



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ

**DISEÑO DE MEZCLA PARA LA FABRICACIÓN  
DE BLOQUES TIPO ECOBLOCK**

**Autor(es)**

Arellano Keisy

C.I 27.453.001

Lomeli Edra

C.I 26.468.430

Urb. Yuma II, calle N° 3. Municipio San Diego

Teléfono: (0241) 8714240 (master) – Fax: (0241) 8712394



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

**DISEÑO DE MEZCLA PARA LA FABRICACIÓN**  
**DE BLOQUES TIPO ECOBLOCK**

Proyecto del Trabajo de Grado para optar por el título de  
**INGENIERO CIVIL**

**Autor(a):**

Arellano Keisy

C.I. 27.453.001

Lomeli Edra

C.I. 26.468.430

**Tutor(a):**

Ing. Freddy Lanza

C.I 13.508.901

San Diego, Enero 2022

UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
DECANATO DE INGENIERÍA



FI-L-003-2021-ICR-TG

Valencia, 15 de noviembre de 2021

Ciudadanos: D  
Arellano Escalona, Keisy Yoskelly  
C.I. 27.453.001  
Lomeli Torres, Edra Sinaí  
C.I. 26.468.430  
Presente -

Cumplo con informarle que la comisión de Trabajo de Grado y Pasantías de la Facultad de Ingeniería en su reunión N° 5-2021 de fecha 14/10/2021 aprobó el proyecto de grado titulado:

**Diseño de mezcla para la fabricación de bloques tipo ecoblock**

Presentado por ustedes como requisito para optar al título de Ingeniero Civil

Se ratifica la designación del Tutor Académico que lo asesorará en el desarrollo de este proyecto a:  
Ing. Freddy José Lanza Silva, titular de la cédula de identidad V-13.508.901



Atentamente

**Dr. Francisco Gelanzé Sevilla.**  
**Decano de Ingeniería**

c.c. Coordinación de Pasantías y Trabajo de Grado



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE CIVIL

**CONSTANCIA DE APROBACIÓN PARA LA PRESENTACIÓN PÚBLICA DEL  
TRABAJO DE GRADO**

Quien suscribe, Ing. Freddy José Lanza Silva, portador de la cédula de identidad N° 13.508.901, en mi carácter de tutor del trabajo de grado presentado por las ciudadanas, Arellano Escalona keisy Yoskelly, portadora de la cédula de identidad N° 27.453.001, y Lomeli Torres Edra Sinai, portadora de la cédula de identidad N° 26.468.430, titulado, **DISEÑO DE MEZCLA PARA LA FABRICACIÓN DE BLOQUES TIPO ECOBLOCK**, presentado como requisito parcial para optar al título de **INGENIERO CIVIL**, Considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

En San Diego, a los 10 días del mes de Diciembre del 2021.

**Ing. Freddy Lanza**

**C.I 13.508.901**



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ  
COORDINACIÓN DE PASANTÍA Y TRABAJO DE GRADO

**ACTA DE APROBACIÓN**

INFORME FINAL DE PASANTÍA

TRABAJO DE GRADO

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

Diseño de Mezcla para la fabricación de Bloques Tipo Ecoblock

Realizado por el (la) Br. Keisy Arellano

C.I. N° 27453001 cursante de la carrera de Civil

hace constar después de analizar su contenido y oída la exposición oral, considera que el Informe Final o Trabajo de Grado ha obtenido la calificación de:

APROBADO

NO APROBADO

**El Jurado**

P/ Freddy Loubo  
Tutor Académico (Coordinador)  
Nombre: Freddy Loubo  
C.I.: 13508901

[Signature]  
Jurado  
Nombre: Inty Huarada  
C.I.: 12809606

[Signature]  
Jurado  
Nombre: ALBA SANABUJA  
C.I.: 10.176.250

Fecha: 04/02/2022



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ  
COORDINACIÓN DE PASANTÍA Y TRABAJO DE GRADO

**ACTA DE APROBACIÓN**

INFORME FINAL DE PASANTÍA

TRABAJO DE GRADO

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

Diseño de mezcla para la Fabricación de Bloques Tipo Ecoblock

Realizado por el (la) Br. Edra Lemeli

C.I. N° 26.468.430 cursante de la carrera de Civil

hace constar después de analizar su contenido y oída la exposición oral, considera que el Informe Final o Trabajo de Grado ha obtenido la calificación de:

APROBADO

NO APROBADO

**El Jurado**

P/ Freddy Laita  
Tutor Académico (Coordinador)  
Nombre: Freddy Laita  
C.I.: 13.508.901

[Signature]  
Jurado  
Nombre: Anty Henada  
C.I.: 12.809.200

[Signature]  
Jurado  
Nombre: Alba Zambrera  
C.I.: 10.176.250

Fecha: 07 de 12 de 2022



## AGRADECIMIENTOS

Primeramente a **Dios**, por estar conmigo en cada paso que doy, por darme la fortaleza, sabiduría y guiarme a lo largo de este recorrido, y permitirme llegar a esta etapa tan importante en mi vida, la culminación de mi carrera universitaria

A mis Padres **Jesús Lomeli y Mary Torres**, por ser los pilares fundamentales y autores principales en mi vida, que con su amor, paciencia, esfuerzo y mucha dedicación, me apoyaron incondicionalmente en toda mi formación profesional. Gracias por impulsarme a seguir adelante y por demostrar siempre el deseo de ayudar a superarme, sin ustedes no lo hubiera logrado. Este logro también es de ustedes.

A mi Hermana **Samaria Lomeli**, por estar siempre a mi lado y motivarme a ser mejor, por apoyarme en todo momento, gracias por confiar siempre en mí.

A mi Novio **Victor Contreras**, por su amor, comprensión, y por brindarme su apoyo incondicional durante todo el desarrollo de la carrera universitaria.

Gracias a mi Casa de Estudios **Universidad José Antonio Páez**, por haberme permitido formarme en sus aulas, compartiendo ilusiones y anhelos.

Gracias a mi Tutor académico **Ing. Freddy Lanza** por su confianza, por ser nuestro guía, y ayudarnos en la elaboración de nuestro trabajo de grado.

Gracias a todos mis Profesores, que fueron parte del proceso, por su motivación y enseñanzas brindadas, en especial al **Ing. Manuel Figueira, Ing. Luis Rodríguez, Ing. Alba Sanabria**, y el **Ing. Carlos Rangel** quienes fueron parte fundamental en el desarrollo de nuestro trabajo de grado, gracias por su dedicación.

Gracias a mi Profesora **Liana Farías**, por su amistad, el cariño brindado, y la increíble forma de apoyarme en cada momento. A mi compañera de Tesis **Keisy Arellano**, por siempre brindarme su apoyo, y ánimo para seguir adelante, agradecida absolutamente por todo. A la empresa **ECOBLOCK**, al CEO el Señor **Alexander Larrarte**, y el Sr **Leonardo** por brindarnos todo su apoyo, tiempo y dedicación en el desarrollo de nuestro trabajo de grado.

*Edra Lomeli*

## AGRADECIMIENTOS

Primeramente, a **Dios** por ser mi guía en este camino de altas y bajas y por abrir todas las puertas en este trabajo de grado.

A **Yhovany Arellano y Flor Escalona**, mis padres, quienes han sido mis pilares en esta etapa y que siempre estuvieron presentes de manera física y emocional.

A **Alexander Larrarte**, el CEO de la empresa “Ecoblock” quien fue un amigo, y un guía en este camino, gracias por el tiempo, la dedicación, las enseñanzas y sobre todo por la confianza depositada en nosotras. También quiero agradecer al **Sr. Leonardo** quien nos apoyó muchísimo cuando realizamos el diseño de la mezcla.

Al **Ing. Carlos Rangel**, por ser una pieza fundamental en nuestra tesis y por convertirse en parte de este equipo, creemos que sin su apoyo este proyecto no fuera sido posible, Gracias por siempre estar en cada ensayo, cada resultado y cada conclusión. Al **Ing. Freddy Lanza** quien fue parte de este equipo de trabajo, nuestro tutor académico, gracias por cada una de las recomendaciones, asesorías y estrategias de trabajos.

A los profesores: **Ing. Luis Rodríguez, Ing. Manuel Figueira, Ing. Alba Sanabria, Ing. Jose Antonio Ruiz, Ing. José Rodríguez, Ing. Donato, Ing. Alicia De Pizzella, Ing. Alejandro Pocaterra, Ing. Angel Medina, Ing. Zhandra Lopez**, Gracias porque cada uno de ustedes contribuyo en mi trabajo de investigación o en mi formación académica, dejaron una huella digna de agradecimiento.

A mis compañeros **Esthefany, Laura, Simón, Daniel, Luis, Welter**, Gracias por ser parte de toda mi carrera y por siempre saber que en la unión esta la fuerza.

A mi compañera de tesis, **Edra Lomeli**, la mejor que me pudo tocar, agradecida por tanto apoyo, somos un buen equipo (TOP)

Siempre estaré agradecida con cada uno de ustedes, “todos tenemos a una persona que cuando no sabemos a dónde ir, vamos a ella,” ustedes en algún momento fueron esa persona en mi vida, los quiero y por siempre estarán en mi corazón.

*Keisy Arellano*

## DEDICATORIA

Dedico mi Trabajo de Grado, primeramente a Dios, por acompañarme siempre en este recorrido, por ser mi fuerza, y sustento para seguir cada día.

A mi Mamá **Mary Torres**, por acompañarme en todo momento, por su muestra de amor invaluable, paciencia, dedicación, y sobretodo el apoyo incondicional desde que inicie mi carrera, por siempre motivarme a seguir adelante, por sus enseñanzas las cuales aplico cada día, y me ayudaron a ser lo que hoy día soy.

A mi Papá **Jesús Lomeli**, por ser mi mejor ejemplo a seguir, por sus enseñanzas, constancia, y dedicación a lo que se quiere lograr, por su sacrificio y esfuerzo para siempre darme lo mejor, por siempre apoyarme en lo que necesite y motivarme para culminar mi carrera.

A mi Tío **José Rafael Torres**, que hoy día es mi ángel, por el amor que siempre me tuvo, dedicación, y sobretodo el apoyo, por haber sido como un segundo padre para mí, este logro también es para él.

A mi Hermana **Samaria Lomeli**, por ser mi compañera y mejor amiga, por su cariño incondicional, por estar presente en las buenas y malas, y sobretodo por motivarme a ser mejor persona.

A mi Novio **Victor Contreras**, por su amor, y por siempre estar presente, dándome fuerzas para seguir adelante, y apoyarme en todo momento.

A mis Mejores Amigas **Doriana, Patricia y Andrea**, por su amor, y apoyo brindado en todo momento de mi vida.

A mi Amigo **Deivis**, por ser como un hermano, por acompañarme y brindarme su apoyo en todo momento, desde que iniciamos juntos este recorrido como futuros colegas. A mis amigos, que estuvieron acompañándome a lo largo de este camino; quienes son parte de este logro, por su apoyo, y cariño en estos años, **Manuel, Cesar, Danna, Andrea, Carlos, Dilia, Jesuan**, y a todos aquellos con quienes compartí a lo largo de este recorrido.

*Edra Lomeli*

## DEDICATORIA

Soy fiel creyente de que el amor da firmeza y confianza al ser humano; todo ser humano tiene la necesidad de sentirse amado por alguien, por ello creo que todos merecemos Personas amorosas, dedicadas y llenas de bondad en nuestras vidas.

Hoy me siento afortunada de poder dedicar mi trabajo de grado primeramente a **Dios** quien estuvo conmigo en las noches más oscuras, en mis días de desvelo y en los momentos donde sentía que no podría más.

A las personas más importantes de mi vida **Flor Escalona y Yhovani Arellano**, quienes nunca dudaron de mi y siempre me apoyaron incondicionalmente, por cada final de semestre alentarme con más que palabras, por viajar horas para ayudarme aunque tuvieran compromisos importantes, por siempre ponerme en primer lugar en sus vidas, por no menos preciar mis sueños, por considerarme siempre la mejor para ellos, se merecen mi dedicatoria de tesis y mi título de Ingeniero Civil, por cada inversión de tiempo, amor, paciencia y dinero. A mi abuelo **Simón Montoya** que, aunque no este físicamente sé que estaría muy orgulloso de mi, también a mi abuela **Teresa Escalona** quien fue la primera persona en enseñarme algo en el área académica y siempre con paciencia y dedicación ha creído en mi

A mi hermana, **Giorjelis Arellano** por ser la mejor socia y amiga que se puede tener y por ser mi apoyo en todo este proceso, por acompañarme en las largas noches y ser mi ayudante de todo cuando más la necesitaba.

A mi novio **Julio Trigo** por acompañarme en las risas y los llantos, por darme ánimos cuando pensaba que ya no podía más, por recordarme cada día que soy fuerte, que puedo con todo y que los sueños si se hacen realidad cuando trabajas por ellos.

A mi amigo **José Daniel Páez** quien en el proceso se convirtió en mi hermano y que ha estado conmigo en toda mi carrera. Gracias por tanta paciencia.

*“No podría describir con solo letras cuan agradecida estoy con todos ustedes, los amo por siempre con todo mi corazón.”*

**-Keisy Arellano**

## ÍNDICE

<b>CONTENIDO</b>	<b>Pg</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURA.....</b>	<b>Xiii</b>
<b>ÍNDICE DE GRÁFICO.....</b>	<b>Xiii</b>
<b>ÍNDICE DE TABLA.....</b>	<b>Xv</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>Xvi</b>
	<b>i</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO</b>	
<b>I EL PROBLEMA</b>	
1.1 Planteamiento del Problema.....	3
1.2 Formulación.....	4
1.3 Objetivos de la Investigación.....	4
1.3.1 Objetivo General.....	4
1.3.2 Objetivos específicos.....	5
1.4 Justificación.....	5
1.5 Alcance.....	6
1.6 Limitaciones .....	7
<b>II MARCO TEÓRICO</b>	
2.1 Antecedentes.....	8
2.2 Bases Teóricas.....	10
2.2.1 Diseño de Mezcla.....	12
2.2.2 Los materiales y su relación con el diseño.....	11
2.2.3 Diseño de mezcla analíticos.....	14
2.2.4 Diseños de mezcla no analíticos.....	15
2.2.5 Estudio de suelos .....	15
2.2.6 Granulometría.....	15
2.2.7 Análisis granulométrico.....	16
2.2.8 Curva Granulométrica.....	16
2.2.9 Granulometría por tamizado.....	16
2.2.10 Granulometría y Parámetros derivados.....	17

2.2.11	Resistencia a la compresión.....	18
2.2.12	Importancia de la determinación de la resistencia a la compresión.....	18
	...	
2.2.13	Relación Agua/cemento.....	19
2.2.14	Los bloques.....	19
2.2.15	Bloques tradicionales.....	19
2.2.16	Los bloques ecológicos.....	20
2.2.17	La construcción y la relación con la ecología.....	20
2.3	Bases Legales.....	22
2.3.1	Covenin 1-78 Ladrillos de arcilla.....	22
2.3.2	Covenin 2-78 Bloque de arcilla para paredes.....	25
2.3.3	Covenin 633-2001 concreto premezclado.....	26
2.3.4	Covenin 255-77 agregados composición granulométrica..	31
2.3.5	Covenin 1976-2003 Concreto, evaluación y métodos de ensayo.....	35
	....	
2.3.6	Covenin 1125-77 Determinación del límite líquido y plástico.....	37
2.3.7	Covenin 268-1998 Agregado fino determinación de la densidad.....	38
	.....	
2.3.8	Covenin 273-1998 Concreto montero y componentes terminología.....	38
2.3.9	Covenin 270-1998 agregados, extracción de muestras....	39
2.3.10	Covenin 1375-79 Determinación del contenido de humedad.....	39
	...	
2.3.11	Covenin 42-1982 Bloques huecos de concreto.....	40
2.3.12	Covenin 338-2002 Cilindros de concreto.....	41
2.3.13	Covenin 345-1980 probetas cilíndricas.....	41

2.4	Definición de términos.....	42
<b>III MARCO METODOLÓGICO</b>		
3.1	Tipo de la Investigación.....	44
3.2	Diseño de Investigación.....	45
3.3	Nivel de la Investigación.....	46
3.4	Población y Muestra.....	46
3.5	Técnica e instrumentos de recolección de datos.....	47
3.5.1	Técnica de recolección de datos.....	47
3.5.2	Instrumentos de recolección de datos.....	49
3.5.2.1	Registro fotográfico.....	49
3.6	Técnicas de análisis de datos.....	49
3.7	Fases Metodológicas.....	51
<b>IV RESULTADOS</b>		
4.1	Diagnóstico de las condiciones actuales en la fabricación de Bloques tipo ECOBLOCK.....	53
4.1.1	Matriz FODA.....	53
4.1.2	Matriz estrategia.....	54
4.2	Determinación de las diferentes relaciones de materiales y mezclas para la elaboración de los prototipos de bloques ecológicos.....	55
4.2.1	Determinación del contenido de humedad.....	56
4.2.1.1	Contenido de humedad A1 Patrón.....	56
4.2.1.2	Contenido de humedad A2 Tocuyito.....	58
4.2.1.3	Contenido de humedad muestra B San Diego.....	59
4.2.2	Determinación del Análisis Granulométrico.....	60
4.2.3	Análisis granulométrico.....	63
4.2.4	Determinación de los diámetros efectivos.....	68
4.2.5	Determinación del módulo de finura.....	71
4.2.6	Determinación de los límites de consistencia.....	73
4.2.6.1	Determinación de los límites líquido.....	73
4.2.6.2	Determinación de límites plástico.....	77
4.2.7	Clasificación de los suelos según SUCS.....	82
4.2.7.1	Clasificación del suelo muestra A1 Patrón.....	82

4.2.7.2	Clasificación del suelo muestra A2 Tocuyito.....	82
4.2.7.3	Clasificación del suelo muestra B San Diego.....	83
4.2.8	Determinación del peso específico de los suelos.....	83
4.2.9	Determinación del contenido de materia orgánica.....	86
4.2.10	Proceso de Fabricación de los Bloques tipo ECOBLOCK...	87
4.2.10.1	Métodos de ensayo de Resistencia a la compresión para Bloques con variación de humedad según la norma COVENIN 42- 82.....	88
4.2.10.2	Expresión de los resultados con Variación de Humedad.....	92
4.2.10.3	Expresión de los resultados con Variación de Cemento.....	94
4.2.10.4	Determinación de la Resistencia a la compresión..	
4.3	Diseño de la mezcla para la fabricación de bloques tipo ECOBLOCK para edificaciones.....	112
	<b>CONCLUSIONES</b> .....	116
	...	
	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	120
	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	121
	<b>ANEXOS</b> .....	126

## ÍNDICE DE FIGURA

### FIGURA

1	Relación Triangular.....	12
2	Relación Triangular y Agregado .....	13
3	Curva Granulométrica.....	17
4	Principales fuentes de variación de los ensayos .....	36
5	Determinación Grafica del Límite líquido .....	38
6	Matriz FODA .....	54
7	Matriz estrategia .....	55
8	Límite líquido .....	77
9	Carta de Plasticidad Muestra A1 Patrón.....	78
10	Carta de Plasticidad Muestra A2 Tocuyito.....	80
11	Carta de Plasticidad Muestra B San Diego.....	81
12	Comparación de humedad en las Tierras, Bloques Hidratados y deshidratados.....	91
13	Mezcla variación de concreto, bloque final, 15% de agua constante .....	94
14	Área de la sección transversal ensayo de rotura con variación de cemento .....	108
15	Ensayo a la compresión de ECOBLOCK, rotura a la máxima tensión.....	109

## ÍNDICE DE GRÁFICO

### GRÁFICO

		Pp
1	Curva Granulométrica de Agregado Fino A1 Patrón.....	65
2	Curva Granulométrica de Agregado Grueso A1 Patrón.....	65
3	Curva Granulométrica de Agregado Fino A2 Tocuyito.....	66
4	Curva Granulométrica de Agregado Grueso A2 Tocuyito.....	67
5	Curva Granulométrica de Agregado Fino B San Diego.....	67
6	Curva Granulométrica de Agregado Grueso B San Diego.....	68
7	Diámetros Efectivos muestra A1 Patrón.....	69
8	Diámetros Efectivos muestra A2 Tocuyito.....	70
9	Diámetros Efectivos muestra B San Diego .....	71
10	Limite Liquido A1 Patrón.....	74

11	Limite Liquido A2 Tocuyito.....	75
12	Limite Liquido B San Diego.....	76
13	Resistencia a la Compresión vs % Humedad Bloque Macizo.....	96
14	Resistencia a la Compresión vs % Humedad Bloques Macizo Tipo de Curado.....	97
15	Resistencia a la Compresión vs Modulo de Finura Tipo Macizo.....	99
16	Resistencia a la Compresión vs % Humedad Tipo Orificio.....	100
17	Resistencia a la Compresión vs % Humedad Tipo Orificio.....	102
18	Resistencia a la Compresión vs Modulo de Finura Tipo Orificio.....	103
19	Resistencia a la Compresión vs % cemento tipo bloque con orificio .....	106
20	Resistencia a la Compresión vs % cemento tipo bloque con orificio.....	107
21	Aplicación de Fuerza vs deformación para los ECOBLOCK (8-16) .....	109
22	Aplicación de Fuerza vs deformación para los ECOBLOCK (1-8) .....	110
23	Curva tensión deformación de Bloques Tradicionales de Adobe.....	110
24	Curva tensión deformación de Bloques aligerados de concreto liviano.....	111

## ÍNDICE DE TABLA

<b>TABLA</b>	<b>Pp</b>
1 Tolerancia de los ladrillos de Arcilla.....	24
2 Especificaciones de los ladrillos de Arcilla.....	25
3 Tolerancia en el asentamiento, Cono de Abrams.....	26
4 Tolerancia en el asentamiento, mesa de fluidez radia.....	27
5 Tamaño de Partículas.....	34
6 Tamaño de la muestra para Agregados de Densidad Normal...	39
7 Técnica – Instrumentos.....	48
8 Valores del ensayo contenido de humedad muestra A1 Patrón	57
9 Valores del ensayo contenido de humedad muestra A2 Tocuyito...	58
10 Valores del ensayo contenido de humedad muestra B San Diego	59
11 Valores del Ensayo Granulométrico.....	61
12 Valores Peso de Tamices.....	61
13 Análisis Granulométrico muestra A1 Patrón.....	63
14 Análisis Granulométrico muestra A2 Tocuyito.....	64
15 Análisis Granulométrico muestra B San Diego.....	64
16 Valores ensayo Limite Liquido .....	73
17 Determinación del Limite Liquido muestra A1 Patrón .....	74
18 Determinación del Limite Liquido muestra A2 Tocuyito .....	75
19 Determinación del Limite líquido B San Diego .....	76
20 Determinación del Limite Plástico muestra A1 Patrón.....	78
21 Determinación del Limite Plástico muestra A2 Tocuyito.....	79
22 Determinación del Limite Plástico muestra B San Diego.....	81
23 Clasificación por SUCS muestra A1 Patrón.....	82
24 Clasificación por SUCS muestra A2 Tocuyito.....	83
25 Clasificación por SUCS muestra B San Diego.....	83
26 Determinación del Peso Específico.....	86
27 Cálculos Normas Venezolanas COVENIN 42-82 Humedad.....	88
28 Cálculos Normas Venezolanas COVENIN 42-82 Cemento.....	89
29 Combinaciones Muestra I con Variación de humedad.....	89
30 Combinaciones Muestra II con Variación de la humedad.....	90
31 Combinaciones Muestra I con Variación de la humedad Macizo.....	90
32 Combinaciones Muestra II con Variación de la humedad Macizo	91
33 Combinaciones Muestra I con Variación de Cemento.....	92
34 Combinaciones Muestra II con Variación de Cemento.....	92
35 Combinaciones Muestra I con Variación de Cemento.....	93
36 Combinaciones Muestra II con Variación de Cemento.....	93
37 Ensayo de la Variación de la humedad Tipo B Macizo Curado Dentro.....	94
38 Ensayo de la Variación de la humedad Tipo B Macizo Curado	95

	Afuera.....	
39	Ensayo de la Variación de la humedad Tipo A Macizo Curado Dentro.....	95
40	Ensayo de la Variación de la humedad Tipo A Macizo Curado Afuera.....	95
41	Ensayo de la Variación de la humedad Tipo Macizo Curado Dentro.....	96
42	Ensayo de la Variación de la humedad Tipo Macizo Curado Afuera.....	97
43	Ensayo de la Variación de la humedad vs Modulo de Finura Tipo Macizo Curado Dentro.....	98
44	Ensayo de la Variación de la humedad vs Modulo de Finura Tipo Macizo Curado Dentro.....	98
45	Ensayo de la Variación de la humedad vs Modulo de Finura Tipo Macizo Curado Afuera.....	98
46	Ensayo de la Variación de la humedad vs Modulo de Finura Tipo Macizo Curado Afuera.....	99
47	Tensión vs % de Humedad por tipo de material.....	100
48	Tensión vs % de Humedad por tipo de material.....	100
49	Tensión vs % de Humedad por tipo de bloque.....	101
50	Tensión vs % de Humedad por tipo de bloque.....	100
51	Variación de la humedad vs modulo de finura tipo orificio Curado dentro.....	102
52	Variación de la humedad vs módulo de finura tipo orificio Curado dentro.....	102
53	Variación de la humedad vs módulo de finura tipo orificio Curado afuera.....	103
54	Relación resistencia a la compresión vs % de cemento tipo Macizos.....	104
55	Relación resistencia a la compresión vs % de cemento tipo Macizos.....	104
56	Relación resistencia a la compresión vs modulo de finura tipo Macizos curado dentro.....	105
57	Relación resistencia a la compresión vs modulo de finura tipo Macizo curado afuera.....	105
58	Relación resistencia a la compresión vs % cemento tipo orificio curado afuera.....	106
59	Relación resistencia a la compresión vs % cemento tipo orificio curado dentro.....	107



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

**DISEÑO DE MEZCLA PARA LA FABRICACIÓN  
DE BLOQUES TIPO ECOBLOCK.**

**Autores:** Arellano Escalona, Keisy Yoskelly.  
Lomeli Torres, Edra Sinai.

**Tutor:** Ing. Freddy Lanza.

**Fecha:** Enero, 2022.

**RESUMEN INFORMATIVO**

La presente investigación plantea la elaboración de un diseño de mezcla para la fabricación de bloques tipo ECOBLOCK, para ello se trabajó en la Empresa Ecoblock C.A ubicada en la ciudad de Valencia Estado Carabobo, se realizara este trabajo de investigación respondiendo a la necesidad de tener construcciones ecológicas, siendo esta manera de menor perjuicio para la naturaleza. La metodología de investigación será un proyecto factible con diseño de investigación de campo, pues resultará del análisis e interpretación de la naturaleza actual de un fenómeno, para lo tanto es necesario describir todos los elementos que la caracterizarán, la población estará conformada por todos los ladrillos ecológicos, la muestra será no probabilística e intencional ya que serán analizados los materiales para la fabricación de los ladrillos tipo ECOBLOCK. Para el desarrollo de la investigación se emplearon conocimientos de ingeniería civil en el área de materiales y ensayo, mecánica de los suelos y concreto, también se realizarán una serie de ensayos con la finalidad de obtener información concreta a cerca de la granulometría de los agregados sus características y sus derivados. En efecto, en este trabajo de investigación se quiere poder lograr hacer una hoja técnica que pueda ayudar a comercializar los ECOBLOCK, en consecuencia, este material aportará ventajas económicas y ecológicas a la sociedad

**Descriptor:** Diseño, Ecoblock, fabricación.

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad la Construcción Ecológica, también denominada como construcción sustentable, hacen referencia a las estructuras o procesos de construcción que sean responsables con el ambiente y ocupan recursos de manera eficiente durante todo el tiempo de vida de una construcción. Este tipo de construcción busca evitar la contaminación del medio ambiente.

