Ficha de costo para bloque con 10% de sustitución de desperdicio.....	87
Tabla 39 – Ficha de costo para bloque con 15% de sustitución.....	89
Tabla 40 – Ficha de costo para bloque con 20% de sustitución.....	91
Tabla 41 – Ficha de costo para bloque con 25% de sustitución.....	92

I. INTRODUCCIÓN

Desde la revolución industrial, el golpe ambiental a la industria de la construcción ha puesto obligaciones irresueltas que enfrentan las comunidades industrializadas para lograr un futuro más sustentable; Sin duda, la Revolución Industrial supuso un cambio radical en la forma de producir los materiales de construcción, pues en el pasado las materias primas eran naturales, propias de la biosfera, derivadas del ecosistema directo, producción compacta. Contexto regional de los espacios creativos. (BBC, 2012)

Los efectos de este cambio son, en primer lugar, un | significativo de la distancia entre la preparación del ingrediente base y su lugar de producción o fábrica, y, en segundo lugar, el agotamiento de los recursos naturales del entorno y, en última instancia, un aumento de las emisiones de contaminantes de la industria de la construcción.

Sin embargo, uno de los grandes retos que plantea el desarrollo sostenible es la construcción de edificaciones e infraestructuras que puedan impulsar el crecimiento de ciudades globalmente competitivas, al mismo tiempo que promuevan la cohesión, el desempeño social y el uso eficiente de los recursos ambientales. (Urbanismo, 2013)

El desperdicio de bloques es algo inminente en las construcciones, por lo que el implementar un plan de reutilización de los desperdicios generados por las construcciones se apoya a impulsar el desarrollo sostenible en la ciudades reutilizando los sólidos de concreto para generar más materia prima, por ello en la presente investigación se propone realizar un análisis comparativo de las propiedades físicas y mecánicas de los bloques de concreto en sustitución de desperdicios de bloques de concreto, presentando a continuación, en el capítulo 2, se muestra la problemática de la investigación y todos aquellos antecedentes que ayuden a justificar la investigación, en el capítulo 3, se mostrará los análisis de macro y micro entorno y todas aquellas teorías que logren sustentar la investigación que se está llevando a cabo, en el capítulo 4, se mostrara la metodología de investigación propuesta para el presente documento, y procede al capítulo 5 donde se cuantifican los resultados a partir de los ensayos realizados en los laboratorios de ETERNA S.A., y culminando con los últimos dos capítulos de conclusiones y recomendaciones.

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En este capítulo se mostrarán los precedentes del problema, definiendo el problema y estableciendo los parámetros importantes que lo afectan directamente. Luego se verá en la justificación la importancia de realizar un estudio con argumentos válidos. Se definirán las preguntas de investigación que orientan las respuestas que se esperan obtener mediante el análisis y desarrollo de la presente investigación, con base a las preguntas planteadas se definirá los objetivos a cumplir en el presente documento.

2.1 PRECEDENTES DEL PROBLEMA

La necesidad de esta investigación radica en que la disposición incorrecta de residuos de construcción, en botaderos o lugares poco adecuados, lo cual se ha convertido en un problema social, ambiental y económico. La industria de la construcción, además de ser una de las actividades de mayor impulso económico y desarrollo, trae consigo consecuencias inevitables, producidas por la presencia de Residuos de Construcción y Demolición. Los RCD son considerados, a nivel mundial, como un problema ambiental y social para todas las ciudades. Evidencia de esto, es la ausencia de gestión, control y correctivos desde las políticas públicas. Esto se suma a la poca educación y sensibilización de los constructores en cuanto al control de generación, y a la disposición de residuos en su actividad. (Carrasco, 2018)

FLAVIO PICHÍ (1993) en su tesis doctoral calcula los desperdicios generados en construcciones en Sao Paulo y estos llegan a alcanzar el 30% de costo total de la obra. Es decir, si tuviéramos un proyecto de cuatro edificios, podríamos construir el cuarto edificio con el desperdicio generado de los otros tres.

Los residuos que generamos pueden dañar al medio ambiente de distintas maneras, teniendo en cuenta que estos residuos afectarán de distinta forma y con rangos de contaminación mayor o menos en función de su tipo.

Actualmente México afronta uno de los peores problemas en la actualidad, y es el tratamiento de los residuos que generan diversos procesos industriales, dentro de ellos los residuos peligrosos, que se han convertido en un gran problema ambiental. A diario los residuos generados en las industrias se observan con mayor frecuencia

en vertederos clandestinos, barrancas, drenajes o en vías de carreteras, se considera que el 90% de los residuos peligrosos se encuentran en estado líquido o semilíquido, por lo que se encuentra en riesgo lagos, mares y tierras. (Vega, 2018)

La construcción es una parte importante de la economía de cualquier país y a través de los años esa misma se ha desarrollado. Sin embargo, en las construcciones se deriva bastantes desperdicios de materiales o en ciertas reformas que se hayan en algunas construcciones se encuentran en demoliciones los desperdicios de elementos de mampostería como ser los bloques de concreto al igual que al ser muchos materiales que se genera muchos desperdicios que comienza a provocar una contaminación visual ambiental a los suelos.

Es decir, los desperdicios se presentan como una pérdida, ya sea en términos económicos o materiales, en las construcciones que se presenta debido a un mal manejo de los procesos constructivos en general. Sin embargo, se debe tener en cuenta la problemática bilateral que existe en las construcciones modernas, es decir, por un lado, es la ineficacia del trabajador el cual desperdicia materiales en su colaboración al proceso constructivo, además, por otro lado, se presenta el desperdicio de materiales en sí que se genera en el manejo inadecuado que se le da al concreto (Desperdicios directos) en construcciones en concreto trasladando el mismo a lo largo de toda la construcción. En otras palabras, se presenta una problemática individual del trabajador en sí y por otro lado una problemática de la construcción como tal. (Rojas, 2018)

2.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

De acuerdo a la idea planteada para la presente investigación, a priori, se muestra los procesos para la formulación del problema, el cual procede a mencionar todos aquellos argumentos válidos para enunciar el problema y formular la pregunta de investigación que más se acople a los requerimientos que exige la idea planteada previamente.

2.2.1 ENUNCIADO DEL PROBLEMA

El sector construcción en Honduras se reactivó en un 70% después de la pandemia, sobre todo con los proyectos privados que se ejecutan en la zona norte. La construcción de nuevas viviendas,

ampliaciones y reparaciones tienen un repunte a raíz del aumento de remesas y las bajas tasas de interés. (inmobiliaria, 2021)

En Honduras, los residuos generados por las construcciones es un problema debido a que su generación va en un incremento, y no se tiene un manejo apropiado de los desechos generados en las construcciones, ni un control de sus impactos.

2.2.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Qué tipo de normativas o materiales serán necesario para la fabricación de bloques a partir de residuos de bloques para una propuesta optima según la información civil de los usuarios de la ciudad de San Pedro Sula, Honduras?

2.3 JUSTIFICACIÓN

Según (PAHO, 2016) en San Pedro Sula junto con las ciudades de Tegucigalpa, Choloma, La Ceiba, Choluteca y el Progreso se concentra en 54% del volumen total de residuos sólidos municipales del país donde un 1.98% se concentran residuos distintos a los de papeles y cartón o plásticos, dentro de ello se encuentran los desechos de construcción.

El 90% de los residuos no se aprovechan, y esto de cierto modo proporciona una contaminación al medio ambiente ya sea de manera directa o indirecta, de acuerdo a la ley de municipalidades en el decreto 134-90 denota que se debe de manejar de manera integral los residuos sólidos según el acuerdo 1567-2010, por lo que se debe de encontrar un modo de aprovechar los residuos que se generan en las construcciones, tales como los desperdicios de bloques, del cual en la presente investigación tiene como principal finalidad hacer uso de estos desperdicios bloques generados en la ciudad de San Pedro Sula, fabricando bloques de concreto con desperdicios de bloque como agregado, a posteriori, su análisis comparativo con respecto a los resultados de resistencia y absorción que muestra un bloque convencional fabricado con cemento.

2.4 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

- 1) ¿Cuál será la dosificación óptima más utilizada para la elaboración de un bloque de concreto?
- 2) ¿Cuál es el porcentaje de sustitución óptimo de desperdicio del bloque para la fabricación de un bloque de concreto?
- 3) ¿Cuáles son las Características que presentan los agregados en sustitución de la misma en la fabricación del bloque?
- 4) ¿Qué efecto presentan las Características físicas y mecánicas sustituyendo el agregado por el desperdicio de bloque en la fabricación del bloque?
- 5) ¿Qué diferencia presenta en los costos de producción el bloque de concreto con respecto al bloque de desperdicio de bloque?

2.5 OBJETIVOS

Sabiendo los requerimientos necesarios bajo las normas establecidas para la producción de bloques, se han planteado una serie de objetivos que conllevará la finalidad del proyecto estableciéndose en un objetivo general y una serie de objetivos específicos, los cuales serán puntuales, breves y concisos de acuerdo a la necesidad de la investigación.

2.5.1 OBJETIVO GENERAL

Analizar el comportamiento de las características físicas y mecánicas de un bloque fabricados a partir de agregados de desperdicio de bloques obtenidos de bloques averiados en plantas de fabricación y desperdicio de obras civiles cumpliendo con la dosificación y dimensión de los bloques que más se utiliza en San Pedro Sula.

2.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Realizar pruebas piloto de mezclas de concreto incluyendo como agregado adicional el desperdicio de bloque previamente triturado.
2. Identificar el porcentaje óptimo de desperdicio del bloque para fabricación.

3. Denotar el efecto que presenta la sustitución del cemento por el desperdicio de bloque en las características del bloque de concreto.
4. Denotar el efecto que presenta la sustitución del cemento por el desperdicio de bloque en las características del bloque de concreto.
5. Evaluar la reducción de costos para la fabricación de un bloque de concreto convencional de 6" vs un bloque de concreto utilizando bloque reciclado.

III. MARCO TEÓRICO

En el siguiente capítulo se expondrá todo el conjunto de conceptualizaciones necesarias para analizar el entorno de la investigación y que de esta manera se pueda comprender el tema, asimismo hablar sobre los antecedentes del tema, conocer el entorno de la fabricación de bloques de concreto con desperdicios de bloque como agregado y reforzar la idea con las teorías que se consideren válidas para el estudio.

3.1 ANÁLISIS DE SITUACIÓN ACTUAL

En el siguiente apartado se pretende presentar un análisis de nivel macro y micro de la situación actual del problema planteado conociendo un panorama general que beneficiará el proceso de la investigación, en el cual se mencionará información relevante de datos oficiales y estadísticos, de igual manera presentando un análisis interno.

Análisis de macroentorno

En el análisis de macroentorno se detalla la situación que aborda en ciertos países del mundo donde se lleva a cabo, una situación actual a la que se plantea en el presente documento, en el cual se incluyen datos que permiten tener una mejor percepción de la problemática actual, y poder concluir la meta que se tiene propuesta.

3.1.1.1 COLOMBIA (BOGOTÁ)

“proyecto de factibilidad económica para la fabricación de bloques con agregados de plástico reciclado (pet), aplicados en la construcción de vivienda” (PIÑEROS MORENO, 2018)

a) Información General del Proyecto

El proyecto presenta como finalidad el desarrollo de una gestión y tecnología para la sustentabilidad de comunidades, el cual da a lugar una línea de investigación que se encuentra enmarcado o en el desarrollo de un bloque con plástico reciclado para mampostería no portante de bajo costo, que logre suplir las necesidades de las personas en cuanto a vivienda se refiere,

logrando obtener un producto que cumpla con las especificaciones con las que cuentan los sistemas tradicionales. (PIÑEROS MORENO, 2018)

(PIÑEROS MORENO, 2018) menciona que la disposición de los residuos es un gran problema para el ser humano al igual que el manejo que se le debe dar a estos, quienes trabajan en la gestión de residuos de las ciudades, saben que una premisa racional es trabajar en minimizar la generación de los mismos, y en tratar de reutilizar (reciclar) la mayor parte posible. En Colombia el porcentaje de reciclado es muy bajo, causa de la escasa conciencia ambiental de la población.

La investigación se llevó a cabo en la ciudad de Bogotá, el cual es la ciudad más basura genera dentro del país colombiano, además de ser de los que menos aprovechan todos estos residuos sólidos, Esto en gran medida porque no cuenta con un esquema de separación de residuos claro, eficiente, ni la ciudadanía ha creado una cultura de reciclaje. Es tal la situación, que de las 7.000 toneladas de basura que se sacan a diario, sólo se aprovecha el 3 %. Esta no es una condición especial de la capital. De acuerdo con el Ministerio de Medio Ambiente, en el país, de los 11,6 millones de toneladas de basura que se producen al año, sólo se recicla el 17%. Y lo referente al plástico reciclado solo se obtiene un 9% del total de cada año. (I., 2018)

b) Metodología aplicada

El proceso metodológico aplicado para el desarrollo de la investigación se encuentra enmarcado en diferentes fases, las cuales obedecen al seguimiento del EDT y el CRONOGRAMA DE TRABAJO; dichas etapas se definieron con el fin de tener una visión más clara del proceso que se realizó y se proyectó, para llevar a cabo el cumplimiento de los objetivos planteados.

Proceso de investigación

En el proceso de el desarrollo de esta etapa se realizó una evaluación de criterios en cuanto al planteamiento de una posible solución que diera respuesta a problemáticas en cuanto a vivienda, medio ambiente y economía se refieren, aspectos que se analizaron desde un punto de vista sostenible y tecnológico, lo cual llevó a formular el proyecto de

investigación enfocado en la fabricación de un bloque prefabricado con aditivos de plástico reciclado para mampostería no portante.

Realizada esta etapa de lluvia de ideas y planteamientos, se continuo con un proceso de investigación, dando lugar al desarrollo del proyecto, el cual consistió en realizar una recolección de información referente al tema de investigación, enfocada en los estudios que se tienen con respecto al contenido del proyecto; nuevos materiales, trabajos realizados al respecto, avances tecnológicos, variables, normativa aplicable; entre otros criterios los cuales fueron estudiados y analizados, permitiendo realizar la estructuración del anteproyecto.

La dosificación se determinó en una relación correspondiente de 1:2, debido a que aún no se ha estandarizado a nivel de todo proyecto de investigación este tipo de dosificaciones, con la finalidad de investigar el comportamiento de los morteros y obtener una dosificación modelo con la cual se pueda comparar en este caso con los futuros ladrillos de plástico.

Dimensiones para fundida

Las dimensiones son de 8cm (Ancho) x 8cm (Largo) x 8cm (Profundidad) formando las cavidades para la fundida de los cubos en concreto con los respectivos aditivos.

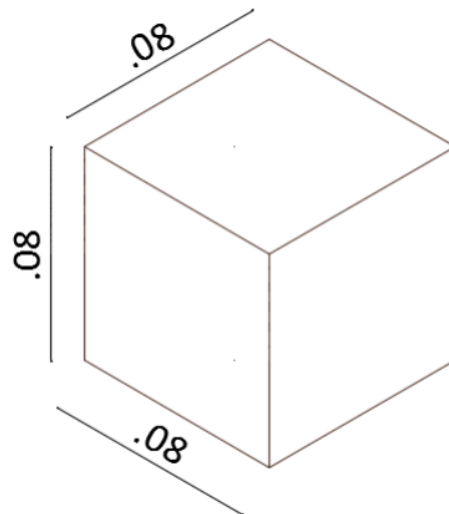


Ilustración 1 - Dimensiones probetas para fundida de prototipos.

Fuente: (PIÑEROS MORENO, 2018)

Con los resultados finales, arrojados con la dosificación 1:2 y según los ensayos se encontró la DOSIFICACIÓN ÓPTIMA con la cual se elaboró el LADRILLO PATRÓN. A esta dosificación óptima se le adiciono porcentajes proporcionales al 10%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 50%, 60%, 70% y 80% de PET en sustitución de la arena del ladrillo patrón, el mismo que obtuvo un proceso de moldeado y prensado en moldes. Una vez elaborados, se ensayaron en la prensa para conocer sus características (resistencia a la compresión y absorción) Posteriormente se recopilaron y analizaron los 59 resultados para buscar las conclusiones finales.

El material obtenido producto tenía condiciones semejantes al árido fino, es por este criterio que en primera instancia se definió de forma empírica el tamaño adecuado. Posteriormente, la materia prima fue sometida a un análisis granulométrico en el laboratorio. El agregado fino deberá estar graduado entre los límites fino y grueso, para esta actividad se realizó un proceso de tamizado en el laboratorio.

En la tabla 1 y en la ilustración 1 se observa el ensayo granulométrico del PET, que 61 servirá para reemplazar al árido fino y de esta manera lograr alivianar el ladrillo.

Tabla 1 - Granulometría del (pet) utilizada para la elaboración de los ladrillos

TAMIZ #	ABERTURA	PESO RETEN.	P. RET. ACUM	%	%
	mm	gr	gr	RETENIDO	PASA
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00
N.4	4.75	0.58	0.58	0.92	99.08
N.8	2.38	25.71	26.29	41.73	58.27
N.16	1.19	31.51	57.80	91.75	8.25
N.30	0.59	4.27	62.07	98.52	1.48
N.50	0.30	0.47	62.78	99.27	0.73
N.100	0.15	0.24	62.78	99.65	0.35
PASA # 200		0.22			
TOTAL		63.00			

PASA TAMIZ N.4 _____

PESO ANTES DEL ENSAYO _____

PESO ANTES DEL LAVADO **63 gr.**

PESO DESPUES DEL ENSAYO _____

PESO DESPUES DEL LAVADO **63 gr.**

RESULTADOS

DIAM. EFECTIVO

D10= 1.23mm

COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD

CU= 2.01mm

COEFICIENTE DE CURVATURA

Cc= 0.95mm

MODULO DE FINURA

MF= 4.32mm

Fuente: (PIÑEROS MORENO, 2018)

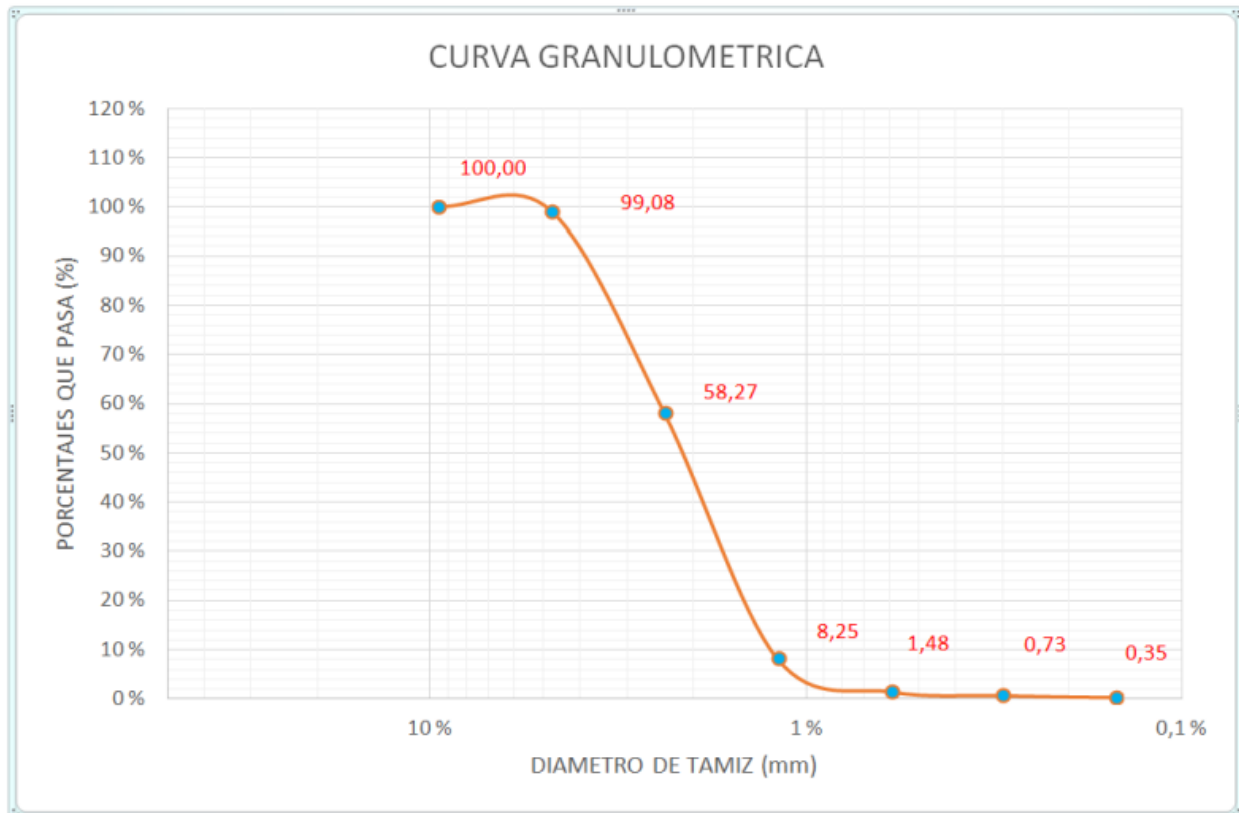


Ilustración 2 - Curva de granulometría obtenida para el PET

Fuente: (PIÑEROS MORENO, 2018)

Cálculo granulométrico de la arena (módulo de finura)

La granulometría realizada a la arena en la investigación realizado por (PIÑEROS MORENO, 2018); dando un módulo de finura de 2,09 el cual está dentro del rango.

Tabla 2 - Granulometría de la arena utilizada para la elaboración de los ladrillos

TAMIZ #	ABERTURA	PESO RETEN.	PESO TE. ACUM.	%	%
	mm	gr	gr	RETENIDO	PASA
N.8	2.38	13.04	13.04	2.89	97.11
N.16	1.19	40.20	53.24	11.78	88.22
N.30	0.58	11.80	165.04	36.53	63.47
N.50	0.30	132.90	297.94	65.94	34.06
N.100	0.15	117.40	415.35	91.92	8.08
N.200	0.08	22.70	438.04	96.95	3.05
PASA #200		0.9	0.9		
TOTAL		451.83			
MODULO DE FINURA 2,09mm					

Fuente: (PIÑEROS MORENO, 2018)

Para la elaboración de estos morteros que sirvieron como base para la confección de las probetas cúbicas, se utilizaron moldes de 8cm (Ancho) x 8cm (Largo) x 8cm (Profundidad), con los materiales establecidos; arena analizada en laboratorio y cemento Holcim.

Tabla 3 - Diseño de mortero 1/2

MORTERO 1/2	
MATERIAL	PORCENTAJE
Arena amarilla de peña.	50%
Cemento Holcim	50%
Agua	24%

Fuente: (PIÑEROS MORENO, 2018)

Cada dosificación según sus porcentajes, se vertió en probetas con la finalidad de obtener cuatro cubos; el proceso de relleno se lo hizo por tres capas de 2.7 cm de espesor aproximadamente y cada una se compactaron con un pisón normalizado a razón de ocho

golpes en un sentido y ocho golpes en otro sentido y posteriormente la superficie externa fue alisada con una paleta apropiada para el proceso.

c) Conclusiones más relevantes del proyecto

- Dentro de este proyecto, encontramos a través del seguimiento de los procesos de investigación y de orden experimental resultados concretos que involucran alternativas de innovación y tecnología, desarrollando un nuevo material con el uso de material de desecho en la fabricación de un elemento constructivo. (PIÑEROS MORENO, 2018)
- La forma, textura, medidas y peso de los ladrillos presentan excelentes condiciones, debido a que su aspecto, presentación y forma. (PIÑEROS MORENO, 2018)
- Son de textura lisa, obtenidos durante el proceso de fundida y posterior curado, lo cual le da un valor agregado adicional a este nuevo material de construcción, principalmente porque una vez puesto en obra no sería necesario tener que realizar el clásico revoque o pañete, que en la actualidad representa un rubro muy elevado en los costos finales de una edificación, por lo tanto, se generarían ahorros económicos, reduciendo considerablemente los presupuestos en las diferentes obras tanto públicas como privadas. (PIÑEROS MORENO, 2018)

3.1.1.2 COLOMBIA(CARTAGENA)

“ELABORACIÓN DE BLOQUES EN CEMENTO REUTILIZANDO EL PLÁSTICO POLIETILEN-TEREFTALATO (PET) COMO ALTERNATIVA SOSTENIBLE PARA LA CONSTRUCCIÓN” (CABALLERO MEZA & FLOREZ LENGUA, 2016)

a) Información General del Proyecto

En la investigación se utilizaron envases de bebida de 500 ml entre otras razones porque era el tamaño más favorable para empacar manualmente la cantidad de plástico requerida, y por su tamaño uniforme, se rellenó la botella con cualquier tipo de plástico teniendo en cuenta que

siempre estuviera limpio y seco, de lo contrario se comprometería la estructura interna del elemento. Para comprimir se usó como guía dar de 4 a 6 golpes por cada pieza de plástico introducida. La masa del ladrillo es de al menos 220 gramos terminado el proceso de empaque, si la masa era inferior se asumía que los golpes de compresión eran deficientes, para detectar cualquier vacío dentro del eco-ladrillo se usó el sonido de propagación y se comparó con referencias anteriormente establecidas. (CABALLERO MEZA & FLOREZ LENGUA, 2016)

Con base a lo previamente mencionado, (CABALLERO MEZA & FLOREZ LENGUA, 2016) buscaron desarrollar elementos constructivos elaborados con plásticos reciclados, como ladrillos, bloques y placas. El proceso de elaboración fue el mismo que se utiliza para la elaboración de bloques con hormigón. La diferencia radica en que en estos bloques ecológicos se remplazan los agregados áridos por material plástico reciclado triturado. Igualmente, describe y evalúa el impacto ambiental que es generado por la contaminación que ocasiona este tipo de materiales a nivel local.

Durante la investigación realizaron ensayos y caracterización de las mezclas de polietileno-tereftalato (PET) - cemento, para ello se determinó de manera preliminar el posible comportamiento del material al usarlo como agregado en una mezcla. La cantidad de PET empleado -en la mezcla- varió entre 5%, 10% y 15%. Además, dependiendo del uso final de ésta, usaron 3 diseños de mezclas en donde el PET sustituyó una cantidad parcial de arena. Se hicieron probetas con la mezcla para posteriores ensayos de compresión simple, erosión, absorción e impacto. Tras ser curada durante 7 días se hicieron pruebas de absorción y erosión. El día 28 se practicaron ensayos de compresión.

Según (CABALLERO MEZA & FLOREZ LENGUA, 2016) las limitaciones que se les presentaron en la investigación que llevaron a cabo es que los procedimientos y resultados de los ensayos se llevaron a cabo bajo el parámetro de las normas venezolanas, pero al ser una investigación muy similar a la de esta investigación proporcionó gran información al momento que se hizo la comparación de los resultados.

Para analizar las características del mortero con agregados de plástico reciclado se realizaron una serie de ensayos. Se desarrollaron dos muestras para estudiar el aislamiento térmico y dos probetas de tres muestras cada una, que sirvieron para los ensayos de resistencias y módulo de elasticidad. Cada grupo de ocho probetas tuvieron distintas dosificaciones de plástico reciclado de PVC. La primera, sin plástico, para tener una mezcla de mortero convencional; la segunda, con 10% de agregados de plástico reciclado; la tercera, con 25% de plástico reciclado; la cuarta, con 50% de plástico y; la quinta, con 70% de plástico. Además, se fabricaron dos tipos de probeta más, con plástico reciclado que contiene carbono, de la misma granulometría que el plástico reciclado de PVC utilizado en las muestras anteriores. Posteriormente, estas probetas se dejaron fraguar y luego se realizaron las pruebas pertinentes para poder comparar las características obtenidas, con lo que se esperaba obtener.

En base a las limitaciones que se les presentaron se denoto que fue la utilización los distintos tipos de polímeros en especial el PVC para los ensayos realizados en cada una de las muestras, Aunque con respecto a la resistencia al agregar los gránulos fue de utilidad para contar con datos de referencia al momento de la revisión de los resultados.

b) Metodología empleada

La metodología propuesta por (CABALLERO MEZA & FLOREZ LENGUA, 2016) fue de carácter mixta, debido a que comprende un ámbito descriptivo y otro experimental, donde se buscó principalmente obtener las características físicas y mecánicas de las probetas hechas con el material de estudio, luego se hizo un análisis comparativo entre los resultados obtenidos y los consignados en las normas y reglamentos colombianos respecto a las probetas convencionales, con el fin de comprobar si los bloques de cemento con diferentes proporciones de triturado de polietilen- teraftalato (PET) cumplen los criterios establecidos en la NSR-10 y las Normas Técnicas Colombianas NTC del ICONTEC. Posteriormente, se hizo una comparación entre un análisis de precio unitario de un bloque con PET y un A.P.U. de un bloque convencional para determinar cuánto es, más o menos, viable económicamente el bloque propuesto mediante esta

investigación, teniendo en cuenta los precios manejados para la fabricación de estos elementos en forma convencional.

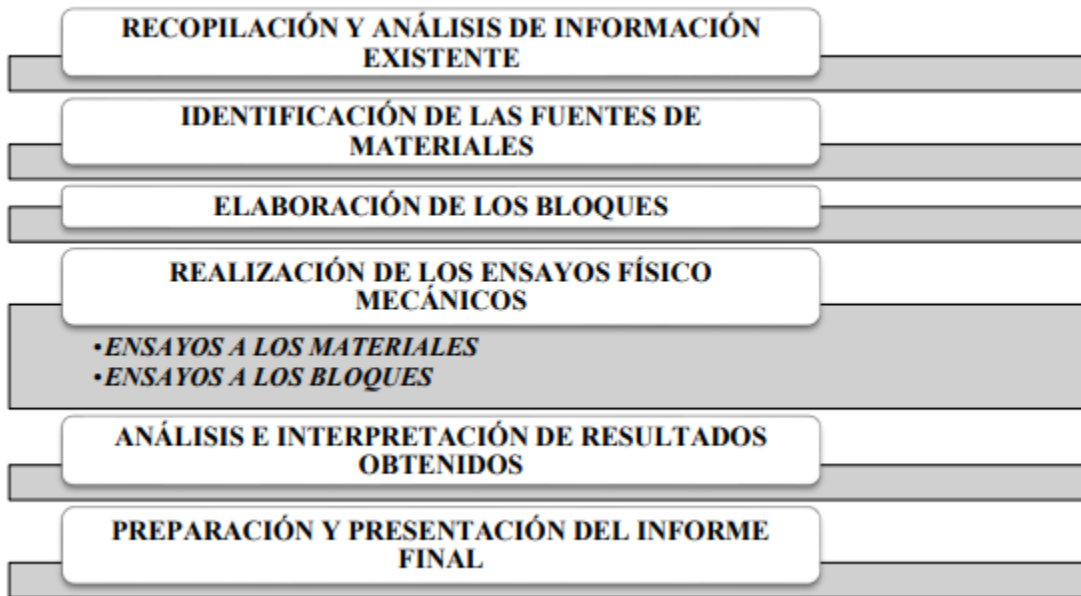


Ilustración 3 - Fases de la metodología

Fuente: (CABALLERO MEZA & FLOREZ LENGUA, 2016)

Identificación de las fuentes de materiales

Para la elaboración de los bloques ellos utilizaron 3 materiales: cemento, arena y triturado de PET. Como los bloques se construyeron con materiales de fuentes actuales, el material base PET se adquirió triturado en un centro de reciclaje en el barrio Henequén, donde se hicieron los procesos de selección, lavado, secado, picado y molienda. El cemento utilizado es de Holcim y la arena de la mina La Esperanza en el municipio de clemencia (CABALLERO MEZA & FLOREZ LENGUA, 2016)

Elaboración de los bloques

El método de elaboración de los bloques, como primeras instancias, es el sugerido en Mampostería de bloques de concreto por CONCRETODO, el Manual de construcción de mampostería de concreto por el Instituto Colombiano de Productores de Cemento y en colaboración por el publicado en el informe Aplicación de material plástico reciclado en

elementos constructivos a base de cemento de Rosana Gaggino, Ricardo Arguello y Horacio Berretta

El método de elaboración de los bloques, como primeras instancias, es el sugerido en Mampostería de bloques de concreto por CONCRETODO, el Manual de construcción de mampostería de concreto por el Instituto Colombiano de Productores de Cemento y en colaboración por el publicado en el informe Aplicación de material plástico reciclado en elementos constructivos a base de cemento de Rosana Gaggino, Ricardo Arguello y Horacio Berretta.

- Elementos constructivos de las siguientes medidas: Bloque #6: 15 cm. x 20 cm. x 39,5 cm.
- El procedimiento de elaboración de los mampuestos es similar al de los bloques de mortero de cemento, reemplazando la arena por el plástico triturado en proporciones de 10%, 25% y 40%. Se utilizó el plástico PET (polietilen-tereftalato), el ligante que se uso fue cemento Portland común. Para la fabricación se empleó la máquina de vibrado que se utiliza para la postura de los mampuestos de la bloquera "Agregados y Prefabricados GRAN COLOMBIA" ubicada en el barrio SAN ISIDRO. Debido a las limitaciones relacionadas a recipientes para la dosificación del material en la bloquera, se utilizaron proporciones distintas a las planteadas inicialmente, por lo que se trabajó con proporciones de 12,5%, 25% y del 37,5%. Luego de la postura, se dejaron en reposo los bloques durante un día y se los movilizaron hasta una pileta de curado con agua, en donde permanecieron siete días. Después de este tiempo, se los retira y pueden ser almacenados en pilas a cubierto.

Realización de los ensayos físico mecánicos

Para esta fase se llevaron a cabo los ensayos físicos y mecánicos propuestos tanto en la norma NSR-10 como en las Normas Técnicas Colombianas NTC del ICONTEC. Esto con el

propósito de tener sus propiedades y poder hacer una comparación entre los resultados obtenidos y los aceptados en dichos documentos. Los 40 bloques de hormigón se ensayaron bajo la norma colombiana NTC 4024 (Muestreo y ensayo de concreto no reforzados, vibro compactados) y NTC 4026 (Unidades, bloque y ladrillos, de concreto para mampostería no estructural, interior y chapas de concreto).

A priori, a los ensayos el bloque como combinación de distintos materiales, se ensayó cada material de acuerdo a las normas colombianas establecidas para lo cual se pudo establecer el material y el tipo de ensayos a los que se sometió, luego relacionado a la norma a la que corresponde se dieron valores guías.

Tabla 4 - Dosificación volumétrica para la fabricación de los bloques con relación 1:4

MUESTRA	% PET TEORICO	% PET UTILIZADO	DOSIFICACIÓN VOLUMÉTRICA		
			CEMENTO	ARENA	PET
0	0%	0%	1	4	0
1	10%	12,50%	1	3,5	0,5
2	25%	25%	1	3	1
3	40%	37,50%	1	2,5	1,5

Fuente: (CABALLERO MEZA & FLOREZ LENGUA, 2016)

d) Conclusiones relevantes

- La fabricación de bloques con remplazo de agregado fino por material PET puede ser una alternativa en términos de producción en serie, a los métodos de fabricación actual, teniendo en cuenta que cada vez es más preocupante la cantidad de polímeros desechados y se le exige tener a las empresas más conciencia ambiental y en términos aplicativos la creación de estructuras en las cuales más que mayor resistencia se necesite menor peso estático. (CABALLERO MEZA & FLOREZ LENGUA, 2016)

- En respuesta al objetivo general basado en el análisis de las propiedades físicas y mecánicas de los bloques adicionados con PET triturado en diferentes proporciones a través de ensayos normalizados, se pudo determinar que los bloques fabricados no cumplieron con la resistencia mínima requerida por las Normas Técnicas Colombianas debido a que estos valores fueron menores que los 5Mpa establecidos como mínimo por la norma lo cual ayuda a concluir que estos bloques no pueden ser utilizados para la mampostería estructural pero si pueden ser utilizados para la construcción de muros divisorios no portantes. En cuanto a la absorción los resultados fueron satisfactorios debido a que los porcentajes obtenidos se encuentran en rangos menores de 12% y 15% para mampostería de peso mediano y clase alta, y como la absorción es inversamente proporcional a resistencia a la compresión, generalmente estos porcentajes de absorción son menores para los bloques que presentan mayor resistencia a la compresión. (CABALLERO MEZA & FLOREZ LENGUA, 2016)
- Al observar y analizar los resultados de peso, es notable que los bloques adicionados con PET triturado debido a que su densidad disminuye como acción del PET reduce el peso del block, lo cual resulta favorable debido a que se disminuyen los pesos de las estructuras cuando se construyan muros no portantes o divisorios con el uso de estos bloques. (CABALLERO MEZA & FLOREZ LENGUA, 2016)

3.1.1.3 PERU

“Diseño del Proceso de Producción de Ladrillos Basados en Plástico Reciclado” (Campos Barboza & Pasco Soto, 2019)

a) Información del Proyecto

La investigación se llevó a cabo en la ciudad de Piura, Perú; en el cual se ha generado una gran desconformidad debido a la gran cantidad de plásticos que se han generado, tanto que sus habitantes de forma diaria arrojan desechos plásticos sin establecerles un fin de reciclaje o reutilización.

(Campos Barboza & Pasco Soto, 2019) menciona que La ciudad de Piura cuenta con una población de 680 770 habitantes, de la cual el 37.5%, es considerada pobre según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) basándose en los datos obtenidos del censo realizado el año 2007 (INEI, 2007). Pero con el paso del tiempo la pobreza en Piura ha ido disminuyendo, si bien es cierto no es una tasa muy elevada, el problema va solucionándose poco a poco. Según el BCRP (2008), "esta disminución en la tasa de pobreza se ha dado en todos los ámbitos, salvo en la sierra rural en la que se incrementó en cerca de un punto porcentual." Este sector de la población necesita viviendas más económicas para poder sobrevivir, ya que muchas veces no tienen un hogar donde dormir por el costo que esto demanda al adquirirlo. Ante esta necesidad, surgió la idea de fabricar ladrillos basados en residuos plásticos, ya que además de reducir la basura en la ciudad de Piura, ayuda en la construcción de viviendas económicas.

B) Metodología

El problema abordado por este trabajo consiste en la contaminación producida por los residuos plásticos. Mayoritariamente de parte de los tipos de plástico PET, los cuales se encuentran en envases de agua, bebidas gasificadas, etc; PVC, generados principalmente en proyectos de construcción; de polietileno de baja densidad (PEBD), material que compone la inmensa cantidad de bolsas de plástico utilizadas en supermercados, mercados, tiendas, etc

Causas directas

La primera causa sería la escasa existencia de alternativas productos hechos de plástico. Actualmente es más factible realizar procesos de manufactura con plástico que con otros materiales ya que es más barato y cómodo en el uso para los usuarios. No se ha encontrado aún una alternativa a este material con las mismas características y con el mismo precio.

Poco interés de la población por tener una cultura del reciclaje. Si bien es cierto en los últimos años se ha incentivado mucho la tendencia de ayuda al medio ambiente, aún existen muchos sectores de la población que no tienen algún tipo de interés por seguir

esta tendencia y contribuir con un impacto medioambiental positivo. Se sigue con el mismo hábito de arrojar los residuos en las vías públicas y no en basureros. Esto también representa una oportunidad de mercado ya que existen muchos recolectores independientes de desechos plásticos que acumulan estos productos y que luego los venden a centros de recolección. La adquisición de estos materiales resulta ser muy barata y también se contribuiría con la economía local.

Causas indirectas

Aquellos factores que dan pie a las causas directas están relacionados principalmente con la versatilidad de uso que tiene el plástico, así como el bajo precio de producción. En cuanto al escaso interés de la población, se puede atribuir su causa raíz al hecho de la falta de campañas de concientización eficientes en nuestro país y la falta de inversionistas en el rubro de reciclaje. Las causas directas e indirectas se pueden organizar de la siguiente forma, en la cual el cuadro central es el problema central; los cuadros inferiores, las causas primarias y secundarias; y los cuadros superiores, los efectos primarios y secundarios.

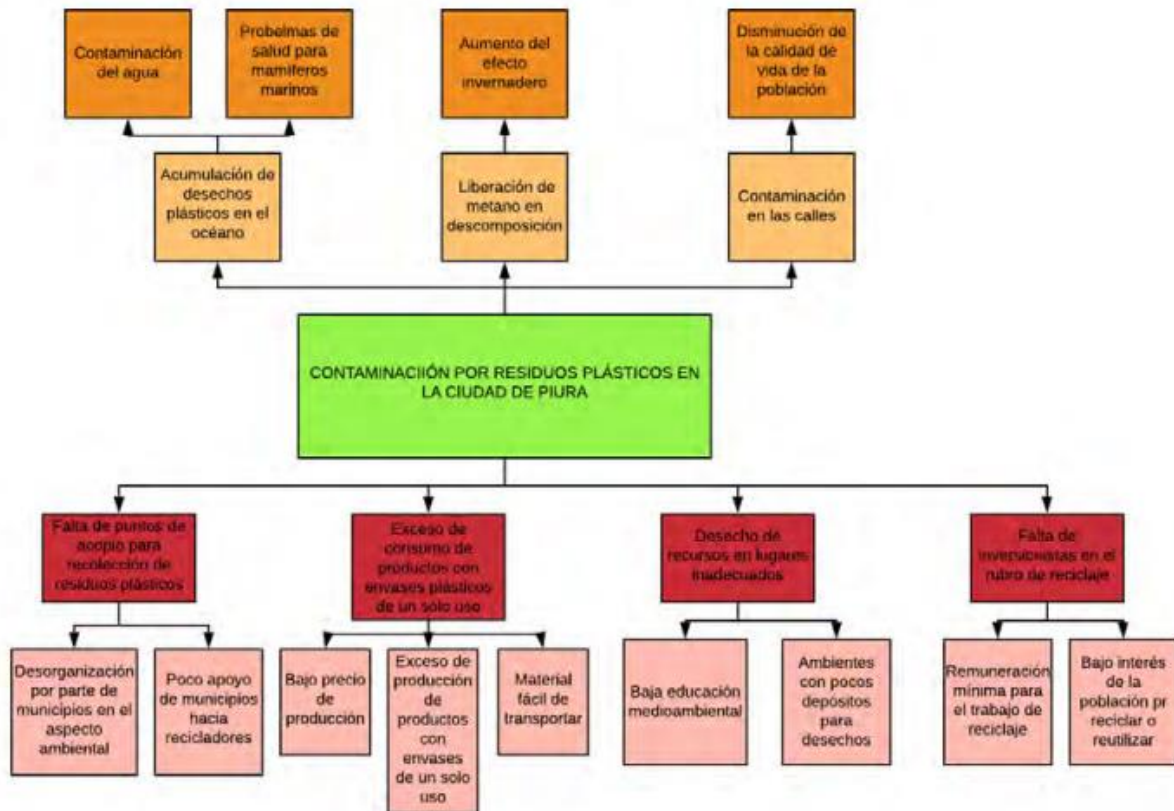


Ilustración 4 - Árbol de problemas

Fuente: (Campos Barboza & Pasco Soto, 2019)

d) Conclusiones relevantes

Haciendo una recopilación de las pruebas realizadas por (Campos Barboza & Pasco Soto, 2019), se puede determinar con qué tipo de ladrillo es comparable el bloque de PET de acuerdo con lo establecido por la norma E.070. La clasificación mínima entre las clasificaciones para cada parámetro es la clasificación final. Para la prueba de absorción, se considera que ambos podrían ser tipo V, ya que la norma sólo indica si es aceptado o no.

Tabla 5 - Clasificación final de los bloques

Tipo de ladrillo que puede reemplazar el bloque según las pruebas realizadas					
Bloque	Tipo según variación del dimensionamiento	Tipo según absorción	Tipo según alabeo	Tipo según resistencia a la compresión	Tipo final
Normal	IV	V	V	IV	IV
Con PET	IV	V	V	V	IV

Fuente: (Campos Barboza & Pasco Soto, 2019)

A partir de los resultados de las experimentados llegaron a las siguientes conclusiones:

- El diseño de mezcla óptimo para ladrillos basados en plástico reciclado es aquel que está compuesto por bajos porcentajes de hojuelas de plástico PET (<15%). (Campos Barboza & Pasco Soto, 2019)
- Se cometió un error al compactar los bloques sin PET únicamente con las varillas compresoras pequeñas y no las grandes (que sí fueron usadas para los bloques con PET), esto explica la resistencia inferior en los resultados, lo cual evita que se pueda realizar una comparación real y precisa sobre la variación de rendimiento entre ambos tipos de bloque. (Campos Barboza & Pasco Soto, 2019)
- El bloque basado en plástico cumple con los estándares de calidad establecidos por las normas técnicas peruanas para Ladrillos de Tipo IV (y, por lo tanto, también los de Tipo III, que era lo esperado). (Campos Barboza & Pasco Soto, 2019)
- Es importante preparar un volumen de mezcla superior al volumen necesario para obtener la cantidad de bloques deseada, para evitar problemas en la experimentación por pérdidas. (Campos Barboza & Pasco Soto, 2019)

3.2 ANÁLISIS DE MICRO-ENTORNO

El sector construcción en Honduras se reactivó en un 70%, sobre todo con los proyectos privados que se ejecutan en la zona norte. La construcción de nuevas viviendas, ampliaciones y reparaciones tienen un repunte a raíz del aumento de remesas y las bajas tasas de interés. (inmobiliaria, 2021)

Al presentarse un incremento significativo en los proyectos de construcción eso refleja que en medida un porcentaje considerable de desperdicios de bloques se estarán generando, del cual en Honduras no existe un control para el aprovechamiento de esos solidos generados, a continuación, se muestra el panorama del sector de construcción en el país hondureño.

A continuación, se presenta un proyecto realizado en la ciudad de San Pedro Sula, el cual lleva como título: "Análisis y caracterización de bloques de concreto con la utilización de polímeros reciclables y aditivo" (Zelaya Funes, Diaz Arriaga, & Fernandez Jimenez, 2019)

En la investigación realizada por (Zelaya Funes, Diaz Arriaga, & Fernandez Jimenez, 2019) en el cual mencionan que debido al crecimiento poblacional ha hecho que los niveles de desechos crezcan en gran manera y de los que más destacan son los plásticos que en los últimos años están siendo un gran problema para el ambiente.

Los envases hechos con tereftalato de polietileno (PET por sus siglas en inglés) constituyen uno de los elementos reciclables más usados en todo el mundo, cada vez son más los productos envasados en este material gracias a sus cualidades: irrompible, económico, liviano, impermeable y reciclable; además, desde el punto de vista ambiental, el PET es la resina con mejores características para el reciclado.

Por otra parte, investigadores del Conicet (El Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas) han desarrollado un ladrillo reutilizando el plástico de tereftalato de polietileno (PET) de muchos de los envases que son utilizados en el diario vivir.

Dentro de la investigación, se define como objetivo general realizar un análisis de resistencia a la compresión y caracterización de los bloques huecos de hormigón que contengan polímeros reciclados y aditivos, para reducir la contaminación ambiental y costos en la construcción.

Ya que con la problemática del deterioro ambiental es evidente y como propuesta, en esta investigación se pretende brindar un beneficio al planeta. Es una realidad que gracias a procesos constructivos se contribuye de manera colosal con el deterioro ambiental. Por esta razón en la construcción es imperioso implementar técnicas y prácticas alternativas para brindar una solución factible tanto para el medio ambiente como para la construcción. Honduras es un país rico en vegetación, con un 82% de su territorio cubierto por verdes montañas, las cuales hacen un país con abundante biodiversidad.