Las actividades del sector de la construcción se está afrontando a la problemática de la sostenibilidad y de esta manera busca reducir el impacto medioambiental que provoca la producción de materiales para la construcción .Con este proyecto se quiere encontrar la manera de reducir el impacto ambiental generado por el deterioro y pérdida de la corteza terrestre provocado en el momento de la extracción de materiales pétreos.

El propósito general de la investigación es proponer un diseño de mezcla para ser utilizado en la fabricación de ladrillos tipo ECOBLOCK, e implementarlos en sistemas de producción alternativos aplicados en las edificaciones y así contribuir en la reducción de residuos generados en la construcción disminuyendo el impacto ambiental.

Para la investigación se realizó un análisis de las propiedades físicas y mecánicas de los agregados y a su vez a los bloques ecológicos, con lo cual se logrará obtener las características que debe poseer cada uno de los materiales con los que se elabora la mezcla para la fabricación del nuevo material.

El bloque ecológico estará formado por arena gruesa arcillosa, cemento y agua, moldeado en forma de ladrillo y procesos de curado tanto al sol, como en sombra. A su vez será expuesto a ensayos de laboratorio, para así de esta forma conocer si posee la viabilidad necesaria para ser utilizado en la construcción.

Este tipo de ladrillos son muy rentables económicamente ya que su inversión requiere menos de la mitad de lo que costaría invertir en el ladrillo común. Las ventajas

del ladrillo ecológico son de menor perjuicio para la naturaleza, ya que su fabricación requiere de menos energía y residuos, así como el reciclaje de otros materiales de desecho. Son mejores aislantes del frío y del calor exterior, con lo que se gasta menos energía en el hogar.

El estudio es un trabajo de campo basado en un proyecto factible, de carácter descriptivo. La investigación consta de cuatro (04) capítulos, cuyos contenidos se presentan a continuación:

**Capítulo I:** El problema, formulación del problema, objetivos de la investigación, general y específicos, justificación y alcances y limitaciones.

**Capítulo II:** comprende los antecedentes de la investigación, las bases teóricas, las bases legales y la definición de términos básicos.

**Capítulo III:** es el marco metodológico, el cual está formado por; el tipo de investigación, diseño de investigación, nivel de investigación, población y muestra, técnicas e instrumentos de recolección de datos, fases del estudio y análisis de datos.

**Capítulo IV:** corresponde a los resultados, conclusiones y recomendaciones

# **CAPÍTULO I**

## **EL PROBLEMA**

### **1.1 Planteamiento del Problema**

A nivel global se ha propuesto reducir los problemas que afectan el aspecto social, económico y ambiental, en la que se ve afectado el entorno y la alteración de los recursos naturales (agua, suelo, aire) afectando la calidad de vida, por lo tanto se han desarrollado métodos para contrarrestar esta realidad, mejorando los procesos para hacer una diferencia ambiental representativa que dé apertura a una nueva vía hacia el futuro de la preservación de un mejor mundo, por lo que han propuesto una serie de características que los hace un producto sustituyente, en donde su aporte primordial es brindar alternativas que eviten el desgaste natural de los recursos, creando una conciencia en favor de la ecología, considerando de esta forma una alternativa factible al momento de realizar una construcción.

En Venezuela la industria de la construcción juega un papel importante en el desarrollo del país y a su vez es responsable como otros países, del impacto ambiental negativo al planeta producido por el hombre desde el comienzo de la Revolución Industrial, Es por esto que se toma conciencia del agotamiento de la tierra y de los recursos, el desperdicio de energía y los desmesurados objetivos de mercado y modelos de vida, los cuales conllevan a una reflexión de una forma más sostenible y ecológica con la implantación de nuevas tecnologías el sector, dando como resultado cambios en los productos terminados por lo que buscan en los procesos de fabricación mejor y mayor calidad a favor a la sociedad.

Dentro de este marco de idea, es importante mencionar que el Estado Carabobo pertenece al sector secundario de la construcción, en el que se estima que se siguen empleando materiales de construcción de alto y costoso impacto ambiental, generando con ello mayores repercusiones negativas en el medio natural, sin descartar otros impactos relacionados con el consumo de energía o los residuos. Las actividades

económicas de este sector, influye positivamente en la inversión de los proyectos sociales beneficiando a la población, cabe destacar, que existen organizaciones gubernamentales a nivel nacional, así como también organizaciones no gubernamentales (ONG), con interés relacionado con la degradación ambiental que las acciones desarrolladas por el mencionado sector podrían generar.

En efecto, la actividad ladrillera produce un sin número de problemas que se deben tener en cuenta tanto a nivel ambiental, social y económico, principalmente impactos en el ecosistema del estado, debido principalmente a su proceso de cocción de los Bloques en el que se utilizan los combustibles fósiles, usando de manera desmedida recursos para la elaboración de éstos como son los suelos y agua subterránea, reduciendo la capacidad productiva y afectando la disponibilidad del recurso hídrico, cuyo proceso de fabricación genera emisiones contaminantes al aire.

En función de lo planteado anteriormente, este proyecto de investigación plantea entonces realizar el diseño de mezcla de bloques ecológicos en las edificaciones, evaluando el comportamiento de los materiales, realizando ensayos de campo y laboratorio en la que se determinarán las propiedades mecánicas y físicas que deben cumplir según los requerimientos de la normatividad y los estándares de calidad venezolana, logrando una producción significativa de acuerdo con la demanda de la región; disminuyendo los factores que contribuyen al problema económico actual, y buscando realizar un aporte a la disminución de la contaminación del planeta.

## **1.2 Formulación del Problema**

Con base en la problemática descrita en la sección anterior, surge la interrogante:

¿Qué beneficios tendrán, la implementación de ladrillos ecológicos en construcciones?

## **1.3 Objetivos de la Investigación**

### **1.3.1 Objetivo General**

Proponer el diseño de mezcla utilizado en la fabricación de Bloques tipo ECOBLOCK para su implementación en sistemas de producción alternativos aplicados en las edificaciones.

### **1.3.2 Objetivos Específicos**

1. Diagnosticar las condiciones actuales en la fabricación de Bloques tipo ECOBLOCK.
2. Determinar las diferentes relaciones de materiales y mezclas para la elaboración de los prototipos de ladrillo ecológicos
3. Diseñar la mezcla para la fabricación de bloques tipo ECOBLOCK para edificaciones

### **1.4. Justificación de la Investigación**

El propósito de la investigación es la elaboración de Bloques ecológico con la cual se pueden obtener las resistencias requeridas según la normatividad venezolana, y con el proceso constructivo propuesto se busca bajar los costos de producción en los materiales con la utilización de unos ecológicos o alternativos. Este tipo de bloque es capaz de asumir un comportamiento estructural resistente a la compresión, que a su vez conlleva a la disminución de los costos del proyecto.

Debe señalarse que, en la época actual, cambian constantemente los modelos de construcción o el uso de nuevos materiales, en la cual la competitividad se hace necesaria para poder subsistir, tanto a nivel profesional y como empresa, es que se plantea en la tesis un producto sustentable que trae consigo un control de costos que permita ser más competentes en el área de la construcción. En base a las experiencias en obra, se ha comprobado que la industria de la construcción en el país, utiliza pocos productos como este (ecológicos y económicos).

Partiendo de dicha idea se estará aportando un servicio profesional en sus diferentes áreas afines, cabe destacar que dicho producto no solo puede ser utilizado en áreas internas de la edificación, sino que a su vez se puede combinar con otros materiales o técnicas constructivas modernas que puedan aportar grandes beneficios en paisajismos o fachadas de diferentes estilos, bien sean rurales, modernas, vanguardistas, etc.

Visto de esta forma, este proyecto puede lograr que cualquier persona pueda adquirirlos, ya que los ECOBLOCK se comercializarán en una industria estandarizada

que pueda adaptarse al tiempo, espacio y presupuesto del individuo, generando así diversas edificaciones, además que este material no solo aporta ventajas económicas y ecológicas a la sociedad sino duraderas, rentables, rápidas y fácil de construir, cabe destacar que los ECOBLOCK son capaces de brindar una temperatura confortable en el interior del hogar sin importar los cambios climáticos que se puedan presentar.

Debe señalarse que el aporte que este material les genera a los estudiantes de ingeniería a nivel académico es sumamente importante ya que la forma de construir y los materiales van cambiando a través del tiempo y se ha vuelto una necesidad innovar y estudiar nuevos campos, tendencias, instrumentos y materiales, los ECOBLOCK serian parte de este recorrido ya que estos pueden generar nuevas preguntas y respuestas y llegar a conclusiones que los lleven a construir algo nuevo.

### **1.5 Alcances**

El proceso de investigación resaltará las características funcionales, estéticas y ecológicas, también se busca hacer énfasis en las características físicas (Granulometría, Modulo de finura, Contenido de humedad, etc.) y propiedades mecánicas (dureza, resistencia, elasticidad, plasticidad y resiliencia) desde el punto de vista de cada material, para así determinar la resistencia a la compresión que se puede lograr en cada ECOBLOCK.

De manera específica el alcance de este trabajo de grado contempla lo siguiente:

- Identificación de los materiales utilizados (varios tipos de muestra de suelos, cemento y agua) para la elaboración de los prototipos de Bloques ecológicos.
- Selección de los ensayos de campo (Granulometría, Modulo de Finura, Limites de Consistencia, Gravedad Especifica, Contenido de Materia Orgánica, y Compresión) para la elección de materiales a emplearse en las mezclas.
- Determinación de las diferentes relaciones de materiales y mezclas para la elaboración de los prototipos de Bloques ecológicos.

- Verificación del comportamiento de la mezcla y la calidad del bloque obtenido a través de ensayos físicos y mecánicos.
- Elaboración de la hoja técnica con el diseño óptimo de mezcla para la fabricación de bloques tipo ECOBLOCK

### **1.6 Limitaciones**

- Este proyecto no incluye costos o especificaciones referentes a precios unitarios.
- No se va a realizar el diseño arquitectónico de las edificaciones donde se pueden utilizar los ECOBLOCK.
- Este no incluye estudio del Clima lluvioso.
- Este proyecto no incluye estudios sismorresistentes.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEORICO**

En esta etapa de la investigación se busca un sistema coordinado y coherente de conceptos y proposiciones que permiten abordar el problema en su contexto teórico a fin de situarlo dentro de un conjunto de conocimientos, orientado a la búsqueda y que ofrezca una conceptualización adecuada de los términos que se utilizaran en el trabajo. En apoyo a estos argumentos, Sabino (2002) señala que:

“El Marco Teórico, tiene un propósito: dar a la investigación un sistema coordinado y coherente de conceptos y proposiciones que permitan abordar el problema, es decir, se trata de integrar el problema dentro de un ámbito donde éste cobre sentido, incorporando los conocimientos previos referentes al mismo y ordenándolos de modo tal que resulten útiles en nuestra tarea (p. 47)”

#### **2.1 Antecedentes**

Los antecedentes de la investigación son indagaciones previas que sustentan el estudio sobre el mismo problema o se relacionan con otros, sirviendo de guía al investigador, teniendo ideas y comparaciones sobre cómo se trató el problema en esa oportunidad, teniendo un acertamiento a los temas que centran la atención de los investigadores del área y detectar la existencia de algunas líneas de investigación comunes. En la búsqueda y recolección de información sobre investigaciones que hayan sido realizadas con anterioridad y relacionados con el tema de estudio, se ubicaron algunos que serán detalladas a continuación, que sirven de apoyo para el desarrollo de la investigación. Así mismo, Plata (2006), señala que los antecedentes de una investigación:

Se refieren a los estudios previos y tesis de grado relacionadas con el problema planteado, es decir, investigaciones realizadas anteriormente y que guardan alguna vinculación con el problema en estudio. En este punto se deben señalar, además de los autores y el año en que se realizaron los estudios, los objetivos y principales hallazgos de los mismos (p. 43).

Carrasco & Tinoco (2018), en su trabajo titulado: **“Elaboración de Ladrillos Ecológicos a partir de Arena de Sílice y Arenas Mixtas”**. La presente se realizó en la Universidad Nacional del centro del Perú, con el cual va a optar al título de Ingeniero Metalurgista y de Materiales. El propósito de esta investigación fue enfocarse en el uso de Arena de sílice y arenas mixtas como material agregado en la fabricación de bloques de construcción ecológicos, los cuales pretenden el desarrollo de una ingeniería sostenible al alcance de todos, eliminando el quemado o cocción en hornos para ladrillos con el fin de mitigar la contaminación ambiental, aprovechándolos en bloques con calidad estructural mediana. Esta se considera como una investigación experimental basada en una investigación de campo. El aporte más significativo de este trabajo consistió en que ofrece una fundamentación teórica y metodológica sobre materiales alternativos para la construcción civil que impacten en un mínimo al ambiente, siendo esta característica una parte central del presente estudio.

Así mismo, Barrera & Torres. (2015) En su trabajo de grado titulado: **“Diseño de bloques ecológicos para la construcción de viviendas coloniales con materiales originarios de los caseríos rurales”**. Este fue Realizado en la Universidad Nacional Experimental de los Llanos Centrales Rómulo Gallegos, para optar al título de Ingeniero Civil. Proponen el diseño de un bloque ecológico a base de materiales reciclados de construcciones rurales. Esta es considerada como una investigación de campo en la que existe la elaboración de prácticas experimentales donde se utilizaron muestras seleccionadas del suelo obtenido por debajo de la capa vegetal, a la cual se le realizaron diversos ensayos divididos en fases, donde se organizan y describen los datos registrados y los resultados obtenidos mediante gráficos.

El aporte de esta investigación al presente estudio, son los resultados obtenidos, entre ellos se tiene la evaluación del impacto técnico referente a la elaboración básica de los bloques en relación a la construcción del molde, la elaboración de los bloques y su funcionalidad y rendimiento a la hora de utilizarlos en construcción. La investigación en cuestión guarda estrecha relación con la presente en virtud de que ambas pretenden diseñar bloques siguiendo patrones ecológicos de sustentabilidad y

con fines de prestar un servicio social de calidad.

Por otra parte, Martínez & Cote, (2014) En su investigación: **Diseño y Fabricación de ladrillos reutilizando materiales a base de PET**. En este trabajo se muestra la utilización de las escamas de PET junto con el cemento como insumos principales en la fabricación de un ladrillo comercial. Este material es una nueva alternativa para producir ladrillos de construcción que podrían competir con los ladrillos usados normalmente en el sector de la construcción, siendo un producto con un impacto ambiental menor, que genera un proceso de producción limpia, ya que se eliminaría la etapa de cocido en el mismo. Se considera como una investigación experimental apoyada en una investigación de campo. El aporte de esta investigación al presente estudio son los resultados obtenidos.

Por Ultimo, Cabo. M (2011). En su trabajo de investigación **“Ladrillo Ecológico como Material Sostenible para la Construcción”**. Realizado en el Instituto Politécnico Santiago Mariño, para optar al título de Ingeniero Civil. Propone la realización de un nuevo material constructivo, denominado ecoladrillo, inspirado en el tradicional adobe y que sustituya al ladrillo convencional cocido. Para ello se emplea un suelo marginal no empleado hasta el momento para la fabricación de ladrillos.

Se puede observar en la investigación la utilización de aditivos comerciales, donde se emplean el cemento para la realización de las combinaciones de referencia y, al menos usual pero igual de eficiente cal hidráulica. Como aditivo resistente se utilizan las cenizas de cáscaras de arroz y como aditivo estructurante las cascarillas también de arroz. Este trabajo es pertinente con la investigación aquí planteada, ya que aporta la metodología empleada en el proceso de realización de los ladrillos ecológicos, los cuales se combinan de una manera para luego ser prensado de forma manual o mecánicamente.

## **2.2 Bases Teóricas**

Las bases teóricas son el punto importante de la investigación, mediante su elaboración se realiza un análisis de todos los puntos que afectan el estudio, es decir, los aspectos generales del tema, comprendiendo un conjunto de conceptos y

proposiciones que constituyen un punto de vista o enfoque determinado, dirigido a explicar el fenómeno o problema planteado y a su vez sustentan la investigación con los aportes de distintos autores para una sustentación a nivel científico.

En toda investigación es necesario una fundamentación teórica o documental, es por ello que se llega a este punto de la estructura metodológica para darle credibilidad a dicho estudio, de allí pues que Tamayo y Tamayo, M. (2004), describe las bases teóricas como “la parte de la investigación que amplía la descripción del problema, integrada la teoría con la investigación y sus relaciones mutuas “. (p.96).

Cuando se hace énfasis en un tema determinado es necesario tener una base que sustente dicho tema, los conceptos explican en detalle a lo que se refiere un investigador. Según Arias, F (2004), las bases teóricas son: “Un conjunto de conceptos y proposiciones que constituyen un punto de vista o enfoque determinado, dirigido a explicar el fenómeno o problema planteado.” (p.41).

### **2.2.1 Diseño de Mezcla**

El concreto es un material compuesto, constituido por muchas partes. Quizás estas se puedan resumir en dos importantes: una es un material pastoso y moldeable, que a su vez se forma por agua y cemento, la otra parte es un material de trozos pétreos, cuyos elementos son la arena y la piedra. A la hora de determinar la porción que cada elemento representa en la mezcla total, se debe tener cuidado, pues surgen muchas variables que hacen que la mezcla obtenida por combinación de estos pueda ser muy susceptible ante cualquier variación en los materiales.

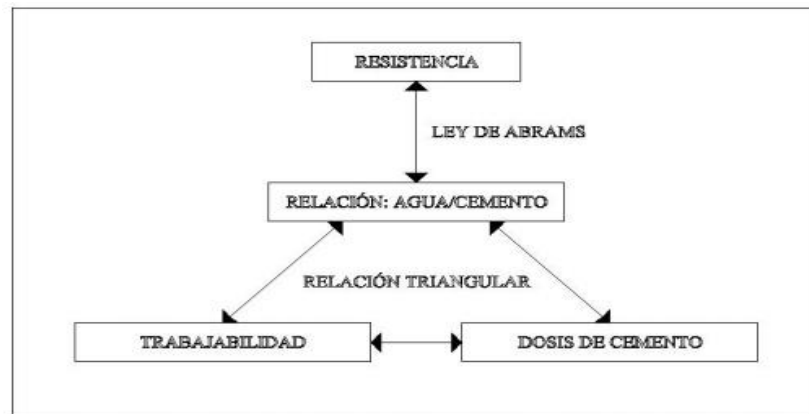
Debido a esto, surgen los diseños de mezcla, que según Neville (1977) se puede definir como:

Proceso para seleccionar los ingredientes adecuados para el concreto y determinar sus cantidades relativas, con objeto de producir, tan económicamente como sea posible un concreto con un mínimo de ciertas propiedades las más destacadas de las cuales son consistencia, resistencia y durabilidad (Pág. 73)

### **2.2.2 Los materiales y su relación con el Diseño**

Como se puede apreciar en el Manual del Concreto Estructural (Porrero, 2004) en el diseño y en cualquier circunstancia “la calidad de un concreto dado va a depender de la calidad de sus componentes, (...) su posterior preparación y manejo, de los cuidados de uso y mantenimiento” (Pág. 37). Es decir, que debe existir una relación que pueda evidenciarse, entre los componentes y la calidad del concreto resultante, ya que estos, van de la mano.

Teóricamente, la relación entre los componentes del concreto y las características de este, se pueden enfocar en la relación triangular, la cual involucra la cantidad de agua en la mezcla, con la cantidad de cemento y la trabajabilidad obtenida, pero, tal como se muestra en la figura 1, otra de las cualidades del concreto se encuentra relacionada a uno de los vértices de este triángulo, esta es la resistencia mecánica.

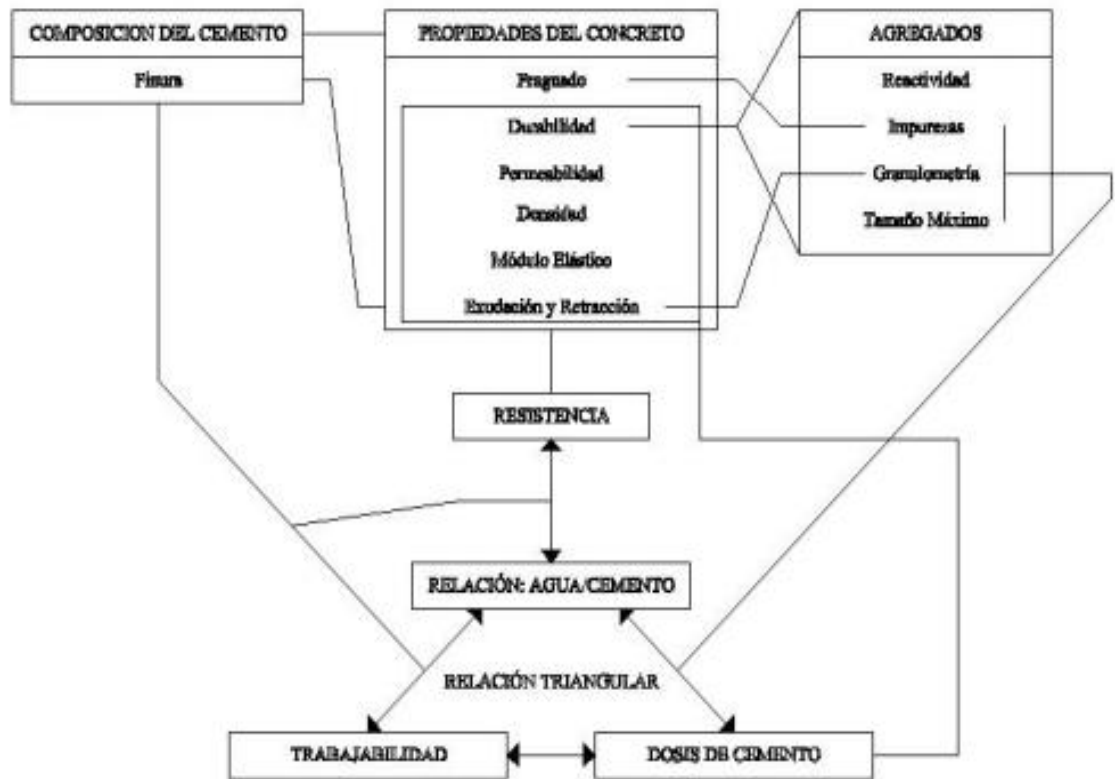


**Figura 1** Relación triangular

**Fuente:** Porrero (2004)

En esta figura entonces, solo se evidencian las relaciones entre la calidad del concreto y su composición, adicionando el efecto de las cantidades de agua y cemento, entonces el agregado queda intrínseco, lo cual aunque se puede plantear de este modo, también puede mejorarse, a través de la observación más detallada entre las relaciones entre el concreto directamente con este otro material.

Una manera de observar mejor la relación entre los componentes se puede observar en la figura 2, donde se muestran las interacciones de las variables que influyen en el concreto con los materiales y sus características.



**Figura 2** Relación triangular y los agregados

**Fuente:** Porrero J (2014)

Estas características se pueden estudiar, ya sea como parámetro necesario de control, para criterio de aceptación y rechazo o como requerimiento para la elaboración de un diseño de mezcla y dosificación del material. Todas estas, en conjunto además de describir el agregado, lo convierten en herramienta para los diseños de dosificación del concreto. Por esto se hace importante mantener un control sobre las mismas, ya que con esto se puede especificar el elemento dentro de un nivel de calidad para la elaboración de mezclas.

Con estos términos, se puede evidenciar de manera más sencilla para el investigador y para la persona que desarrolle un diseño, una especie de índice gráfico

que proporciona una manera rápida de identificar como pueden variar las características del concreto, al variar alguna calidad en sus componentes o en todo caso, indicar la cualidad o material a ajustar para obtener el concreto deseado.

### **2.2.3 Diseños de mezcla analíticos**

Hasta el momento en el país solo se han estudiado dos metodologías de diseño que toman en consideración las características de los materiales de dichas regiones, una de ellas es la realizada en la Universidad Central de Venezuela, "Manual del Concreto Estructural" y la otra de la Universidad del Zulia. "Diseño de Mezcla con Materiales de la Región". Estos trabajos fueron realizados como consecuencia del elevado número de ensayos a compresión que no satisfacían las exigencias esperadas por los profesionales que remiten sus especímenes a los laboratorios de materiales de construcción de estas casa de estudios para ser ensayados. Estos métodos además de obtener las dosis de todos los materiales, las características índices necesarias, como son la resistencia, trabajabilidad y durabilidad, también buscan el conseguir el tamaño máximo del agregado que resulte más económico.

Al utilizar todos estos métodos, no solo los venezolanos, sino todos aquellos propuestos internacionalmente, en su alta diversidad, recalcan que al ser simplificaciones de la realidad con propuestas teóricas para un material de comportamiento tan susceptible al descontrol en sus niveles de calidad, es imperativo realizar ajustes sobre los diseños definitivos.