Como parte de la metodología de estudio presentado por (Zelaya Funes, Diaz Arriaga, & Fernandez Jimenez, 2019) el cual se define a partir de una problemática muy importante alrededor del plástico y esto facilito la identificación de las preguntas de investigación necesarias para poder justificar la misma. Tomándose como principal referencia el marco teórico, este proporciona fundamentos a la investigación, la cual seguidamente se desarrolla mediante una metodología apropiada al tema que ayudará a cumplir de manera óptima los objetivos antes presentados.

El estudio de la operacionalización de las variables cuenta con variables pluridimensionales lo cual significa que toman información de tres o más características y su medida se limita a valores dentro de intervalos que se analizan posteriormente.

Tabla 6. Operacionalización de las variables

ANÁLISIS Y CARACTERIZACIÓN DE BLOQUES DE CONCRETO CON LA UTILIZACIÓN DE POLÍMEROS RECICLABLES Y ADITIVO					
TITULO:	OBJETIVO GENERAL	PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	VARIABLE INDEPENDIENTE	VARIABLE DEPENDIENTE
¿Qué cambios mecánicos y físicos tendrían los bloques al sustituir la arena por el tereftalato de polietileno (PET) y aditivo y que tan factible sería económica y constructivamente?	Realizar el análisis de resistencia a la compresión y porcentaje de absorción a bloques huecos de hormigón que contengan polímeros reciclados y nanoaditivos, para reducir la contaminación ambiental y costos en la construcción.	<p>1) ¿El bloque con sustitución parcial de tereftalato de polietileno con respecto a la arena muestra una mayor resistencia a la compresión que el bloque común?</p> <p>2) ¿Cuáles son las diferencias en peso volumétrico y granulometría entre el tereftalato de polietileno (PET) y el agregado fino para la elaboración del bloque?</p> <p>3) ¿Cuáles son las diferencias en las características (Peso y Absorción) de los bloques con la utilización de PET y aditivo en comparación al bloque sin PET?</p> <p>4) ¿Cuál será la dosificación óptima de tereftalato de polietileno (PET) y nano aditivos para la elaboración del boque hueco de hormigón?</p> <p>5) En caso de obtener resultados positivos ¿Es más factible económicamente y constructivamente realizar bloques con la utilización de PET a los bloques utilizados comúnmente?</p>	<p>1) Determinar la resistencia a la compresión del bloque con sustitución parcial de tereftalato de polietileno con respecto a la arena y el bloque común.</p> <p>2) Comparar el peso volumétrico y la granulometría del tereftalato de polietileno y el agregado fino.</p> <p>3) Obtener una comparación de las características de los bloques, tanto de peso como de absorción.</p> <p>4) Establecer la dosificación adecuada de partículas de tereftalato de polietileno (PET) y nano aditivo.</p> <p>5) Comparar el costo de producción entre bloque con tereftalato de polietileno más nano aditivo y el bloque común.</p>	<p>Resistencia a la compresión</p> <p>Porcentaje de plástico</p> <p>Cantidad del Tereftalato de polietileno en volumen</p> <p>Porcentaje de aditivo</p>	<p>Análisis mecánico y caracterización de los bloques</p>

Fuente: (Zelaya Funes, Diaz Arriaga, & Fernandez Jimenez, 2019)

Diagrama de las Variables de Operacionalización

En el diagrama de Variables de Operacionalización se puede observar la correlación de las variables independientes y variables dependientes mostrando igualmente las dimensiones con las cuales estas serán medidas.

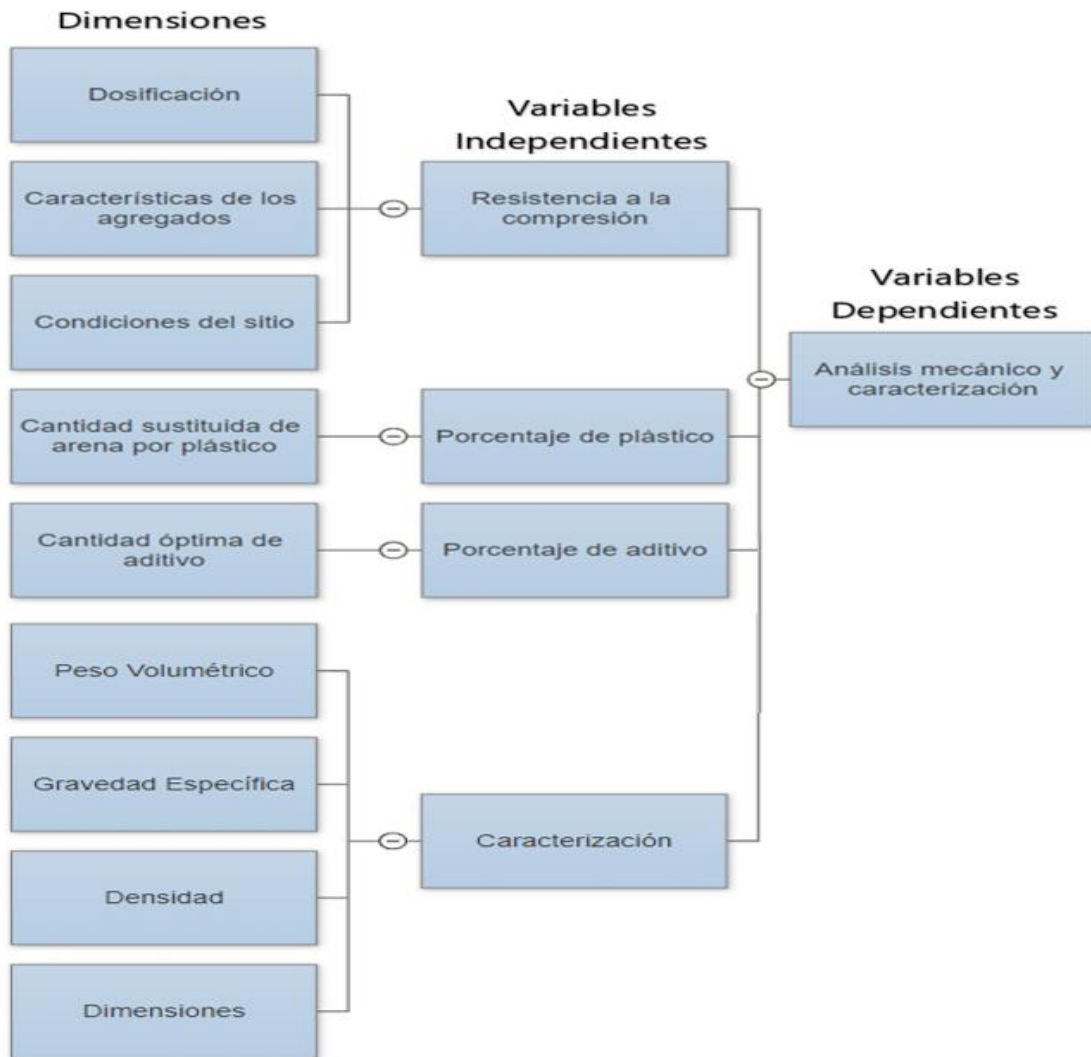


Ilustración 5. Diagrama de Variables de Operacionalización

Fuente: (Zelaya Funes, Diaz Arriaga, & Fernandez Jimenez, 2019)

Tabla de operacionalización

La Tabla 7. describe de manera explícita la operacionalización de las variables, además de sus respectivas definiciones conceptuales y operacionales, dimensiones, e indicadores que dictan como medir las variables correctamente.

Tabla 7. Tabla de Operacionalización

Variable independiente	Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Items	Unidades
Resistencia a la compresión	Esfuerzo máximo que puede soportar un material bajo una carga de aplastamiento. La resistencia a la compresión de un material que falla debido a la rotura de una fractura se puede definir, en límites bastante ajustados, como una propiedad independiente.	La resistencia a la compresión dependera de la dosificación de arena, grava, relación arena-cemento, tipo de cemento y cantidad de agregados.	Relación Agregado-Cemento	¿Cual es el Esfuerzo a compresión deseado?		psi
			Tipo de cemento utilizado	¿Que tipo de uso se tiene?		N/A
				¿Cual es el Entorno?		N/A
			Cantidad de agregados	¿Cual sera el Módulo de Finura		N/A
				¿Cual sera la Granulometría?		gr.
				¿Cual sera la Gravedad Específica?		N/A
			Edad del bloque	¿Cual sera el Peso Volumétrico?		kg/m ³
¿Cual sera el tiempo para laruptura de los bloques?		días				
Porcentaje de plástico	El tereftalato de polietileno, politereftalato de etileno, polietilenotereftalato o polietileno tereftalato (más conocido por sus siglas en inglés PET, polyethylene terephthalate) es un tipo de plástico muy usado en envases de bebidas y textiles.	El plástico ideal para una mezcla de concreto óptima dependerá de el porcentaje de sustitución plástico-arena que se utilizará para la elaboracion de bloques y basados en sus análisis mecánicos.	Cantidad de arena sustituida por plastico	¿Que estudios previos se han realizado?		N/A
				¿Cual sera el porcentaje de sustitución a utilizar?		%
Cantidad de aditivo	Los aditivos son componentes de naturaleza orgánica (resinas) o inorgánica, cuya inclusión tiene como objeto modificar las propiedades físicas de los materiales conglomerados en estado fresco. Se suelen presentar en forma de polvo o de líquido, como emulsiones.	La cantidad óptima de aditivo a utilizar en la mezcla se determinará en base a la cantidad de agua necesaria para una mezcla de concreto y con el fin de reducir su cantidad de agua y al mismo tiempo ganar resistencia.	Cantidad de aditivo para obtener un beneficio en resistencia	¿Que volumen de aditivo se utilizara?		onz.
				¿Que estudios previos se han realizado?		N/A

Fuente: (Zelaya Funes, Diaz Arriaga, & Fernandez Jimenez, 2019)

Dentro de las conclusiones relevantes se encuentre que:

- 1) En base a los datos que se obtuvieron del ensayo de la prueba a compresión realizada a los diferentes tipos de bloques se pudo determinar la resistencia a la compresión de cada uno de los especímenes o bloques ensayados obteniendo para el bloque control o bloque base una resistencia de 934.41 psi (libras por pulgada cuadrada), dando como resultado que esta resistencia obtenida está dentro de los parámetros proporcionados y establecidos por la norma ASTM C129 la cual indica que el promedio de resistencia de los bloques ensayados debe de ser mayor o igual a 600 psi. Los siguientes resultados de los bloques con sustitución de plástico se compararon con este resultado obtenido del bloque control o bloque base. El bloque con sustitución del 10% de PET sin aditivo dio una resistencia de 827.62 psi o un 88.57% en comparación al bloque base lo cual se encuentra dentro del parámetro que brinda la normativa. Asimismo, para el bloque con sustitución del 10% de PET y con la utilización de aditivo Admix BloQ se obtuvo una resistencia de 1,137.18 psi o un 21.70% más de lo que se obtuvo en comparación con el bloque o base, lo cual se encuentra dentro de la normativa ASTM C 29 e incluso este bloque también encuentra en los parámetros de la norma ASTM C 90 la cual indica bloques utilizados para uso estructural el cual su resistencia mínima a alcanzar debe de ser de 1,000.00 psi. Para el bloque con sustitución de 20% de PET sin aditivo se obtuvo una resistencia de 825.07 psi o un 88.30% comparado con el bloque control o base, lo cual este bloque se encuentra dentro de la normativa ASTM C 129, mientras que para el bloque con sustitución del 20% de PET y aditivo se alcanzó una resistencia a la compresión de 804.32 psi o 86.08% comparado con el bloque base. Por otra parte, el bloque con sustitución del 30% de PET sin aditivo proporciono una resistencia de 509.04 psi o un 54.48% en comparación con el bloque base, dando como resultado una resistencia menor a lo especificado por la norma ASTM C 129, siendo este bloque no recomendado para uso se obras civiles. Por último, el bloque con sustitución del 30% de PET con la utilización de aditivo alcanzo una resistencia de 941.05 psi o 0.71% más en comparación con el bloque control dando como resultado y conclusión que este tipo de bloque si se encuentra dentro de los parámetros de la norma ASTM C 129. En base a lo anterior se puede plantear que el bloque con sustitución de 10% de

PET con aditivo Admix BloQ es el que mejor resistencia obtuvo haciéndolo un bloque para uso estructural según la norma ASTM C 90. (Zelaya Funes, Diaz Arriaga, & Fernandez Jimenez, 2019)

- 2) Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en el laboratorio gracias a los ensayos y pruebas realizadas se puede determinar y a la vez comparar los pesos volumétricos de la arena y el tereftalato de polietileno (PET); obteniendo un peso volumétrico de 100.00 libras/pie³ para la arena o agregado fino y un peso volumétrico de 50.00 libras/pie³. Para la granulometría se realizó la granulometría del agregado individual y la granulometría combinada que se requiere para la elaboración de bloques según la norma ACI 211.3. Se determinó que la arena utilizada para la elaboración del bloque se encontraba dentro del rango de máximos y mínimos para agregado fino tal y como se muestra en la ilustración 72 mientras que para el PET se obtuvo que está levemente por debajo del mínimo según como se muestra en la ilustración 73. Según lo que se detalla en la normativa ACI 211.3 para la elaboración de mezclas de concreto para bloques. Se requiere obtener la granulometría combinada de los agregados y esta granulometría debe de estar dentro de un rango de máximos y mínimos. Se obtuvo que para la combinación para el bloque control o base la granulometría se encuentra dentro de los parámetros establecidos por la norma según y como lo muestra la ilustración 75. Asimismo, la granulometría combinada con la sustitución de un 10% de PET se encuentra dentro del rango permitidos por la norma. Por otra parte, la granulometría combinada con la sustitución de un 20% de PET se encuentra dentro del rango permitidos por la normativa. Finalizando con la granulometría combinada de sustitución de 30% de PET se obtuvo que se encuentra un parámetro el cual está por encima del máximo y un parámetro que está por debajo del mínimo. (Zelaya Funes, Diaz Arriaga, & Fernandez Jimenez, 2019)
- 3) Dentro de la comparación de las características de los bloques se pudo obtener una comparación en peso de los diferentes tipos de bloque. El bloque base tuvo un peso promedio de 29.90 libras, el bloque 10% PET tuvo un peso promedio de 28.30 libras, el bloque 10% PET

con Aditivo tuvo un peso promedio de 29.00 libras, el bloque 20% PET tuvo un peso promedio de 27.30 libras, el bloque 20% PET con Aditivo tuvo un peso promedio de 27.96 libras, el bloque 30% PET tuvo un peso promedio de 27.12 libras, el bloque 30% PET con Aditivo tuvo un peso promedio de 27.58 libras. Dentro de la comparación de la absorción de los bloques se obtuvo que el bloque control o base tuvo una absorción de 0.15 libras/pie³, el bloque de 10% PET tuvo una absorción de 0.17 libras/pie³, el bloque de 10% PET con Aditivo tuvo una absorción de 0.16 libras/pie³, el bloque de 20% PET tuvo una absorción de 0.15 libras/pie³, el bloque de 20% PET con Aditivo tuvo una absorción de 0.10 libras/pie³, el bloque de 30% PET tuvo una absorción de 0.12 libras/pie³, el bloque de 30% PET con Aditivo tuvo una absorción de 0.12 libras/pie³. (Zelaya Funes, Diaz Arriaga, & Fernandez Jimenez, 2019)

3.3 ANÁLISIS INTERNO

“El concreto con árido reciclado: una opción de material para construcción con criterio de sostenibilidad”. (Flores Fernández, Villafranca Castillo, & Reconco Amaya)

En la investigación realizada en San Pedro Sula con tema “El concreto con árido reciclado: una opción de material para construcción con criterio de sostenibilidad”, (Flores Fernández, Villafranca Castillo, & Reconco Amaya) menciona que el concreto hidráulico es el segundo material más consumido en el mundo después del agua. En el sector construcción, es uno de los principales elementos para ejecutar obras que generan una creciente acumulación de residuos los cuales son manejados comúnmente en rellenos sanitarios (FHWA, 2004). Los residuos provenientes de construcción y demolición (RCD) pueden implementarse como un porcentaje de agregado en una mezcla de concreto hidráulico completamente nueva, cumpliendo con las especificaciones de diseño del ACI-211.1 “Diseño de Mezcla de Concreto”.

La Unión Europea genera alrededor de 850 millones de toneladas de residuos de construcción y demolición al año, el cual representa un 31% del total de residuos a nivel mundial (Fisher & Werge, 2009). Por otro lado, la producción y demanda de concreto premezclado es creciente, lo cual tiene como consecuencia un alto consumo de agregado natural al ser el componente de más volumen en la dosificación (Malesev, Radonjanin, &

Marinkovic, 2010). Como un ejemplo, se tiene como referencia el puente entre Manises y Paterna en España, donde utilizaron los desperdicios de concreto del antiguo puente sobre el Río Turia en la carretera CV-371 (VV-6117) que constituye el acceso desde Manises y Paterna hacia la construcción de un nuevo puente atirantado. Para este caso, se tuvieron dos opciones: (1) depositar los residuos del puente antiguo en vertederos o (2) reciclar los mismos en la ejecución del nuevo puente.

De acuerdo a los resultados obtenidos por (Flores Fernández, Villafranca Castillo, & Reconco Amaya) mencionan que las propiedades físicas para cada mezcla de concreto reciclado contra su respectivo control. Cabe mencionar, que el agregado tamaño #4 corresponde a tamaños de partículas que van desde 1 1/2" hasta 3/4". El agregado #6 es compuesto por partículas de 3/4" hasta 3/8". Por último, y siendo estos los resultados de interés, el agregado #467 contiene partículas desde 1/2" hasta el tamiz #4.

La mezcla de concreto hidráulico se diseñó para la resistencia esperada a los 28 días, con los datos para ensayos de granulometría, peso volumétrico, gravedad específica y gradación de los agregados. Como lo afirmó Kostmatka (2004), "la calidad del concreto depende de la unión entre la pasta y el agregado." Los pavimentos rígidos comunes se diseñaron para obtener módulos de ruptura iguales a 600 PSI. Esto equivale a una resistencia a la compresión de aproximadamente 3600 PSI, siendo el diseño final un 4000 PSI, aplicando el factor de seguridad de la norma del American Concrete Institute (ASTM 211.1). El revenimiento del material #4 con #6 ordinario fue de 4" y respondió correctamente al diseño de mezcla para pavimentos. Adicionalmente, el revenimiento para el agregado #4 reciclado se mantuvo en el rango de revenimiento adecuado para el diseño de mezcla. El análisis de las propiedades indicó que el agregado ordinario se puede emplear de manera segura, ya que el agregado reciclado no cumplió con los requisitos de resistencia al desgaste por la máquina de los Ángeles. Se hizo pruebas para los agregados 467 ordinario y 467 reciclado. Para la prueba de absorción del material 467 ordinario, se obtuvo un porcentaje adecuado. Por otro lado, el agregado 467 reciclado tuvo un porcentaje desfavorablemente alto.

El estudio como tal aportó datos iniciales sobre la factibilidad de usar concreto reciclado en Honduras. Los datos de las pruebas de resistencia a compresión y flexión a los 7 y 28 días mostraron la calidad final del concreto, con resistencias que cumplieron con el diseño esperado para 4111 PSI a compresión y 600 PSI a flexión. A los 28 días de edad, los testigos cilíndricos probados a compresión para la mezcla de 100% de sustitución alcanzaron un porcentaje mayor relativo a la resistencia esperada. Para la prueba de flexión a los 28 días de edad, los testigos prismáticos excedieron el porcentaje relativo al diseño para la mezcla de 100% de sustitución. Como lo afirmó Blamur (2011), "la resistencia a la compresión simple es la característica mecánica principal del concreto por la importancia que reviste esta propiedad."

Según los resultados obtenidos en la prueba de desgaste de los Ángeles, el material reciclado #4 con el que se realizó la mezcla 1, no cumple con la resistencia a la abrasión recomendada por la norma ASTM C-131. Dicho lo anterior, el tamaño del material en cuestión no debe utilizarse para un pavimento de concreto hidráulico. Sin embargo, el agregado reciclado #4 cumple con todas las demás propiedades de un concreto estructural. Cuando se determinó el porcentaje óptimo de sustitución, se escogió la mezcla que presentó propiedades físicas y mecánicas iguales o similares a las de una mezcla de concreto hidráulico ordinario.

Como parte de las conclusiones del artículo se menciona que:

La mezcla #3 con 100% de sustitución de tamaño #467 es óptima por cumplir con todas las propiedades estudiadas. Adicionalmente, la mezcla fue fácil de elaborar por ser la totalidad del agregado grueso sustituido. Los resultados indican que es recomendable analizar el porcentaje de caras fracturadas para cada agregado, con el fin de relacionarlo directamente con la resistencia a compresión obtenida. Se requieren más estudios para recomendar materiales de construcción con principio de sostenibilidad en Honduras. (Flores Fernández, Villafranca Castillo, & Reconco Amaya)

3.4 TEORÍAS DEL SUSTENTO

En el presente apartado del documento se denotan las distintas teorías que fundamentan los argumentos empleados en la investigación, con base a ello se da un panorama más claro a lo que se pretende llegar en la misma. Dentro de las teorías del sustento del presente documento se encuentran conceptos básicos de la fabricación de bloques a partir de desperdicios de bloque.

Los bloques de concreto se elaboran con una mezcla relativamente seca de cemento, agregados, agua y, en algunos casos, aditivos. El material se moldea, compacta y cura en condiciones controladas, que garantizan la obtención de las propiedades buscadas tales como densidad y resistencia altas, baja absorción y uniformidad.

Los bloques de concreto deben poseer unas propiedades y características físicas, en lo referente a los requisitos dimensionales, a las tolerancias de fabricación, a la resistencia, a la absorción, al contenido de humedad, etc. (ICPC, 2009)

3.2.1 FABRICACIÓN

Los bloques de concreto se elaboran según diferentes modalidades que van desde una producción manual, hasta una fabricación totalmente automatizada.

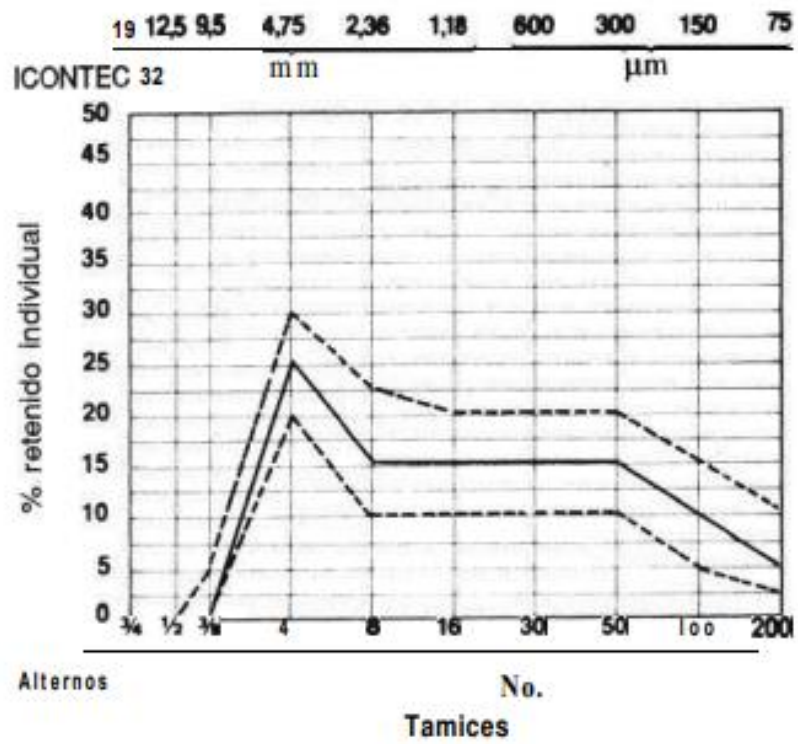


Ilustración 6 - Curva granulométrica individual recomendada

Fuente: (ICPC, 2009)

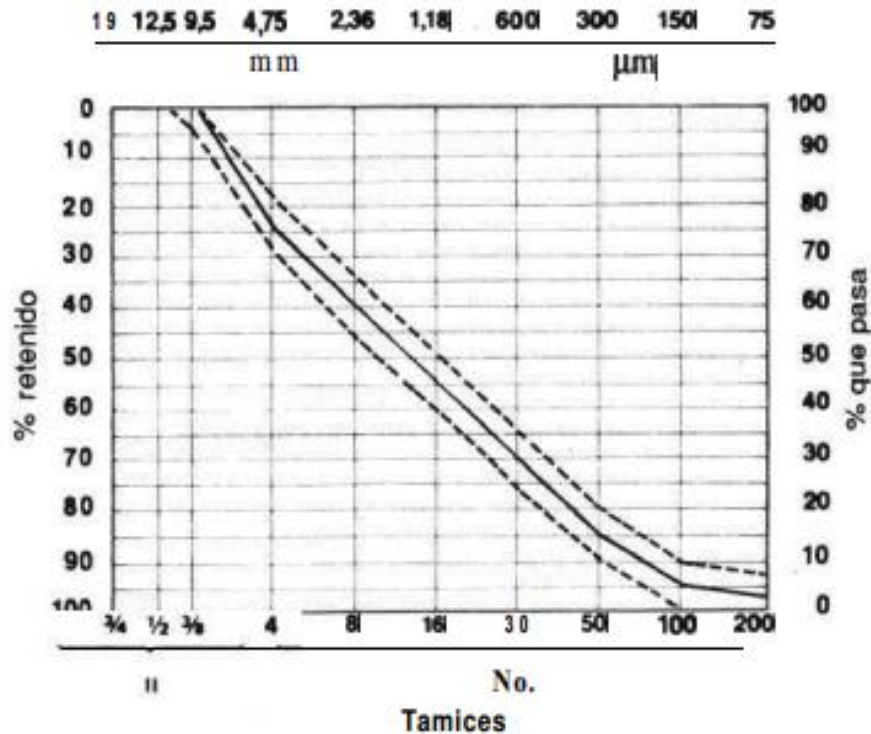


Ilustración 7 - Curva granulométrica acumulada recomendada por la Compañía Besser.

Fuente: (ICPC, 2009)

Los diferentes tipos de equipos que se emplean para la fabricación de bloques de concreto se pueden clasificar, según su rendimiento, así: Rendimiento bajo, para equipos manuales o artesanales con producciones de un bloque por ciclo (aproximadamente 300 bloques por día); rendimiento medio, para equipos con sistemas mecánicos, eléctricos o hídricos, cuya producción por ciclo es de varios bloques (producciones diarias entre 500 - 2.400 bloques); y rendimiento alto para grandes plantas con producción de mezcla y manejo integrado de los productos (producción diaria de 2.400 bloques o más). (ICPC, 2009)

3.2.2 CONDICIONANTES DEL LUGAR DE FABRICACIÓN

El espacio para la fabricación de bloques debe brindar unas condiciones básicas que permitan garantizar la obtención de buenos productos. Así pues, debe ser un lugar cubierto para proteger

del sol, la lluvia y del viento, el área de elaboración del producto, la de curado, e inclusive, una parte, al menos, de la del almacenamiento, (ICPC, 2009)

El piso debe ser una superficie pareja, preferiblemente concreto, tanto en el área de trabajo como en las zonas de almacenamiento, y debe servir como aislante de la humedad del suelo. (Ver ilustración 9)

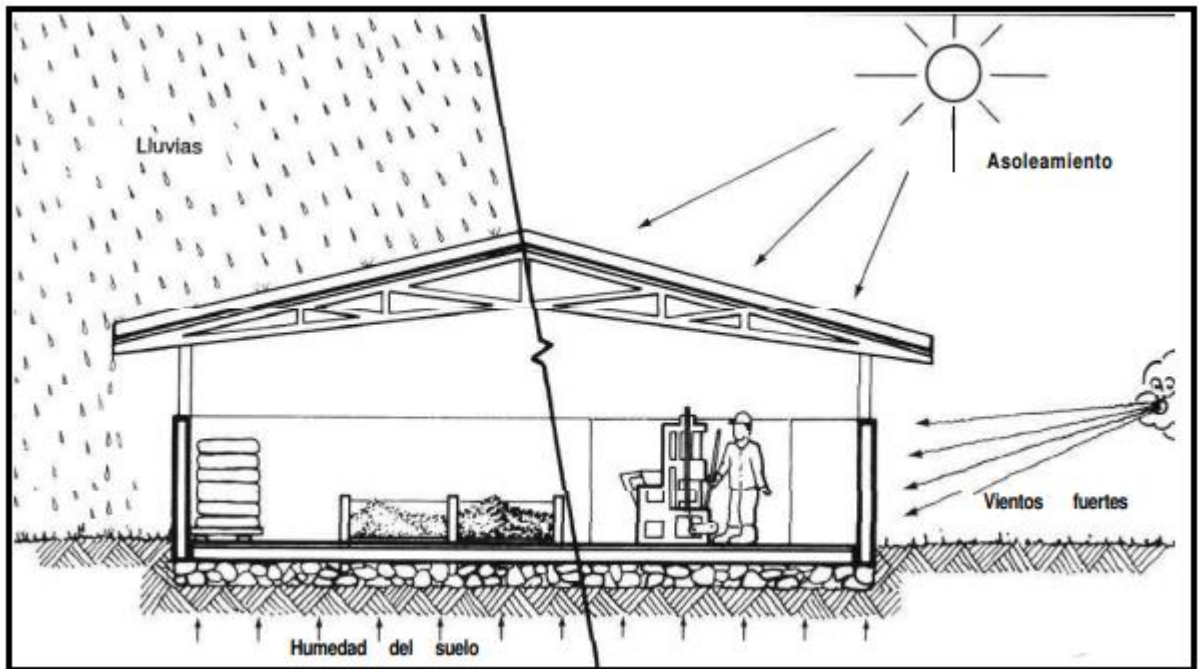


Ilustración 8 - Requisitos del lugar de fabricación.

Fuente: (ICPC, 2009)

El tamaño de la planta depende básicamente de la escala o tamaño de la producción, del tipo de maquinada y de curado de que se disponga.

Para un perfecto desarrollo de una planta de producción de bloques, y en general de prefabricados de concreto, e independiente del tamaño de la misma, se deben identificar claramente tres sectores o zonas a saber:

- La zona de materiales (recepción y almacenamiento).
- La zona de producción.

- La zona de almacenamiento y despacho del producto.

Tabla 8 - Granulometría sugerida por la Besser para la fabricación de bloques

TAMIZ		% retenido individual (en peso)			% que pasa (en peso)		
Norma ICONTEC	Designación alterna	mínimo	sugerido	máximo	mínimo	sugerido	máximo
19,0 mm	3/4	0	0	0	100	100	100
12,5 mm	1/2	0	0	0	97	100	100
9,5 mm	3/8	0	0	5	95	100	100
4,75 mm	No. 4	20	25	30	70	75	80
2,36 mm	No. 8	10	15	22,5	53	60	65
1,18 mm	No. 16	10	15	20	40	45	50
600 µm	No. 30	10	15	20	24	30	35
300 µm	No. 50	10	15	20	10	15	20
150 µm	No. 100	5	10	15	0	5	10
75 µm	No. 200	2	5	10	0	3	8

Fuente: (ICPC, 2009)

3.2.3 RECEPCIÓN DE LOS MATERIALES

El establecimiento donde se estaría situando los materiales debe de ser amplio para permitir la transportación de la mejor manera sin interferir con el tráfico aledaño al lugar.

Proceso de fabricación de bloques de concreto

Para cualquiera de las modalidades de fabricación de bloques las etapas son básicamente las mismas.

- Almacenamiento de los materiales.
- Dosificación (medición y mezcla de las materias primas).
- Transporte de la mezcla a la máquina.
- Colocación en el molde y compactación de la mezcla.

- Retiro de los bloques del molde.

3.2.3 PROCESO DE FABRICACIÓN MANUAL

Existen dos categorías básicas de equipos para cualquier escala de producción: móviles y estáticos. Para la escala de fabricación manual (artesanal), se utilizan los moldes móviles, que están diseñados para elaborar un bloque a la vez. La producción se hace mediante compactación manual de la mezcla y el desmoldado por volteo o desarme del molde, ubicando cada bloque en el punto donde se dejará fraguar. Por lo general, se cuenta con pocos moldes que se desplazan a lo largo y ancho del área de fraguado. Para este tipo de moldes se tiene un gran número de diseños, siendo fabricados de madera, lamina de acero, fundición de aluminio, etc. (ver ilustración 10). Los moldes son de fácil mantenimiento y su durabilidad está en función directa del manejo que se les dé.

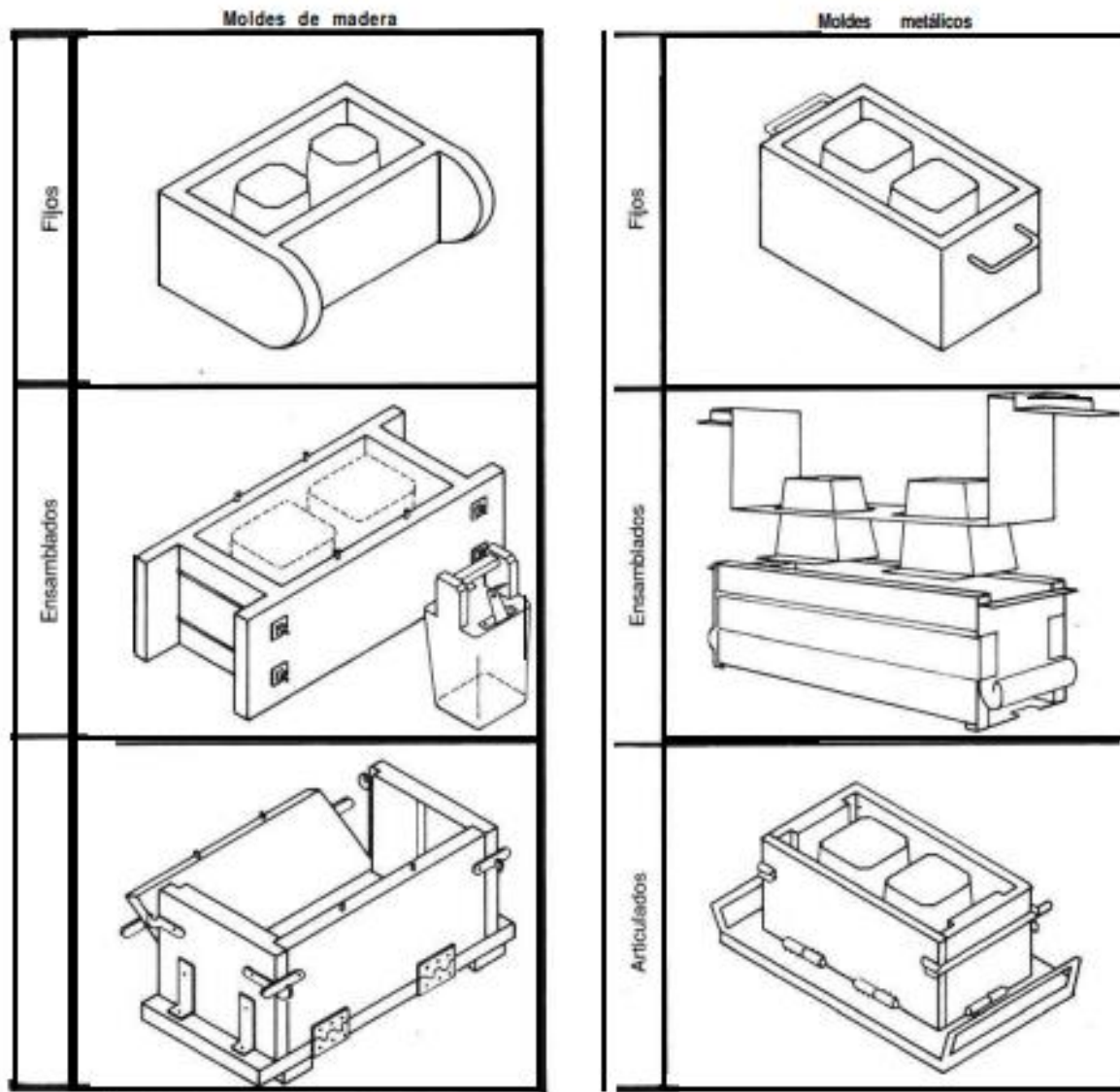


Ilustración 9 - Tipos de moldes móviles.

Fuente: (ICPC, 2009)

3.2.4 LLENADO DE LA TOLVA

La mezcla sale de la mezcladora y casi siempre es elevada hasta una tolva que permite alimentar la máquina productora de bloques.

Se debe evitar la segregación de la mezcla (separación de las partículas más gruesas de las más finas) durante todo el proceso de mezcla, transporte y depósito en la tolva de

almacenamiento. Así mismo, se debe buscar que el material depositado en 6sta se consuma de manera uniforme, sin que quede parte de 61 adherido a las paredes, etc.

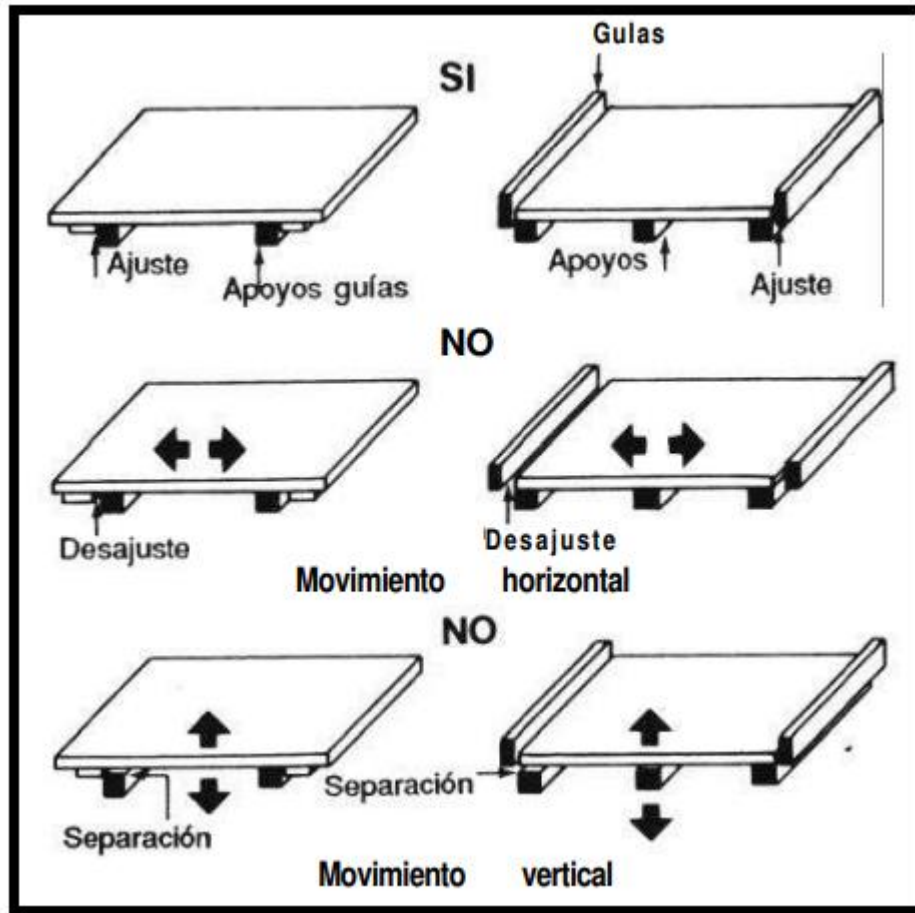


Ilustración 10 - Vibración en la bandeja debido a problemas en los apoyos y guías.

Fuente: (ICPC, 2009)

3.2.6 DOSIFICACIÓN

En cuanto sea posible toda dosificación se debe realizar

Tabla 9 - Características (dimensión y peso) de los diferentes tipos de bloque.

Denominación (tipo)	Dimensión (cm)	Peso aprox. (kg)
Bloque 10	10 x 20 x 40	10,2
Bloque 15	15 x 20 x 40	13,2
Bloque 20	20 x 20 x 40	16,6

Fuente: (ICPC, 2009)

3.2.6.1 *Dosificación por peso*

3.2.6.2 *Dosificación por volumen*

3.2.8 *VACIADO DE LA MEZCLA*

3.5 MARCO CONCEPTUAL

A continuación, se presenta un listado de terminologías, con su respectivo significado las cuales serán utilizadas a lo largo de la investigación, así lograr entender de mejor manera el concepto de cada una de estas.

Tabla 12 - Dimensiones de los bloques de hormigón- INEN

TIPO	Dimensiones Nominales			Dimensiones Reales		
	Largo	Ancho	Alto	Largo	Ancho	Alto
A,B	40	20,15,10	20	39	19,14,09	19
C,D	40	10,15,20	20	39	09,14,19	19
E	40	10,15,20,25	20	39	09,14,19,24	20

Fuente: (bibdigital, 2012)

El tamaño real del bloque debe ser el mismo que el grosor de la junta que forma para el módulo. Después de la negociación entre el proveedor y el comprador, se pueden producir bloques de varios tamaños. Normalmente para una pared de 14,5 pulgadas, entonces el yeso es de 0,25 por lado, lo que significa que tenemos exactamente 15 cm de la pared. Sería perfecto.

1) Cemento HE

Según Cemex:

El Cemento Hidráulico Tipo HE de Uso Estructural es un producto especializado en la solución de necesidades de velocidad de construcción de obras, alta resistencia temprana y a todas las edades, cumple ampliamente con las especificaciones de calidad de la norma DGNTI COPANIT 5-2019 / ASTM C-1157 Internacional para cemento tipo HE, está disponible en sacos de 42.5 kg y a granel.

2) Agregados

Como menciona Arquigrafico, (2016):

Los agregados del concreto o agregados de la construcción son componentes derivados de la trituración natural o artificial de diversas piedras, y pueden tener tamaños que van desde partículas casi invisibles hasta pedazos de piedra. Junto con el agua y el cemento, conforman el trío de ingredientes necesarios para la fabricación de concreto (p. 2)

3) Agregado grueso, grava o gravilla

"Piedra o roca machacada o triturada, cuyos elementos tienen un grosor de unos diez milímetros" (FARLEX, 2016)

4) Agregado Fino o Arena

"Material pasante de la malla No. 4 y retenido en la malla No. 200, con tamaños entre 4.76 mm y 74 Mieras (0.07 mm)" (López, 2003)

5) Agua

"Sustancia líquida sin olor, color ni sabor que se encuentra en la naturaleza en estado más o menos puro formando ríos, lagos y mares, ocupa las tres cuartas partes del planeta Tierra y forma parte de los seres vivos; está constituida por hidrógeno y oxígeno" (ARKIPLUS, 2019, p.1)

6) Bloque Normal

Como afirma Construpedia, (2018):

El Bloque de Hormigón es un paralelepípedo rectangular prefabricado con numerosas celdas de paredes delgadas, que los convierten en piezas fáciles de maniobrar en obra y muy aislantes.

Se elaboran a partir de Morteros y Hormigones de consistencia seca (de Árido pequeño) comprimiéndolos y haciéndolos vibrar en moldes metálicos (p. 2)

7) Bloque de carga

“Bloque ladrillo para construcción, con canales que les dan firmeza y solidez a las estructuras” (Ardisa, 2015, p. 2)

8) Granulometría

“Granulometría es la distribución de los tamaños de las partículas de un agregado, tal como se determina por análisis de tamices” (Anónimo, 2015, p.3)

9) Gravedad específica

“La gravedad específica es una comparación de la densidad de una sustancia con la densidad del agua” (Física net, 2015, p. 2)

10) Peso volumétrico

“Es lo que comúnmente conocemos como peso específico absoluto de un suelo, es el peso de la masa de suelo por unidad de volumen y se expresa en toneladas por metro cúbico, gramos por centímetro cúbico, etc.” (Ingenierita, 2012, p.2)

11) Colorimetría

“Este método de ensayo describe el procedimiento para una determinación aproximada de la presencia de compuestos orgánicos perjudiciales en arenas naturales que deben emplearse en hormigones o morteros de cemento” (Zarepta, 2013, p.1)

12) Contenido de humedad

“Contenido de agua del terreno que permite obtener una densidad máxima mediante su compactación.” (Parro, 2019, p. 2)

13) Porcentaje de Absorción

“La cantidad de agua absorbida estima la porosidad de las partículas de agregado. Conocer la cantidad de agua que puede ser alojada por el agregado siempre resulta de mucha utilidad, en

ocasiones se emplea como un valor que se especifica para aprobar o rechazar el agregado en una cierta aplicación.” (Deluxe, 2018, p. 2).

3.6 MARCO LEGAL

(SERNA, 2015) menciona que con respecto a la ley general de ambiente se:

Considerando: Que, de acuerdo con la Constitución de la República, el Estado conservará el ambiente adecuado para proteger la salud de las personas, declarando de utilidad y necesidad pública la explotación Técnica y Racional de los recursos naturales de la nación.

Considerando: Que la destrucción acelerada de los recursos naturales y la degradación del ambiente amenaza el futuro de la nación ocasionando problemas económicos y sociales que afectan la calidad de vida de la población, y que es deber del Estado propiciar un estilo de desarrollo que, a través de la utilización adecuada de los recursos naturales y del ambiente, promueva la satisfacción de las necesidades básicas de la población presente sin comprometer la posibilidad de que las generaciones futuras satisfagan sus propias necesidades.

Considerando: Que la importancia y trascendencia de la problemática ambiental requiere de una organización y estructura administrativa que responda en forma coherente, armónica e integral a nuestra situación ambiental. **Considerando:** Que la participación comunitaria es imprescindible para lograr la protección, conservación y uso racional de la riqueza natural del país y del ambiente en general.

Considerando: Que el pueblo hondureño, reclama con urgencia, la emisión de una legislación apropiada para la gestión ambiental que permita la formación de una conciencia nacional y la participación de todos los ciudadanos en la búsqueda de soluciones de beneficio colectivo.

CAPITULO I

Artículo 1. La protección, conservación, restauración y manejo sostenible del ambiente y de los recursos naturales son de utilidad pública y de interés social. El Gobierno Central y las municipalidades propiciarán la utilización racional y el manejo sostenible de esos recursos, a fin de permitir su preservación y aprovechamiento económico. El interés público y el bien común constituyen los fundamentos de toda acción en defensa del ambiente; por tanto, es deber del Estado a través de sus instancias técnico-administrativas y judiciales, cumplir y hacer cumplir las normas jurídicas relativas al ambiente.

Artículo 2. A los efectos de esta ley, se entiende por ambiente el conjunto formado por los recursos naturales, culturales y el espacio rural y urbano, que puede verse alterado por agentes físicos, químicos o biológicos, o por otros factores debido a causas naturales o actividades humanas, todos ellos susceptibles de afectar, directa o indirectamente, las condiciones de vida del hombre y el desarrollo de la sociedad.

Artículo 3. Los recursos naturales no renovables deben aprovecharse de modo que se prevenga su agotamiento y la generación de efectos ambientales negativos en el entorno. Los recursos naturales renovables deben ser aprovechados de acuerdo a sus funciones ecológicas, económicas y sociales en forma sostenible.