La desventaja de estos métodos como explica Matías Santana (1999) es que “muchos parten de tablas, gráficos de correlación, que en la mayoría de los casos tienen mucho más de 40 años, haciendo por tanto que estos no tengan validez”. Aquí expresa el hecho de que estos métodos toman materiales que deben cumplir con las condiciones y características aceptables por las normativas, como agregados dentro de los límites granulométricos, por ejemplo, si se tienen agregados que no cumplan con estos valores, se pierde por completo la validez de aplicación de alguno de estos diseños.

### **2.2.4 Diseños de mezcla no analíticos**

Cuando un personal no es tan especializado en la elaboración de mezclas, o simplemente nunca se ha guiado por un método analítico de diseño para la dosificación de mezclas, se le hace mucho más sencillo seguir procedimientos de campo, o cumplir con la mínima cantidad de pasos e indicaciones que le lleve a conseguir un concreto lo suficientemente aceptable para cumplir con el fin de su obra.

En definitiva, en el campo laboral, aparecen un conjunto de ábacos, tablas de uso relativamente sencillo, indicadores de “recetas” entre otras, que proporcionan un rango de seguridad alto, una mezcla de características aceptables y de comportamiento deseado. Por esto se procedió a revisar en la bibliografía existente sobre los tipos de diseños no analíticos que pueden aparecer, quedando así estos divididos en dos grupos. Diseños no analíticos por tablas y por ensayos.

### **2.2.5 Estudio de Suelos**

La Ingeniería Civil en todas sus ramas está íntimamente ligada entre sí y con los conceptos de los suelos, esto se debe a que todo tipo de construcción se haga sobre él o se lo puede utilizar como material de construcción. Razón por la cual, el estudio de suelos es fundamental para la realización del presente proyecto. Con los diferentes ensayos se busca encontrar las propiedades físicas y mecánicas del suelo.

### **2.2.6 Granulometría**

El Análisis Granulométrico este método consiste en separar una muestra de suelo conveniente seleccionada en grupos de partículas que tiene el mismo rango de tamaños lo que se logra con la utilización de tamices.

Tiene por objeto la determinación cuantitativa de la distribución de los tamaños de partículas en el suelo; hace referencia a la graduación del material, se ha convenido que el análisis concluya en el tamiz # 200 (0.074mm).

Grava: Proviene de la fragmentación de roca, de un tamaño menor a 76.2 mm (3”) hasta el tamiz No. 10 (2.0 mm). Arena Gruesa: Proviene ya sea de la desintegración de rocas o de la trituración artificial de las mismas, de un tamaño menor a 2 mm hasta el tamiz No 40 (0.425 mm). Arena Fina: De un tamaño menor a 0.425

mm hasta el tamiz No. 200 (0.075 mm). Limos y Arcillas: De tamaños menores al tamiz No. 200 (0.075 mm).

### **2.2.7 Análisis granulométrico.**

Llamado también Análisis Mecánico y consistente en la determinación de la distribución de las partículas de un suelo en cuanto a su tamaño, pudiendo obtener así los porcentajes de piedra, grava, arena, limos y arcilla. Este análisis se hace por un proceso de tamizado (análisis con tamices) en suelos de grano grueso, por un proceso de sedimentación en agua (análisis granulométrico por vía húmeda) en suelos de grano fino.

Si el material es granular, los porcentajes de piedra, grava y arena se pueden determinar fácilmente mediante el empleo de tamices; pudiéndose hacerse en seco, como por lavado, dependiendo del grado de cohesión del suelo. Los resultados del análisis mecánico se representan por medio de una gráfica denominada Curva Granulométrica la que se obtiene al dibujar el tamaño de las partículas en el eje de las abscisas y el proceso, en peso, de las partículas menores que el tamaño correspondiente en el eje de las ordenadas.

### **2.2.8 Curva Granulométrica**

Da la idea inmediata de la distribución granulométrica del suelo; un suelo constituido por partículas de un solo tamaño, estará representado por una LINEA VERTICAL; en cambio una CURVA MUY TENDIDA, indica gran variedad en tamaños (suelo bien gradado).

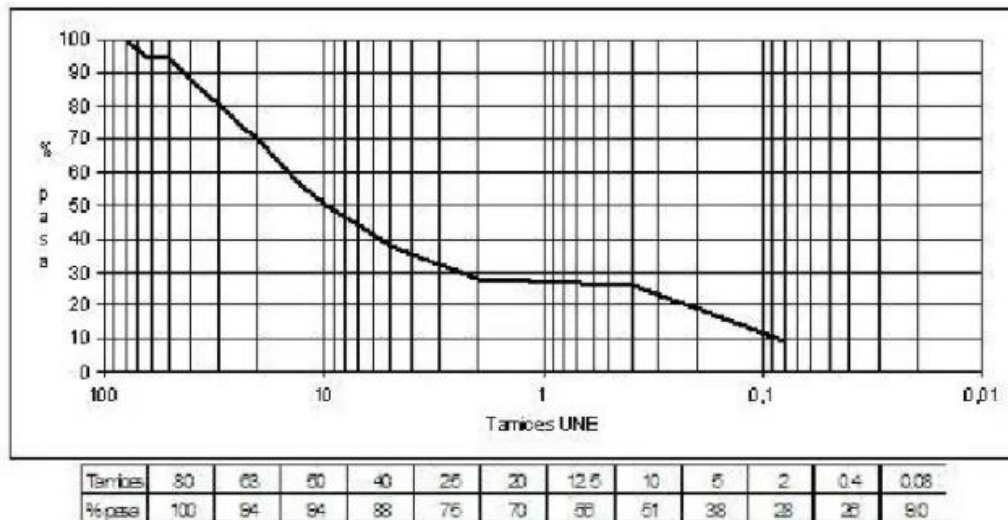
### **2.2.9 Granulometría por tamizado**

Es un proceso mecánico el cual se separan las partículas de un suelo en sus diferentes tamaños denominado a la fracción menor (Tamiz No 200) como limo, arcilla y coloide. Se lleva cabo utilizando tamices en orden decreciente. La cantidad de material indica el tamaño de la muestra, esto solo separa una porción de suelo entre dos tamaños.

### **2.2.10 Granulometría y Parámetros Derivados**

El análisis granulométrico de un suelo se realiza por dos procedimientos distintos según sea el tamaño de las partículas. Las partículas de tamaño superior a 0,080 mm (arenas y gravas) se analizan por tamizado, empleando para ello una serie de cedazos y mallas de distintas aperturas. Las partículas menores a 0.080 mm se estudian mediante la realización de una sedimentometría

La forma más común de representar la distribución de las partículas por tamaños en la muestra de suelo es la curva granulométrica del cernido ponderal acumulado. Cada punto de la gráfica indica el porcentaje (en peso) de partículas (secas) con un tamaño inferior al que indica el punto (ver figura 3)



**Figura 3** Curva granulométrica

**Fuente:** Bartolo & Rojas (2018)

A partir de los datos que aporta el ensayo de granulometría pueden definirse parámetros secundarios, que informan sobre las características de la curva, en cuanto a su graduación o uniformidad. El Coeficiente de Uniformidad (cu) establecido por Hazen (hacia 1892) se define como:

$$C_s = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

Donde:

D60: Tamaño correspondiente al pasa del 60% (expresado en mm.)

D10: Tamaño correspondiente al pasa del 10% (expresado en mm.)

Un suelo con un Coeficiente de Uniformidad menor que 5 es un suelo uniforme.

El Coeficiente de Curvatura (cc):

$$Cc = \frac{D_{30}^2}{D_{10} \times D_{60}}$$

Siendo:

D30: Tamaño correspondiente al pasar del 30% (expresado en mm.) El coeficiente de curvatura permite diferenciar entre suelos seleccionados (o bien graduados) y pobremente seleccionados (o mal graduados), cuya consideración conduce a una definición más precisa del suelo, y que se utiliza en el Sistema de Clasificación Unificada de Suelos (USCS)

### **2.2.11 Resistencia a la compresión**

La resistencia a la compresión se define como la tensión máxima que puede soportar un material bajo una carga de aplastamiento. La resistencia a la compresión de un material que falla debido al fracturamiento se puede definir en límites bastante ajustados, como una propiedad independiente. Sin embargo, la resistencia a la compresión de los materiales que no se rompen en la compresión se define como la cantidad de tensión necesaria para deformar el material con una cantidad arbitraria.

La resistencia a la compresión se mide tronando probetas cilíndricas de concreto en una máquina de ensayos de compresión, en tanto la resistencia a la compresión se calcula a partir de la carga de ruptura dividida entre el área de la sección que resiste a la carga y se reporta en megapascuales (Mpa) en unidades SI y en PSI en unidades corrientes utilizadas en Estados Unidos

### **2.2.12 Importancia de la determinación de la resistencia a la compresión**

Los resultados de las pruebas de resistencia a la compresión se usan fundamentalmente para determinar que la mezcla de concreto suministrada cumpla con los requerimientos de la resistencia especificada,  $f'c$ , del proyecto. Los resultados de las pruebas de resistencia a partir de cilindros moldeados se pueden utilizar para fines de control de calidad, aceptación del concreto o para estimar la resistencia del concreto

en estructuras, para programar las operaciones de construcción, tales como remoción de cimbras o para evaluar la conveniencia de curado y protección suministrada a la estructura.

### **2.2.13 Relación agua cemento**

El concreto (hormigón) es un material que se obtiene de una mezcla de componentes: conglomerante (cemento), agregados (arena y piedra), agua y, de manera opcional, aditivos. La pasta, compuesta por cemento portland y agua, une los agregados, normalmente arena y grava (piedra triturada), lo cual crea una masa similar a una roca. En esta relación agua/cemento, la importancia del agua resulta de gran magnitud, ya que ella y su relación con el cemento están altamente ligados a una gran cantidad de propiedades del material final que se obtendrá, en donde usualmente conforme más agua se adicione, aumenta la fluidez de la mezcla y, por lo tanto, su trabajabilidad y plasticidad, lo cual presenta grandes beneficios para la mano de obra; no obstante, también comienza a disminuir la resistencia debido al mayor volumen de espacios creados por el agua libre. Así, se puede afirmar que la resistencia del concreto depende altamente de la relación por peso entre el agua y el cemento

### **2.2.14 Los bloques.**

Proceso de Elaboración Según COVENIN 1-78 Los bloques de concreto son elementos modulares premoldeados diseñados para la albañilería confinada y armada. El bloque de concreto se define según Norma como la unidad de albañilería, cuyas dimensiones normalizadas, en armonía con la coordinación modular, de manera que su alto es tal, que no debe exceder a su largo ni a seis veces su ancho. Generalmente posee cavidades interiores transversales que pueden ser ciegas por uno de sus extremos y cuyos ejes son paralelos a una de las aristas.

### **2.2.15 Bloque tradicional**

La construcción con ladrillos y bloques según Méndez (2012) Es una de las más antiguas técnicas de construcción conocidas por el hombre, que se remonta al uso de ladrillos de arcilla por los antiguos egipcios y de bloque tradicionales de albañilería en la era moderna, es un legado de los romanos (p.21).

Los ladrillos y bloques son adecuados para una amplia variedad de proyectos. Además, son algunos de los tipos más resistentes de materiales de construcción disponibles, pues a lo largo de los años resisten en gran manera a los daños causados por el clima y el agua (entre los cuales se encuentra la putrefacción)

#### **2.2.16 Los Bloques Ecológicos**

Los bloques ecológicos de acuerdo a Pérez (2010) “son ladrillos construidos con materiales que no degradan el medio ambiente y cuya fabricación también es respetuosa con este” (p.65), Frente a los ladrillos habituales cuya fabricación y materiales no es tan inócua. Los bloques ecológicos tienen cualidades similares a los tradicionalmente utilizados para la construcción de las casas. Por tanto, su uso no se deriva en pérdida de calidad puesto que, como la mayoría de productos ecológicos, sufren más pruebas de su viabilidad que los tradicionales. La bioconstrucción no está en absoluto reñida con una casa confortable, bonita y segura.

#### **2.2.17 La Construcción y su Relación con la Ecología**

García (2005) explica que “el desarrollo de materiales para construcción con características ecológicas contribuye a la sustentabilidad de los sistemas”; estos productos, además de cumplir eficientemente con las aplicaciones para las cuales fueron creados, presentan como valor agregado la garantía de que ayudan en la preservación del medio ambiente indudable el desarrollo de la ingeniería civil, no solo en métodos de construcción sino también en los equipos empleados en la misma, de acuerdo a esto Fernández (2010) indica: Por ello en la actualidad es necesario presentar un estudio de impacto ambiental ya que son participes en el cuidado de la naturaleza, Génesis 1:29 dice nos ha dado toda planta que da semilla y todo árbol en el que hay fruto y nos da semilla para comer (p.65).

Es claro como profesionales ligados a la ingeniería que se debe tomar estas consideraciones con respecto a uso de equipos y maquinarias, aditivos, y demás materiales que pueda ser perjudicial para el ecosistema, porque la ingeniería moderna no debe ser construir estructuras enormes si no pensar en la parte paisajística. Por su parte Méndez (2012), indica Es muy interesante ver como la gran mayoría de los

nuevos edificios que se están construyendo actualmente o que su construcción está por empezar tienden hacia los diseños sostenibles y el uso de energías alternativas que minimicen o incluso nulifiquen su impacto medioambiental (p.20).

Entonces los países desarrollados, principalmente en Europa y Asia llevan la delantera, aunque tampoco hay que olvidar regiones específicas como los Emiratos Árabes. El diseño de edificios de energía cero, como se les ha comenzado a llamar, a dejado de ser más que una gran muestra de buenas ideas y propósitos empujados por una moda para dar paso a normas estrictas que han comenzado a establecer plazos, quizá bastante utópicos pero necesarios, para que en un futuro todas las construcciones que se realicen pueden tener la distinción de cero emisiones de carbono.

También ya existen certificaciones que distinguen edificaciones respetuosas con el medio ambiente, a veces llamadas “bioconstrucciones”, término que yo dejaría pendiente hasta que las edificaciones se construyan con materiales más orgánicos. Entre todas las certificaciones existentes destaca LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) por haber sido adoptada por varios países del mundo, entre ellos Estados Unidos. En este tema de la edificación sostenible la Unión Europea lleva la delantera, pues ha creado la Energy Performance of Buildings Directive (EPBD) que se encargará de regular la edificación respecto a los parámetros energéticos y que tiene como objetivo que para 2019 los edificios públicos sean ambientalmente responsables y que para 2021 lo sean todos los nuevos edificios.

Por ahora el problema principal radica en que el uso de tecnologías que minimicen el impacto de una edificación eleva los costos iniciales de manera importante, lo que está deteniendo el avance de esta industria. Sin embargo, cuando se mejoren los sistemas de aprovechamiento de energías solar y eólica, la capacidad de las baterías, los materiales biodegradables y demás cuestiones, entonces seguro que podremos hablar de que la construcción de “edificios verdes” será la norma y no la excepción como aún sucede actualmente.

### **2.3 Bases Legales**

Las bases legales constituyen el sustento legal que toda investigación debe

tener, bajo el cual tendrá validez las repercusiones y resultados que arroje la misma.

De acuerdo a la **Comisión Venezolana de Normas Industriales COVENIN** se conoció desde 1958 hasta 2004 al ente encargado de velar por la estandarización y normalización bajo lineamientos de calidad en Venezuela, el cual estableció los requisitos mínimos para la elaboración de procedimientos, materiales, productos, actividades y demás aspectos que estas normas rigen.

**2.3.1 Norma COVENIN 1-78 de Ladrillos de Arcilla** aprobada por la Comisión Venezolana de Normas Industriales COVENIN el 4 de abril de 1978. Los bloques de concreto son elementos modulares pre moldeados diseñados para la albañilería confinada y armada. El bloque de concreto se define según Norma como la unidad de albañilería, cuyas dimensiones normalizadas, en armonía con la coordinación modular, de manera que su alto es tal, que no debe exceder a su largo ni a seis veces su ancho. Posee cavidades interiores transversales que pueden ser ciegas por uno de sus extremos y cuyos ejes son paralelos a una de las aristas.

En Venezuela, la **Norma COVENIN 42-82** establece los requisitos mínimos que deben cumplir los bloques huecos de concreto para ser utilizados en la construcción. Según el uso y los agregados utilizados. Según su uso:

Tipo A: para paredes de carga, expuestos o no a la humedad. Clase A1: para paredes de carga expuestas a la humedad. Clase A2: para paredes de carga no expuestas a la humedad.

Tipo B: para paredes que no soportan cargas o para paredes divisorias. Clase B1: para paredes que no soportan cargas expuestas a la humedad. Clase B2: para paredes que no soportan cargas no expuestas a la

Según los agregados: Pesados: fabricado con agregados normales o convencionales. Semipesados: fabricado con una mezcla de agregados normales y livianos. Livianos: fabricado con agregados livianos.

Las dimensiones de acuerdo a la **Norma COVENIN 1-78** señala que los bloques trabajan en conjunto y debe procurarse que las características y dimensiones de todos los bloques sean similares ya que estas diferencias pueden afectar

notablemente el resultado final. Adicionalmente de la clasificación, los bloques se identifican por sus medidas en el siguiente orden: largo, alto y ancho. Así, por ejemplo, un bloque 40 x 20 x 15 tiene aproximadamente 40 cm. de largo, 20 cm. de alto y 15 cm. de ancho.

Generalmente se fabrican con diferentes anchos (10, 15, 20, 25, 30 cm.) pero con una altura y largo constante, por esta razón se denominan por el ancho. Por lo general las medidas con las cuales se denominan los bloques no son sus medidas reales, siempre tienen un centímetro menos en cada lado, es decir, un bloque de 40 x 20 x 10 realmente mide 39 x 19 x 9, esto debido a las juntas de aproximadamente 1 cm.

La norma establece las siguientes medidas para los bloques: Denominación Ordinaria (cm.) Dimensiones normales (cm.) Dimensiones modulares (cm.) Sus espesores mínimos establecidos en la norma, van a depender de la clasificación del bloque: Espesores mínimos para bloques Tipo A Tipo de Bloque (cm.) Espesor de la pared (cm.) Espesor de nervios (cm.) 10 1.9 1.9 15 2.2 2.2 20 2.5 2.5 25 2.8 2.8 30 3.2 3.2 .Espesores mínimos para bloques Tipo B Tipo de Bloque (cm.) Espesor de la pared (cm.) Espesor de nervios (cm.) 10 1.3 1.3 15 1.5 1.5 20 1.7 1.7 25 1.9 1.9 30 2.2 2.2 3.2.3

La resistencia de un bloque, de acuerdo a la norma COVENIN 1-78 refleja que los valores mínimos para cada tipo de bloque, independientemente de sus dimensiones, Así: Resistencia a la compresión de bloques de concreto Tipo de Bloque Promedio 3 Bloques Mínimo 1 Bloque A1 70 (Kg./cm<sup>2</sup>) 55 (Kg./cm<sup>2</sup>) A2 50 (Kg./cm<sup>2</sup>) 40 (Kg./cm<sup>2</sup>) B1 – B2 30 (Kg./cm<sup>2</sup>) 25 (Kg./cm<sup>2</sup>) Para realizar estos ensayos se requiere de equipos especiales y de la asistencia de un laboratorio.

La apariencia según la **norma COVENIN 1-78** esta característica es muy amplia y puede abarcar muchos puntos, pero entre los principales se pueden considerar: El bloque no debe presentar grietas paralelas a la carga. La superficie del bloque debe ser uniforme y asegurar la adherencia del friso. La textura debe ser firme y no presentar desmoronamiento del material. Los bordes no deben presentar irregularidades y deshacerse con facilidad.

La materia prima de acuerdo al punto 4.1 de la **Norma COVENIN 1-78** , nos indica que la arcilla, o tierra arcillosa utilizada para su fabricacion debera estar preparada, a veces con adiccion de materiales aridas o plastica de superficier consistente de modo que puedan tomar forma permanente y secarse sin que se presentren grietas, nodulos o deformaciones, no debera contener material alguno que pueda causar eflorecencia en el acabado.

5.1.1 Los bloques de arcilla para paredes deben ser elaborados de las siguientes dimensiones: (en cm)

8 x 20 x 30	8 x 25 x 30
10 x 20 x 30	10 x 25 x 30
12 x 20 x 30	12 x 25 x 30
15 x 20 x 30	15 x 25 x 30
20 x 20 x 30	20 x 25 x 30

5.1.2 Las dimensiones y tolerancias de las medidas anteriores determinadas según la **Norma COVENIN 23**, se especifica en la Tabla 1

**Tabla 1.** Tolerancia de los Ladrillos de Arcilla

DIMENSIONES	TOLERANCIAS
ALTO (h)	± 3 %
ANCHO (a)	± 3 %
LARGO (e)	± 4 %

**Fuente:** Pérez (1798)

5.1.3 El espesor mínimo de los tabiques interiores del bloque deberán ser de 0.6 cm y de los tabiques exteriores de 0.8 cm

5.1.4 No se excluye la posibilidad de fabricar otros bloques de dimensiones diferentes, pero el fabricante debe participar al comprador las condiciones del caso.

5.2 **Físicos.** Los bloques deben cumplir con las especificaciones que se indican en la tabla 2.

**Tabla 2.** Especificaciones de los Ladrillos de Arcilla

	TIPO A		TIPO B		NORMA A UTILIZAR
	Promedio 5 bloques	Minimo para un bloque	Promedio 5 bloques	Minimo para un bloque	
Resistencia a la compresion	200 kg/cm <sup>2</sup>	160 kg/cm <sup>2</sup>	140 kg/cm <sup>2</sup>	110 kg/cm <sup>2</sup>	COVENIN 23
Absorcion	15%	-	20%	-	

Fuente: Pérez (1798)

**2.3.2 Norma Venezolana de Bloques de Arcilla para Paredes y Edificaciones COVENIN 2-78** , la cual contempla las especificaciones que deben cumplir los bloques huecos de arcilla que se utilizan en paredes de relleno.

La arcilla, o tierra arcillosa utilizada para su fabricacion debera estar preparada, a veces con adicion de materiales aridas o plastica de superficier consistente de modo que puedan tomar forma permanente y secarse sin que se presentren grietas, nodulos o deformaciones, no debera contener material alguno que pueda causar eflorecencia en el acabado.

**2.3.3 Norma Venezolana concreto premezclado. COVENIN 633:2001 (3era revisión)**

### **8. Inspección y recepción**

#### 8.1 Concreto fresco, muestreo

8.1.1 El fabricante debe suministrar al inspector acceso para la toma de muestras, igualmente debe proveer un sitio seguro y resguardado para dichas muestras y donde se efectuarán las comprobaciones que determinarán si el concreto cumple con las especificaciones.

8.1.2 El contratista debe suministrar al inspector acceso para la toma de muestras, igualmente debe proveer un sitio seguro y resguardado para dichas muestras y donde se efectuarán las comprobaciones que determinarán si el concreto cumple con las especificaciones. Las tomas de concreto para muestras deben ser realizadas sin intervenir, ni molestar en las actividades de producción. Las muestras de concreto se tomarán de acuerdo con lo señalado en la Norma Venezolana COVENIN 344 excepto en el caso de muestras tomadas para determinar la uniformidad del asentamiento en una mezcla de concreto según los puntos: 5.2.3, 7.3.3, 7.5.1 y 7.10.2.

## 9. Requisitos

### 9.1 Asentamiento y contenido de aire

9.1.1 A juicio de la inspección, se realizarán ensayos de asentamiento y contenido de aire en el momento de la colocación, con la frecuencia necesaria para revisiones de control y a fines de aceptación y siempre que se elaboren probetas para determinar la resistencia (punto 9.3.2).

9.1.2 Si el asentamiento o contenido de aire medido, cae fuera de los límites especificados, inmediatamente se debe realizar un ensayo de revisión en otra porción de la misma muestra. En el caso que falle por segunda vez; se considerará que el concreto no ha cumplido con los requisitos de estas especificaciones.

### 9.2 Tolerancias en el asentamiento

9.2.1 Tolerancias en el asentamiento por el Método del Cono de Abrams (véase Norma Venezolana COVENIN 339)

**Tabla 3.** Tolerancias en el asentamiento. Cono de abrams

Asentamiento	Tolerancias
Menor de 5 cm	± 1,5 cm
entre 5 – 12,5 cm	± 2,5 cm
mayor de 12,5 cm	± 4,0 cm

Fuente: COVENIN 633 (2001)

9.2.2 Tolerancias en el asentamiento por el Método de la Mesa de Fluidez Radial.

**Tabla 4.** Tolerancias en el asentamiento. Mesa de Fluidez radia.

Rango de los valores fijados tolerancias	Todos los valores $\pm 3$ cm
--	------------------------------

**Fuente:** COVENIN 633 (2001)

9.2.3 Los asentamientos dentro del concreto se deben medir dentro de los primeros 15 min de descarga. En el caso de que el comprador no esté preparado para la descarga de concreto del vehículo a su llegada, el fabricante no será responsable de la limitación del asentamiento mínimo, después del lapso establecido en el punto 7.7 en espera, a la velocidad de agitación o de agitación y descarga; el comprador debe asumir toda la responsabilidad por la condición del concreto de allí en adelante.

### **9.3 Resistencia**

9.3.1 Si se usa la resistencia como base para aceptar el concreto y en cualquier otro caso, las probetas deben elaborarse y curarse bajo condiciones normalizadas de humedad y temperatura, de acuerdo a la **Norma Venezolana COVENIN 338**.

9.3.2 Los ensayos de resistencia, así como los asentamientos, se harán con frecuencia de no menos de un ensayo por cada 14 unidades de producción ó tercetos. Cada ensayo se realizará sobre una muestra diferente. Se debe realizar por lo menos un ensayo de resistencia para cada clase de concreto, en cada día de entrega de concreto.

9.3.3 Para un ensayo de resistencia se elaborarán como mínimo dos probetas normalizadas de ensayo a partir de una muestra obtenida de acuerdo con las resistencias de las probetas ensayadas a la edad especificada. La edad de ensayo serán los 28 días salvo que un acuerdo previo entre el fabricante y el comprador, basado en razones que lo justifiquen, establezca otra edad. Si se hacen ensayos normativos no acordados, a otras edades, sus resultados tendrán sólo carácter informativo.