Artículo 4. Es de interés público, el ordenamiento integral del territorio nacional considerando los aspectos ambientales y los factores económicos, demográficos y sociales. Los proyectos públicos y privados que incidan en el ambiente, se diseñarán y ejecutarán teniendo en cuenta la interrelación de todos los recursos naturales y la interdependencia del hombre con su entorno.

Artículo 5. Los proyectos, instalaciones industriales o cualquier otra actividad pública o privada, susceptible de contaminar o degradar el ambiente, los recursos naturales o el patrimonio histórico cultural de la nación, serán precedidos obligatoriamente de una evaluación de impacto ambiental (EIA), que permita prevenir los posibles efectos negativos. En tal virtud, las medidas de protección del ambiente o de los recursos naturales

que resulten de dichas evaluaciones serán de obligatorio cumplimiento para todas las partes, en la fase de ejecución y durante la vida útil de las obras o instalaciones. A tal efecto la Secretaría de Estado en el Despacho del Ambiente creará el sistema nacional de evaluación del impacto ambiental. En el caso de instalaciones u obras existentes, se estará a lo dispuesto en el Capítulo sobre Disposiciones Finales.

Artículo 6. Las disposiciones de la presente Ley de las leyes sectoriales referente a la protección de la salud humana y a la protección, conservación, restauración y manejo de los recursos naturales y del ambiente, serán de obligatoria aplicación en las evaluaciones (EIA), a que se refiere el Artículo anterior.

Artículo 7. El Estado adoptará cuantas medidas sean necesarias para prevenir o corregir la contaminación del ambiente. A estos efectos se entiende por contaminación toda alteración o modificación del ambiente que pueda perjudicar la salud humana, atentar contra los recursos naturales y afectar los recurso en general de la nación. La descarga y emisión de contaminantes, se ajustarán obligatoriamente a las regulaciones técnicas que al efecto se emitan, así como a las disposiciones de carácter internacional, establecidas en convenios o acuerdos bilaterales o multilaterales suscritos por Honduras.

Artículo 8. Se prohíbe la introducción al país, de desechos tóxicos radioactivos, basuras domiciliarias, cienos o lodos cloacales y otros considerados perjudiciales o contaminantes. El territorio y las aguas nacionales no podrán utilizarse como depósito de tales materiales.

CAPITULO II

Artículo 9. Son objetivos específicos de la presente Ley:

- a) Propiciar un marco adecuado que permita orientar las actividades agropecuarias, forestales e industriales hacia formas de explotación compatibles con la conservación y uso racional y sostenible de los recursos naturales y la protección del ambiente en general;
- b) Establecer los mecanismos necesarios para el mantenimiento del equilibrio ecológico, permitiendo la conservación de los recursos, la preservación de la diversidad genética y el aprovechamiento racional de las especies y los recursos naturales renovables y no renovables;

- c) Establecer los principios que orienten las actividades de la Administración Pública en materia ambiental, incluyendo los mecanismos de coordinación para una eficiente gestión;
- ch) Implantar la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), para la ejecución de proyectos públicos o privados potencialmente contaminantes o degradantes;
- d) Promover la participación de los ciudadanos en las actividades relacionadas con la protección, conservación, restauración y manejo adecuado del ambiente y de los recursos naturales;
- e) Fomentar la educación e investigación ambiental para formar una conciencia ecológica en la población;
- f) Elevar la calidad de vida de los pobladores, propiciando el mejoramiento del entorno en los asentamientos humanos; y,
- g) Los demás compatibles con los objetivos anteriores

IV. METODOLOGÍA

En el presente capítulo, se muestra la metodología que se implementará en la investigación que se está llevando a cabo. En él, se contemplan el enfoque, las variables de investigación la hipótesis y las herramientas y actividades requeridas para el desarrollo de la misma.

4.1 ENFOQUE

El método elegido para el ensayo es cuantitativo porque los datos resultantes serán numéricos, como la resistencia a la compresión de los bloques. Los datos obtenidos se utilizarán para contrastar las hipótesis establecidas.

Hernández Sampieri (2010) afirma:

El enfoque cuantitativo es secuencial y probatorio. Cada etapa precede a la siguiente y no podemos "brincar o eludir" pasos, el orden es riguroso, aunque, desde luego, podemos redefinir alguna fase. Parte de una idea, que va acotándose y, una vez delimitada, se derivan objetivos y preguntas de investigación, se revisa la literatura y se construye un marco o una perspectiva teórica. De las preguntas se establecen hipótesis y determinan variables; se desarrolla un plan para probarlas(diseño); se miden las variables en un determinado contexto; se analizan las mediciones obtenidas y se establece una serie de conclusiones respecto a la hipótesis. (p. 20).

4.2 VARIABLES DE INVESTIGACIÓN

A continuación, se presentan la variable dependiente y las variables independientes determinadas para llevar a cabo la investigación.

VARIABLES DE OPERACIONALIZACIÓN

En la tabla 12 se muestran las variables de operacionalización de la investigación, el cual incluyen el problema planteado en el proyecto, objetivos generales y específicos, las preguntas de investigación y finalmente sus variables dependientes e independientes.

Tabla 13 – Tabla de variables de operacionalización

Título	Diseño de Bloque de Concreto con Agregado de Bloque Reciclado				
Problema	Objetivo General	Preguntas de Investigación	Objetivos Específicos	Variables Independientes	Variables Dependientes
<p>Qué tipo de normativas, materiales serán necesario para realizar la realización del diseño del bloque en base de residuos de bloques para una propuesta optima según la información civil de los usuarios de la ciudad de san pedro sula, Honduras.</p>	<p>Analizar el comportamiento de las características físicas y mecánicas de un bloque fabricados a partir de agregados de desperdicio de bloques obtenidos de bloques averiados en plantas de fabricación y desperdicio de obras civiles cumpliendo con la dosificación y dimensión de los bloques que más se utiliza en San Pedro Sula.</p>	<p>¿Cuál será la dosificación óptima más utilizada para la elaboración de un bloque de concreto?</p>	<p>Realizar pruebas piloto de mezclas de concreto incluyendo como agregado adicional el desperdicio de bloque previamente triturado.</p>	<p>Características y dosificación de bloques</p>	<p>ANÁLISIS FÍSICO MECÁNICO DE BLOQUE DE CONCRETO CON AGREGADO DE BLOQUE</p>
		<p>¿Cuál es el porcentaje de sustitución óptimo de desperdicio del bloque para la fabricación de un bloque de concreto?</p>	<p>Identificar el porcentaje óptimo de desperdicio del bloque para fabricación.</p>	<p>Porcentaje de sustitución de desperdicios de bloque</p>	
		<p>¿Cuáles son las Características que presentan los agregados en sustitución del cemento en la fabricación del bloque?</p>	<p>Denotar el efecto que presenta la sustitución del cemento por el desperdicio de bloque en las características del bloque de concreto.</p>	<p>Agregados</p>	

		¿Qué efecto presentan las Características físicas y mecánicas sustituyendo el cemento por el desperdicio de bloque en la fabricación del bloque?	Identificar los efectos que se presentaran en las características físicas y mecánicas en la sustitución del cemento con el desperdicio de bloque.	Características de físicas y mecánicas del bloque	
--	--	--	---	---	--

Fuente: Elaboración propia

4.2.1 DIAGRAMA DE VARIABLES DE OPERACIONALIZACIÓN

Fuente: Elaboración propia

Tabla de Operacionalización de variables

Tabla 14 - Tabla de operacionalización de variables

Variable Independiente	Definición		Dimensiones	Indicadores	Ítems	Unidades	Escala
	Conceptual	Operacional					
Características y dosificación del bloque	Proporciones de los agregados a utilizar para la elaboración de bloques de concreto	Proporción de las dimensiones óptimas de los agregados para la elaboración de bloques de concreto	Dimensiones	Espesor	¿Cuál es el espesor de bloque más utilizado en San Pedro Sula?		
				Agua	¿Qué proporciones de agua se debe de utilizar en la mezcla?		
			Dosificación	Cemento	¿Qué proporciones de cemento se debe de utilizar en la mezcla?		
				Arena y grava	¿Qué proporciones de arena y grava se debe de utilizar en la mezcla?		
Porcentaje de sustitución de desperdicios de bloque	Los desperdicios de bloque como agregado para la elaboración de bloques de concreto, utilizando un porcentaje como tal para la sustitución del cemento	Las proporciones de desperdicio de bloque como agregado en la mezcla puede presentar mejoras en la fabricación de bloques de concreto	Porcentaje de sustitución	Porcentaje de desperdicio de bloque	¿Cuál se considera el porcentaje óptimo de desperdicios de bloque como agregado para la fabricación de bloques de concreto?		

Continuación de tabla 5...

Agregados	También llamados como aquellos materiales inertes, forma de granular, naturales o artificiales, el cual garantizan una adherencia suficiente al entrar en contacto con la pasta de cemento.	La calidad de los agregados en elementos de concreto es medida conforme a la norma ASTM C-144	Agregado fino	Calidad de agregado	¿Cuál es el módulo de finura óptimo en los agregados para incorporar en la mezcla para la fabricación de bloques de concreto?		
			Agregado grueso				
Características físicas y mecánicas del bloque	Clasificación según sus dimensiones, propiedades físicas, tales como la absorción, en las características mecánicas la resistencia.	La iteración de los porcentajes de desperdicio de bloque debe de cumplir los estándares mínimos de resistencia y absorción	Resistencia	Características mecánicas	¿Qué efecto presente sobre la resistencia la sustitución de cemento por desperdicios de bloque en la fabricación de bloques de concreto?		
			Absorción	Características físicas	¿Qué efecto presente sobre la absorción la sustitución de cemento por desperdicios de bloque en la fabricación de bloques de concreto?		

4.3 HIPÓTESIS

La hipótesis de investigación está basada en Diseñar un bloque de concreto que cumpla con las características físicas y mecánicas utilizando como agregado adicional el desperdicio de bloques obtenidos de bloques averiados en plantas de fabricación y desperdicio de obras civiles cumpliendo con la dosificación y dimensión del bloque que más se utiliza en San Pedro Sula.

4.3.1 HIPÓTESIS INICIAL

4.3.2 HIPÓTESIS DE CARACTERÍSTICAS

4.3.3 HIPÓTESIS NULA

4.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS APLICADOS

Para el desarrollo de la investigación es requerido aplicar técnicas para la adquisición de información para el sustento de la misma. El empleo de herramientas como softwares para la cuantificación de datos obtenidos para su posterior análisis, a continuación, se detallan las técnicas empleadas.

4.4.1 TÉCNICAS

4.4.2 INSTRUMENTOS

4.5 POBLACIÓN Y MUESTRA

La selección de las muestras ha sido realizada con base en los criterios establecidos en los objetivos de la investigación, ya que estas deben cumplir con ciertos requisitos físicos y de fabricación. Los criterios utilizados para la selección de los puntos de muestreo son:

- El tamaño del bloque
- El proceso de producción
- La disponibilidad inmediata de especímenes para el muestreo

4.5.1 POBLACIÓN

4.5.2 MUESTRA

4.6 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

En las ilustraciones 14 y 15, se muestran las actividades realizadas para llegar a los resultados obtenidos en el presente documento, en ellas se muestran los procesos de recolección de datos que se emplearon para la estructuración del archivo que se está presentando como tal, se realizaron ciertas revisiones grupales para la implementación de mejoras en el proceso de investigación, en las últimas semanas se acordó con la empresa ETERNE S.A. para realizar las muestras de los bloques en las distintas iteraciones propuestas en el actual documento, con base a ello se obtuvieron resultados de absorción, resistencia, gravedad específica y peso volumétrico que se presentará a continuación.

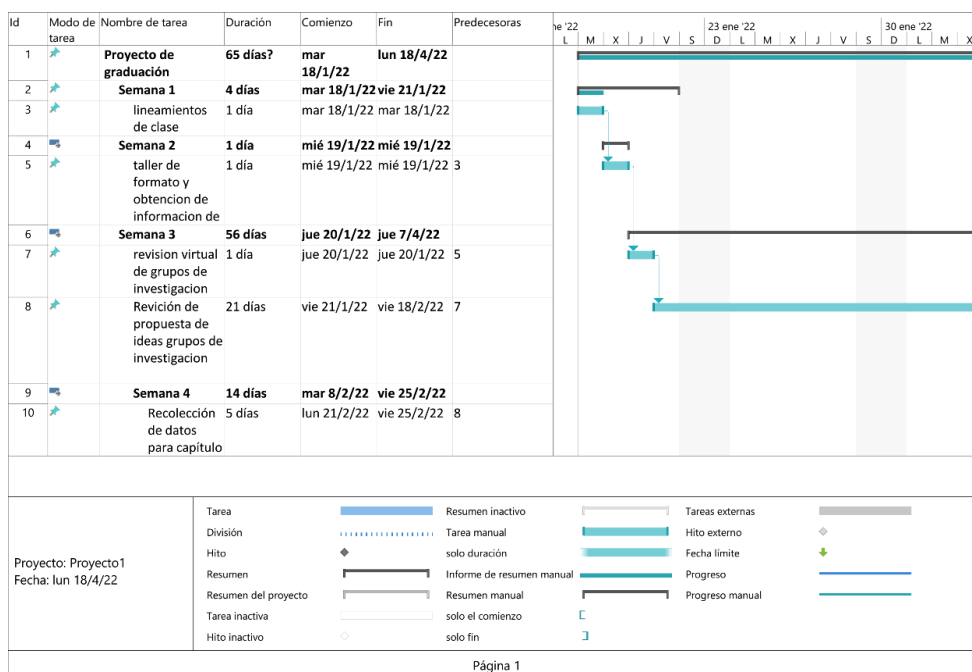


Ilustración 17 - Cronograma de actividades 1

Fuente: Propia

V. RESULTADO Y ANÁLISIS

En esta sección del documento se presentará los resultados obtenidos a partir de los datos recolectados de los ensayos correspondientes al análisis del presente capítulo, los ensayos fueron realizados en los laboratorios de la empresa ETERNA S.A, como también se realizó la fabricación de los bloques como tal.

Actualmente, se producen bloques con resistencia a la compresión de hasta 120 kg/cm² a partir de diversas mezclas de cemento y agregados, utilizando vibradores, con una capacidad estimada de más de 1000 unidades por día.

También se producen ladrillos y bloques de hormigón en forma que permite la compactación manual de mezclas con bloques metálicos o de madera, resultando en una resistencia media de 50 kg/cm² con bajo rendimiento productivo. La producción se define como la creación de bienes utilizables. Para hacerlo correctamente, es necesario planificar el proceso, detallando los pasos realizados en cada etapa de producción, con la ayuda de instrucciones. Esta guía permitirá una planificación oportuna para la previsión de necesidades y una adecuada planificación de las actividades a realizar, analizando cada etapa del proceso para su optimización y mejora.

Durante el proceso de fabricación, es importante determinar los recursos utilizados, el proceso de fabricación y los estándares de calidad para garantizar el mejor producto posible. Para asegurar la calidad de los bloques de concreto, la cantidad de material en una mezcla particular debe controlarse durante el proceso de fabricación.

Una condición importante que deben cumplir los bloques es su uniformidad, sin variación de dimensiones, especialmente en altura, densidad, masa, textura superficial y acabado. Esto requiere una observación constante de las propiedades de los agregados. En cada proceso de fabricación del departamento de construcción se realizan varias operaciones relacionadas, y la calidad del producto final dependerá de diferentes procesos realizados de acuerdo con las especificaciones. Para modificar los bloques de basura recuperados, siga estos pasos:

- 1.- Selección y preparación de materiales
- 2.- Disponibilidad de equipos
- 3.- Dosificación y batido
- 4.- Formación
- 5.- Curado
- 6.- Almacenado

De acuerdo a los datos proporcionados por la empresa los datos a presentar son los de granulometría, que presenta los resultados de los agregados.

En la tabla 15 se muestra las proporciones que se utilizaron en las iteraciones definidas en el presente documento en el cual consisten en un 10%, 15%, 20% y 25% en sustitución de desperdicios de bloque, en él se detalla la cantidad de agregados en [kg] que se utilizó para la fabricación de los bloques de concreto.

Tabla 15 – Proporciones del bloque

Item	%	Cemento (kgs)	Grava (kgs)	Arena (kgs)	Aditivo (ml)
1	10%	52	67.23	14.12	135
2	15%	52	21.52	95.49	135
3	20%	52	28.24	129.4	135
4	25%	52	35.30	157.66	135

Fuente: Propia

5.1 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

Se analizó el análisis granulométrico de los agregados de la mezcla desperdicio de bloque y Arena Shotcrete. Para realizar el ensayo de bloques unitarios compactos, detallado en el siguiente apartado, combinando así las proporciones de desperdicio en 4 iteraciones distintas, siendo la primera del 10% de sustitución de desperdicios de bloque, el 15%, 20% y 25%.

Para el análisis de granulometría se basa en la norma ASTM C-136: Método de prueba Estándar para el análisis granulométrico de agregado grueso y agregado fino. El trabajo de trabajo cubre la determinación de la distribución del tamaño de las partículas de agregados finos y gruesos por tamizado. También se detalla el procedimiento para el

cálculo del módulo de finura de los agregados. Este procedimiento puede ser usado como una herramienta de control de calidad y para evaluar la calidad de un determinado agregado a ser usado en la producción de concreto. (ETERNA, 2022)

De acuerdo a las instrucciones otorgadas por (ETERNA, 2022) las directrices de seguridad asociados con su uso. Es responsabilidad de la organización establecer prácticas de seguridad y salud, y determinar la aplicabilidad de limitaciones reglamentarias antes de su uso.

El equipo utilizado para realizar la toma de datos y los cálculos de la granulometría de los agregados es el siguiente:

- Juego de tamices ASTM: Conforme a la norma ASTM E-11.
- Balanza: Para agregados finos: debe tener una precisión de 0.1 gramos o 0.1% de la carga de prueba, lo que sea mayor en cualquier punto de rango de uso.
 - Para agregados gruesos; O para mezcla de agregado grueso y fino debe tener una precisión de 0.5 gramos o 0.1% de la carga prueba, lo que sea mayor, en cualquier punto dentro del rango de uso.
- Cucharones planos
- Horno con un tamaño apropiado capaz de mantener una temperatura uniforme de 110 ± 5 °C.
- Brochas
- Moldes para pesar el agregado

El procedimiento establecido por (ETERNA, 2022) para la toma de muestras para la granulometría es la siguiente:

Se toma una muestra del agregado a ser analizado.

Se homogeniza la muestra cuidadosamente en estado húmedo y la misma se reduce de acuerdo al método de cuarteo para obtener, cuando esté seca, el tamaño de la muestra de ensayo ligeramente superior a lo que indica la Tabla No. 14. No se permite la reducción en estado seco ni tampoco reducir hasta un peso exacto predeterminado

Tabla 16 - Cantidad de agregados mínimos a pesar

TAMAÑO MAXIMO DE PARTICULAS	CANTIDAD MINIMA A ENSAYAR [grs]
$\frac{3}{8}$	1000
$\frac{1}{2}$	2000
$\frac{3}{4}$	5000
1"	10000
1½"	15000

Fuente: (ETERNA, 2022)

- Se seca la muestra del agregado a un peso constante a una temperatura de 110 ± 5 °C (230 ± 9 °F) en un horno o en una estufa pequeña ("hot plate")
- Seleccione los tamices requeridos para el agregado a ser analizado. Los tamices son escogidos de acuerdo a la información requerida por la especificación del tipo de agregado.

Ver tabla No. 15. Tamices adicionales pueden ser usados para obtener información adicional como ser módulo de finura o material retenido en cada tamiz.

Tabla 17 – Tamices y aberturas

TAMIZ (ASTM)	ABERTURA REAL [mm]	TIPO DE SUELO
1 1/2"	38.10	Grava
1"	25.4	
$\frac{3}{4}$ "	19.05	
$\frac{3}{8}$ "	9.52	
N° 4	4.76	Arena gruesa
N° 10	2	Arena media
N° 20	0.84	
N° 40	0.42	
N° 60	0.25	Arena fina
N° 100	0.105	
N° 200	0.074	

Fuente: (ETERNA, 2022)

- Coloque los tamices uno sobre otro, colocando el de mayor abertura en la parte superior y el de menor abertura en la parte inferior y sobre la base.
- Coloque la muestra en el tamiz superior.
- Agite los tamices a mano o por medio de aparatos mecánicos por un periodo suficiente.
- No sobrecargue ningún tamiz dividiendo la muestra en dos o más porciones.
- Se determina el peso retenido en cada tamiz individual al 0.1 gramo más cercano y se anota en el **LAB-FOR-006**.
- Se calcula el porcentaje retenido individual, y se registra en el **LAB-FOR-006**. El porcentaje retenido individual se calcula de acuerdo a la fórmula:

$$\text{MRT} = (\text{Mi}/\text{Mt}) \times 100$$

Las pruebas realizadas de granulometría son las siguientes:

- Granulometría Arena Normal
- Granulometría Arena Combinada
- Granulometría Grava de 1/2" Normal
- Granulometría Grava de 1/2" Combinada

Para el análisis del tamaño de partículas, se deben realizar diferentes cálculos para proporcionar información sobre los agregados de diferentes tamaños de partículas que quedan en cada tamiz durante la realización de la prueba. El procedimiento es el siguiente.

Ecuación 1 - Peso Retenido Acumulado

$$\begin{aligned} & \textit{Peso retenido acumulado} \\ & = \textit{Peso retenido individual} \\ & + \textit{peso retenido acumulao anterior} \end{aligned}$$

Ecuación 2 - Porcentaje de Peso Retenido Individual

$$\text{Material retenido [\%]} = \frac{\text{Peso retenido}}{\text{Total de la muestra}} \times 100$$

Ecuación 3. Porcentaje de Peso Retenido Acumulado

$$\%PRA = \%Material\ retenido\ anterior + \%Material\ retenido\ actual$$

Ecuación 4. Porcentaje Pasado

$$\%Pasado = 100 - \%PRA$$

5.1.1 GRANULOMETRÍA DE LA ARENA NORMAL

A continuación, se muestra los datos recolectados de la granulometría de la arena a partir de los tamices ya definidos, en la tabla 16, se muestra los resultados obtenidos de los cálculos correspondientes para la obtención de cantidad de material retenido y pasante.

Tabla 18 - Granulometría de arena normal

* Peso seco sin lavar	1,492.60
* Peso seco lavado	1,475.40

Tamiz	Abertura Real (mm)	Peso Retenido Individual	Material Retenido %	% Retenido Acumulado	% Pasado
0	9.520	0.00			100
4	4.760	92.70	6.28	6.28	93.72
8	2.380	212.80	14.42	20.70	79.30
16	1.190	200.60	13.59	34.30	65.70
30	0.595	292.90	19.85	54.14	45.86
50	0.297	456.30	30.92	85.06	14.94
100	0.105	183.20	12.41	97.48	2.52
Fondo	0.003	37.20	2.52	100.00	0.00

Total	1,475.70
-------	----------

2.98	Módulo de Finura
------	------------------

Perdida por lavado	17.20	gr
Material más fino Tamiz #200	1.17	%

Fuente: Propia

5.1.1.1 Porcentaje de Material retenido en arena normal

Para el cálculo del peso retenido porcentual se procede a utilizar la siguiente formula:

$$\text{Material retenido [\%]} = \frac{\text{Peso retenido}}{\text{Total de la muestra}} \times 100$$

El material retenido se obtiene a partir del peso retenido individual, en cada uno de los pesos se divide por la suma de todos los pesos registrados en los ensayos.

Tamiz 0

$$\text{Material retenido [\%]} = \frac{92.7}{1475.70} \times 100 = 6.28\% \text{ gr.}$$

Tamiz No. 4

$$\text{Material retenido [\%]} = \frac{92.7}{1475.70} \times 100 = 6.28\%$$

Tamiz No. 8

$$\text{Material retenido [\%]} = \frac{212.8}{1475.70} \times 100 = 14.42\%$$

Tamiz No. 16

$$\text{Material retenido [\%]} = \frac{200.6}{1475.70} \times 100 = 13.59\%$$

Tamiz No. 30

$$\text{Material retenido [\%]} = \frac{292.9}{1475.70} \times 100 = 19.85\%$$

Tamiz No. 50

$$\text{Material retenido [\%]} = \frac{456.30}{1475.70} \times 100 = 14.42\%$$

Tamiz No. 100

$$\text{Material retenido [\%]} = \frac{183.20}{1475.70} \times 100 = 12.41\%$$

Fondo

$$\text{Material retenido [\%]} = \frac{37.20}{1475.70} \times 100 = 2.52\%$$

5.1.1.2 Porcentaje de material retenido acumulado en arena normal

Tamiz 3/8"

PRA: 0 + 0

= 0 %

Tamiz No. 4

PRA: 0 + 6.28

= 6.28 %

Tamiz No. 8

PRA: 6.28 + 14.42

= 20.70 %

Tamiz No. 16

PRA: 20.70 + 13.59

= 34.30 %

Tamiz No. 30

PRA: 34.30 + 19.85

= 54.14 %

Tamiz No. 50

PRA: 54.14 + 30.92

= 85.06 %

Tamiz No. 100

PRA: 85.06 + 12.41

= 97.48 %

Fondo

PRA: 97.48 + 2.52

= 100 %

5.1.1.3 Porcentaje de material retenido pasado

Tamiz 3/8"

% pasado: 100 – 6.28

= 93.72%

Tamiz No. 4

%pasado: 100 – 20.70

= 73.02 %

Tamiz No. 8

%pasado: 100 – 34.30

= 65.70 %

Tamiz No. 16

%pasado: 100 – 34.60

= 65.70 %

Tamiz No. 30

%pasado: 100 – 54.14

= 45.86 %

Tamiz No. 50

%pasado: 100 – 85.06

= 14.94 %

Tamiz No. 100

%pasado: 100 – 97.48

= 2.52 %

Fondo

%pasado: 100 – 100

= 0%

Según la ASTM C-136 los valores máximos y mínimos con los que los agregados deben de cumplir de la materia en cada una de los tamices se ven expresados en la tabla 17.

Tabla 19 - -Valores de máximo y mínimo de los agregados

Mínima			Máxima		
	Tamiz en mm	% Mínimo		Tamiz en mm	% Máximo
3/8	9.510	100	3/8	9.510	100
#4	4.760	95	#4	4.760	100
#8	2.380	80	#8	2.380	100
#16	1.190	50	#16	1.190	85
#30	0.595	25	#30	0.595	60
#50	0.297	10	#50	0.297	30
#100	0.075	2	#100	0.075	10

Fuente: ASTM C-31.

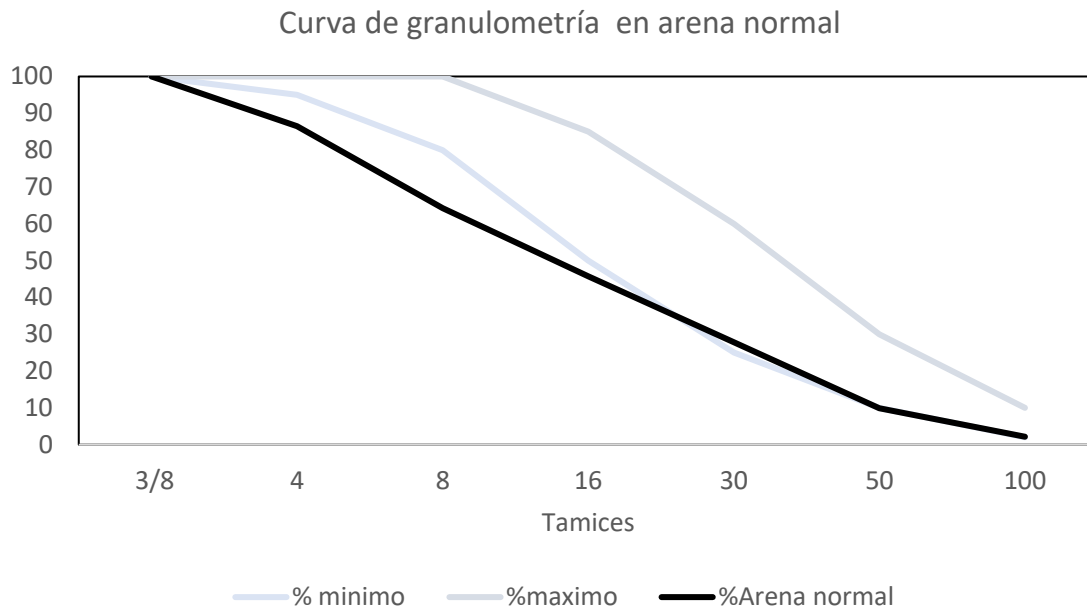


Ilustración 19 - Curva Granulométrica de arena normal

Fuente: Propia

En la gráfica se muestra el comportamiento del agregado de la arena en comparación a los valores máximos y mínimo establecidos por la ASTM C-31, la curva de granulometría no tiende a cumplir con los requisitos mínimos y máximos a diferencia de los tamices 3/8, 30, 50 y 100 que, si están dentro de los rangos, este gráfico como tal no cumple con la norma ASRM C136, sin embargo, si fue utilizado durante las prácticas de los ensayos.

5.1.2 GRANULOMETRÍA DE LA ARENA COMBINADA

5.1.3 GRANULOMETRÍA DE GRAVA DE 1/2" NORMAL

5.1.4 GRANULOMETRÍA DE GRAVA DE 1/2" COMBINADO

5.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS AGREGADOS

A continuación, se detallan los resultados obtenidos de los ensayos realizados a los agregados.

5.2.1 ENSAYOS DE PESO VOLUMÉTRICO

5.2.2 PESO VOLUMÉTRICOS ARENA COMBINADA

- 5.2.2 PESO VOLUMÉTRICOS ARENA NORMAL
- 5.2.3 PESO VOLUMÉTRICOS GRAVA 1/2 NORMAL
- 5.2.4 PESO VOLUMÉTRICOS GRAVA 1/2 NORMAL
- 5.2.5 GRAVEDAD ESPECIFICA DE LOS AGREGADOS
- 5.2.6 GRAVEDAD ESPECIFICA DE LA ARENA
- 5.2.7 GRAVEDAD ESPECIFICA DE LA GRAVA
- 5.2.8 RESULTADO DE MATERIAL, CASCAJO TRITURADO
- 5.2.9 COLORIMETRÍA

5.3 DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO

Las cantidades para la elaboración del bloque, fuera de este proceso, no hay mayor diferencia en el agua utilizada, el valor de cada mezcla oscila entre 3 y 5 kg.

Los porcentajes de agregado fino o arena y de agregado grueso o gravilla para la elaboración del bloque van en función de la siguiente relación.

Ecuación 5. Cantidad de Agregado Fino sin contenido de humedad

$$\text{Agregado Fino} = \% \text{Porcentaje de Agregado Fino} * (\text{AGREGADO})$$

Ecuación 6. Cantidad de Agregado Fino con contenido de humedad

$$\text{Agregado Fino} = \text{Peso en Kilogramos} * \% \text{Contenido de Humedad}$$

Ecuación 7. Cantidad de Agregado Grueso sin contenido de humedad

$$\text{Agregado Grueso} = \% \text{Porcentaje de Agregado Grueso} * (\text{AGREGADO})$$

Ecuación 8. Cantidad de Agregado Grueso con contenido de humedad

$$\text{Agregado Grueso} = \text{Peso en Kilogramos} * \% \text{Contenido de Humedad}$$

Con base a lo antes mencionado, se define la siguiente dosificación para las muestras que posteriormente se van a analizar.

Cemento= 12.60 [Kg]

Arena= 57.40 [Kg]

Gravilla= 55.50 [Kg]

Para los demás bloques se realizó una sustitución parcial de los agregados en función del porcentaje que corresponde a la iteración en sustitución de desperdicio de bloque.

Dosificación para Bloque 10%

Cemento= 12.60 [Kg]

Arena= 51.60 [Kg]

Grava= 55.50 [Kg]

Desperdicio de bloque = 1.15 [Kg]

Dosificación para Bloque 15%

Cemento= 12.60 [Kg]

Arena= 48.7 [Kg]

Grava= 55.5 [Kg]

Desperdicio de bloque = 1.73 [Kg]

Dosificación para Bloque 20%

Cemento= 12.60 [Kg]

Arena= 45.80 [Kg]

Grava= 55.5 [Kg]

Desperdicio de bloque = 2.30 [Kg]

Dosificación para Bloque 25%

Cemento= 12.60 [Kg]

Arena= 43.72 [Kg]

Grava= 55.5 [Kg]

Desperdicio de bloque = 2.53 [Kg]

Tabla 32 - Resumen de dosificaciones

Resumen de dosificaciones				
Tipo de bloque	Cemento [kg]	Arena [kg]	Grava [kg]	Desperdicio de bloque [kg]
Bloque Control	12.6	57.4	55.5	
10% de desperdicio de bloque	12.6	51.6	55.5	1.15
15% de desperdicio de bloque	12.6	48.7	55.5	1.73
20% de desperdicio de bloque	12.6	45.8	55.5	2.3
25% de desperdicio de bloque	12.6	43.72	55.5	2.53

Fuente: Propio

5.4 ENSAYOS DE RESISTENCIA

A continuación, se presente los resultados obtenidos de los ensayos realizados para las pruebas de resistencia de compresión con los 4 escenarios de acuerdo a los cuatro porcentajes de sustitución que se van a analizar.

Para evaluar y ensayar esta relación se tendrá en cuenta la dosis volumétrica mínima recomendada y la relación agua/cemento para la fabricación de dichos ingredientes. A partir de la mezcla preparada en laboratorio se prepararán probetas cilíndricas para observar las propiedades del material, así como su resistencia a la compresión, de forma que se pueda estimar la resistencia que se puede obtener sobre el conjunto superficial de bloques de hormigón.

En la ilustración 18, se muestra el comportamiento que tiene la resistencia de los bloques sobre un área efectiva dentro de los 7 días que se realizaron los ensayos, en él se comprara cada una de las iteraciones en cuanto a la resistencia promedio alcanzado con la resistencia que se muestra como base, el cual es un bloque normal de concreto.

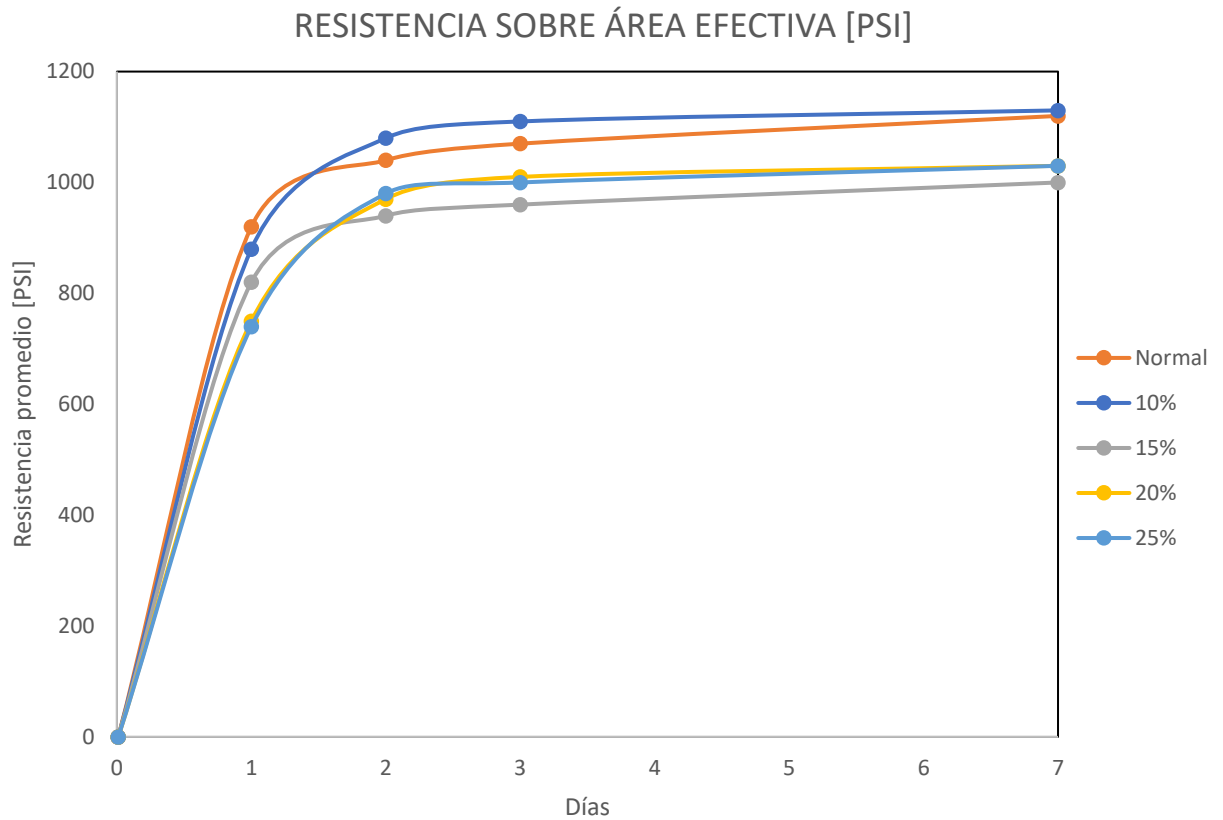


Ilustración 22 - Resistencia sobre área efectiva

Fuente: Propia

Tabla 33 - Resultados de ensayos de resistencia en el primer día

Planta:	Novabloc
Fecha de Ruptura:	12/4/2022

Fecha de Producción	Edad de Bloque (Días)	Producto Producido	Nomenclatura de Muestra	Área de Carga (plg ²)	Carga de Falla	Resistencia de Bloque (PSI)	Resistencia Promedio (PSI)
11/4/2022	1 días	4 1/2 Estrella, 10%	Pruebas Unitec	43.02	37640	875	884
					38530	896	
					37930	882	
11/4/2022	1 días	4 1/2 Estrella, 15%	Pruebas Unitec	43.02	35740	831	825
					36530	849	
					34180	795	
11/4/2022	1 días	4 1/2 Estrella, 20%	Pruebas Unitec	43.02	32570	757	753
					31770	738	
					32830	763	
11/4/2022	1 días	4 1/2 Estrella, 25%	Pruebas Unitec	43.02	31970	743	735
					30890	718	
					31970	743	

11/4/2022	1 días	4 1/2 Estrella, Normal	Normal	43.02	39570	920	915
					38830	903	
					39630	921	

Fuente: Propia

Tabla 34 - Ensayos de resistencia en el segundo día

Planta:	Novabloc
Fecha de Ruptura:	13/4/2022

Fecha de Producción	Edad de Bloque (Días)	Producto Producido	Nomenclatura de Muestra	Área de Carga (plg ²)	Carga de Falla	Resistencia de Bloque (PSI)	Resistencia Promedio (PSI)
11/4/2022	2 días	4 1/2 Estrella, 10%	Pruebas Unitec	43.02	46,130	1,072	1,073
					46380	1,078	
					45990	1,069	
11/4/2022	2 días	4 1/2 Estrella, 15%	Pruebas Unitec	43.02	39840	926	939
					39770	924	
					41520	965	
11/4/2022	2 días	4 1/2 Estrella, 20%	Pruebas Unitec	43.02	39730	924	966
					42320	984	
					42580	990	
11/4/2022	2 días	4 1/2 Estrella, 25%	Pruebas Unitec	43.02	43520	1,012	977
					40730	947	
					41860	973	
11/4/2022	2 días	4 1/2 Estrella, Normal	Normal	43.02	47890	1,113	1,120
					47970	1,115	
					48630	1,130	
11/4/2022	2 días	4 1/2 Estrella, Normal	Normal	43.02	44530	1,035	1,044
					45870	1,066	
					44340	1,031	

Fuente: Propia

Tabla 35 - Resultados de ensayos de resistencia en el séptimo día.

Planta:	Novabloc
Fecha de Ruptura:	18/04/2022

Fecha de Producción	Edad de Bloque (Días)	Producto Producido	Nomenclatura de Muestra	Area de Carga (plg ²)	Carga de Falla	Resistencia de Bloque (PSI)	Resistencia Promedio (PSI)
11/4/2022	7 días	4 1/2 Estrella, 10%	Pruebas Unitec	43.02	54,740	1,272	1,260
					53,730	1,249	
					54,180	1,259	
11/4/2022	7 días	4 1/2 Estrella, 15%	Pruebas Unitec	43.02	51,530	1,198	1,181
					50,620	1,177	
					50,310	1,169	
11/4/2022	7 días	4 1/2 Estrella, 20%	Pruebas Unitec	43.02	49,870	1,159	1,150
					49,570	1,152	
					48,990	1,139	
11/4/2022	7 días	4 1/2 Estrella, 25%	Pruebas Unitec	43.02	48,570	1,129	1,114
					47,190	1,097	
					47,970	1,115	
11/4/2022	7 días	4 1/2 Estrella, Normal	Normal	43.02	57,870	1,345	1331
					57,530	1,337	
					56,320	1,309	

Fuente: Propia

Ensayo de resistencia con 10% de desperdicio como agregado

En esta sección se va a detallar y analizar cada uno de los resultados obtenidos de las resistencias obtenidas correspondiente a la iteración del 10% de sustitución de los desperdicios de bloque con respecto a cemento.

Cada una de las muestras elaboradas se realizaron en un área de carga de 43.02, y el producto producido fue en 4 1/2 estrella

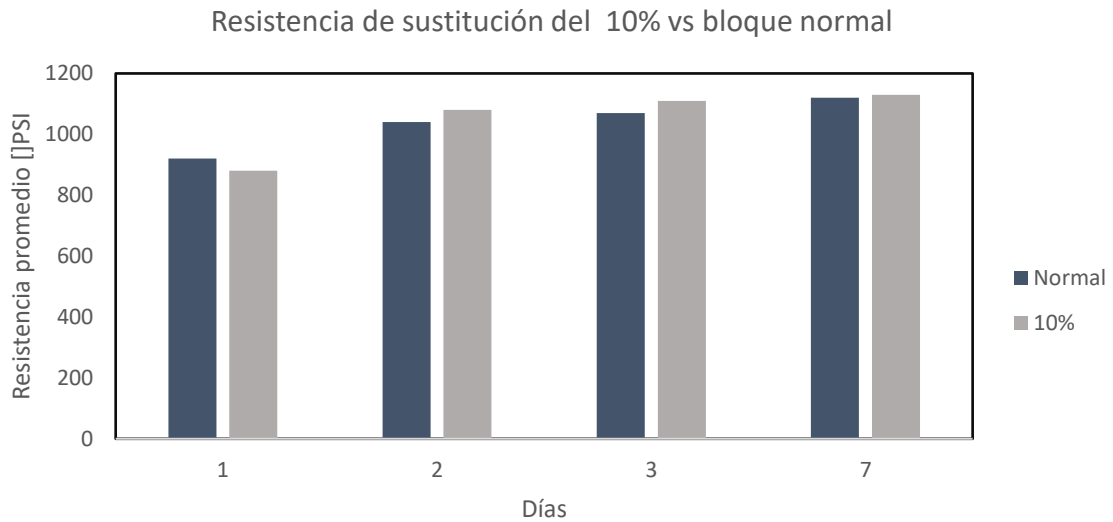


Ilustración 23 - Resistencia sobre área efectiva 10%

Fuente: Propia

5.4.1.1 Resistencia con 10% de desperdicio en el día 1

En el día la resistencia obtenida en las muestras fue 37.640 [lbs] en la carga de falla en la primera muestra, en la segunda fue de 38,530 [lbs] y en la última muestra de esa iteración fue de 37,930 [lbs], la resistencia promedio de las 3 muestras es de 884 [psi], denotando una resistencia significativamente alta, ya que solo presenta un 3.4% de diferencia con respecto al bloque de muestra que obtuvo en promedio un 915 [psi] con respecto a la resistencia obtenida en las 3 muestras realizadas con las mismas proporciones de fabricación.

5.4.1.2 Resistencia con 10% de desperdicio en el día 2

Para el día 2 se muestra un escenario bastante optimista ya que las resistencias en promedio logran superar la resistencia lograda con los bloques de muestra, la resistencia del bloque con 10% de desperdicio de bloques de concreto alcanzo un promedio de 1,073 [psi] con respecto a los 1,044 [psi] que denota el promedio de las resistencias de los bloques normales con el cual se realiza la comparación, siendo un 2.70% más resistente.

5.4.1.3 Resistencia con 10% de desperdicio en el día 7

En la iteración del 10% para el día 7, se muestra que la resistencia promedio le resta en un 0.05% para alcanzar la resistencia lograda por el bloque normal

Ensayo de resistencia con 15% de desperdicio como agregado

A continuación, se muestra los resultados obtenidos a partir de un 15% de sustitución de desperdicio de bloque con respecto a las proporciones de cemento.

En la ilustración 20, se muestra el comportamiento de la resistencia del bloque de 15% de sustitución en comparación a los resultados obtenidos de un bloque de concreto convencional, a continuación, se explicará los resultados de cada una de las iteraciones.

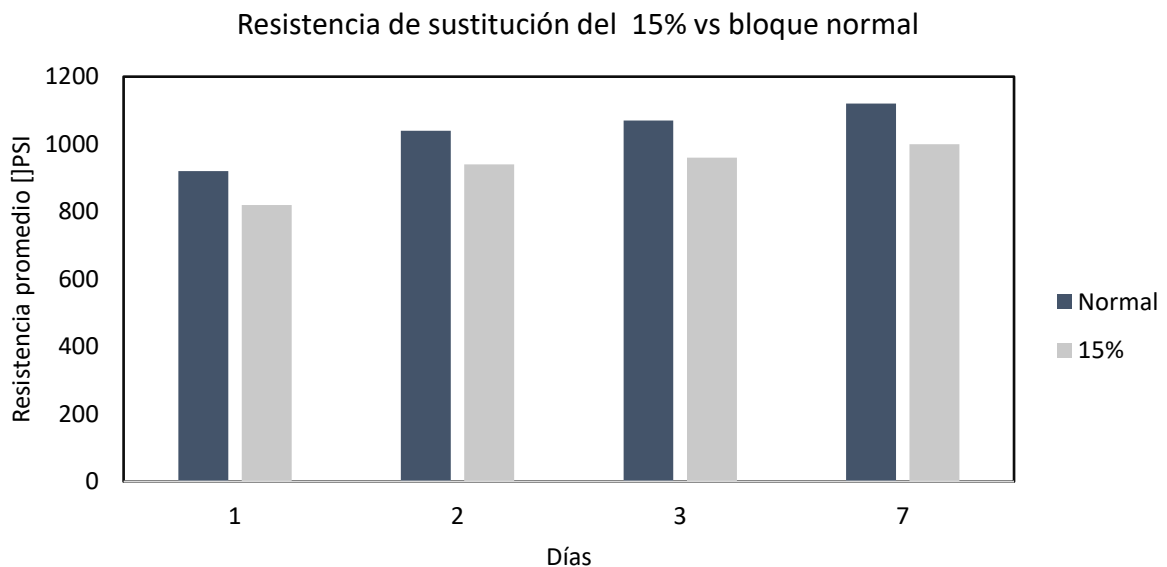


Ilustración 24 - Resistencia sobre área efectiva 15%

Fuente: Propia

5.4.1.4 Resistencia con 15% de desperdicio en el día 1

Los resultados para el primer día de resistencia oscilan entre los 794 – 849 [psi], en promedio en las muestras se denota una resistencia de 825 [psi], 9.8% por debajo de la resistencia del bloque de muestra.