9.3.4 Si para el ensayo se utilizan solo dos probetas y una de ellas presenta densidad anormalmente baja, cangrejera o evidente mala distribución de los agregados después de ensayada, el ensayo se anulará. Si hay más de dos probetas se utilizará como valor del ensayo el promedio de las restantes.

9.3.5 En condiciones que lo justifiquen y previo acuerdo, en lugar del ensayo a compresión de la Norma COVENIN 338, se podrá usar como criterio de calidad la resistencia a flexión en probetas prismáticas, COVENIN 342.

9.3.6 El tamaño de las probetas también puede ser diferente de los normalizados en situaciones especiales.

9.3.7 El comprador llevará un registro con la información del sitio donde se colocó el concreto que comprende a cada camión, con el número de la guía de despacho como referencia, con el fin de que pueda ubicarse en la estructura el concreto despachado, en caso de ser necesario.

9.3.8 Si hay evidencia de que el concreto no cumple con lo especificado, porque las muestras tomadas por el comprador y el fabricante así lo indican y si el incumpliendo lo hace necesario, se evaluará el concreto en la estructura, siempre que la causa asignable sea imputable al fabricante.

9.3.8.1 Mediante ensayos no destructivos, preferiblemente combinados, se evaluará la influencia de la colocación del concreto en las características de éste, para poder determinar los efectos de una posible mala colocación, vibrado o no curado de los elementos estructurales, en la densidad o resistencia del concreto.

9.3.8.2 Se establecerá un programa de ensayos no destructivos para ubicar las diferentes zonas homogéneas, tanto en los sitios estimados como en los próximos.

9.3.8.3 Por cada zona homogénea, de resultados bajos, medianos o altos, deben tomarse como mínimo tres núcleos, que deben representar el volumen correspondiente a una mezcla o volumen de concreto transportado por un camión mezclador.

9.3.8.4 Los tres núcleos deben tener un valor máximo de 12 kg/cm<sup>2</sup> de dispersión, medida como desviación estándar de ensayo. En caso de que la dispersión sea mayor, deben tomarse más núcleos hasta conseguir que tres cumplan con la dispersión exigida. (Notas 14 y 15).

9.3.9 Para cumplir los requisitos de estas especificaciones se usará el promedio de todos los ensayos de resistencia (punto 9.3.3), que representa cada tipo de concreto. En todos los casos la resistencia promedio obtenida debe ser mayor que la resistencia

especificada, en una cantidad que debe depender del grado de control de concreto y del fractil o fracción por debajo de la resistencia especificada y del número de muestras; este fractil será indicado por el comprador junto con la resistencia especificada. El concreto premezclado entregado debe cumplir con ambos requisitos. (Nota 12). En caso que la solicitud sea para concreto estructural en edificaciones, se debe cumplir con lo especificado en el capítulo 4 de la Norma Venezolana COVENIN 1753.

9.3.10 Los criterios de aceptación o rechazo deben cumplir con lo especificado en la Norma Venezolana COVENIN 1976.

Nota 12. Previo convenio entre las partes se podrán utilizar resistencias especificadas para edades diferentes a los 28 días.

Nota 13. Se deben observar los núcleos para detectar defectos tales como fisuras, macroporos o condiciones extrañas que justifiquen la eliminación de éstos.

Nota 14. La evaluación del concreto debe hacerla un laboratorio acreditado por SENCAMER (Servicio Autónomo Nacional de Normalización, Calidad, Metrología y Reglamentos Técnicos)

#### **9.4 Uniformidad del concreto**

9.4.1 Se determinará para cada propiedad indicada en la tabla 3 la variación dentro de una mezcla. Para tantas especificaciones, la comparación se hace entre dos muestras que representen la primera y última porción de la mezcla por ensayar. Los resultados de ensayos que cumplan con 5 de los 6 límites dados en la Tabla 3 indicarán un concreto uniforme.

9.4.2 El contenido de agregado grueso debe cumplir lo establecido en la Tabla 3.

9.4.3 El peso unitario del mortero libre de aire, debe cumplir lo establecido en la Tabla 3.

#### **10. Muestreo**

El muestreo de concreto fresco se hará según lo establecido en la Norma Venezolana COVENIN 344.

#### **11. Métodos de ensayo**

11.1 Ensayo de compresión, según la Norma COVENIN 338.

11.2 Determinación del rendimiento, según la Norma COVENIN 349.

11.3 Determinación del contenido de aire, según las Normas COVENIN 347 y COVENIN 348.

11.4 Determinación del asentamiento, según Norma COVENIN 339.

11.5 Determinación del contenido de agregado grueso

11.5.1 El contenido de agregado grueso, se determina, lavando una muestra representativa de concreto fresco de no menos de 10 kg, sobre un cedazo COVENIN 4 (4,76 mm) hasta eliminar todo el material más fino que este cedazo; el peso del agregado, retenido se refiere al peso saturado con superficie seca y se calcula con la siguiente fórmula.

$$Ag = (W_a / W_c) 100$$

Donde:

- Ag es el porcentaje de agregado grueso por peso en el concreto;
- Wa es la masa del agregado saturado con superficie seca retenido en el cedazo COVENIN #4 (4,75 mm), en kg;
- Wc es la masa de la muestra de concreto fresco, en kg.

11.6 Determinación del peso unitario del mortero libre de aire

11.6.1 El peso unitario del Mortero Libre de Aire, se calcula con la siguiente fórmula:

$$M = \frac{W_c - W_a}{V - \frac{V \times A}{100} + \frac{W_a}{100}}$$

Donde:

- M es la masa unitaria del mortero libre de aire, en kg/m<sup>3</sup> ;
- Wc es la masa unitaria de la muestra de concreto fresco, en kg;
- Wa es la masa unitaria del agregado saturado con superficie seca retenida en el cedazo COVENIN #4 (4,76 mm), en kg;
- V es el volumen del envase utilizado para determinar el peso unitario, en m<sup>3</sup>;

Estas normas COVENIN explican cómo es la elaboración de los bloques de arcillas se puede notar que tienen una estricta manera de elaboración, en estas normas se pueden apreciar las medidas que deben tener los bloques y la cantidad de material que se necesita para su elaboración, el tiempo de preparación y su clasificación, si se desea cambiar algunas de estas medidas se debe consultar con el comprador antes de la elaboración. Se citan estos artículos de la presente norma ya que guardan relación con el presente proyecto, ya que se tomarán en cuenta las medidas para la elaboración de los bloques ecológicos.

**2.3.4 Norma Venezolana COVENIN 255-1998 Agregados, Determinación de la composición Granulométrica.** Aprobada por FONDONORMA el 12 de Agosto de 1998. La cual contempla el procedimiento para la determinación por cernido de la distribución de los tamaños de las partículas de agregados finos y gruesos.

#### **4. Equipo de ensayo**

##### 4.1 Aparatos

##### 4.1.1 Balanza

Deben tener la siguiente precisión y legibilidad:

4.1.1.1 Para agregados finos: que se pueda leer hasta 0,1 g y con una precisión del 0,1% de la carga de ensayo, cualquiera sea su valor, en cualquier punto dentro del intervalo de uso.

4.1.1.2 Para agregados gruesos, o para mezclas de agregados gruesos y finos, una lectura y aproximación del 0,1% de la carga de ensayo, cualquiera sea su valor, en cualquier punto dentro del intervalo de uso.

##### 4.1.2 Cedazos

Deben estar montados en marcos firmes y contruidos de tal manera que impidan la pérdida de material durante el cernido. Los tamaños se seleccionan de forma tal que suministren la información requerida por las especificaciones para los materiales a ensayar y que cumplan con la Norma Venezolana COVENIN 254.

Nota 1. Los cedazos con aberturas superiores al COVENIN 125 mm (#120) tienen una variación permisible en la abertura media de  $\pm 2\%$  y tienen un diámetro nominal del hilo de alambre de 8,0 mm ó mayor.

#### 4.1.3 Cernidora mecánica

Si se usa, debe impartir un movimiento vertical, o un movimiento lateral y vertical al cedazo, haciendo que las partículas presenten diferentes orientaciones con respecto a la superficie del cedazo. La acción de cernido debe ser aquella que cumpla con el criterio de calidad descrito en el punto 6.4 en un tiempo razonable.

Nota 2. El uso de una cernidora mecánica se recomienda cuando el tamaño de la muestra es de 20 kg ó mayor, y se pueda usar para pequeñas muestras, incluidas las de agregado fino. Un tiempo excesivo (superior a 10 min) de la operación de cernido, puede producir la degradación de la muestra. Una misma cernidora mecánica puede no ser apropiada para todos los tamaños de muestras, dado que la mayor área de cernido necesario para un cernido práctico de agregados gruesos con tamaños nominales puede producir la pérdida de una porción de muestra.

4.1.3 Horno. De tamaño adecuado capaz de mantener una temperatura uniforme de  $(110 + 5) ^\circ\text{C}$ .

### **5. Material a ensayar.**

5.1 Consiste en una muestra de agregado, la cual se mezcla completamente y se reduce a una cantidad apropiada para el ensayo.

5.2 La muestra previamente se humedece para disminuir la segregación y la pérdida de polvo; dicha muestra debe ser representativa del material, para lo cual se emplea un divisor de muestras o el método de cuarteo descrito en la Norma Venezolana COVENIN 270. Se seca la muestra y se obtiene aproximadamente la masa deseada para el ensayo. No se debe intentar seleccionar muestras de una masa exacta prefijada.

Nota 3. Cuando el único propósito del ensayo es el de analizar el cernido, incluyendo la fracción cernida de finos menores de  $75 \mu\text{m}$  (véase Norma Venezolana COVENIN 258) puede reducirse el tamaño de la muestra con el fin de evitar el envío de cantidades excesivas de material extra al laboratorio.

### **5.2.1 Agregado fino**

La muestra de agregado fino se debe pesar, luego de pasar por el proceso de secado, se tomarán aproximadamente las siguientes cantidades:

5.2.1.1 Agregado con un mínimo del 95% del material que pasa el cedazo COVENIN 2,38 mm (#8): 100 g.

5.2.1.2 Agregado con un mínimo del 85% del material que pasa el cedazo COVENIN 4,76 mm (44) y más del 5% retenido en el cedazo COVENIN 2,38 mm (#8): 500 g.

### **5.2.2 Agregado grueso**

La muestra de agregado grueso debe tener después de secada al horno las masas mínimas dadas en la tabla 1.

### **5.2.3 Mezclas de agregados finos y gruesos**

La masa de la muestra de la mezcla de agregados finos y gruesos debe ser separada en dos (2) tamaños y se preparan según los puntos 5.2.1 y 5.2.2.

5.2.4 El tamaño de la muestra requerido para agregados con tamaños máximos nominales grandes es de tal magnitud que excluye todo tipo de ensayos, excepto los llevados a cabo con grandes cernidores mecánicos. Sin embargo, los propósitos de la norma se pueden satisfacer por muestras de agregados con tamaños máximos nominales superiores a 50,80 mm si se usa una masa de muestra baja, sin olvidar que el criterio para la aceptación o rechazo del material está basado en el promedio de los resultados de muchas muestras, de forma tal que el tamaño de muestra usado en las muestras promediadas debe igualar el mínimo de masa de muestras presentado en el punto 5.2.2.

5.2.5 En el caso de que la cantidad de material fino menor que 75  $\mu\text{m}$  (COVENIN #200) se procese según la Norma Venezolana COVENIN 258, se debe realizar de la siguiente forma:

5.2.5.1 Para agregados con tamaños máximos de 12,70 mm o inferiores, se usa la misma cantidad de muestra de la Norma Venezolana COVENIN 258 y las presentadas en esta norma. Primero se ensaya la muestra según la norma antes

mencionada, luego de la operación de secado se cierce en seco la muestra como se indica en el punto 6.

5.2.5.2 Para agregados con tamaños nominales mayores de 12,70 mm, se puede utilizar una única muestra como se describe en 5.2.5.1, o diferentes muestras siguiendo la presente Norma Venezolana y la COVENIN 258.

5.2.5.3 Cuando por las especificaciones, se requiera determinación de la cantidad total de material de finos menores de 75 un por cernido, lavado y vuelto a cernir en seco, se utiliza el procedimiento 5.2.5.1.

**Tabla 5.** Tamaño de Partículas

Tamaño máximo nominal de la partícula (mm)	Masa mínimo de la muestra (Kg)
9.51	1
12.70	2
19.00	5
25.00	10
38.10	15
50.80	20
64.00	35
76.10	60
90.50	100
101.60	150
107.60	200
127.00	300
150.00	500

Fuente: Norma COVENIN 255-77

### 2.3.5 Norma COVENIN 1976-2003 Concreto, evaluación y métodos de ensayo.

#### 5.2 Ensayo

5.2.1 Cuando los ensayos se hacen de forma adecuada, siguiendo estrictamente los correspondientes requisitos, las variaciones debidas a ellos son de una magnitud bastante menor que las debidas a las reales alteraciones de calidad del concreto. Los ensayos mal hechos pueden indicar niveles de calidad y variabilidad del concreto que no existen.

5.2.2 Para un control adecuado, es por lo tanto necesaria la ejecución apropiada de los ensayos, poniendo especial cuidado en las principales causas de su variación, las cuales se señalan en la Tabla 2.

5.3 Aspectos no controlados Los ensayos reflejan la calidad que tiene el material en el momento en que se toma la muestra; para los ensayos en general y en especial para los de resistencia, las muestras se toman antes de ser colocado el concreto en los encofrados y por lo tanto la parte de la calidad del material y las variaciones que dependen de las causas señaladas en la parte c) de la Tabla 1 no quedan reflejadas en los ensayos, las alteraciones.

#### **5.4 Relación agua / cemento**

5.4.1 Hasta el momento de la toma de la muestra, la calidad del concreto pudo haber sido alterada por cualquiera de las causas que se indican en las partes a) y b) de la Tabla 1.

5.4.2 Estas causas pueden ser referidas ó bien a las alteraciones de la relación agua / cemento, como se hace en la parte a) de la Tabla 1 ó bien a la segregación como se hace en la parte b) de dicha Tabla.

5.4.3 La relación agua / cemento condiciona la resistencia del cemento, por lo cual esta relación es uno de los parámetros fundamentales para el control de su calidad, cuanto más estable se logra mantener, menores variaciones presenta el material y cuanto más baja es, más altas serán las resistencias.

- Toma inadecuada de la muestra que haga que se obtenga como tal una parte segregada de la mezcla que no corresponda a la calidad real del producto.
- Remezclado inadecuado de la muestra y toma para la confección de las probetas de ensayo por parte no homogéneas de esa muestra segregada por la propia operación de muestreo.
- Moldes de calidad deficiente; desgastados, deformados o hechos de materiales no apropiados o que pierdan por las juntas agua o pasta.
- Técnicas inadecuadas de llenado y compactación de los moldes en las que no se cumplen estrictamente los requisitos normativos, incluidas las características de la barra compactadora.
- Alteración del material de las probetas por inadecuado traslado prematuro de las mismas que pueden sufrir golpeteo o vibración por el transporte.
- Conservación de las probetas antes de ser desmoldadas, en ambientes de temperaturas extremas, alejadas de las exigidas por las normas. Si los moldes están tapados las temperaturas altas producen un aceleramiento del desarrollo de resistencias y si por el contrario están destapados se produce una desecación que da resistencias iniciales altas (24 horas) pero que disminuye la calidad del concreto a la edad normativa de 28 días.
- Conservación de las probetas en algunos lapsos de tiempo entre el desmoldado y el ensayo en ambientes apropiados, principalmente en cuanto a temperatura; como sucede cuando hay retardos en el transporte de las probetas al laboratorio o cuando el ambiente de curado en este lugar no es apropiado.
- Desecación excesiva de las probetas por escalas del ambiente húmedo de conservación mucho tiempo antes del ensayo, o por mantenerlas durante este lapso en un ambiente desecante.
- Capas de refrentado excesivamente gruesas y/o mal colocadas.
- Mala ejecución del ensayo en sí mismo por mal centrado de la probeta en la prensa de ensayo, aplicación de la carga a velocidad inconveniente, a golpes de carga por mal manejo de las prensas manuales o deficiencia de las mismas.
- Prensas mal calibradas que pueden marcar cargas diferentes de las que están aplicando en realidad.

**Figura 4** Principales fuentes de variación de los ensayos

**Fuente:** Norma COVENIN 1976-2003

### **2.3.6 Norma COVENIN 1125-77 Suelos, Método de ensayos para la Determinación del Limite Liquido y Limite Plástico.**

3.1 Limite Liquido (WL) Es el contenido de humedad correspondiente a un límite convencional entre los estados de consistencia líquida y plástica.

3.2 Limite Plástico (Wp) Es el contenido de humedad de un suelo correspondiente a un límite convencional entre los estados de consistencia plástico y sólido.

### **5. Determinación del Límite Líquido**

Consiste en una muestra representativa del suelo preparada según la Norma COVENIN 1303 cuyo peso sea de 100 a 150g

### **6. Método Alternativo**

6.2.2.2 Se informa como límite líquido el promedio de las dos determinaciones, si la diferencia entre ellas es menor que el 3% del límite líquido. En caso contrario se repite el ensayo.

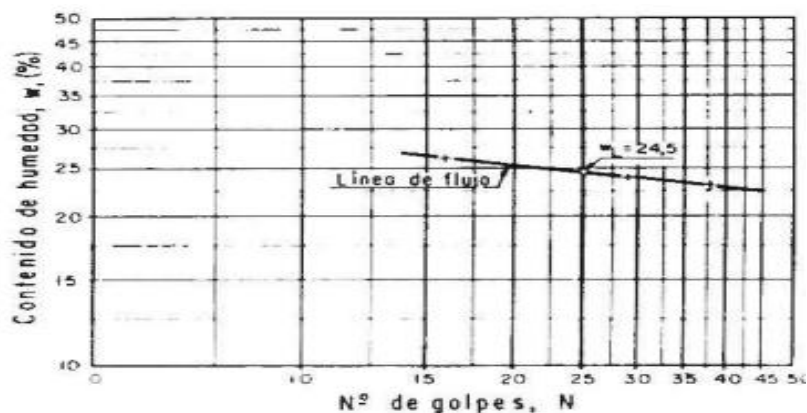
### **7. Determinación del Límite Plástico**

7.1.1 Se toma de la muestra de ensayo una porción de 5 a 10 g, la cual se separa a conveniencia del operador en varias porciones.

7.2 Expresión de los Resultados: Se calcula el contenido de humedad según la Norma COVENIN 3:7-003, de ambas muestras y se reporta como límite plástico su valor promedio si la diferencia entre ambos es menor que el 2%. En caso contrario se repite el ensayo.

### **8. Determinación de los Índices Derivados**

8.1 Índice de Plasticidad La Expresión de los resultados se calcula el índice de plasticidad como la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico (ver figura 5)



**Figura 5** Determinación Gráfica del Límite líquido

Fuente: Norma COVENIN 1125-1977

**2.3.7 Norma COVENIN 268:1998 Agregado Fino-Determinación de la densidad y la Absorción** Contempla el método de ensayo para determinar la densidad aparente, la densidad aparente con muestra saturada y de superficie seca, densidad nominal y la absorción

8.1 El material a ensayar, consiste en una muestra de agregado fino con un peso de aproximadamente 1.000g tomados por medio de un divisor o por el método de cuarteo de acuerdo a la norma COVENIN 270.

**2.3.8 Norma COVENIN 273-98 Concreto, Mortero y componentes, terminología**

### 3.30 Módulo de Finura

Será la suma de los porcentajes retenidos acumulados (porcentajes más gruesos) de una muestra de agregados, dividida entre 100. Los Cedazos, que se utilizarán para determinar el módulo de finura en los agregados son los COVENIN;  $149\mu m$  (#100);  $297\mu m$  (#50);  $595\mu m$  (#30); 1,19mm (#16); 2,38 mm (#8); 4,76 mm (#4); 9,51 mm ((3/8)"); 19,00 mm ((3/4)"); 38,10 mm (1 1/2"); y los cedazos siguientes cuya abertura este en relación 2 a 1.

Nota 4. El módulo de finura es un número que indica el cedazo teórico a través del cual pasa el 50% del material. Materiales de granulometría diferentes pueden tener

el mismo módulo de finura. Dicho módulo sirve para detectar los cambios granulométricos dentro de un mismo material.

**2.3.9 Norma COVENIN 270-1998 Agregados, extracción de muestras para morteros y concretos.**

**4.3 Formación de la Muestra para Laboratorio:** La muestra para el laboratorio se obtiene por cuarteo, de la siguiente forma:

4.3.1 Se forma un montón, con la muestra representativa y se extiende con una pala hasta darle base circular y espesor uniforme; se divide esta diametralmente en (4) partes aproximadamente iguales, se toman (2) partes opuestas, se mezclan y se recomienza la operación con este material. Esta operación se repite hasta que la cantidad de muestras quede reducida a la que se requiere en cada caso.

**2.3.10 Norma COVENIN 1375-79 Método de Ensayo para determinar por secado, el contenido de humedad total y superficial en el agregado**

4.2 Para agregados de densidad normal se toman cantidades que pesen no menos de lo indicado en la Tabla 6

**Tabla 6.** Tamaño de la Muestra para Agregados de Densidad Normal

Tamaño Nominal máximo (Cedazo de abertura cuadrada)		Peso de la Muestra mínima
	Pulg	Kg
6,35	¼ (arena)	0,5
9,51	3/8	1,5
12,70	½	2
19,0	¾	3
25,4	1	4
38,1	1 ½	6
50,8	2	8
64,0	2 ½	10
76,2	3	13
90	3 ½	16
101,6	4	25
152,4	6	50

Fuente: Norma COVENIN 1375-79

5.1 Se pesa la muestra con una aproximación de 0,1% del peso de la misma, evitando en lo posible la pérdida de humedad

### **2.3.11 Norma COVENIN 42-1982 Bloques huecos de concreto.**

Contempla el ensayo de Compresión por medio de una maquina con suficiente capacidad para producir las probetas. La norma COVENIN 42-82 referente a “bloques huecos de concreto” se destaca las características geométricas y de resistencia de los bloques de concreto, los cuales están especificados en el capítulo 5 “clasificación”, estos serán sometidos a ensayos de compresión con ciertos valores mínimos establecidos en dicha norma en el capítulo 6 “Requisitos”. Para garantizar el cumplimiento de lo establecido en los capítulos 5 y 6, es de fundamental importancia la existencia de una mezcla de concreto adecuada y determinación de la resistencia a compresión de morteros a través de los cuales se determinará la resistencia de la mezcla, para la posterior elaboración de los bloques y sus correspondientes ensayos.

### **2.3.12 Norma Venezolana COVENIN 338-2002 (Segunda Revisión) 2002. Concreto, Método para la Elaboración, Curado y Ensayo a Compresión de Cilindros de Concreto.**

3. Utilizada en los ensayos de compresión, siempre que su capacidad sea suficiente para producir la rotura de la probeta y se pueda regular la velocidad de carga, de modo que se alcance la velocidad requerida para el ensayo. Debe estar provista de dos platos de acero cuya dureza Rockwell C no sea inferior a 60 (HRC). Uno de estos platos, preferiblemente el que se apoya sobre la base superior de la probeta debe ir montado sobre una rótula esférica. Las superficies de los platos cuando éstos estén nuevos, no deben presentar desigualdades superiores a 0,025 mm sin que dichas desigualdades puedan exceder después, una vez usada la máquina, de 0,06 mm. El centro de la superficie esférica de la rótula, debe coincidir con el del plato correspondiente y tendrá su articulación proyectada de tal forma, que permita a éste girar ligeramente e inclinarse ángulos pequeños en cualquier dirección. El diámetro mínimo del plato debe ser 15% mayor que el diámetro del cilindro.

5.3.1.1 Las caras de compresión deben ser rematadas de tal forma que se logre el paralelismo entre las caras del cilindro. Las superficies de compresión deben ser visiblemente planas, sin grumos, ralladuras o defectos visibles.

5.3.1.2 Para el momento del ensayo el remate debe tener una resistencia superior a la del concreto que se va a ensayar, (véase nota ó); pudiéndose emplear cualquier material capaz de proporcionar en el momento del ensayo, la resistencia y la adherencia necesaria. El espesor de la capa de remate debe estar entre 2 y 3% de la dimensión lateral (cara de la probeta).

### **2.3.13 Norma venezolana COVENIN 345-1980. Método para la Extracción y Ensayo de Probetas Cilíndricas y Viguetas de Concreto Endurecido.**

4.1 Las muestras de concreto endurecido usadas para la preparación de probetas de ensayo de resistencia no deben ser tomadas hasta que el concreto haya endurecido lo suficiente para permitir la extracción de la muestra sin perturbar la adherencia entre el mortero y el agregado grueso.

El concreto debe tener una edad de por lo menos 14 días antes de extraer las probetas. No se deben usar muestras que presenten defectos o que hayan sido dañadas en el proceso de extracción. No deben usarse probetas que contienen refuerzos embutidos, para determinar la resistencia a la tracción indirecta y la resistencia a la flexión si el refuerzo está embutido en la parte de la probeta sometida a tracción.

5.1.1 Mediciones antes del ensayo. Se debe medir la longitud de las probetas rematadas con aproximación de 1,0 mm. Se determina su diámetro medio, promediando dos diámetros aproximadamente perpendiculares entre sí y a la mitad de altura de la probeta. Se miden los diámetros de las probetas con aproximación de 1.0 mm.

5.1.2 Ensayo. Se realiza de acuerdo con lo especificado en la Norma COVENIN 338.

5.1.3 Cálculos. Se determina la resistencia a la compresión de cada probeta usando la sección transversal calculada en base al diámetro promedio de la probeta. Si la relación entre la longitud y el diámetro de la probeta es apreciablemente menor que

dos, se toma en cuenta la relación de longitud a diámetro, multiplicando la resistencia a la compresión por el factor de corrección correspondiente.

#### **2.4 Definición de Términos**

**Construcción:** Todo aquello que exige, antes de hacerse, disponer de un proyecto y una planificación predeterminedada. También se denomina construcción a una obra ya construida o edificada, además a la edificación o infraestructura en proceso de realización, e incluso a toda la zona adyacente usada en la ejecución de la misma.

**Contaminación:** Es la introducción de sustancias u otros elementos físicos en un medio, que provocan que este sea inseguro o no apto para su uso. El medio ambiente puede ser un ecosistema, un medio físico o un ser vivo. El contaminante puede ser una sustancia química o energía.