5.4.1.5 Resistencia con 15% de desperdicio en el día 2

Para el día 2 con un 15% de sustitución se denota que los resultados obtenidos a partir de los ensayos muestran una resistencia promedio 938 [psi], en este caso la resistencia está por debajo de la resistencia promedio que se muestra en el bloque normal, hay dos muestras de bloques normal, en el primer caso de bloque de muestra está por debajo en un 16% y en un 10% con respecto a la otra muestra de bloque normal.

5.4.1.6 Resistencia con 15% de desperdicio en el día 7

Para el día 7 con un 15% de sustitución se denota que los resultados obtenidos a partir de los ensayos muestran una resistencia promedio 1,181[psi], en este caso la resistencia está por debajo de la resistencia promedio que se muestra en el bloque normal, de 1,331 [PSI] y no logra superar su índice de ruptura.

Ensayo de resistencia con 20% de desperdicio como agregado

A continuación, se muestra los resultados obtenidos a partir de un 20% de sustitución de desperdicio de bloque con respecto a las proporciones de cemento. En la ilustración 21, se muestra los resultados que se presentaron en la iteración del 20% de sustitución para la fabricación de bloques de concreto.

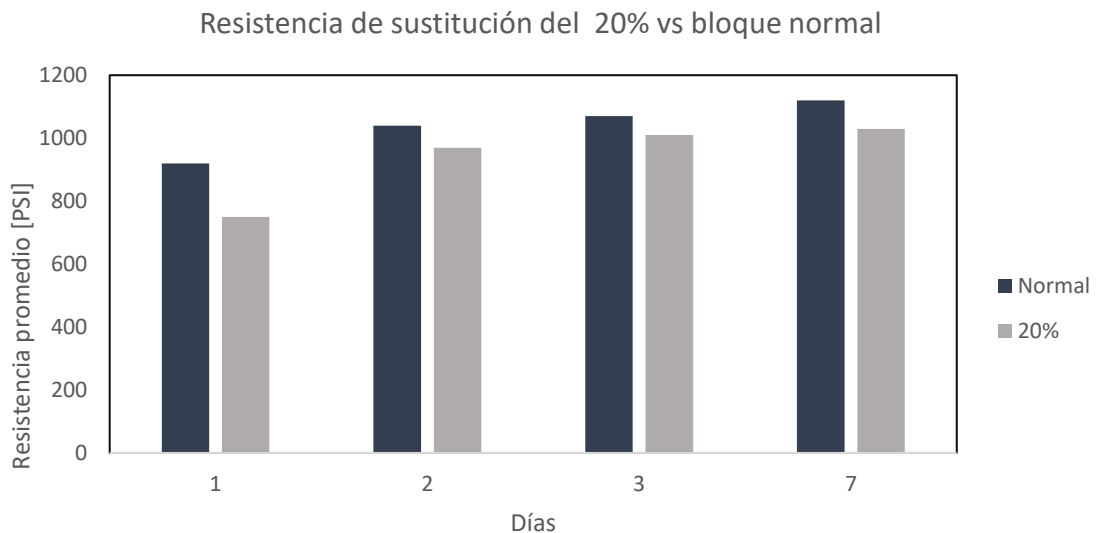


Ilustración 25 - Resistencia sobre área efectiva 20%

Fuente: Propia

5.4.1.7 Resistencia con 20% de desperdicio en el día 1

Para la iteración del 20% de la sustitución de desperdicio de bloque, la resistencia que muestra los resultados en promedio es relativamente menor, se denota que la resistencia se encuentra en promedio lo 753 [psi], las 3 muestras presentan una resistencia entre los 757 – 763 [psi], con una carga de falla de 31,770 – 32,830 [lbs].

5.4.1.8 Resistencia con 20% de desperdicio en el día 2

En el día 2, las muestras presentaron un incremento considerable con un incremento en promedio entre ambos días de un 22.04% del cual se muestra una carga de falla 42,320 [lbs], por lo que se muestra que la capacidad de carga es directamente proporcional a la capacidad de resistencia de compresión que muestra el elemento.

5.4.1.9 Resistencia con 20% de desperdicio en el día 7

Para el día 7, las muestras denotan una resistencia entre los 1,159 – 1,52 [PSI] en el cual hacen un promedio de 1,150 [PSI] de resistencia para las muestras al día 7, con un 20 de sustitución.

Tabla 36 - Resistencia día 7

Carga de Falla	Resistencia de Bloque (PSI)
49870	1159.22827
49570	1152.25477
48990	1138.77266

Fuente: propio

Ensayo de resistencia con 25% de desperdicio como agregado

En la ilustración 22, se muestra el comportamiento de los resultados obtenidos dentro del rango de 7 días, en el cual se extrajeron datos de las muestras realizadas en los 7 días de prueba, a continuación, se explicará los resultados obtenidos en los 3 días en específico que se tomaron datos de resistencia.

Resistencia de sustitución del 25% vs bloque normal

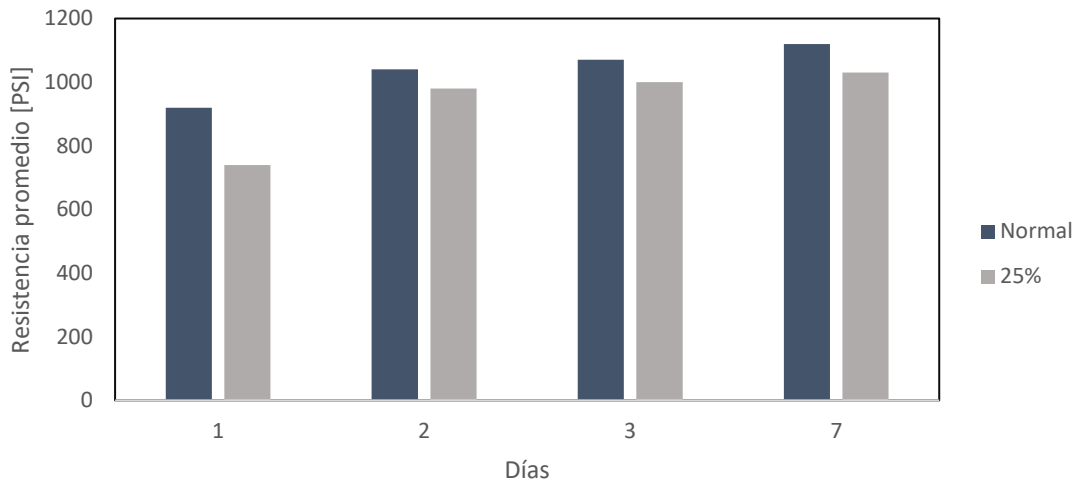


Ilustración 26 - Resistencia sobre área efectiva 25%

Fuente: Propia

5.4.1.10 Resistencia con 25% de desperdicio en el día 1

Para la iteración del 25%, es el escenario que menor resistencia presenta con 735 [psi] en promedio, del cual las muestras mantuvieron una resistencia entre los 718 – 743 [psi], para el día uno es el que meno resistencia presenta dentro de las demás muestras.

5.4.1.11 Resistencia con 25% de desperdicio en el día 2

Dentro de los resultados obtenidos en el día 2 correspondientes a las muestras fabricadas con el 25% de desperdicio de bloques de concreto, se muestra que la resistencia en promedio es de 977 [psi], mostrando un incremento de aproximadamente un 24% con respecto a los resultados mostrados en el primer día.

La capacidad de carga de igual manera muestra un incremento, y la muestra que mayor capacidad de carga de falla en los ensayos es de 43,520 [lbs]

5.4.1.12 Resistencia con 25% de desperdicio en el día 7

En el día 7, las muestras presentaron un incremento considerable con un incremento en promedio entre ambos días de un 22.04% del cual se muestra una carga de falla 48,570 [lbs], por lo que se muestra que la capacidad de carga es directamente proporcional a la capacidad de resistencia de compresión que muestra el elemento.

5.5 RESUMEN DE RESULTADOS

En base a los resultados obtenidos a lo largo del documento, se presentó que la dosificación más óptima fueron las proporciones de la iteración del 10 en sustitución de desperdicios de bloque de concreto, con las siguientes proporciones:

- Cemento= 12.60 [Kg]
- Arena= 51.60 [Kg]
- Grava= 55.50 [Kg]
- Desperdicio de bloque = 1.15 [Kg]

Debido a ello se cumple con la hipótesis H_1 = La sustitución de un 10% del contenido de desperdicio de bloque en la elaboración del bloque brinda una resistencia a la compresión ($F'_{c(BP10)}$) mayor o igual a la obtenida del bloque control ($F'_{c(BC)}$).

Ya que en los resultados que se mostraron, los resultados de la iteración del bloque en un 10% de sustitución logro obtener una resistencia mayor a la que se presenta en bloque control.

Las características del bloque como tal no presentan mucha variación siendo comparadas con la de un bloque normal de cemento, inclusive, en la mayoría de los ensayos los resultados son significativamente parecidos a los de un bloque normal, y todas las muestras cumplen con los requisitos mínimos de resistencia establecidos por la ASTM C-94.

Los procedimientos estadísticos proporcionan medios valiosos para la evaluación de los resultados de las pruebas de resistencia y la información derivada de estos procedimientos también sirve para reafirmar criterios y especificaciones de diseño como se verá más adelante.

Para que los procedimientos sean valiosos, los datos deben derivarse de muestras obtenidas en el curso del desarrollo de un plan de muestreo al azar, y para obtener el máximo de información, debe efectuarse una cantidad suficiente de pruebas. Los estadísticos han designado 30 pruebas como la línea divisoria entre las muestras grandes y las pequeñas. Por tal motivo, muchos códigos, coinciden en que el número de muestras debe ser como mínimo 30, para que el análisis estadístico sea representativo.

Adicionalmente, este análisis se aplica al número total de pruebas efectuadas a un mismo tipo de mezcla que se han producido de manera consecutiva y en condiciones similares durante todo el tiempo. Está plenamente demostrado, que al disponer de una serie de resultados de pruebas de resistencia que se colocan en un gráfico de frecuencias como el indicado en la figura, se conforma una curva muy definida. Esta curva, asume un patrón similar al de la distribución normal de frecuencias de Gauss, cuyas propiedades pueden definirse matemáticamente y a partir de ellas calcular ciertas funciones de la resistencia del concreto.

La distribución normal de los resultados obtenidos a partir de los ensayos de resistencia de los bloques de concreto en sustitución parcial de desperdicios de bloque, denota una desviación estándar de 170.36 y una media de 1,016.51 [PSI]

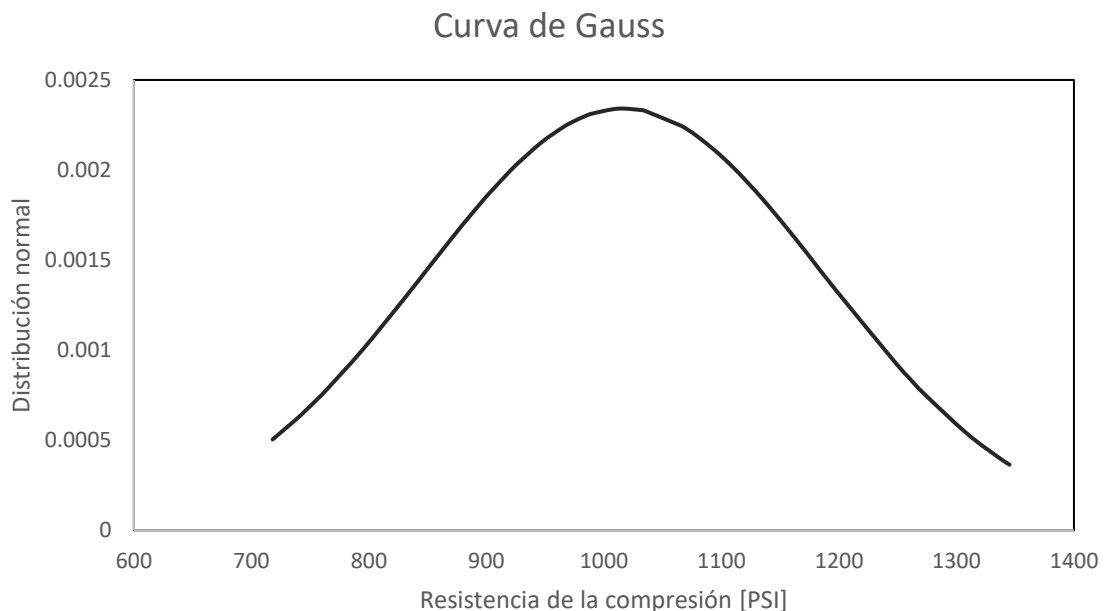


Ilustración 27- Curva de Gauss

Fuente: Propio

Promedio general de la distribución

Es la suma aritmética de los resultados de resistencia de todas las pruebas individuales, dividida por el número total de pruebas efectuadas. Como ya se indicó, una prueba se define como la resistencia promedio de todos los cilindros de la misma dad elaborados de una muestra tomada de una única mezcla de concreto.

Ecuación 9 - Media

$$\bar{X} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + \dots + x_n}{N}$$

Desviación estándar

Es la medida de dispersión más conocida y está definida como la raíz cuadrada del promedio de la suma de los cuadrados de las desviaciones de las resistencias, respecto a la resistencia promedio, dividido entre el número de pruebas (N) menos uno. La razón de dividir por N - 1 es que el número de datos es limitado.

Ecuación 10 – Desviación estándar

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_i^N (X_i - \bar{X})^2}{N}}$$

Tabla 37 – Datos estadísticos por días

	1 día	2 día	7 días
Media	822.222222	1019.68077	1207.17496
varianza	5143.64893	4502.39689	6286.21133
Desviación estándar	74.2364629	69.0452299	82.0684253

Fuente: Propia

Para los bloques fabricados con una sustitución parcia del 10, 15, 20 y 25 por ciento, y probados a la compresión después de estar sumergidos por 3 días para la elaboración de los ensayos de absorción, los resultados de resistencia por todas las muestras denotan la curva de Gauss, previamente en el cual se nota la tendencia que muestran los datos con una muestra total de 48 bloques de concreto fabricados los coeficientes de desviación estándar entre 3 – 4 por ciento del cual va en función de la desviación estándar con respecto a la media de las muestras.

Previamente en el documento en el apartado de la metodología se planteaba como hipótesis inicial que:

H_0 = La sustitución parcial de desperdicio de bloque en la elaboración del bloque brinda una resistencia a la compresión ($F'_{C(BP10)}$) mayor o igual a la obtenida del bloque control (F'_{CBC}).

$$H_0: \bar{x} \geq \mu$$

$$H_1: \bar{x} < \mu$$

La hipótesis interés denota que el promedio de los resultados obtenidos es mayor o igual a la muestra poblacional del bloque control con el cual este se estará comparando, y la hipótesis nula el cual hace mención que no se cumple la hipótesis inicial, es decir que la media muestral de los resultados en los ensayos es menor al promedio de la resistencia del bloque control.

De acuerdo a los resultados obtenidos, la media de la iteración más óptima se obtuvo $\bar{x} = 1207.17$ [psi] el cual es superior a la media registrada en el bloque control el cual es de $\bar{x} = 1062$ [psi], después de haber invertido los recursos necesarios en apoyo de los de ingenieros civiles tanto de Eterna como de la institución UNITEC (Universidad tecnológica centroamericana), se aprueba la hipótesis inicial de la investigación, logrando superar en un 12% aproximadamente la resistencia del bloque de muestra en los ensayos.

Se rechaza la hipótesis nula ya que puntaje z de 1,14 se encuentra en el área de rechazo, y el punto de corte es 1,645. Cualquier puntaje z inferior a 1,645 será rechazado, dado que 1,14 es menor que 1,645, se rechaza la hipótesis nula.

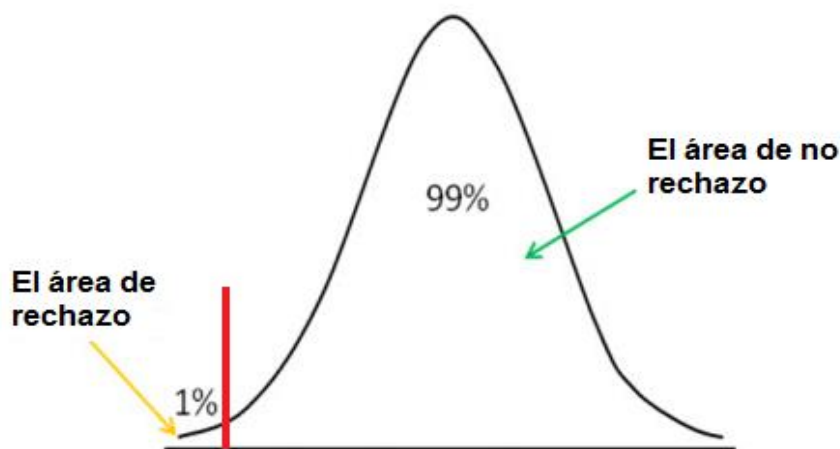


Ilustración 28- Distribución normal

Fuente: Propio

En la ilustración 28, muestra que las pruebas de hipótesis de cola derecha para ver si la puntuación z está por debajo del punto de corte de nivel de significación, en cuyo caso aceptamos la hipótesis nula como verdadera.

El método de cola derecha se utiliza para determinar si la media de la muestra es mayor que la media de la hipótesis. Sin embargo, hay muchas más ocurrencias que esa. Esta es una prueba clásica de

5.6 COSTOS TOTALES DE FABRICACIÓN DE BLOQUES

Los costos totales del proyecto se describen como: inversión inicial, costos de producción, costos de personal, materiales de producción, costos de gestión y costos operativos totales de la planta de producción.

Los costos unitarios en la investigación se realizan a partir de una serie de cotizaciones que se llevan a cabo (ver anexo 9), con base a ello se denota los que son los costos unitarios de los bloques fabricados, a partir de la sustitución parcial de cada una de las unidades.

Tabla 38 – Ficha de costo para bloque con 10% de sustitución de desperdicio

FICHA DE COSTO

PROYECTO: Bloque con 10% de agregado reciclado

CONTRATISTA: Proyecto Investigación Fase II

PROPIETARIO: Unitec

DESCRIPCIÓN: SUB. ENTREGABLE / ACTIVIDAD

Actividad: Fabricación

Fecha: 14/7/2022

Elaboró: Grupo Luis T. Luis P. Javier Q

Aprobó:

Ítem	1.01	Unidad	M2	Cantidad	60.00	
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT. / RENDIMIENTO	DESPERDICIO	P.U.	SUBTOTAL
1.00	Materiales					
1.01	Agua	lts	40.00	3%	L. 0.01	L. 0.37
1.02	Cemento	Kg	50.00	3%	L. 4.82	L. 248.23
1.03	Arena con Flete	Kg	135.00	5%	L. 0.30	L. 42.95
1.04	Grava con Flete	Kg	180.00	5%	L. 0.22	L. 41.77
1.05	Arena Reciclada Triturada	Kg	15.00	5%	L. 0.05	L. 0.78
1.06	Grava Reciclada Triturada	Kg	20.00	5%	L. 0.05	L. 1.05

				Subtotal Mat		L. 335.15
2.00	Mano de Obra	Unidad	Rendimiento	Cant./ Total Und.	Precio/und	Sub Total
2.01	Operador	JDR	0.220	60.00	1.88	L. 24.75
2.04	Ayudante	JDR	0.220	60.00	1.66	L. 21.91
				Subtotal M.O.		L. 46.66
3.00	Herramientas y Equipo	Unidad	Rendimiento	Total/und	Precio/hr	Sub Total
3.01	Mezcladora	%	0.20			L. 9.33
3.02	Bloquera	%	0.10			L. 4.67
3.03	Trituradora	%	0.05			L. 2.33
				Subtotal H.E.		L. 16.33
				Costo Directo Total		L. 398.14
				% Indirectos		20.00%
				Costo Final		L. 477.77
				Costo Unitario Final		7.96

Fuente: Propia

En la tabla 38, se muestra la ficha de costo para la fabricación del bloque de 10% de sustitución, el cual tomando en cuenta todas las variables de costo se denota que el precio unitario es de L. 7.93 en un lote de 60 bloques producidos.

Nota: El costo de la arena reciclada triturada y la grava reciclada triturada es considerando la toma de material en sitio para una bloquera, tomando en cuenta que la misma cuenta con un banco de desperdicio de bloques averiados sin costos de flete.

2.00	Mano de Obra	Unidad	Rendimiento	Cant./ Total Und.	Precio/und	Sub Total
2.01	Operador	JDR	0.220	60.00	1.88	L. 24.75
2.04	Ayudante	JDR	0.220	60.00	1.66	L. 21.91
				Subtotal M.O.		L. 46.66
3.00	Herramientas y Equipo	Unidad	Rendimiento	Total/und	Precio/hr	Sub Total
3.01	Mezcladora	%	0.20			L. 9.33
3.02	Bloquera	%	0.10			L. 4.67
3.03	Trituradora	%	0.05			L. 2.33
				Subtotal H.E.		L. 16.33
				Costo Directo Total		L. 394.36
				% Indirectos		20.00%
				Costo Final		L. 473.23
				Costo Unitario Final		7.89

Fuente: Propia

En la tabla 39, se denota las proporciones de los elementos utilizados en la fabricación del bloque de un 15% de sustitución, con respecto a la dosificación del bloque se obtiene el costo de producción por unidad en los bloques de concreto.

Nota: El costo de la arena reciclada triturada y la grava reciclada triturada es considerando la toma de material en sitio para una bloquera, tomando en cuenta que la misma cuenta con un banco de desperdicio de bloques averiados sin costos de flete.

De acuerdo a los datos recolectados para la obtención de los costos de fabricación del bloque de concreto con sustitución en un 20%, en la tabla 40, se muestra cada uno de los valores en cuanto a la dosificación correspondiente a dicha iteración.

2.00	Mano de Obra	Unidad	Rendimiento	Cant./ Total Und.	Precio/und	Sub Total
2.01	Operador	JDR	0.220	60.00	1.88	L. 24.75
2.04	Ayudante	JDR	0.220	60.00	1.66	L. 21.91
Subtotal M.O.						L. 46.66
3.00	Herramientas y Equipo	Unidad	Rendimiento	Total/und	Precio/hr	Sub Total
3.01	Mezcladora	%	0.20			L. 9.33
3.02	Bloquera	%	0.10			L. 4.67
3.03	Trituradora	%	0.05			L. 2.33
Subtotal H.E.						L. 16.33
Costo Directo Total						L. 390.57
% Indirectos						20.00%
Costo Final						L. 468.68
Costo Unitario Final						7.81

Fuente: Propia

Nota: El costo de la arena reciclada triturada y la grava reciclada triturada es considerando la toma de material en sitio para una bloquera, tomando en cuenta que la misma cuenta con un banco de desperdicio de bloques averiados sin costos de flete.