**Diseño:** se define como el proceso previo de configuración mental en la búsqueda de una solución en cualquier campo. Utilizado habitualmente en el contexto de la industria, ingeniería, arquitectura, comunicación y otras disciplinas creativas.

**Ecología:** Estudia las interacciones entre los organismos y su ambiente afectan a propiedades como la distribución o la abundancia. En el ambiente se incluyen las propiedades físicas y químicas que pueden ser descritas como la suma de factores abióticos locales, como el clima y la geología, y los demás organismos que comparten ese hábitat. Los ecosistemas están compuestos de partes que interactúan dinámicamente entre ellos junto con los organismos, las comunidades que integran, y también los componentes no vivos de su entorno.

**Empresas:** Organización o institución dedicada a actividades o persecución de fines económicos o comerciales para satisfacer las necesidades de bienes o servicios de la sociedad.

**Gestión:** Asumir y llevar a cabo las responsabilidades sobre un proceso, esto puede ser empresarial o personal, lo que incluye: La preocupación por la disposición de los recursos y estructuras necesarias para que tenga lugar.

**Granulometría:** Es el estudio de la distribución estadística de los tamaños de una colección de elementos de un material sólido fraccionado o de un líquido

multifásico. El análisis granulométrico es el conjunto de operaciones cuyo fin es determinar la distribución del tamaño de los elementos que componen una muestra.

**Infraestructuras:** Conjunto de medios técnicos, servicios e instalaciones necesarios para el desarrollo de una actividad o para que un lugar pueda ser utilizado.

**Material de construcción:** es una materia prima o con más frecuencia un producto manufacturado, empleado en la construcción de edificios u obras de ingeniería civil Control de los recursos (humanos, financieros, materiales, tecnológicos del conocimiento).

**Ladrillo:** Es una pieza de construcción, generalmente cerámica y con forma ortoédrica, cuyas dimensiones permiten que se pueda colocar con una sola mano por parte de un operario. Se emplea en albañilería para la ejecución de fábricas en general. Son utilizados en construcción en cerramientos, fachadas y particiones. Se utiliza principalmente para construir Paredes, muros o tabiques. Aunque se pueden colocar *a hueso*, lo habitual es que se reciban con mortero. La disposición de los ladrillos en el muro se conoce como aparejo, existiendo gran variedad de ellos.

**Obras Civiles:** Estas consisten en la cosa hecha o producida por el hombre, el cual se utiliza para nombrar el proceso de construcción de un edificio o de una infraestructura en general.

**Reciclaje:** El reciclaje es un proceso cuyo objetivo es convertir residuos en nuevos productos o en materia prima para su posterior utilización.

## **CAPÍTULO III**

### **MARCO METODOLÓGICO**

Balestrini (2006) define el marco metodológico como: La instancia referida a los métodos, las diversas reglas, registros, técnicas y protocolos con los cuales una teoría y su método calculan las magnitudes de lo real. De allí que se deberán plantear el conjunto de operaciones técnicas que se incorporan en el despliegue de la investigación en el proceso de la obtención de los datos. El fin esencial del marco metodológico es el de situar en el lenguaje de investigación los métodos e instrumentos que se emplearan en el trabajo planteado, desde la ubicación acerca del tipo de estudio y el diseño de investigación, su universo o población, su muestra, los instrumentos y técnicas de recolección de datos, la medición, hasta la codificación, análisis y presentación de los datos. De esta manera se proporcionará al lector una información detallada sobre cómo se realizará la investigación. (pp. 114)

En el marco metodológico de la presente investigación, se especifica el procedimiento de cómo se solucionará el problema propuesto; de principio a fin. De esta forma se describe la metodología, el procedimiento y los tipos de muestras empleados para recaudar y disponer los datos indispensables para la culminación del trabajo de grado.

#### **3.1. Tipo de Investigación**

Desde el punto de vista del tipo de investigación, la misma se rige bajo los parámetros de un proyecto factible, debido a que permite la elaboración de una propuesta o de una solución posible, cuyo fin es poder satisfacer una necesidad o solucionar un problema siguiendo una serie de pasos metodológicos,

Según la definición del Manual UPEL (2010) El Proyecto Factible consiste en la investigación, elaboración y desarrollo de un modelo operativo viable para solucionar una problemática, requerimientos o necesidades de organizaciones o grupos

sociales; puede referirse a la formulación de políticas, programas, tecnologías, métodos o procesos.

En este caso la propuesta es el diseño de mezcla para la elaboración de Bloques tipo Ecoblock, ubicado en la Empresa Ecoblock C.A Valencia Estado Carabobo, respondiendo a la necesidad de tener construcciones ecológicas, siendo de esta manera de menor perjuicio para la naturaleza.

### **3.2 Diseño de la Investigación**

Este trabajo es catalogado como no experimental, atendiendo a lo planteado por Hernández, Sampieri y et al (2006), quienes sustentan que “las investigaciones diseñadas bajo esta premisa, se observan los fenómenos tales como se dan en su contexto natural para luego analizarlos; sin la toma de control de las variables que intervienen en el proceso, por parte del investigador”.

Es definido por Arias (2006) como “la estrategia que adopta el investigador para responder el problema planteado”.

Además, está enmarcado dentro de una investigación de tipo documental, apoyada en una investigación de campo, aportando una profundización del conocimiento de su naturaleza mediante el estudio de problemas y situaciones intrínsecas del problema en cuestión, con información parcialmente obtenida por trabajos de investigación anteriores y el marco normativo legal relacionado.

Con la finalidad de la manejar totalidad de los conceptos en esta etapa del marco metodológico La investigación documental según Arias (2006), “es un proceso basado en la búsqueda, recuperación, análisis, crítica e interpretación de datos secundarios, es decir, los obtenidos y registrados por otros investigadores en fuentes documentales: impresas, audiovisuales o electrónicas. Como en toda investigación, el propósito de este diseño es el aporte de nuevos conocimientos” (p.27).

De acuerdo a los autores Palella Santa y Martins Feliberto (2010) Indican que: La Investigación de campo consiste en la recolección de datos directamente de la realidad donde ocurren los hechos, sin manipular o controlar las variables. Estudia los fenómenos sociales en su ambiente natural. El investigador no manipula variables

debido a que esto hace perder el ambiente de naturalidad en el cual se manifiesta.  
(pag.88)

El presente estudio tiene un diseño de investigación de campo, pues resulta del análisis e interpretación de la naturaleza actual de un fenómeno o suceso al igual que de la composición o procesos dentro de los mismos, para lo cual es necesario describir todos los elementos que la caracterizan.

### **3.3 Nivel de Investigación**

El presente trabajo se enmarca dentro de una metodología de investigación de tipo descriptiva, Arias (2006) afirma que “La investigación descriptiva consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento”.

Conociendo el nivel de investigación bajo el cual se rige este trabajo, es importante destacar que se analizarán las características de los Bloques, en la empresa Ecoblock. C.A Valencia Estado Carabobo, con la finalidad de seleccionar los materiales constructivos más adecuados para la elaboración de la ingeniería de detalle de la estructura en cuestión.

### **3.4 Población y Muestra**

- **Población**

Según Arias (2006) se entiende por población “Un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para los cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación. Esta queda delimitada por el problema y por los objetivos del estudio.” (p. 81). El mismo autor agrega que la población finita es la “Agrupación en la que se conoce la cantidad de unidades que la integran.” (p. 82). Por lo que, además, puede colocarse la población de la presente investigación dentro del concepto de una población finita. Partiendo de estos conceptos, la población está conformada por todos los ladrillos ecológicos ya que será necesario analizar sus características para validar el trabajo de campo.

- **Muestra**

Arias (2014). La muestra es un "subconjunto representativo de un universo o población. La muestra, "es una parte del todo que llamamos universo y que sirve para representarlo". (Sabino, 2014, p.99). Según Battaglia (2008). "En las muestras no probabilísticas, la elección de los elementos no depende de la probabilidad, sino de causas relacionadas con las características de la investigación o los propósitos del investigador". Cabe destacar que salvo en situaciones muy concretas, en la que los errores cometidos no son grandes, debido a la homogeneidad de la población, en general no es un tipo de muestreo riguroso y científico, dado que no todos los elementos de la población pueden formar parte de la muestra. En este tipo, el procedimiento no es mecánico, no se basa en formulas de probabilidad, sino que depende del proceso de toma de decisiones de un investigador o de un grupo de investigadores, Arias (2014), define la muestra no probabilística e intencional como la selección de los elementos con base en criterios o juicios del investigador".

Para esta investigación fueron valorados los ladrillos tipo Ecoblock como muestra de tipo no probabilística e intencional.

### **3.5 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos**

Según Tamayo y Tamayo (2012), "la recolección de los datos depende en gran parte del tipo de investigación y del problema planteado para la misma". (p.98). Adicionalmente, debe distinguirse el concepto de técnicas de recolección de datos de los instrumentos de recolección de datos.

#### **3.5.1 Técnicas de Recolección de Datos**

Las técnicas de recolección de datos son definidas por Arias (2006 p. 146) como las distintas formas o maneras de obtener información como se mencionó, el mismo autor señala que los instrumentos son medios materiales que se emplean para recoger y almacenar datos.

Para lograr los objetivos de la investigación se debe elegir la técnica y el instrumento de recolección de datos. Conscientes de esto, para efecto de esta investigación, las técnicas de recolección de datos utilizadas serán: La Observación directa, Observación Participante, Revisión documental, y Revisión Bibliográfica.

- **Observación Participante**

Según Kawulich (2005) “Es el proceso que faculta a los investigadores a aprender acerca de las actividades de las personas en estudio en el escenario natural a través de la observación y participando en sus actividades”.

- **Revisión Documental**

Según Hurtado (2008, p 427) La Revisión Documental Es una técnica en la cual se recurre a información escrita, ya sea bajo la toma de datos que pueden haber sido producto de mediciones hechas por otros o como texto que en si mismo constituyen los eventos de estudio.

Para esta investigación se aplicó la técnica de revisión documental, consultando textos asociados a la información, con el fin de obtener una base de conocimiento.

- **Revisión bibliográfica**

Según GEOCITIES (2005) es un conjunto de técnicas, y estrategias que se emplean para localizar, identificar y acceder a documentos que sirvan para obtener información para la investigación.

- **Observación Directa**

Según Ortiz (2004, p.75) Es un instrumento de la técnica de observación; su estructura corresponde con la sistematicidad de los aspectos que se prevé registrar a cerca del objeto. Este instrumento permite registrar los datos con un orden cronológico, práctico y concreto para derivar de ellos el análisis de una situación o problema determinado.

Para Rojas (2002, p.61) Una guía de observación es un conjunto de preguntas elaboradas con base en ciertos objetivos e hipótesis y formadas correctamente a fin de orientar nuestra observación.(ver tabla 7)

**Tabla 7.** Técnica – Instrumento.

TÉCNICA	INSTRUMENTOS
Revisión Bibliográfica	Investigaciones Anteriores Fuentes Electrónicas

	Textos Normativos
Observación Directa	Guía de Observación Directa

Fuente: Arellano y Lomeli (2021)

En este mismo orden de ideas, Sampieri (1997), la Observación Directa Es una técnica de recolección de información muy importante y “consiste en el registro sistemático, válido y confiable de comportamientos o conducta. Puede utilizarse como instrumento de medición en muy diversas circunstancias”

### **3.5.2 Instrumentos de Recolección de Datos**

Para Hurtado (2008, p. 153), representa la herramienta con la cual se va a recoger, filtrar y codificar la información, es decir el con qué. Los instrumentos pueden estar ya elaborados e incluso normalizados.

#### **3.5.2.1 Registro Fotográfico**

Según Wright (2005, p.90) presenta la definición de documental fotográfico como un modo de observación que busca crear evidencias de un hecho mediante un documento, que a su vez actúa como canal en el sentido más realista posible, buscando que la cámara permanezca discreta permitiendo de esta manera que el espectador disfrute de lo que observa sin sentir algún tipo de mediación. Por tal razón, considerando lo antes expuesto se cree conveniente utilizar este instrumento para recolectar datos que le permitan a los investigadores entretener, informar o documentar el proceso de investigación.

### **3.6 Técnicas de Análisis de Datos**

Con respecto al procesamiento de los datos, los cuales son de gran importancia para la integración, pues le indica al investigador que hacer una vez que se haya copiado toda la información. Según Tamayo y Tamayo (2012) se define la técnica de análisis de datos como "todos los datos que tienen su significado únicamente en función de la interpretación que les da el investigador" (p. 181), Es decir que la técnica de análisis de datos es aquella que se ejecuta después que el investigador haya recopilado, procesado y organizado los datos para luego interpretar los resultados obtenidos

En este orden de ideas, se utilizara la matriz DOFA, este acrónimo alude a las Debilidades, Oportunidades, Fortalezas y Amenazas de una investigación.

Según García (2009): “Es un instrumento metodológico que sirve para identificar acciones viables mediante el cruce de variables, en el supuesto de que las acciones estratégicas deben ser ante todo acciones posibles y que la factibilidad se debe encontrar en la realidad misma del sistema. En otras palabras, por ejemplo la posibilidad de superar una debilidad que impide el logro del propósito, solo se la dará la existencia de fortalezas y oportunidades que lo permitan”

Para la construcción de la matriz se debe tratar de identificar los aspectos relevantes como la estructura organizacional, las finanzas, políticas de estado, lineamientos empresariales, factores ambientales, logística, mercadotecnia inventarios, investigación, relaciones comunitarias, gremios relacionados, etc. Las oportunidades o problemas no pueden ser creados, se deben prever con anterioridad y estar preparado para ello.

En este sentido, para la fase de diseño se debe construir una matriz de acciones y estrategias que se relacionan con cada una de las celdas de la matriz DOFA, las mismas se deben agrupar de la siguiente manera:

- ✓ **Estrategias y Acciones DO:** En este grupo de acciones se deben reunir los planes conducentes a cada una de las debilidades que se consideraron como oportunidades de mejoramiento del grupo de trabajo o que representan ajustes positivos para el proyecto.
- ✓ **Estrategias y Acciones DA:** En este grupo de acciones se deben reunir los planes conducentes a cada una de las debilidades que se consideraron como amenazas para el proyecto. Estas acciones deben ser muy precisas y lo suficientemente analizadas, ya que representan debilidades del grupo de trabajo que ponen en riesgo directo el éxito del proyecto. El nivel de prioridad de estas acciones se debe considerar como muy alto.
- ✓ **Estrategias y Acciones FO:** En este grupo de acciones se deben reunir los planes conducentes a cada una de las fortalezas internas o externas que fueron

consideradas como oportunidades que tienen el grupo de trabajo para potencializar y asegurar el éxito del proyecto. Es así, que se deben presentar acciones que permitan aprovechar al máximo estas fortalezas que favorecen en la ejecución del proyecto.

- ✓ **Estrategias y Acciones FA:** En este grupo de acciones se deben reunir los planes conducentes a cada una de las fortalezas generalmente externas, que de una u otra manera ponen en riesgo permanente el éxito del proyecto durante toda su implementación. Estas acciones también son de prioridad muy alta, por lo tanto deben existir planes detallados y muy estudiados que contengan o minimicen los efectos negativos que amenazan el proyecto.

### **3.7 Fases Metodológicas**

Para alcanzar el objetivo principal de la investigación planteada, el cual es Proponer el diseño de mezcla utilizado en la fabricación de Bloques tipo ECOBLOCK, para su implementación en sistemas de producción alternativos, aplicados en la construcción de edificaciones; la cual será proyectada, se deben tomar en cuenta 3 aspectos importantes para llevar a cabo la metodología, que a su vez definen cada fase de la misma y serán descritas a continuación:

#### **Fase I: Diagnostico de las condiciones actuales en la fabricación de Bloques tipo ECOBLOCK**

Sustentándose en lo encontrado en archivos y documentos impresos y online, en esta fase se pretende establecer las condiciones actuales de la fabricación del ECOBLOCK, Además, que en esta etapa de la investigación se logra alcanzar el primer objetivo específico ya anteriormente mencionado

#### **Fase II: 2. Determinación de las diferentes relaciones de materiales y mezclas para la elaboración de los prototipos de bloques ecológicos**

Para efectos de la investigación se necesita conocer el comportamiento de la mezcla al realizar ensayos físicos y mecánicos que estos a su vez arrojarán resultados que van a permitir saber cuál será la muestra más favorable.

**Fase III: Diseño de la mezcla para la fabricación de bloques tipo ECOBLOCK para edificaciones.**

Para concluir de manera exitosa la investigación se realizará una hoja técnica con las características del diseño de mezcla más adecuado para la elaboración de bloques de tipo ECOBLOCK de acuerdo a los resultados de esta investigación.

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS**

En el presente capítulo, se desarrolló detalladamente los objetivos específicos planteados, iniciando por el diagnóstico de las condiciones actuales en la fabricación de Bloques tipo ECOBLOCK, donde se detalló cada uno de los aspectos a considerar para el desarrollo del mismo, seguido de una clasificación de las diferentes relaciones de materiales y mezclas, conociendo de esta forma el comportamiento por medio de ensayos físicos y mecánicos, en el que se determinó la más favorable entre todas las muestras. Por último, se planteó y desarrolló el diseño de mezclas propuestas, junto a la elaboración de la hoja técnica con las características adecuadas en un tiempo y espacio determinado.

#### **4.1 Diagnóstico de las condiciones actuales en la fabricación de Bloques tipo ECOBLOCK**

##### **4.1.1 Matriz DOFA**

<b>Fortalezas</b>	<b>Debilidades</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Reducción de las emisiones de carbono a la atmósfera.</li><li>• Grandes aislantes del Frío y del Calor.</li><li>• El período de construcción es menor.</li><li>• Se promueve la protección del ecosistema.</li><li>• Poseen igual resistencia que los ladrillos tradicionales.</li><li>• Ahorra Energía</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Sistema de construcción por falta de conocimiento del producto.</li><li>• Limitaciones de traslado.</li><li>• Peso</li></ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Son manejables en construcción</li> <li>• Menor desgaste</li> </ul>	
Oportunidades	Amenazas
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menos contaminación.</li> <li>• Entrada en el mercado de la construcción para empresas ambientales sostenibles.</li> <li>• Convenios con empresas externas.</li> <li>• Pocos competidores de ladrillos ecológicos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Demanda en el mercado</li> <li>• Presencia de otras ladrilleras grandes que puedan tener a la venta este producto.</li> <li>• Alto costo de inversión para la Máquina de moldeo de ladrillo</li> </ul>

**Figura 6** Matriz FODA

Fuente: Arellano y Lomeli (2021)

#### 4.1.2 Matriz estratégica

Estrategia FO	Estrategia FA
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinar medios de publicidad para dar a conocer el producto a comercializar, detallando la garantía en el producto y la disponibilidad de precios accesibles.</li> <li>• Impulsar la productividad en el mercado para la utilización de los Ladrillos Ecológicos y cumplir con las necesidades de los clientes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cotizar materia prima y materiales que servirán para la elaboración del producto para ofrecer calidad en los mismos.</li> <li>• Diseñar un plan que permita que la venta de ladrillos aumente teniendo los mejores precios en el mercado.</li> </ul>

Estrategia DO	Estrategia DA
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Economizar tecnología de punta para ofrecer un producto satisfactorio que contribuya al cambio de la matriz productiva y generar rentabilidad en el negocio.</li> <li>• Regular dentro de la empresa una serie de políticas para el ahorro energético y del recursos hídricos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inversión inicial óptima para que permita competir con los productos sustitutos presentes en el mercado.</li> <li>• Elaboración de un plan de marketing que permita informar al mercado sobre las características del producto e incentivar las ventas de los ECOBLOCK</li> </ul>

**Figura 7** Matriz Estrategia

Fuente: Arellano y Lomeli (2021)

#### **4.2 Determinación de las diferentes relaciones de materiales y mezclas para la elaboración de los prototipos de bloques ecológicos**

Para este se procedió a la elaboración de las prácticas experimentales para los ensayos físicos en los Laboratorios de Mecánica de los Suelos en la Universidad José Antonio Páez Municipio San Diego. Seguido a lo indicado por la Norma **AASHTO T86-70 ASTM D420-69**, para la recolección de muestras de suelos en el terreno, indica la Toma de muestras para evaluar su contenido de humedad por cada metro de perforación y donde se produzcan cambios visuales en el estrato de suelo.

Se procedió a organizar y describir los datos por medio de un análisis cuantitativo, dicha información se analizó mediante los ensayos realizados, la cual permitió presentar los datos en cuadros y gráficos estadísticos que contienen de manera resumida los datos registrados y los resultados obtenidos. Luego, se realizó el análisis

cualitativo, en donde se realizó una interpretación escrita de los resultados cuantitativos presentados.

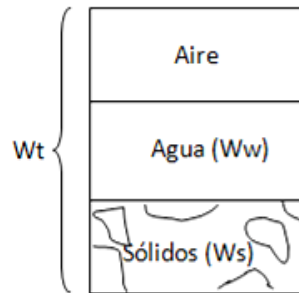
Así mismo, las muestras se obtuvieron de estratos de suelo, una de ellas denominada Tipo B, tomada de una Zona Urbana en el Municipio San Diego, Estado Carabobo, a la altura de la Vía de servicio sentido Norte de la Autopista Regional del Centro, con las coordenadas 10°11'1.3" N 67°58'46.5" W, cercano al Híper Market Ebenezer Valencia. Dicha muestra se tomo por debajo de la capa vegetal donde se empezó a observar material rojizo, el cual a simple vista se podía determinar que contenía arcilla. De igual forma se tomo una segunda y tercera muestra, ambas de la misma zona urbana en el Municipio Tocuyito Estado Carabobo, cercana a la empresa ECOBLOCK, C.A, ubicada por el sector las Guacamayas con las coordenadas 10°09'42" N 68°01'46" W , en la que se trabajo con una muestra Tipo A1 y A2.

#### **4.2.1 Determinación del Contenido de Humedad**

La determinación de contenido de humedad es un ensayo rutinario de laboratorio para determinar la cantidad de agua presente en una cantidad dada de suelo por cada metro de perforación en términos de su peso en seco. Para la determinación de este, se procedió a tomar muestras representativas, tomando en cuenta una cantidad mínima estipulada de acuerdo a las **Normas COVENIN 1375-1979, 255-1998 y ASTM 02216-71 (Normas ASTM parte 19)**.

Para calcular el contenido de humedad se realizaron dos actividades, en los cuales solo se requirió de una Bandeja, Balanza y un Horno, primeramente el día 18 de Noviembre del 2021, en la que se procedió a colocar muestras de suelo húmedo en las bandejas, tomadas de los estratos de suelos antes mencionados, para luego ser metidas al horno y luego pesar. La segunda actividad fue realizada el 26 de Noviembre del 2021, en la que se procedió a pesar las muestras secas contenidas en el horno para así determinar su humedad. Dichos datos obtenidos se describen a continuación

##### **4.2.1.1 Contenido de Humedad Muestra A1 Patrón**



La primera muestra tiene un peso inicial de 3602,7g sin descartar el peso de su bandeja, la cual se dejó secar en el horno a 110°C durante 24 horas hasta obtener un peso constante para obtener el cálculo del porcentaje de humedad. La muestra seca dio un peso seco de 3569,6g sin descartar el peso de su bandeja. Se procedió a determinar el porcentaje de humedad de la muestra.

- Donde  $W_s$ = Peso seco (g)  
 $W_w$ = Peso del Agua (g)  
 $W_t$ =Peso Total (g)

**Tabla 8** Valores del Ensayo de Contenido de Humedad Muestra A1 Patrón

<b>ENSAYO MUESTRA A1 PATRÓN</b>	
Peso Bandeja	847,96 g
Peso Muestra Húmeda + Peso Bandeja	3602,7 g
Peso Muestra Húmeda	2754,74 g
Peso Muestra Seca + Peso Bandeja	3569,6 g
Peso Muestra Seca ( $W_s$ )	2721,64 g
Peso de Agua en la Muestra ( $W_w$ )	33,1 g
Contenido de Humedad%	1,22%

**Fuente:** Arellano y Lomeli (2021)

**Peso Húmedo:** 3602,7 g – Peso de la Bandeja (847,96 g) = 2754,74 g

**Peso Seco** : 3569,6 g – Peso de la Bandeja (847,96 g) = 2721,64g

$$W = \frac{W_w}{W_s} \times 100$$

$$W_w = W_t - W_s = 2754,74 \text{ g} - 2721,64 \text{ g} = 33,1 \text{ g}$$

$$W = \frac{33,1 \text{ g}}{2721,64 \text{ g}} \times 100 = 1,22\%$$

Se puede Determinar que existe un porcentaje de humedad relativamente bajo de 1,22% lo que equivale a un 33,1 g de la muestra.

#### 4.2.1.2 Contenido de Humedad Muestra A2 Tocuyito

Tomada de igual forma del mismo estrato de suelo del municipio Tocuyito, la cual tiene un peso inicial de 4470,3 g sin descartar el peso de su bandeja, la cual se dejó secar en el horno a 110°C durante 24 horas. La muestra seca dio un peso seco de 4335,5 g de igual forma sin descartar el peso de su bandeja. Se procede a realizar el cálculo respectivo para así de esta forma determinar el Peso del agua y su porcentaje de humedad de la muestra.

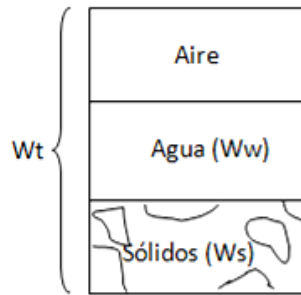
**Tabla 9** Valores del Ensayo de Contenido de Humedad Muestra A2 Tocuyito

<b>ENSAYO MUESTRA A2 TOCUYITO</b>	
Peso Bandeja	847,96 g
Peso Muestra Húmeda + Peso Bandeja	4470,3 g
Peso Muestra Húmeda (Wt)	3622,34 g
Peso Muestra Seca + Peso Bandeja	4435,5 g
Peso Muestra Seca (Ws)	3587,54 g
Peso de Agua en la Muestra (Ww)	34,8 g
Contenido de Humedad%	0,97%

**Fuente:** Arellano y Lomeli (2021)

**Peso Húmedo:** 4470,3 g – Peso de la Bandeja (847,96 g) = 3622,34 g

**Peso Seco :** 4435,5 g – Peso de la Bandeja (847,96 g) = 3587,54 g



$$W = \frac{W_w}{W_s} \times 100$$

$$W_w = W_t - W_s = 3622,34 \text{ g} - 3587,54 \text{ g} = 34,8 \text{ g}$$

$$W = \frac{34,8 \text{ g}}{3587,54 \text{ g}} \times 100 = 0,97\%$$

Se puede Determinar que existe un porcentaje de humedad muy bajo de 0,97% lo que equivale a un 34,8 g de la muestra.

#### 4.2.1.3 Contenido de Humedad Muestra B San Diego

Por último se tomo la muestra con un peso húmedo de 4320,9 g sin descartar el peso de su bandeja, la cual se dejo secar en el horno a 110°C durante 24 horas al igual que el resto de las otras. La muestra seca dio un peso seco de 4162,3 g sin descartar el peso de su bandeja. Para determinar el porcentaje de humedad de la muestra realizamos los cálculos respectivos.

**Tabla 10** Valores del Ensayo de Contenido de Humedad Muestra B San Diego

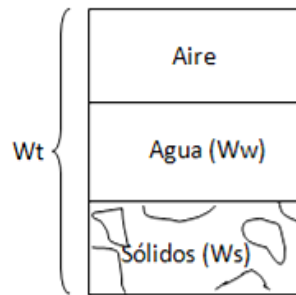
ENSAYO MUESTRA TIPO B SAN DIEGO	
Peso Bandeja	847,96 g
Peso Muestra Húmeda + Peso Bandeja	4320,9 g
Peso Muestra Húmeda (Wt)	3472,94 g
Peso Muestra Seca + Peso Bandeja	4162,3 g
Peso Muestra Seca(Ws)	3314,34 g
Peso de Agua en la Muestra(Ww)	158,6 g

Contenido de Humedad%	4,79%
-----------------------	-------

Fuente: Arellano y Lomeli (2021)

**Peso Húmedo:** 4320,9 g – Peso de la Bandeja (847,96 g) = 3472,94 g

**Peso Seco** : 4162,3 g – Peso de la Bandeja (847,96 g) = 3314,34 g



$$W = \frac{W_w}{W_s} \times 100$$

$$W_w = W_t - W_s = 3472,94 \text{ g} - 3314,34 \text{ g} = 158,6 \text{ g}$$

$$W = W: \frac{158,6 \text{ g}}{3314,34 \text{ g}} \times 100 = 4,79\%$$

De esta forma podemos determinar que existe un porcentaje de humedad un poco más alto a los anteriores de 4,79% equivalente a un 158,6 g de la muestra, por lo cual podemos determinar que los resultados de las muestras promedio, nos da un resultado confiable para la representación.

#### 4.2.2 Determinación del Análisis Granulométrico:

Este Análisis va a consistir en la determinación experimentalmente de la distribución cuantitativa de los tamaños de las partículas de un suelo, el cual será un indicativo para determinar ciertas propiedades de los diferentes suelos y así de esta forma proceder a su clasificación. De acuerdo a las **Normas ASTM D-421-58, D-422-63; AASHTO T87-70, T88-70 y COVENIN 255-1998** Las cuales describen el procedimiento para la Determinación de la composición del Análisis Granulométrico.

Para la ensayo del mismo se realizaron dos actividades, para así de esta manera conocer el tipo de suelo de las muestras tomadas de los estratos de suelos, en la que se tomaron en cuenta sus proporciones.

El equipo de ensayo utilizado fueron: Balanza, Cedazos o Tamices, Cernidora mecánica o tamizadora, Horno, martillo de goma, recipientes. Correspondiente a la primera actividad realizada el 01 de Diciembre del 2021, se tomaron y separaron las diferentes muestras de suelo previamente metidas al horno a 110° C, para luego proceder a los ensayos pertinentes con las muestras secas

**Tabla 11** Valores Ensayo Granulométrico

Peso Muestra Seca A1 Patrón Tocuyito + Bandeja	2351,0 g
Peso Bandeja	847,96 g
Peso Muestra Seca A1 Patrón Tocuyito	1503,04 g
Peso Muestra Seca A2 Tocuyito + Bandeja	2340,3 g
Peso Muestra Seca A2 Tocuyito	1492,34 g
Peso Muestra Seca B San Diego + Bandeja	2415,0 g
Peso Muestra Seca B	1567,04 g

**Fuente:** Arellano y Lomeli (2021)

Así mismo, el día 03 de Diciembre del 2021 se tomo la muestra del agregado seco y se determino su peso, el cual fue colocado a través de una serie de cedazos de aberturas progresivamente, los cuales fueron previamente pesados, para seguido de esto proceder a realizar el respectivo ensayo.

**Tabla 12** Valores Peso Tamices

<b>Peso de los Tamices</b>	
<b>1"</b>	583,19 g
<b>3/4"</b>	590,93 g

<b>1/2"</b>	573,80 g
<b>3/8"</b>	563,35 g
<b>1/4"</b>	541,10 g
<b>N° 4</b>	552,17 g
<b>N° 8</b>	516,78 g
<b>N° 10</b>	516,59 g
<b>N° 30</b>	435,26 g
<b>N° 40</b>	394,94 g
<b>N° 50</b>	383,82 g
<b>N° 100</b>	365,67 g
<b>N° 200</b>	347,14 g
<b>Plato</b>	389,07 g

**Fuente:** Arellano y Lomeli (2021)

A continuación, luego del pesado de los tamices se procedió a depositar el material en la criba superior del juego de tamices, lo cuales ya se encuentran limpios y ordenados en forma decrecientes, con una tapa en la parte superior y un plato en la parte inferior. A continuación se hizo vibrar la muestra de suelo en el conjunto de tamices en la tamizadora durante 5 a 10 minutos, y luego se procede a registrar el peso del material retenido en cada tamiz.

La información obtenida del análisis granulométrico por tamices se representan en forma de una curva, la cual se obtienen a partir de los resultados de los porcentajes retenidos de cada tamiz, por lo que es necesario realizar los cálculos de pesos parciales retenidos, porcentajes retenidos parciales, y acumulados, Para así poder comparar suelos y visualizar más fácilmente la distribución de los tamaños de granos presentes, y como una masa de suelos típica que puede tener partículas que varíen entre tamaños.

$$\% \text{Ret} = \frac{\text{Ret Peso sin Tamiz}}{\text{Total Muestra}} \times 100$$

$$\% \text{Ret Acumulado} = \% \text{Ret} + \% \text{Ret Acumulado Anterior}$$

$$\% \text{ Que Pasa} = 100\% - \% \text{Ret Acumulado}$$

#### 4.2.3 Análisis Granulométrico

Este ensayo nos permitió caracterizar las muestras de suelo tomadas, por lo cual se procedió a tomar los valores tomados del proceso granulométrico antes mencionados, en el cual nos permitió confeccionar la curva granulométrica de las muestras tomadas, siendo de esta forma representativa a la distribución de los tamaños de las partículas.

**Tabla 13.** Análisis Granulométrico Muestra A1 Patrón

<b>(1) Analisis Granulometrico Muestra (g) Patrón Tocuyito</b>						
N° Tamiz	Peso Tamiz (g)	Muestra+Tamiz	Muestra-Tamiz	%Retenido	%Ret.Acum.	%Que Pasa
1"	583,19	-	-	-	-	100
3/4"	590,93	-	-	-	-	100
1/2"	573,8	-	-	-	-	100
3/8"	563,35	575,14	11,79	0,81	0,81	99,19
1/4"	541,1	579	37,9	2,61	3,42	96,58
N°4	552,17	622,93	70,76	4,87	8,30	91,70
N°8	516,78	801,24	284,46	19,59	27,89	72,11
N°10	516,59	579,58	62,99	4,34	32,23	67,77
N°30	435,26	906,4	471,14	32,45	64,68	35,32
N°40	394,94	501,1	106,16	7,31	71,99	28,01
N°50	383,82	493,88	110,06	7,58	79,57	20,43
N°100	365,67	525,26	159,59	10,99	90,56	9,44
N°200	347,14	435,65	88,51	6,10	96,66	3,34
Plato	389,07	437,56	48,49	3,34	100,00	0,00
		Total:	1451,85	100,00		

**Fuente:** Arellano y Lomeli (2021)

**Tabla 14. Análisis Granulométrico Muestra A2 Tocuyito**

<b>(2) Analisis Granulometrico Muestra (g) Tocuyito</b>						
N° Tamiz	Peso Tamiz (g)	Muestra+Tamiz	Muestra-Tamiz	%Retenido	%Ret.Acum.	%Que Pasa
1"	583,19	-	-	-	-	100,00
3/4"	590,93	602,3	11,37	0,77	0,77	99,23
1/2"	573,8	611,15	37,35	2,51	3,28	96,72
3/8"	563,35	600,16	36,81	2,48	5,76	94,24
1/4"	541,1	643,52	102,42	6,89	12,65	87,35
N°4	552,17	658,27	106,1	7,14	19,79	80,21
N°8	516,78	799,45	282,67	19,02	38,81	61,19
N°10	516,59	566,42	49,83	3,35	42,17	57,83
N°30	435,26	765,9	330,64	22,25	64,42	35,58
N°40	394,94	479,39	84,45	5,68	70,10	29,90
N°50	383,82	488,45	104,63	7,04	77,14	22,86
N°100	365,67	545,87	180,2	12,13	89,27	10,73
N°200	347,14	455,73	108,59	7,31	96,58	3,42
Plato	389,07	439,93	50,86	3,42	100,00	0,00
		Total:	1485,92	100,00		

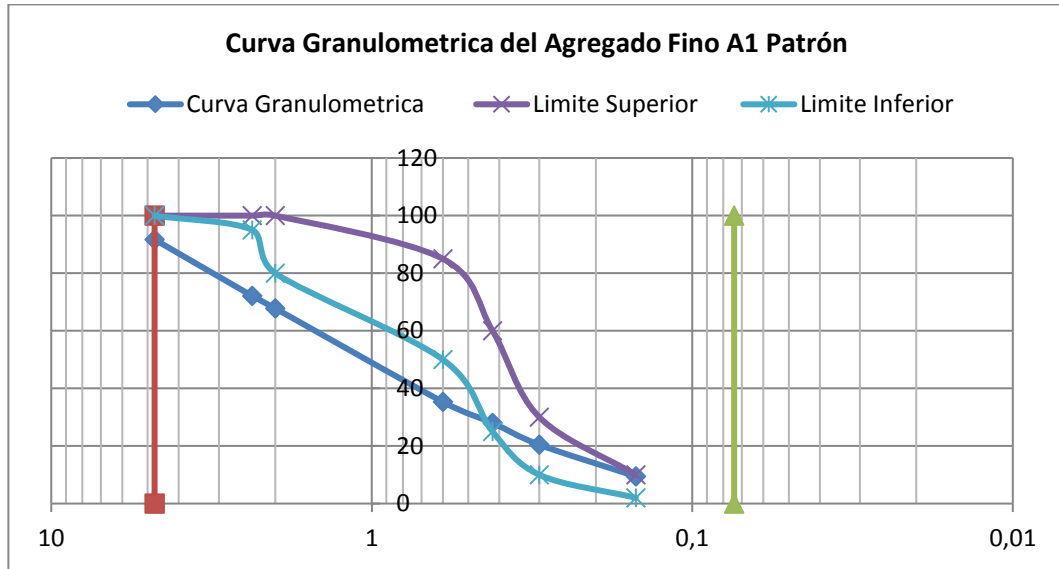
Fuente: Arellano y Lomeli (2021)

**Tabla 15. Análisis Granulométrico Muestra B San Diego**

<b>(3) Analisis Granulometrico Muestra (g) San Diego</b>						
N° Tamiz	Peso Tamiz (g)	Muestra+Tamiz	Muestra-Tamiz	%Retenido	%Ret.Acum.	%Que Pasa
1"	583,19	-	-	-	-	100,00
3/4"	590,93	-	-	-	-	100,00
1/2"	573,8	656,19	82,39	5,30	5,30	94,70
3/8"	563,35	630	66,65	4,29	9,59	90,41
1/4"	541,1	662,53	121,43	7,81	17,40	82,60
N°4	552,17	643,08	90,91	5,85	23,25	76,75
N°8	516,78	799,45	282,67	18,18	41,43	58,57
N°10	516,59	566,42	49,83	3,21	44,64	55,36
N°30	435,26	766	330,74	21,28	65,91	34,09
N°40	394,94	480	85,06	5,47	71,38	28,62
N°50	383,82	489	105,18	6,77	78,15	21,85
N°100	365,67	545,87	180,2	11,59	89,74	10,26
N°200	347,14	455,73	108,59	6,99	96,73	3,27
Plato	389,07	439,93	50,86	3,27	100,00	0,00
		Total:	1554,51	100,00		

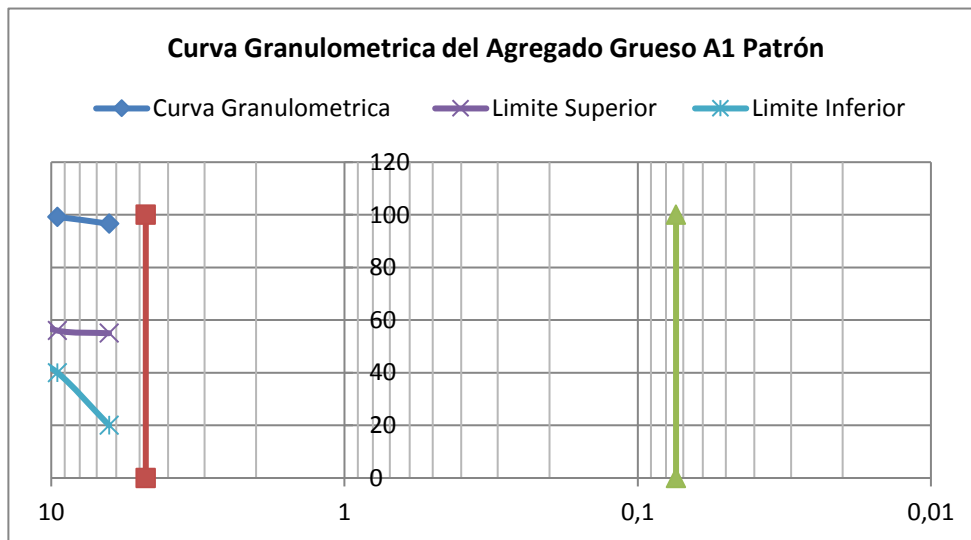
Fuente Arellano, Lomeli (2021)

Según los resultados obtenidos nos proporciono los porcentajes en peso de los diversos tamaños de las partículas por lo que podemos conocer el porcentaje de finos, pasados por el tamiz 200 de la serie ASTM. En la que se determino que en las muestras de suelos tomadas predominan las Arenas.



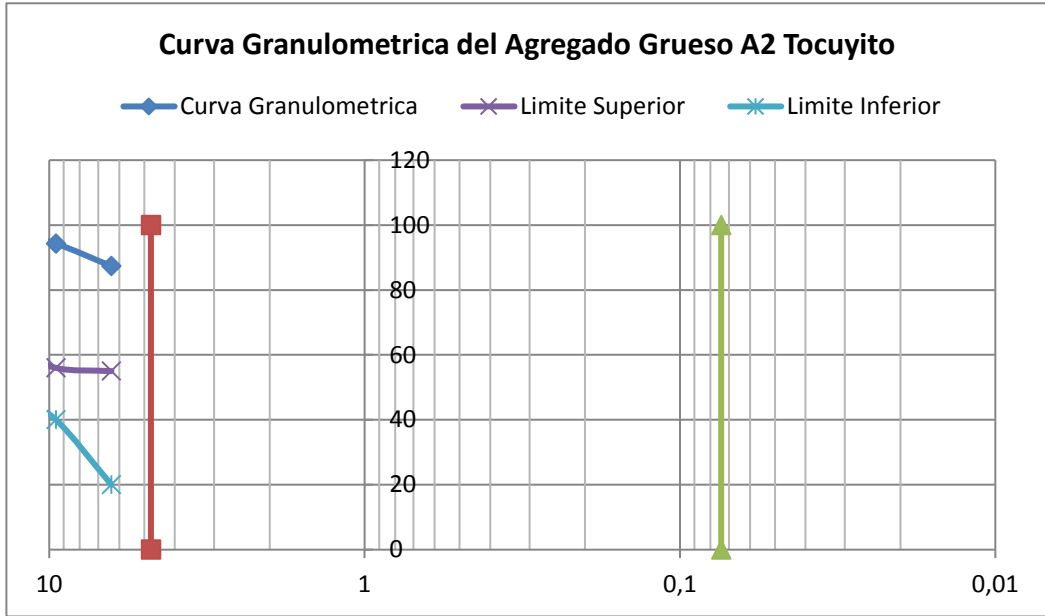
**Gráfico 1** Curva Granulométrica de Agregado Grueso A1 Patrón

Fuente: Arellano, Lomeli (2021)



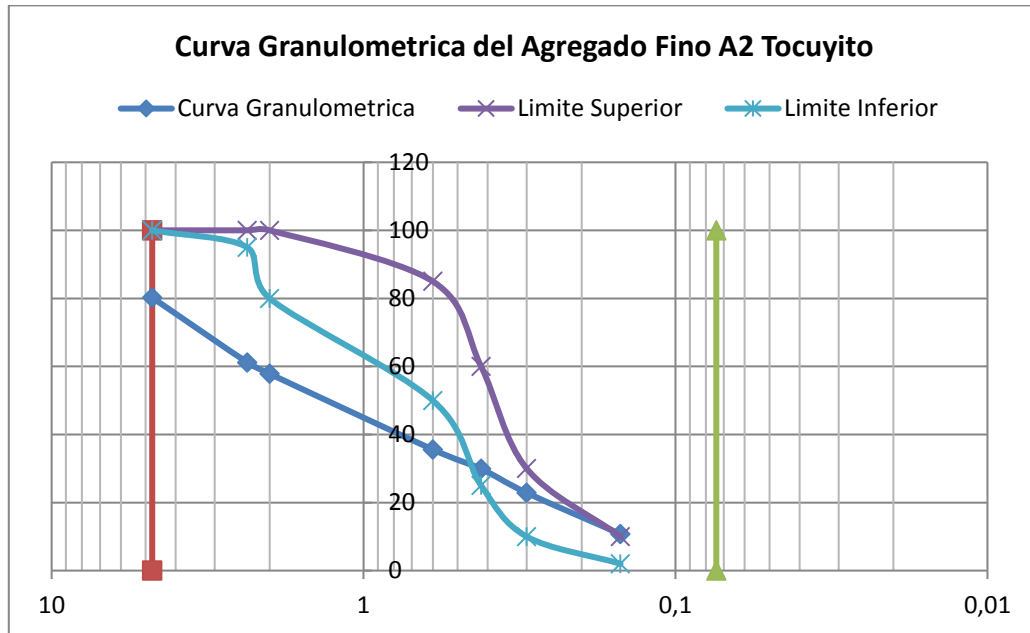
**Gráfico 2** Curva Granulométrica de Agregado Fino A1 Patrón

Fuente: Arellano, Lomeli (2021)

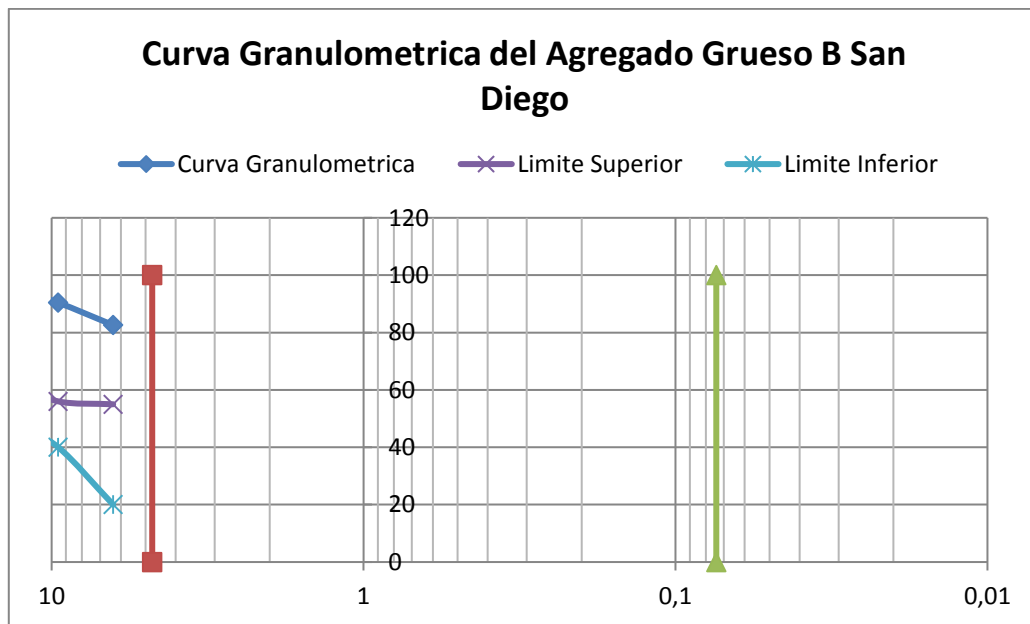


**Gráfico 3** Curva Granulométrica de Agregado Grueso A2 Tocuyito

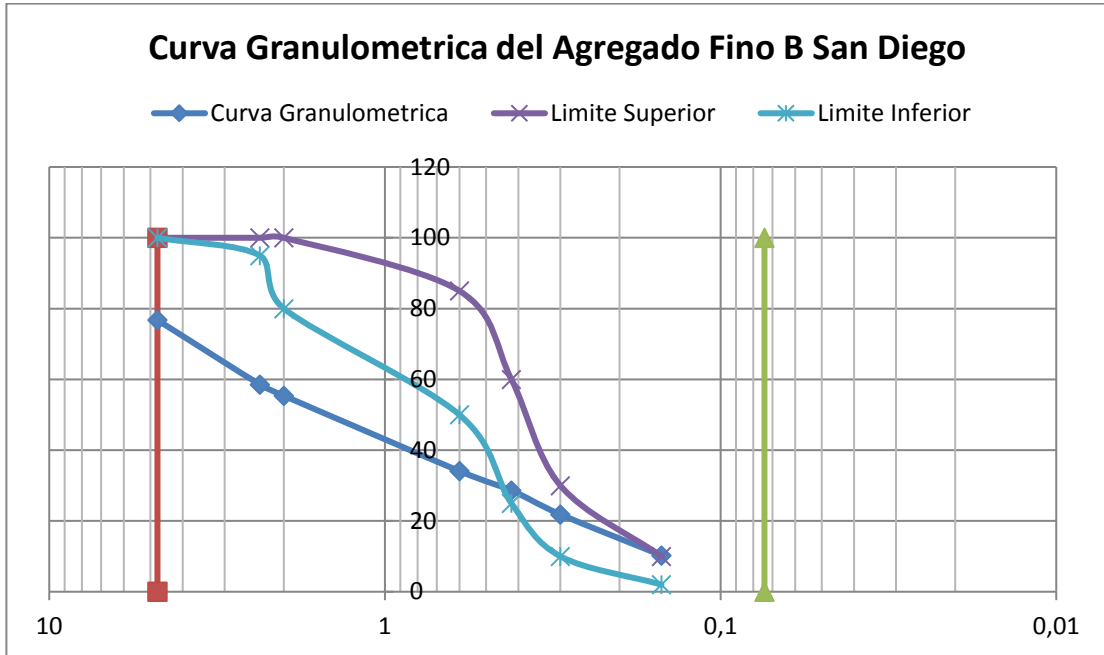
**Fuente:** Arellano, Lomeli (2021)



**Gráfico 4** Curva Granulométrica de Agregado Fino A2 Tocuyito  
Fuente: Arellano, Lomeli (2021)



**Gráfico 5** Curva Granulométrica de Agregado Grueso B San Diego  
Fuente: Arellano, Lomeli (2021)



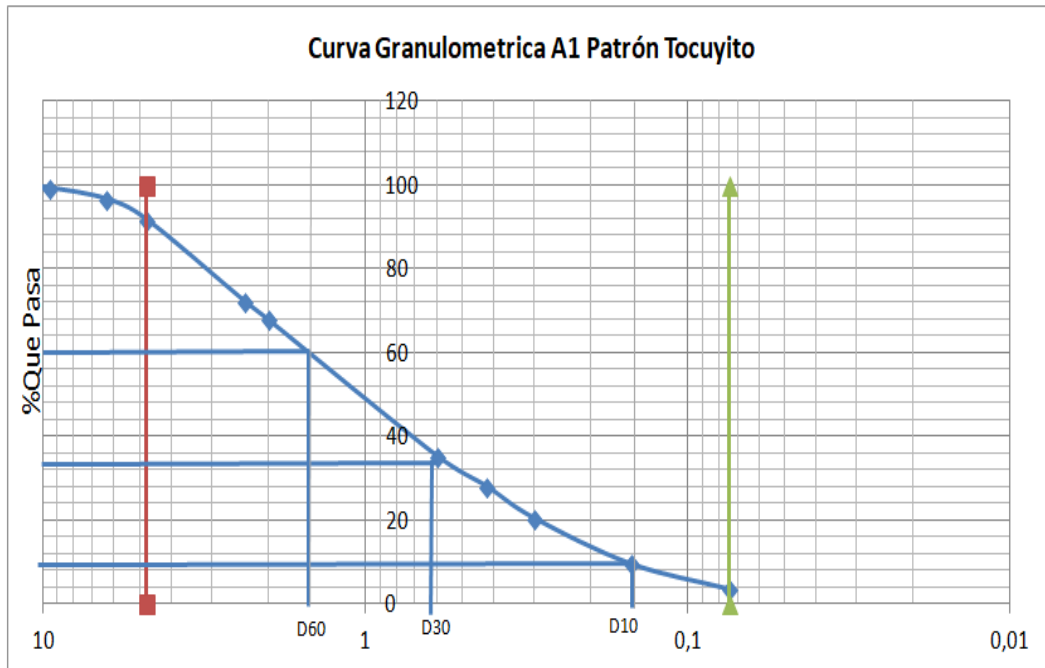
**Gráfico 6** Curva Granulométrica de Agregado Fino B San Diego

**Fuente:** Arellano, Lomeli (2021)

A partir de los análisis de ensayo granulométrico pudimos determinar los datos para la formación de la curva granulométrica en la que se pudo deducir en primera instancia el tipo de suelo principal que contiene la muestra, Por lo que podemos deducir que los tres tipos de muestras de suelo ensayados pertenecen principalmente a las Arenas y solo un pequeño porcentaje a las Arcillas.