Tabla 41 – Ficha de costo para bloque con 25% de sustitución

FICHA DE COSTO

PROYECTO: Bloque con 25% de agregado reciclado

CONTRATISTA: Proyecto Investigacion Fase II

PROPIETARIO: Unitec

DESCRIPCIÓN: SUB. ENTREGABLE / ACTIVIDAD

Actividad: Bloque con 25% de agregado reciclado

Fecha: 14/7/2022

Elaboró: Grupo Luis T. Luis P. Javier Q

Aprobó:

Item	1.01	Unidad	M2	Cantidad	60.00	
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT. / RENDIMIENTO	DESPERDICIO	P.U.	SUBTOTAL
1.00	Materiales					
1.01	Agua	lts	40.00	3%	L. 0.01	L. 0.37
1.02	Cemento	Kg	50.00	3%	L. 4.82	L. 248.23
1.03	Arena con Flete	Kg	108.00	5%	L. 0.30	L. 34.36
1.04	Grava con Flete	Kg	150.00	5%	L. 0.22	L. 34.81
1.05	Arena Reciclada Triturada	Kg	42.00	5%	L. 0.05	L. 2.20
1.06	Grava Reciclada Triturada	Kg	50.00	5%	L.0.05	L. 2.62
				Subtotal Mat		L. 322.59

2.00	Mano de Obra	Unidad	Rendimiento	Cant./ Total Und.	Precio/und	Sub Total
2.01	Operador	JDR	0.220	60.00	1.88	L. 24.75
2.04	Ayudante	JDR	0.220	60.00	1.66	L. 21.91
				Subtotal M.O.		L. 46.66
3.00	Herramientas y Equipo	Unidad	Rendimiento	Total/und	Precio/hr	Sub Total
3.01	Mezcladora	%	0.20			L. 9.33
3.02	Bloquera	%	0.10			L. 4.67
3.03	Trituradora	%	0.05			L. 2.33
				Subtotal H.E.		L. 16.33
				Costo Directo Total		L. 385.58
				% Indirectos		20.00%
				Costo Final		L. 464.69
				Costo Unitario Final		7.71

Fuente: Propia

En la tabla 41, se muestra cada uno de los costos de que involucran en la producción del bloque con un 25% de sustitución, en el cual también se toma en cuenta el porcentaje de utilización de la mezcladora como la bloque y la trituradora el cual se utilizar para la trituración de los desperdicios de bloque recolectados para su reutilización.

Nota: El costo de la arena reciclada triturada y la grava reciclada triturada es considerando la toma de material en sitio para una bloquera, tomando en cuenta que la misma cuenta con un banco de desperdicio de bloques averiados sin costos de flete.

Los precios que se muestran en las fichas de costos se obtienen a partir de las cotizaciones realizadas como se muestran en los anexos 8 y 9.

5.7 RESUMEN DE VARIABLES DE COSTOS

De acuerdo a los resultados obtenidos, y además de las fichas de costos presentados previamente se denota que la iteración más viable en cuanto a los análisis mostrados previamente en las variables de costos y de ensayos realizados es la iteración de un 10% de sustitución parcial, en cuanto al apartado de costos denota que presenta un 27% menos que los costos involucrados directamente en la fabricación de los bloques de concreto, esto comparando al bloque fabricado con un 10% de sustitución parcial, con el bloque control proporcionado por la empresa ETERNA S.A que fue quienes proporcionaron los materiales, las herramientas y la mano de obra para que la presente investigación se llevará a cabo, en cuanto a las demás iteraciones que en los resultados mostraron resultados significativamente bajos en cuanto a los resultados obtenidos en la iteración con mejores resultados, en cuanto a los costos de producción solo mostraron una diferencia menor de un 0.8% en cuanto al costo de producción del bloque de un 10%, a priori, en base a todas las variables que se consideraron en la investigación de acuerdo a los ensayos físicos y mecánicos y a los datos recolectados para la fabricación de la misma, por consiguiente, se hace mención que el bloque con un 10% es el que mejores resultados de costo beneficio presente, inclusive siendo comparado con el bloque control.

VI. CONCLUSIONES

La presente investigación cumple con la hipótesis inicial de realizar un análisis comparativo de bloques en sustitución de desperdicio bloque de concreto y cumplir con parámetros dados y establecidos por la norma ASTM C-140, indicando que la resistencia promedio del bloque de prueba debe ser mayor o igual a 500 psi, de acuerdo a los capítulos desarrollados en la presente investigación se llega a las siguientes conclusiones;

1. Dentro de la investigación el cual debe de cumplir con una resistencia específica el cual los ensayos cumplen a cabalidad, de acuerdo a la norma una vez verificadas se evidencia que el desperdicio de bloque como agregado en la fabricación de los bloques de concreto, con los porcentajes en sustitución de los desperdicios de bloque del 10%, 15%, 20%, 25%, cumplen con la resistencia solicitada, inclusive los resultados de resistencia del bloque de concreto con un 10% de sustitución de desperdicio de bloque superan los resultados en un 3% en los resultados obtenidos en los ensayos del segundo días de las muestras, en promedio de 1,073 [PSI] en comparación de los 1,044 [PSI] que obtuvo el bloque control, para el séptimo día el cual fue el último día que se realizó ensayos a las muestras el bloque de concreto de un 10% de sustitución de desperdicio se muestra únicamente una diferencia el 2% por debajo de los resultados de bloque control. En base a los resultados obtenidos a lo largo del documento, se presentó que la dosificación más óptima fueron las proporciones de la iteración del 10 en sustitución de desperdicios de bloque de concreto, con las siguientes proporciones:
 - Cemento= 12.60 [Kg]
 - Arena= 51.60 [Kg]
 - Grava= 55.50 [Kg]
 - Desperdicio de bloque = 1.15 [Kg]
2. De acuerdo con los datos obtenidos, puede obtener las características generales de los bloques comparando los pesos de diferentes tipos de bloques. Para los agregados, se requiere la determinación del tamaño de partícula de acuerdo con ACI 211.3 para agregados individuales y el tamaño total de partícula para el

tratamiento a granel. Se determinó que la arena utilizada para la refinería se encuentra dentro de los rangos máximos y mínimos para agregados finos, mientras que para agregados ligeramente por debajo del mínimo. Siga las instrucciones detalladas en el estándar ACI 211.3 para la preparación de la mezcla de concreto en masa. El tamaño de partícula del árido a obtener deberá estar dentro de los valores máximo y mínimo.

3. Las características que presentan los agregados son similares a los que se presentan en el bloque control, que su composición como tal en particular sigue siendo la misma, la dosificación cambia, pero es relativamente distinta en comparación a los bloques control, en cuanto a los resultados obtenidos de la gravedad específica del agregado de la arena normal y combinada en el cual en la arena normal se denota un porcentaje de absorción de 1.32% - 1.46% con respecto a los 4.14% - 4.21% de absorción que alcanza la grava combinada. De acuerdo al proceso elaborado para obtener el índice de colorimetría, luego de los ensayos realizados a los agregados denoto que el índice de colorimetría adquirido es de 3, el cual nos indica que hay varias impurezas en el agregado por lo que se debe lavar la arena para proceder con su uso.
4. Ya que en los resultados que se mostraron, los resultados de la iteración del bloque en un 10% de sustitución logro obtener una resistencia mayor a la que se presenta en bloque control. Las características del bloque como tal no presentan mucha variación siendo comparadas con la de un bloque normal de cemento, inclusive, en la mayoría de los ensayos los resultados son significativamente parecidos a los de un bloque normal, y todas las muestras cumplen con los requisitos mínimos de resistencia establecidos por la ASTM C-94.
5. Los costos de producción se ven afectados directamente a las proporciones de sustitución parcial de desperdicio de bloque, en la iteración que mejor resultado presenta que es el 10%, muestra una diferencia en los costos de producción de un 7% en comparación a los costos de producción, según las fichas de costos que se tomaron, a medida se incrementa el porcentaje de desperdicio de bloques de concretos en los agregados, el precio de producción aumentar debido al costo

que implica la trituración de los desperdicios para poder proceder con la integración de la misma en los agregados.

VII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda realizar una cantidad de muestra más grande para obtener una mejor desviación estándar al momento de realizar un análisis estadístico.
2. La granulometría de los agregados va sujeto a los diferentes tipos de bloques, por el cual se recomienda que determinar la refinería a utilizar en función del tipo de agregado que se va a utilizar.
3. Se recomienda, realizar pruebas de absorción con porcentajes de sustitución de desperdicios de bloque inferiores al 10% ya que el que mejores resultados presento fue el bloque con un 10% de sustitución.
4. Realizar más ensayos en las muestras de más de 7 días para lograr obtener una base informativa mucho más eficiente, en el cual se pueda denotar si las características físicas y mecánicas presentan más diferencias en una mayor cantidad de días, desde su fabricación.
5. Tomar en cuenta más variables en elaboración de la ficha de costos, esto para obtener un resultado mucho más eficiente, tomando en cuenta la relación del consumo de las máquinas de elaboración de los bloques en cada tanda de bloques fabricados, también como los costos de la manipulación de dichas máquinas.

VIII. APLICABILIDAD

De acuerdo a los resultados obtenidos en la resistencia de los bloques de concreto, ya que cumplen con los estándares mínimos de resistencia establecidos por la ASTM C 94 el cual especifica que los requerimientos mínimos de resistencia en los bloques de concreto debe de ser de 500 [PSI], en las medias muestrales de los resultados obtenidos en la iteración de la fabricación de un bloque de concreto con una sustitución parcial de desperdicio de bloque, se percibe como tal que el dicho bloque puede tener la misma aplicabilidad de un bloque de concreto convencional o inclusive en tareas que exijan mayor resistencia ya que supera la resistencia del bloque control en 12% de acuerdo a los ensayos realizados durante se llevó a cabo el proyecto.

Debido a lo mencionado anteriormente los bloques pueden ser utilizado para:

1. Los bloques de concreto se utilizan para la construcción de muros de contención.
2. Muros de carga
3. Viviendas y propiedades comerciales
4. Pasos o caminos en parques
5. Camas de jardinería
6. Bordes
7. Pavimentos
8. Revestimientos
9. Escaleras
10. Tuberías
11. Mampostería en general
12. Vallados
13. Soluciones de seguridad

El presente documento va dirigido para la comunidad de ingenieros civiles el cual busquen una alternativa a los de concreto convencionales, del cual presenta mejores resultados que un bloque control en cuanto a resistencia.

BIBLIOGRAFÍA

(s.f.). Obtenido de <https://fireperfect.wordpress.com/triangulo-y-tetraedro-del-fuego/>

Flores Fernández, A., Villafranca Castillo, J., & Reconco Amaya, J. (s.f.). *"El concreto con árido reciclado: una opción de material para construcción con criterio de sostenibilidad"*.

PIÑEROS MORENO, M. E. (2018). *PROYECTO DE FACTIBILIDAD ECONÓMICA PARA LA FABRICACIÓN DE BLOQUES CON AGREGADOS DE PLÁSTICO RECICLADO (PET), APLICADOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDA.*

AKUA. (2016).

Ambiente, M. d. (1995). *'plan maestro de basuras.*

Arévalo, V., Ávalos, A., Garavito, K., Raymon, J. P., & Torres, I. (2015). DISEÑO Y LOCALIZACIÓN DE PLANTA DE PRODUCCIÓN DE BLOQUES Y ADOQUINES DE CONCRETO A PARTIR DE GARBANCILLO RESIDUAL. (FACULTAD DE INGENIERÍA). Universidad de Piura. Obtenido de https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/2340/PYT_Informe_Final_Garbanillo%20Residual.pdf?sequence=1

Arroyo, V. (2016). *iAgua*. Obtenido de <https://www.iagua.es/blogs/victor-arroyo/drenaje-urbano-tarea-pendiente-america-latina>

BBC. (2012). *The Toxic Legacy of the Industrial Revolution.*

BCH. (2008). *(Banco Central de Honduras).*

Bermúdez, F. (2007). *El fin del fin.*

bibdigital. (2012). Obtenido de : bibdigital.epn.edu.ec

Blácido Rivera, R. E. (2019). *Propuesta de un bloque de concreto con áridos reciclados procedentes del hormigón para la albañilería confinada en Lima Metropolitana.*

- CABALLERO MEZA, B., & FLOREZ LENGUA, O. (2016). *ELABORACIÓN DE BLOQUES EN CEMENTO REUTILIZANDO EL PLÁSTICO POLIETILEN-TEREFTALATO (PET) COMO ALTERNATIVA SOSTENIBLE PARA LA CONSTRUCCIÓN*. Cartagena, Colombia .
- Cali, A. S. (2012). Obtenido de http://calisaludable.cali.gov.co/planeacion/SGC_MECI/2012_Calidad/En_que_estamos/boletin_en_que_estamos_capacitacion_brigada_emergencias.pdf
- Campos Barboza, K., & Pasco Soto, J. (2019). *"Diseño del Proceso de Producción de Ladrillos Basados en Plástico Reciclado"*. Obtenido de https://pirhua.udel.edu.pe/bitstream/handle/11042/4292/PYT_Informe_Final_Proyecto_Ladrillos_PET.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Carreteras en Honduras. (2018). Pag.1.
- Cemex. (2020). Obtenido de <https://www.cemex.com/>
- Cenosa. (2022). Obtenido de <https://cenosa.hn/?lang=en>
- CINSA. (2017). *MUESTRA DE SUELO Y CBR*. Tegucigalpa: ISO 9001.
- CINSA. (2017). *Valor de Agregados* . Puerto Cortés: Norma Iso 90001.
- Civil, A. (5 de 5 de 2019). *Autodesk Civil*. Obtenido de Autodesk Civil: <https://www.autodesk.com/products/civil-3d/overview>
- Construfacil. (2020). Obtenido de <https://www.construyafacil.org/2012/05/dosificaciones-por-volumen-en-mezclas.html>
- Díaz Vilca, M. (2010). *Correlación entre la porosidad y la resistencia del concreto*. Obtenido de http://cybertesis.urp.edu.pe/bitstream/urp/103/1/diaz_mj.pdf
- Díaz, J. C. (23 de 10 de 2021). Unos 25 incendios estructurales se han registrado en Comayagua. *Alrededor de un 90% de los negocios que operan no cuentan con un plan de contingencia para riesgos de incendios que es evaluado por la unidad de Cuerpo de Bomberos*. Obtenido de <https://www.elheraldo.hn/pais/1499303-466/unos-25-incendios-estructurales-registrado-comayagua>

- Elvir, C. (NOVIEMBRE de 2011). *Global Water Partnership Central America*. Obtenido de EXPERIENCIAS MUNICIPALES EN GIRH: MUNICIPIO DE PUERTO CORTÉS: https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-cam_files/mpc.pdf
- ETERNA. (2022).
- Excel, M. (6 de octubre de 2019). *Microsoft Excel*. Obtenido de Microsoft Excel: <https://products.office.com/es/excel>
- FARLEX. (2016).
- Fernández, P. (2012). *El Informe Brundtland*. Obtenido de <http://practicasdeldesarrollo.blogspot.com.ar/2012/03/el-informe-brundtland-1987-2012.html>
- Fire Perfect*. (s.f.). Obtenido de <https://fireperfect.wordpress.com/triangulo-y-tetraedro-del-fuego/>
- Gamboa de León Régil, O. (2005). *OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE BLOQUES DE CONCRETO DEL ESTÁNDAR 15x20x40 CM CON GRADO DE RESISTENCIA 28 KG/CM², CASO ESPECÍFICO FUERTE-BLOCK MÁQUINAS #1 Y #2*. Obtenido de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_1468_IN.pdf
- González , A. (2003). *Curso De Residuos Sólidos Municipales*. Mexico.
- Hernández Sampieri, R. (2010). *Metodología de la Investigación* . McGraw-Hill.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. (2014). *Metodología de la investigación* (sexta ed.). México D.F.: McGraw-Hill / Interamericana Editores S.A. de C.V.
- Hernandez, F. (2004). . *Propiedades del concreto*. México.
- I. (2018). *ARQUITECTURA*.
- ICPC. (2009).
- INDECOPI. (2010). *Agregados. Determinación de la inalterabilidad de agregados por medio de sulfato de sodio o sulfato de magnesio*.

Ingeniería, R. A. (s.f.). Obtenido de <https://diccionario.raing.es/es/lema/atm%C3%B3sfera-peligrosa>

inmobiliaria, R. (2021). Obtenido de <https://www.republicainmobiliaria.com/editorial/sector-construccion-batalla-escasez-materiales/>

Iturbide, J. (2002).

Iturbide, J. C. (2002). *Manual de Diseño de Pavimentos*.

Jáen, U. d. (2006). *Introducción a la metodología de la investigación científica*. Obtenido de http://www.ujaen.es/investiga/tics_tfg/enfo_cuali.html

López, G. d. (2003).

Mapfre. (s.f.). Obtenido de <https://www.fundacionmapfre.org/publicaciones/diccionario-mapfre-seguros/autocombustion/>

Marcelopardo. (2021). Obtenido de <https://marcelopardo.com/>

Minas, M. d. (2015). *ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE MONTAJE DE LAS LÍNEAS*. Obtenido de http://www.proinversion.gob.pe/RepositorioAPS/0/0/JER/LT_TINTAYA_SOCABAYA_DOCS

ORG. (2019). *Bloques de concreto*. Obtenido de <https://bloqueras.org/bloques-concreto/>

PAHO. (2016). Obtenido de <https://www.paho.org/hon/dmdocuments/Marco%20Legal%20de%20los%20Residuos%20Solidos.pdf>

Paredes, E. (1999). *Tratamiento De Los Desechos*. Obtenido de http://www.geocities.com/camp_pro_amb/basura.htm

Parro.com. (s.f.). Obtenido de <https://www.parro.com.ar/definicion-de-alumbrado+de+emergencia>

- Pasquel, E. (2019). *Temas de Tecnología del Concreto en el Perú*. Obtenido de https://es.slideshare.net/cmanuel_locky/topicos-de-tecnologia-del-concreto-en-el-peru
- PÉREZ, J. L. (2014). Obtenido de <https://dspace.itcolima.edu.mx/bitstream/handle/123456789/699/TESIS.pdf;jsessionid=7F8376EF29FC9AFBA634316294F23691?sequence=1>
- Pérez, J., & Gardey, A. (2009). Obtenido de <https://definicion.de/calor/>
- Pérez, J., & Merino, M. (2009). Obtenido de <https://definicion.de/edificio/>
- Pérez, J., & Merino, M. (2016). Obtenido de <https://definicion.de/combustion/>
- Porto, J. P. (2021). *Definición de*. Obtenido de <https://definicion.de/calefaccion/>
- Primi, A., & Leon, O. (2012). Resistencia a compresión a los 28 días de cilindros de concreto húmedos y secos. (*Tesis de pregrado*). Universidad Rafael Urdaneta, Venezuela.
- PROCOMER. (2007). Obtenido de <http://servicios.procomer.go.cr/aplicacion/civ/documentos/EE-IM-12-08.%20Construccion%20Honduras.pdf>
- PULSO, E. (09 de 01 de 2020). *EL PULSO*. Obtenido de <https://elpulso.hn/2020/01/09/honduras-en-cifras-de-incendios/>
- Raudales, C. (30 de 12 de 2021). *Radio Cadena Voces*. Obtenido de <https://www.rcv.hn/2021/12/30/mas-de-900-incendios-estructurales-se-registran-durante-este-ano-2021/>
- Régil, O. E. (2005). *OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE BLOQUES DE CONCRETO DEL ESTÁNDAR 15x20x40 CM CON GRADO DE RESISTENCIA 28 KG/CM², CASO ESPECÍFICO FUERTE-BLOCK MÁQUINAS #1 Y #2*.
- Rivera, G. (2015). *Agregados para mortero o concreto*. Obtenido de <https://issuu.com/exonsalazarvalderrama5/docs/tecnologia-concreto-y-mortero-river>

Security, O. (s.f.). Obtenido de <https://oksecurity.hn/categoria/sistema-de-alarma-contra-incendios-en-honduras/>

SERNA. (2015).

SIECA. (2007).

Significados.com. (09 de 01 de 2022). *Significados.com*. Obtenido de <https://www.significados.com/agua/>

Urbanismo, M. d. (2013).

Valarezo. (2011).

Zelaya Funes, J., Diaz Arriaga, M. D., & Fernandez Jimenez, S. R. (2019). *"Análisis y caracterización de bloques de concreto con la utilización de polímeros reciclables y aditivo"*. UNITEC, San Pedro Sula , Cortes , Honduras.

Zoom Inmobiliario. (02 de 05 de 2011). Obtenido de <https://www.zoominmobiliario.com/prensa.php?i=4661&titulo>

ANEXOS

Anexo 1 - Peso de muestra de arena



Fuente: Propia.

Anexo 2 - Grava



Fuente: Propia.

Anexo 3 – Deposito para el material



Fuente: Propia.

Anexo 4 – Elaboración de bloque con 10%,



Fuente: Propia.

Anexo 5 – Elaboración de bloque con 15%,



Fuente: Propia.

Anexo 6 – Elaboración de bloque con 20%,




Fuente: Propia.

Anexo 7 – Elaboración de bloque con 25%,



Fuente: Propia.

Anexo 8 – Cotización de bolsa de cemento

 **ALMACEN FERRETERO SULA S.A DE C.V. (ALFESA)**
ENTRADA PRINCIPAL COL. BUENOS AIRES FRENTE I.H.S.S. (SEGURO SOCIAL) BOULEVAR DEL NORTE
TELEFAX: 2551-0391, 2551-0392 SAN PEDRO SULA HONDURAS, C.A. Correo : aramos@alfesahn.com

COTIZACION Numero : C-101853

Cliete : (MOSTR) CONSUMIDOR FINAL **Fecha :** 16/07/2022

Direccion : **Vendedor :** 13

CODIGO	CANTIDAD	UBICACION	DESCRIPCION	PRECIO UNIT.	TOTAL
0704001001	1.00	BO B0D2	BOLSA CEMENTO BIJAO GRIS	L. 190.00000	L. 190.00

MONTO EN LETRAS DOSCIENTOS DIECIOCHO LEMPIRAS 50/100 M.N.

NOTA: ESTOS PRECIOS ESTAN SUJETOS
A CAMBIOS SIN PREVIO AVISO

SUB-TOTAL : 190.00
I.S.V15% : 28.50
TOTAL LPS. : 218.50

Fuente: Propia.

Anexo 9 – Cotización de bloques



conhsa-payhsa

San Pedro Sula
22 de Abril del 2022

Señores
DEINCO
Ciudad
Atn: Ing. Jorge Meoñez

Estimados Señores:

En atención a su solicitud tenemos el agrado de presentar a usted nuestra oferta por el suministro de nuestros productos a ser utilizados en su proyecto en San Pedro Sula.

Descripción	Cantidad		Precio Unit. Lps.	Valor Total Lps.
Bloque de 4" Sldr Fuerte	1,640.00	Unid	10.80	17,712.00
Bloque de 6" Sldr Fuerte	15,000.00	Unid	11.80	177,000.00
Bloque de 8" Xtra Fuerte	9,000.00	Unid	16.00	144,000.00
Flete Bloques	35.00	Fletes	1,250.00	43,750.00
Arena Triturada	135.00	M3	355.00	47,925.00
Grava 3/4 "	195.00	M3	290.00	56,550.00
Flete Agregados de 15 m3	22.00	Viajes	1,600.00	35,200.00
Concreto 2000 psi agregado 3/4"	36.00	M3	2,400.00	86,400.00
Concreto 3000 psi agregado 3/4"	145.00	M3	2,550.00	369,750.00
Concreto 4000 psi agregado 3/4"	432.00	M3	2,750.00	1,188,000.00
Concreto 4500 psi agregado 3/4"	73.00	M3	2,800.00	204,400.00
Concreto 5000 psi agregado 3/4"	794.00	M3	2,850.00	2,262,900.00
Concreto 6000 psi agregado 3/4"	217.00	M3	3,100.00	672,700.00
Servicio de Bomba	1,513.00	M3	300.00	453,900.00
Control de Temperatura	1,445.00	M3	1,250.00	1,806,250.00
Sub-Total				7,566,437.00
I.S.V 15%				1,134,965.55
TOTAL				8,701,402.55

Estos precios son especiales y están sujetos a cambios sin previo aviso por el incremento en el precio de nuestros insumos.
Esperando que esta cotización sea de su agrado y aceptación, quedamos a sus ordenes para cualquier consulta al respecto.

Atentamente,

ING. BAYARDO VJIL
Supervisor de Proyectos
Cel. 9982-9992

Fuente: Propia