#### 4.2.4 Determinación de los Diámetros Efectivos

Así mismo por medio de la Curva granulométrica pudimos encontrar los diámetros efectivos de los granos (D10) que es el tamaño correspondiente al 10% en la curva granulométrica, y así mismo para los diámetros D30 y D60 correspondientes al 30% y 60%. Con lo cual podremos clasificar los suelos granulares

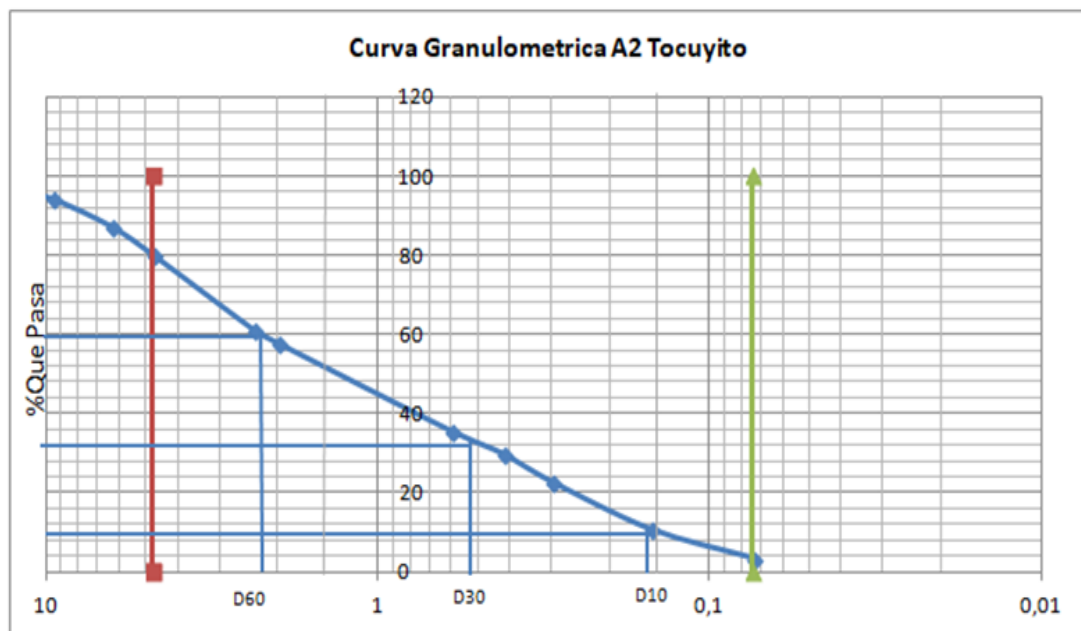


**Gráfico 7** Diámetros Efectivos muestra A1 Patrón

Fuente: Arellano, Lomeli (2021)

- $D_{10} = 0,20 \text{ mm}$        $C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} = \frac{2,00 \text{ mm}}{0,20 \text{ mm}} = 10 \text{ mm}$
- $D_{30} = 0,71 \text{ mm}$        $C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{60} \times D_{10}} = \frac{(0,71 \text{ mm})^2}{2,00 \text{ mm} \times 0,20 \text{ mm}} = 1,260 \text{ mm}$
- $D_{60} = 2,00 \text{ mm}$

De Acuerdo a estos valores y a la curva granulométrica pudimos clasificar el tipo de suelo granular, donde la curva representa un suelo en el que los tamaños de partículas están distribuidos sobre un amplio rango. Con un Coeficiente de Uniformidad ( $C_u$ ) mayor a 6, y un Coeficiente de Curvatura ( $C_c$ ) entre 1 y 3, por lo que podemos decir que es considerado un suelo de Arena bien gradada (SW).

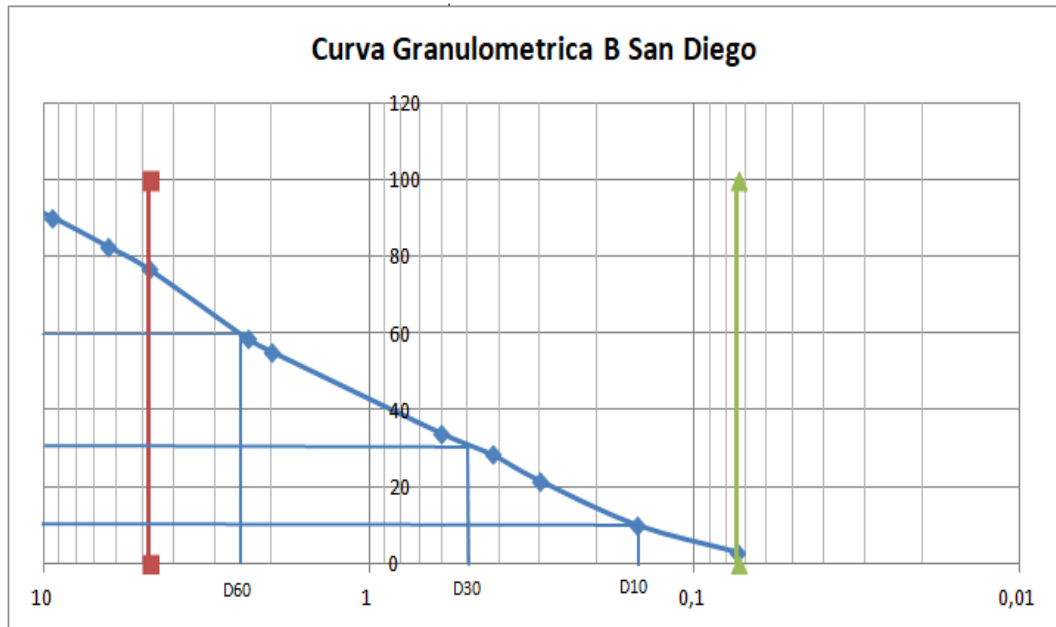


**Gráfico 8** Diámetros Efectivos muestra A2 Tocuyito

**Fuente:** Arellano y Lomeli (2021)

- D10 = 0,22 mm       $C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} = \frac{3,10\text{mm}}{0,22\text{ mm}} = 14,09$
- D30 = 0,62 mm       $C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{60} \times D_{10}} = \frac{(0,62\text{ mm})^2}{3,10\text{ mm} \times 0,22\text{ mm}} = 0,564$
- D60 = 3,1 mm

Así mismo se clasificó el tipo de suelo granular para este otro tipo de muestra, donde la curva representa un suelo en el que los tamaños de partículas están distribuidos sobre un amplio rango. Con un Coeficiente de Uniformidad ( $C_u$ ) mayor a 6, y un Coeficiente de Curvatura ( $C_c$ ) menor a 1, por lo que podemos decir que es considerado un suelo de Arena mal gradada (SP).



**Gráfico 9** Diámetros Efectivos muestra B San Diego

**Fuente:** Arellano y Lomeli (2021)

- $D_{10} = 0,25 \text{ mm}$        $C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} = \frac{3,50 \text{ mm}}{0,25 \text{ mm}} = 14 \text{ mm}$
- $D_{30} = 0,71 \text{ mm}$        $C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{60} \times D_{10}} = \frac{(0,71 \text{ mm})^2}{3,50 \text{ mm} \times 0,25 \text{ mm}} = 0,576 \text{ mm}$
- $D_{60} = 3,50 \text{ mm}$

Por último, se clasifico el tipo de suelo granular para el siguiente tipo de muestra, donde los tamaños de las partículas están distribuidos sobre un amplio rango. Con un Coeficiente de Uniformidad ( $C_u$ ) mayor a 6, y un Coeficiente de Curvatura ( $C_c$ ) menor a 1, por lo que podemos decir que es considerado un suelo de Arena mal gradada (SP).

#### 4.2.5 Determinación del Módulo de Finura

Una característica importante de aquellos suelos que contienen arena es el modulo de finura, el cual de acuerdo a la **Norma COVENIN 273-98 Concreto, Mortero y componentes, terminología**. Corresponde a la suma de los porcentajes

retenidos acumulados en este caso del tamiz #4 al tamiz #100 de una muestra de agregados, dividida entre 100, esto va a indicar el cedazo teórico a través del cual pasa el 50% del material. Materiales de granulometría diferentes pueden tener el mismo módulo de finura. Dicho módulo sirve para detectar los cambios granulométricos dentro de un mismo material.

$$MF = \frac{\sum \%Ret. Acumulado}{100}$$

- **Módulo de Finura Muestra A1 Patrón**

$$MF = \frac{375,22}{100} = 3,79\text{mm}$$

De acuerdo al valor obtenido podemos determinar que menos del 50% del material queda retenido en el tamiz #30, por lo que de acuerdo a la Norma ASTM D2487 podemos determinar que se considera como una Arena Gruesa.

- **Módulo de Finura Muestra A2 Tocuyito**

$$MF = \frac{401,7}{100} = 4,24\text{mm}$$

De igual forma el valor obtenido en esta muestra, determina que menos del 50% del material queda retenido en el tamiz #30, por lo que de acuerdo a la Norma ASTM D2487 podemos determinar que se considera como una Arena Gruesa.

- **Módulo de Finura Muestra San Diego**

$$MF = \frac{414,5}{100} = 4,46\text{mm}$$

Por último, al igual que las muestras anteriores podemos determinar que menos del 50% del material queda retenido en el tamiz #30, por lo que de acuerdo a la Norma ASTM D2487 podemos determinar que se considera como una Arena Gruesa.

#### **4.2.6 Determinación de los Límites de Consistencia**

Dicho estudio va a consistir en la Determinación de los límites de consistencia de un suelo, mediante formulas de los índices de consistencia de un suelo donde de acuerdo las **Normas ASTM D423-66 y D424-59, AASHTO T89-90 y T68-70**, Las propiedades de un suelo se encuentran formadas por partículas finamente divididas como arcilla no estructurada que dependen en gran parte de la humedad, por lo que de

acuerdo a la **Norma COVENIN 1125-77 Suelos, Método de ensayo para la determinación del Limite Líquido y Limite Plástico** se pudo evaluar el contenido de humedad y plasticidad en las muestras tomadas del suelo, .

#### **4.2.6.1 Determinación del Límite Líquido**

Este Análisis se define como el contenido de humedad expresado en porcentaje con respecto al peso seco de una muestra, que debe tener un suelo moldeado. El equipo utilizado se encuentra conformado por: El Aparato de Arturo Casagrande, solera plana, ranurador trapezoidal, espátulas flexibles, Capsula de Porcelana, Atomizador, Tamiz N#40, Horno, Taras con su tapa y Balanza.

Esta Actividad fue realizada el 03 de Diciembre del 2021, en el cual se tomo una muestra representativa de suelo preparada en el que solo fue utilizado lo que pasa el tamiz #40, con una pequeña parte de agua, según la **Norma COVENIN 1303** cuyo peso sea de 100 a 150g . Seguido de esto se coloca una pasta en la copa. Se corta una ranura en el centro de la pasta de suelo, usando la herramienta de corte estándar Luego, con la leva operada por la manivela, se levanta la copa y se deja caer desde una altura de 10 mm. El contenido de agua, en porcentaje requerido para cerrar una distancia de 12.7 mm a lo largo del fondo de la ranura los 25 golpes se definen como el límite líquido.

El procedimiento para la prueba del límite líquido está dado en la Prueba **D-4318 de la ASTM**. Luego de esto tomamos una porción igual de cada ensayo, y así fue colocada en el horno a temperatura constante de 110 °C aproximadamente unas 24 Horas y así determinar el porcentaje de humedad correspondiente a cada número de golpes, para luego proceder a la construcción de la curva de fluidez.

**Tabla 16.** Valores ensayo Limite Liquido

Peso Bandeja	67,50 g
Peso Muestra Patrón+ Bandeja	171,51 g
Peso Muestra Patrón	104,01 g
Peso Muestra Tocuyito+Bandeja	168,67 g

Peso Muestra Tocuyito	101,17 g
Peso Muestra San Diego + Bandeja	169,25 g
Peso Muestra San Diego	101,75 g

Fuente: Arellano y Lomeli (2021)

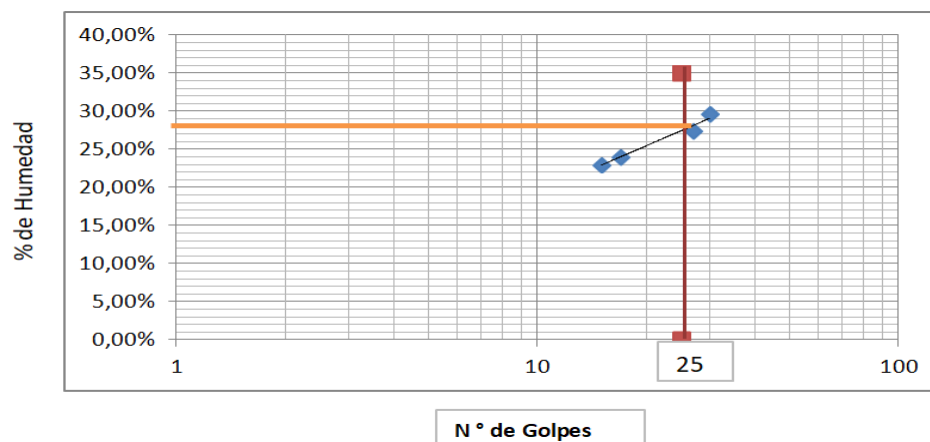
$$W = \frac{W_w}{W_s} \times 100$$

$$W_w = W_t - W_s$$

**Tabla 17.** Determinación del Limite Liquido A1 Patrón

DETERMINACIÓN DEL LIMITE LIQUIDO TOCUYITO PATRÓN				
Ensayo N°	1	2	3	4
Tara N°	45	60	26	55
N° de Golpes	17	15	27	30
Peso de Tara (g)	32,1	32,1	32,1	32,1
Peso Muestra Humeda + Tara (g)	48,2	47,53	48,35	46,1
Peso Muestra Seca + Tara (g)	45,1	44,67	44,85	42,77
Peso del Agua (g)	3,1	2,86	3,5	3,33
Peso de la muestra seca (g)	13	12,57	12,75	10,67
Porcentaje de Humedad	24,00%	23,00%	27,45%	30%

Fuente: Arellano y Lomeli (2021)



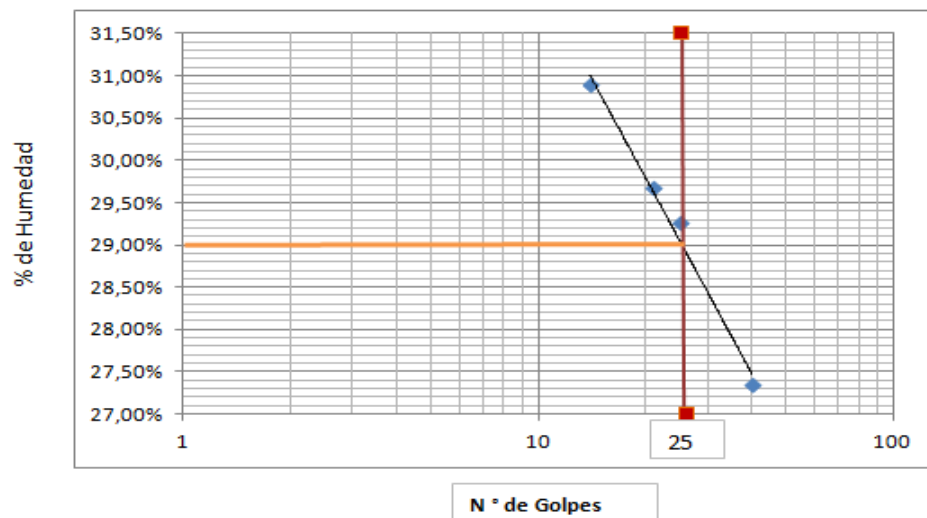
**Gráfica 10** Limite Liquido A1 Patrón

Fuente: Arellano y Lomeli (2021)

**Tabla 18.** Determinación del Limite Liquido A2 Tocuyito

DETERMINACIÓN DEL LIMITE LIQUIDO TOCUYITO				
Ensayo N°	1	2	3	4
Tara N°	31	34	37	
N° de Golpes	21	40	25	14
Peso de Tara (g)	32,1	32,1	32,1	32,1
Peso Muestra Humeda + Tara (g)	48,57	47,51	47,69	48,2
Peso Muestra Seca + Tara (g)	44,8	44,2	44,16	44,4
Peso del Agua (g)	3,77	3,31	3,53	3,8
Peso de la muestra seca (g)	12,7	12,1	12,06	12,3
Porcentaje de Humedad	29,68%	27,35%	29,27%	30,89%

Fuente: Arellano y Lomeli (2021)



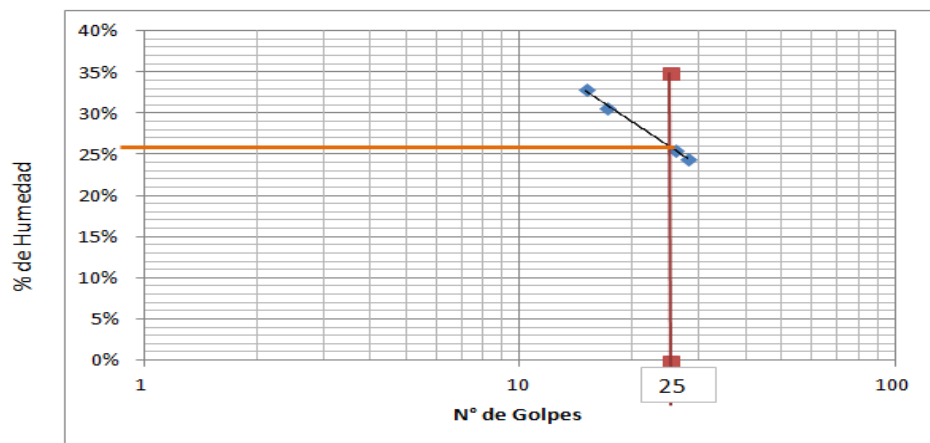
**Gráfico 11** Limite Liquido A2 Tocuyito

Fuente: Arellano y Lomeli (2021)

**Tabla 19.** Determinación del Limite Liquido B San Diego

DETERMINACIÓN DEL LIMITE LIQUIDO SAN DIEGO				
Ensayo N°	1	2	3	4
Tara N°	44	54	3	46
N° de Golpes	15	28	26	17
Peso de Tara (g)	32,1	32,1	32,1	32,1
Peso Muestra Humeda + Tara (g)	43,94	46,3	45,91	43,59
Peso Muestra Seca + Tara (g)	41	43,5	43,1	40,89
Peso del Agua (g)	2,94	2,8	2,81	2,7
Peso de la muestra seca (g)	8,9	11,4	11	8,79
Porcentaje de Humedad	33%	24,56%	25,54%	30,71%

Fuente: Arellano y Lomeli (2021)



**Gráfico 12** Limite Liquido B San Diego

Fuente: Arellano y Lomeli (2021)

De acuerdo a los ensayos respectivos, y a la formación de la curva de fluidez con estos mismos, se pudo determinar el contenido de humedad y a su vez conocer el Limite Liquido que contiene cada muestra de suelo la cual nos va a permitir dar una idea del tipo de suelo en estudio.

Limite Liquido Muestra A1 Patrón	28%
Limite Liquido Muestra A2 Tocuyito	29%

Limite Liquido Muestra B San Diego	26%
------------------------------------	-----

**Figura 8** Límite líquido

**Fuente:** Arellano y Lomeli (2021)

#### **4.2.6.2 Determinación del Límite Plástico**

Este análisis consiste en el estudio del contenido de humedad, expresado en porcentaje, cuando comienza agrietarse un rollo formado con el suelo de 3mm de diámetro, al rodarlo con la mano sobre una superficie lisa y absorbente. Esta Actividad fue realizada el 03 de Diciembre del 2021, el equipo utilizado se encuentra conformado por: Vidrio esmerilado, Taras, Balanza, y Horno.

Se tomo de la muestra una porción de 5 a 10 g, De acuerdo a la **Norma COVENIN 1125-77 Suelos, Método de ensayo para la determinación del Limite Liquido y Limite Plástico**. La cual se separa a conveniencia del operador en varias porciones. Para esto se realizo el calculo del contenido de humedad según la **Norma COVENIN 3:7-003**, de ambas muestras El procedimiento para la prueba del límite plástico se da en la prueba **D-4318 de la ASTM**.

Para este ensayo se tomo parte de la muestra que se uso para el Limite liquido, procurando que tenga una humedad uniforme cercana a la humedad optima, la cual fue amasada y rodada en una superficie limpia que luego ser dividida en porciones iguales y colocadas en taras para luego poner a secar al horno a 110°C. De esta forma se busco un porcentaje promedio entre ambas para luego calcular su índice de plasticidad y realizar carta de plasticidad del suelo.

**Tabla 20** Determinación del Limite Plástico A1 Patrón

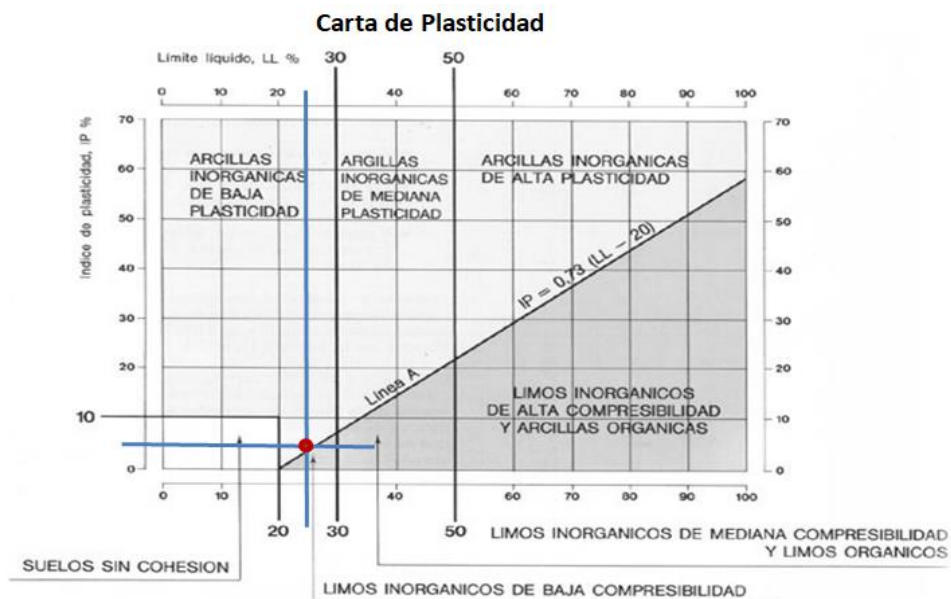
DETERMINACIÓN DEL LIMITE PLASTICO TOCUYITO PATRÓN		
Ensayo N°	1	2
Tara N°	21	6
Peso de Tara (g)	18,42	18,42
Peso Muestra Humeda + Tara (g)	20,54	21,3
Peso Muestra Seca + Tara (g)	20,14	20,72
Peso del Agua (g)	0,4	0,58
Peso de la muestra seca (g)	1,72	2,3
Porcentaje de Humedad	23%	25,22%

Fuente: Arellano y Lomeli (2021)

$$IP = LL - LP$$

$$IP = 28\% - 24\% = 4\%$$

SUELO 2 TOCUYITO PATRÓN	
Limite Liquido	28%
Limite Plastico	24%
Indice de Plasticidad	4%



**Figura 9** Carta de Plasticidad Muestra A1 Patrón

Fuente: Arellano y Lomeli (2021)

Linea A:  $IP = 0.73 (LL-20)$

$$LL = \frac{IP}{0,73} + 20$$

$$LL = \frac{4}{0,73} + 20 = 25,48$$

De acuerdo a esta se pudo identificar el potencial de expansión de los suelos arcillosos, en el que se puede observar como el índice de plasticidad de un suelo crece linealmente con el porcentaje de la fracción de tamaño arcilloso. De esta forma al observar la ubicación donde se cruzan ambas rectas podemos determinar que la muestra de suelo A1 que se encuentra sobre la Linea A, que identifica este tipo de suelo con un índice de plasticidad hacia las arcillas inorgánicas de baja plasticidad.

**Tabla 21** Determinación del Limite Plástico A2 Tocuyito

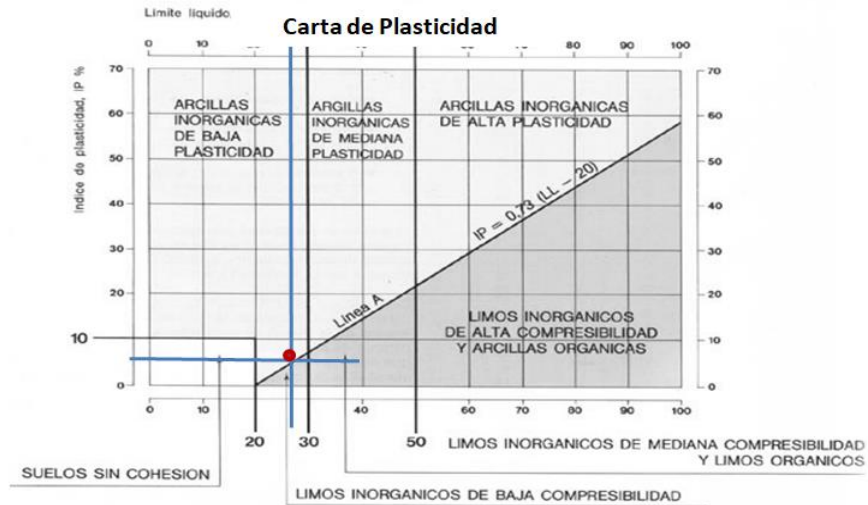
DETERMINACIÓN DEL LIMITE PLASTICO TOCUYITO		
Ensayo N°	1	2
Tara N°	13	12
Peso de Tara (g)	18,42	18,42
Peso Muestra Humeda + Tara (g)	20,65	20,45
Peso Muestra Seca + Tara (g)	20,2	20,07
Peso del Agua (g)	0,45	0,38
Peso de la muestra seca (g)	1,78	1,65
Porcentaje de Humedad	25%	23,03%

**Fuente:** Arellano y Lomeli (2021)

$$IP = LL - LP$$

$$IP = 29\% - 24\% = 5\%$$

SUELO 3 TOCUYITO	
Limite Liquido	29%
Limite Plastico	24%
Indice de Plasticidad	5%



**Figura 10** Carta de Plasticidad Muestra A2 Tocuyito

**Fuente:** Arellano y Lomeli (2021)

Linea A:  $IP = 0.73 (LL - 20)$

$$LL = \frac{IP}{0,73} + 20$$

$$LL = \frac{5}{0,73} + 20 = 26,85$$

Así mismo pudimos determinar que la muestra de suelo A2 que se encuentra sobre la Linea A, identifica este tipo de suelo con un índice de plasticidad hacia las arcillas inorgánicas de baja plasticidad.

**Tabla 22** Determinación del Limite Plástico B San Diego

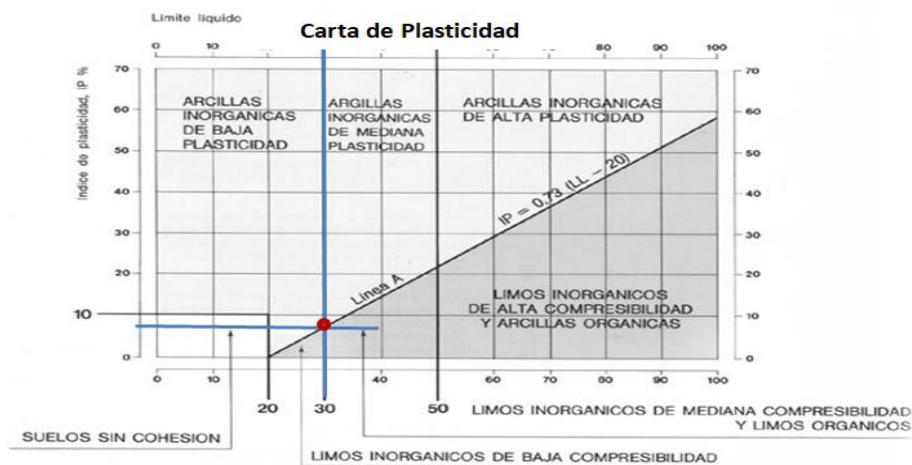
DETERMINACIÓN DEL LIMITE PLASTICO SAN DIEGO		
Ensayo N°	1	2
Tara N°	5	20
Peso de Tara (g)	18,42	18,42
Peso Muestra Humeda + Tara (g)	23,7	23,1
Peso Muestra Seca + Tara (g)	22,9	22,37
Peso del Agua (g)	0,8	0,73
Peso de la muestra seca (g)	4,48	3,95
Porcentaje de Humedad	18%	18,48%

Fuente: Arellano y Lomeli (2021)

$$IP = LL - LP$$

$$IP = 26\% - 18\% = 8\%$$

SUELO 1 SAN DIEGO	
Limite Liquido	26%
Limite Plastico	18%
Indice de Plasticidad	8%



**Figura 11** Carta de Plasticidad Muestra B San Diego

Fuente: Arellano y Lomeli (2021)

Línea A:  $IP = 0.73$  (LL-20)

$$LL = \frac{IP}{0,73} + 20$$

$$LL = \frac{8}{0,73} + 20 = 30,96$$

Así mismo pudimos determinar que la muestra de suelo B que se encuentra sobre la Línea A, identifica este tipo de suelo con un índice de plasticidad hacia las arcillas inorgánicas de baja plasticidad.

#### 4.2.7 Clasificación de los suelos según (SUCS)

Por medio de este sistema pudimos describir la textura y el tamaño de las partículas de las muestras estudiadas, previamente realizada la granulometría del suelo mediante tamizado y otros ensayos los cuales son necesarios para su clasificación.

##### 4.2.7.1 Clasificación del Suelo A1 Patrón:

El Porcentaje retenido en el #4 es menor que el 50% de lo retenido en el tamiz #200, mientras que el Porcentaje que pasa el #200 es menor a 5 con un Coeficiente de uniformidad igual 10mm, es decir, mayor o igual a 6 y un Coeficiente de Curvatura de 1,260mm, es decir, de 1 a 3 y un porcentaje de grava menor a 15, por lo que podemos determinar que la Muestra A1 Patrón se considera como (SW) Arena Bien Gradada.

**Tabla 23** Clasificación por SUCS Suelo A1 Patrón

Tipo de Suelo	Símbolo	%Ret #4	%Ret #200	Cu	Cc	IP	%Grava
Arena	SW	< 50%	< 5	≥ 6	1 a 3		< 15

Fuente: Arellano y Lomeli (2021)

##### 4.2.7.2 Clasificación del Suelo A2 Tocuyito.

El Porcentaje retenido en el #4 es menor que el 50% de lo retenido en el tamiz #200, mientras que el Porcentaje que pasa el #200 es menor a 5 con un Coeficiente de

uniformidad igual 14,09mm, es decir, mayor o igual a 6 y un Coeficiente de Curvatura de 0,564mm, es decir, menor a 1 o mayor a 3 y un porcentaje de grava mayor a 15, por lo que podemos determinar que la Muestra A2 Tocuyito se considera como (SP) Arena Mal Gradada con grava.

**Tabla 24** Clasificación por SUCS Suelo A2 Tocuyito

Tipo de Suelo	Símbolo	%Ret #4	%Ret #200	Cu	Cc	IP	%Grava
Arena	SP	< 50%	< 5	≥ 6	<1 o >3		> 15

Fuente: Arellano y Lomeli (2021)

#### 4.2.7.3 Clasificación del Suelo B San Diego

El Porcentaje retenido en el #4 es menor que el 50% de lo retenido en el tamiz #200, mientras que el Porcentaje que pasa el #200 es menor a 5 con un Coeficiente de uniformidad igual 14mm, es decir, mayor o igual a 6 y un Coeficiente de Curvatura de 0,576mm, es decir, menor a 1 o mayor a 3 y un porcentaje de grava mayor a 15, por lo que podemos determinar que la Muestra B San Diego se considera como (SP) Arena Mal Gradada con grava.

**Tabla 25** Clasificación por SUCS Suelo B San Diego

Tipo de Suelo	Símbolo	%Ret #4	%Ret #200	Cu	Cc	IP	%Grava
Arena	SP	< 50%	< 5	≥ 6	<1 o >3		> 15

Fuente: Arellano y Lomeli (2021)

#### 4.2.8 Determinación del Peso específico de los suelos

Este análisis fue determinado por medio del desplazamiento de volumen de acuerdo a la Norma ASTM D-558, la AASHTO T 93- T84, define este ensayo como la determinación de la relación del peso en el aire de un suelo, de un volumen dado de partículas sólidas. Este valor queda expresado el cual nos sirvió para la clasificación

de las muestras de suelo tomadas. De igual forma fue utilizada la **Norma COVENIN 268:1998 Agregado Fino-Determinación de la densidad y la Absorción.**

Esta actividad fue realizada el 13 de Diciembre del 2021 en la que se utilizaron los siguientes equipos: Picnómetro, Horno, Cono de Arena, Balanza. El material a ensayar, consiste en una muestra de agregado fino con un peso de aproximadamente 1.000g, para este caso de acuerdo al tamaño del picnómetro se utilizo una cantidad menor, en el que fue tomada una muestra húmeda la cual previamente fue colocada a inmersión en agua durante 24H.

Primeramente se procedió a tomar la muestra representativa completamente saturada del suelo la cual fue luego llevada ha Saturado con Superficie Seca (SSS) a través del horno. Así mismo en lo que se obtuvo la muestra SSS a través de la evaluación del ensayo de cono, se procedió a tomar una muestra representativa de 250 g del material. Luego para determinar el volumen de los sólidos, se debe quitar a la muestra todo el aire contenido. Para ello se procede a utilizar el picnómetro totalmente seco previamente tomado su peso, y con ayuda de un embudo traspasar la muestra al mismo.

Así mismo luego de que la muestra de suelo seco fuera colocada en el picnómetro se procede a llenar de agua hasta una línea tope, es decir, hasta la marca de aforo del picnómetro, posterior a esto para remover el aire atrapado en el picnómetro se roto levemente cada una de las muestras hasta retirar todo el aire posible. Seguido de esto se volvió a llenar de agua el picnómetro hasta la línea tope , de esta forma pesamos y determinamos el peso del recipiente y el peso del agua que se colocó en total.

Luego de esto se sacó todo el material del picnómetro y se colocó en una bandeja, para así llevar al horno a 110°C y así determinar su peso completamente seco, pesamos y de esta forma por medio de las respectivas formulas obtuvimos los datos descritos en la tabla. Se nombraron como Muestra 1 (A1 Patrón), Muestra 2 (B San Diego), y Muestra 3 (A2 Tocuyito).

Donde  $W_s$ = Peso seco (g)

$W_h$ = Peso Húmedo (g)

$V$ = Volumen (g)

- **Suelo Muestra 1**

1. Densidad Aparente con muestra saturada y de superficie seca SSS:

$$\frac{W_s}{V} = \frac{246,2 \text{ g}}{95,7 \text{ g}} = 2,57 \text{ g/cm}^3$$

2. Densidad Nominal:  $\frac{W_s}{((V-(W_h-W_s)))} = \frac{246,2 \text{ g}}{((95,7 \text{ g}-(250 \text{ g}-246,2 \text{ g}))} = 2,68 \text{ g/cm}^3$

3. %Absorción:  $\frac{W_h-W_s}{W_s} \times 100 = \frac{250 \text{ g}-246,2 \text{ g}}{246,2 \text{ g}} \times 100 = 1,54\%$

- **Suelo Muestra 2**

1. Densidad Aparente con muestra saturada y de superficie seca SSS:

$$\frac{W_s}{V} = \frac{244,5 \text{ g}}{96 \text{ g}} = 2,55 \text{ g/cm}^3$$

2. Densidad Nominal:  $\frac{W_s}{((V-(W_h-W_s)))} = \frac{244,5 \text{ g}}{((96 \text{ g}-(250 \text{ g}-244,5 \text{ g}))} = 2,7 \text{ g/cm}^3$

3. %Absorción:  $\frac{W_h-W_s}{W_s} \times 100 = \frac{250 \text{ g}-244,5 \text{ g}}{244,5 \text{ g}} \times 100 = 2,25\%$

- **Suelo Muestra 3**

1. Densidad Aparente con muestra saturada y de superficie seca SSS:

$$\frac{W_s}{V} = \frac{243,9 \text{ g}}{95,4 \text{ g}} = 2,56 \text{ g/cm}^3$$

2. Densidad Nominal:  $\frac{W_s}{((V-(W_h-W_s)))} = \frac{243,9 \text{ g}}{((95,4 \text{ g}-(250 \text{ g}-243,9 \text{ g}))} = 2,73 \text{ g/cm}^3$

3. %Absorción:  $\frac{W_h-W_s}{W_s} \times 100 = \frac{250 \text{ g}-243,9 \text{ g}}{243,9 \text{ g}} \times 100 = 2,50\%$

**Tabla 26** Determinación del Peso Especifico

Determinación del Peso Especifico			
Densidad	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
Peso muestra Saturada	250 g	250 g	250 g
Peso Recipiente	102,04 g	102,04 g	102,4 g
Peso recipiente + Agua + Muestra	506,07 g	504,06 g	505,2 g
Peso muestra seca	246,2 g	244,5 g	243,9 g
Volumen del recipiente	250 g	250 g	250 g
Volumen del Agua Agregada	154,3 g	154 g	154,6 g
Volumen de la muestra	95,7 g	96 g	95,4 g
Densidad Aparente	2,57 g/cm <sup>3</sup>	2,55 g/cm <sup>3</sup>	2,56 g/cm <sup>3</sup>
Densidad Nominal	2,68 g/cm <sup>3</sup>	2,7 g/cm <sup>3</sup>	2,73 g/cm <sup>3</sup>
Absorción	1,54%	2,25%	2,50%

**Fuente:** Arellano y Lomeli (2021)

De acuerdo a los resultados obtenidos podemos determinar que las muestras representativas son similares y cumple con las características del tipo de materiales representado.

#### **4.2.9 Determinación del contenido de materia orgánica**

El objetivo de este ensayo fue la determinación del contenido orgánico en las muestras de suelo antes estudiadas que puedan contener material vegetal relativamente no descompuesta ni deteriorada, proporcionando una estimación valida del contenido. La detección del alto contenido orgánico en la arena se lleva a cabo con facilidad por medio de la prueba colorimétrica con hidróxido de sodio, que detalla la **Norma ASTM C-40-04 Método y ensayo normalizado para la detección de impurezas orgánicas en agregados finos para concreto.**

Esta actividad fue realizada el 10 de Diciembre del 2021, el equipo requerido para este ensayo fueron: Balanza, Tubos de ensayo, Tamiz #10, Paleta, Envase, Agua

destilada, Nitrato de Barium Chloride Dihydrate, Tester No 815. De acuerdo a la **Norma ASTM D-421** debe tomarse una muestra representativa que pese al menos 100g de una porción pasante del tamiz #10, preparada.

A continuación se preparo una solución de 3% de Nitrato de Barium Chloride Dihydrate para 100g de Agua Destilada, la cual fue colocada en cada tubo de ensayo donde sería colocada luego las muestras representativas de suelos que pasantes del tamiz #10. Agitamos vigorosamente de forma tal que la solución se mezcle completamente con todas las partículas de arena y se deja reposar. Al cabo de unas horas se observa la intensidad de coloración de la solución que está por encima de la arena y se compara a trasluz con un color patrón.

Al realizar la comparación visual se puede observar que el color del líquido por encima de la muestra de arena de la muestra patrón y San Diego se asemeja más al color No 1, por otro lado se puede observar que la muestra San Diego en su parte superior contiene una fina capa de materia orgánica; Mientras que la muestra de Tocuyito se asemeja más al color No 2 de placa orgánica de colores. Por lo tanto se puede interpretar que las tres muestras no contienen material orgánico que pueda afectar el diseño de mezclas para los Bloques ECOBLOCK.

#### **4.2.10 Proceso de Fabricación de los Bloques tipo ECOBLOCK**

Este proceso fue realizado el 10 de Diciembre del 2021 en el cual se requirió de un equipo y materiales compuestos por Cemento, agua, tierra, Pala, Tobos, Desterronador, Carretilla. Este diseño de mezcla fue realizada con dos tipos de muestras de suelo, ambas previamente colocadas en el Desterronador, método por el cual se realiza un proceso de tamizado o cribado en el que se separaron las partículas de tamaños diferentes. La tierra A proveniente de Ecoblock Tocuyito Sector las Guacamayas, y la tierra B proveniente de San Diego cercano al Híper Market Ebenezer.

La mezcla fue realizada manual ya que cada 2 bloques representaban una variable diferente. Dicha actividad fue dividida en dos partes, para este primer ensayo se realizó una variación de Humedad. Luego del proceso de Agua/cemento pasa a la

tolva de carga de la máquina Ecoblock, cabe destacar que dicha maquina fue creada por la empresa Ecoblock, una vez cargada pasa a la bandeja para llevar la mezcla en caída por gravedad a la cavidad de compactación en la cual luego de su vaciado se bloquea y se procede a través del monomando hidráulico, la compactación luego de alcanzado los 2.000 Psi aprox. se detiene y se apertura la tapa de seguridad de la cavidad de compactación con el fin de expulsar progresivamente cada Bloque.

**4.2.10.1 Métodos de ensayo de Resistencia a la comprensión para Bloques con variación de humedad según la norma COVENIN 42-82.**

Luego de elaborados los bloques huecos de concreto, se cumplió el lapso de 28 días para realizar el ensayo de resistencia a la comprensión según lo establecido en la norma COVENIN 42-82.

- Se colocaron los bloques de ensayo de manera de aplicar la carga en la misma dirección en que las cargas o los pesos propios actúen sobre ellas en la construcción.
- Se hizo coincidir el centro de la superficie esférica de la rótula con el centro del plato de carga para poner en contacto con el bloque de ensayo.
- Se aplicó la carga cualquier velocidad hasta la mitad de la carga máxima supuesta, el resto de la carga debe aplicarse gradualmente y a una velocidad constante en un período que no sea menor de un minuto, ni mayor de dos, de acuerdo a la carga máxima soportada.

**4.2.10.2 Expresión de los resultados con Variación de Humedad**

De acuerdo a los ensayos realizados podemos mencionar que para la realización del diseño de mezcla se realizo en base a lo equivalente a 2 bloques, con un peso de muestra de suelo de 15.60kg

**Tabla 27.** Cálculos Normas Venezolanas COVENIN 42-82.Humedad

Humedad %	Humedad L	Muestra 2 bloques	Tierra Kgf	Tierra 2 bloques
<b>10%</b>	<b>0,780L</b>	<b>1,56 L</b>	<b>7,80 Kgf</b>	<b>15,60 Kgf</b>

<b>15%</b>	<b>1,17 L</b>	<b>2,34 L</b>	<b>7,80 Kgf</b>	<b>15,60 Kgf</b>
<b>20%</b>	<b>1,56 L</b>	<b>3,12 L</b>	<b>7,80 Kgf</b>	<b>15,60 Kgf</b>

Fuente: Arellano y Lomeli (2021)

**Tabla 28.** Cálculos Normas Venezolanas COVENIN 42-82.Cemento

Humedad %	Cemento Kgf	Muestra 2 bloques	Tierra Kgf	Tierra 2 bloques
<b>5%</b>	<b>0,39 Kgf</b>	<b>0,78 Kgf</b>	<b>7,80 Kgf</b>	<b>15,60 Kgf</b>
<b>10%</b>	<b>0,78 Kgf</b>	<b>1,56 Kgf</b>	<b>7,80 Kgf</b>	<b>15,60 Kgf</b>
<b>15%</b>	<b>1,17 Kgf</b>	<b>2,34Kgf</b>	<b>7,80 Kgf</b>	<b>15,60 Kgf</b>

Fuente: Arellano y Lomeli (2021)

Las Muestras I con variación de humedad, para Bloques de Orificio ¾ pulgadas tipo B San Diego, fueron realizados a las 2:40 p.m, con una temperatura de entre 27°C a 31°C.

**Tabla 29** Combinaciones Muestra I con Variación de humedad

Humedad %	Humedad L	Combinación	Temperatura		Hora
			Adentro	Afuera	
<b>20%</b>	<b>3,12 L</b>	<b>15.60 árido 10% cemento</b>	-	-	-
<b>15%</b>	<b>2,34 L</b>	<b>15.60 árido 10% cemento</b>	<b>27°C</b>	<b>31°C</b>	<b>02:59 pm</b>
<b>15%</b>	<b>1,56 L</b>	<b>15.60 árido 10% cemento</b>	<b>27°C</b>	<b>31°C</b>	<b>02:40 pm</b>

Fuente: Arellano y Lomeli (2021)

**NOTA:** El 20% fue descartado debido a que al momento de colocar la mezcla en la maquina se quedaba adherida por lo tanto se determinó que esta fallaba debido a la cantidad de agua colocada.

Las Muestras II con variación de humedad, para Bloques de Orificio ¾ pulgadas tipo A Tocuyito, fueron realizados a las 3:10 p.m, con una temperatura de entre 27°C a 31°C.

**Tabla 30** Combinaciones Muestra II con Variación de la humedad

Humedad %	Humedad L	Combinación	Temperatura		Hora
			Adentro	Afuera	
20%	3,12 L	15.60 árido 10% cemento	-	-	-
15%	2,34 L	15.60 árido 10% cemento	27°C	31°C	03:25 pm
10%	1,56 L	15.60 árido 10% cemento	27°C	31°C	03:10 pm

Fuente: Arellano y Lomeli (2021)

Las Muestras I con variación de humedad, para Bloques de Macizos tipo B San Diego fueron realizados a las 3:10 p.m, con una temperatura de entre 27°C a 31°C.

**Tabla 31** Combinaciones Muestra I con Variación de la humedad Macizo

Humedad %	Humedad L	Combinación	Temperatura		Hora
			Adentro	Afuera	
20%	3,12 L	15.60 árido 10% cemento	-	-	-
15%	2,34 L	15.60 árido 10% cemento	27°C	31°C	04:40pm
10%	1,56 L	15.60 árido 10% cemento	27°C	31°C	04:14 pm

Fuente: Arellano y Lomeli (2021)

**NOTA:** El 20% fue descartado ya que este fallaba debido al exceso de agua.

Las Muestras II con variación de humedad, para Bloques Macizos tipo A Tocuyito fueron realizados a las 4:14 p.m, con una temperatura de entre 27°C a 31°C.

**Tabla 32** Combinaciones Muestra II con Variación de la humedad Macizo

Humedad %	Humedad L	Combinación	Temperatura		Hora
			Adentro	Afuera	
20%	3,12 L	15.60 árido 10% cemento	-	-	-
15%	2,34L	15.60 árido 10% cemento	27°C	31°C	04:40 pm
10%	1,56 L	15.60 árido 10% cemento	27°C	31°C	04:14 pm

Fuente: Arellano y Lomeli (2021)

**NOTA:** en los ensayos de variación de humedad no se pudo realizar la variación al 20% debido a que la mezcla contenía muchos grumos por tanta agua agregada, es decir, la mezcla va a disgregar. Por otro lado se debe mencionar que el bloque de la tierra B (san diego) tipo macizo, con un proceso de curado adentro del galpón con un porcentaje de humedad del 10% se volvió polvo y no compacto bien, esto debido a que el suelo necesitaba más hidratación. (ver figura 12)



**Figura 12:** Comparación de humedad en las muestras, bloques hidratados y deshidratados

Fuente: Arellano, Lomeli (2021)

#### 4.2.10.3 Expresión de los resultados con Variación de Cemento

Para el desarrollo de esta segunda parte con variación de concreto, se realizaron los mismos procesos antes descritos. Esta Actividad fue realizada el 30 de Diciembre del 2021, empezando con una combinación de Muestra I Tipo Orificio y una muestra de suelo tipo B San Diego, a las 3:30pm, con una temperatura de entre 28°C a 33°C

**Tabla 33** Combinaciones Muestra I con Variación de Cemento

Cemento %	Cemento kgf	Combinación	Temperatura		Hora
			Adentro	Afuera	
15%	2,34 Kgf	15.60 árido 15% agua	33°C	28°C	3:30 pm
10%	1,56 kgf	15.60 árido 15% agua	33°C	28°C	2:59pm (10/12/21)
5%	0,780 kgf	15.60 árido 15% agua	33°C	28°C	3:08- 3:15 pm

Fuente: Arellano y Lomeli (2021)

Las Muestras II con variación de cemento, para Bloques de orificio tipo A Tocuyito fueron realizados a las 3:36 p.m, con una temperatura de entre 28°C a 33°C

**Tabla 34** Combinaciones Muestra II con Variación de Cemento

Cemento %	Cemento kg	Combinación	Temperatura		Hora
			Adentro	Afuera	
15%	2,34 Kgf	15.60 árido 15% agua	33°C	28°C	3:36 3:47 pm
10%	1,56 kgf	15.60 árido 15% agua	33°C	28°C	2:59pm (10/12/21)
5%	0,780 kgf	15.60 árido 15% agua	33°C	28°C	3:57 pm

Fuente: Arellano y Lomeli (2021)

Las Muestras I con variación de cemento, para Bloques macizos tipo B San Diego fueron realizados a las 4:31 p.m, con una temperatura de entre 28°C a 33°C

**Tabla 35** Combinaciones Muestra I con Variación de Cemento

Cemento %	Cemento kg	Combinación	Temperatura		Hora
			Adentro	Afuera	
15%	2,34 kgf	15.60 árido 15% agua	33°C	28°C	4:31pm
10%	1,56 kgf	15.60 árido 15% agua	33°C	28°C	2:59pm (10/12/21)
5%	0,780 kgf	15.60 árido 15% agua	33°C	28°C	4:45 pm

Fuente: Arellano y Lomeli (2021)

Las Muestras II con variación de cemento, para Bloques macizos tipo A Tocuyito fueron realizados a las 4:32 p.m, con una temperatura de entre 28°C a 33°C

**Tabla 36** Combinaciones Muestra II con Variación de Cemento

Cemento %	Cemento Kg	Combinación	Temperatura		Hora
			Adentro	Afuera	
15%	2,34 Kg	15.60 tierra 15% agua	33°C	28°C	4:32pm
10%	1,56 kg	15.60 tierra 15% agua	33°C	28°C	2:59pm (10/12/21)
5%	0,780 kg	15.60 tierra 15% agua	33°C	28°C	4:45 pm

Fuente: Arellano y Lomeli (2021)

**NOTA:** Este ensayo fue constatado por una variación en el porcentaje de cemento, mientras que el agua y la tierra quedaron con valores constantes. Se realizaron

ensayos de 15% y 5%, debido a que el 10% se obtuvo al realizar la variación de humedad.



**Figura 13:** mezcla variación de concreto, bloque final, 15% de agua constante

**Fuente:** Arellano, Lomeli (2021)

#### 4.2.10.4 Determinación de la Resistencia a la compresión

El cálculo pertinente se determinó dividiendo la carga máxima soportada de Kilogramos (Kg) por la superficie bruta del bloque expresada en centímetros cuadrados (cm<sup>2</sup>). Aplicando la siguiente fórmula: Dónde: Cm= Carga máxima [Kg] y Sb= Superficie bruta [cm<sup>2</sup>]

$$Rc = \frac{Cm}{Sb}$$

**Tabla 37:** Ensayo de la Variación de la humedad Tipo B Macizo Curado Dentro

N°	Tipo	Lugar	Tipo Bloque	Temp. °C	Humedad %	Área Cm2	Altura cm	Carga ruptura Kgf	Tensión Kgf/cm2	modulo de finura Mm
1	B	San Diego	Macizo	Dentro	28°C	174	26	4900	28,16	4,46
2	B	San Diego	Macizo	Dentro	28°C	174	22	5830	33,51	4,46

**Fuente:** Arellano, Lomeli (2021)

**Tabla 38:** Ensayo de la Variación de la humedad Tipo B Macizo Curado Afuera

N°	Tipo	Lugar	Tipo Bloque	Temp. °C	Humedad	Área	Altura	Carga ruptura	Tensión	modulo de finura	
					%	Cm2	cm	Kgf	Kgf/cm2		Mm
1	B	San Diego	Macizo	Afuera	33°C	10%	174	22	4940	28,39	4,46
2	B	San diego	Macizo	Afuera	33°C	15%	174	22	5820	33,45	4,46

Fuente: Arellano, Lomeli (2021)

**Tabla 39:** Ensayo de la Variación de la humedad Tipo A Macizo Curado Dentro

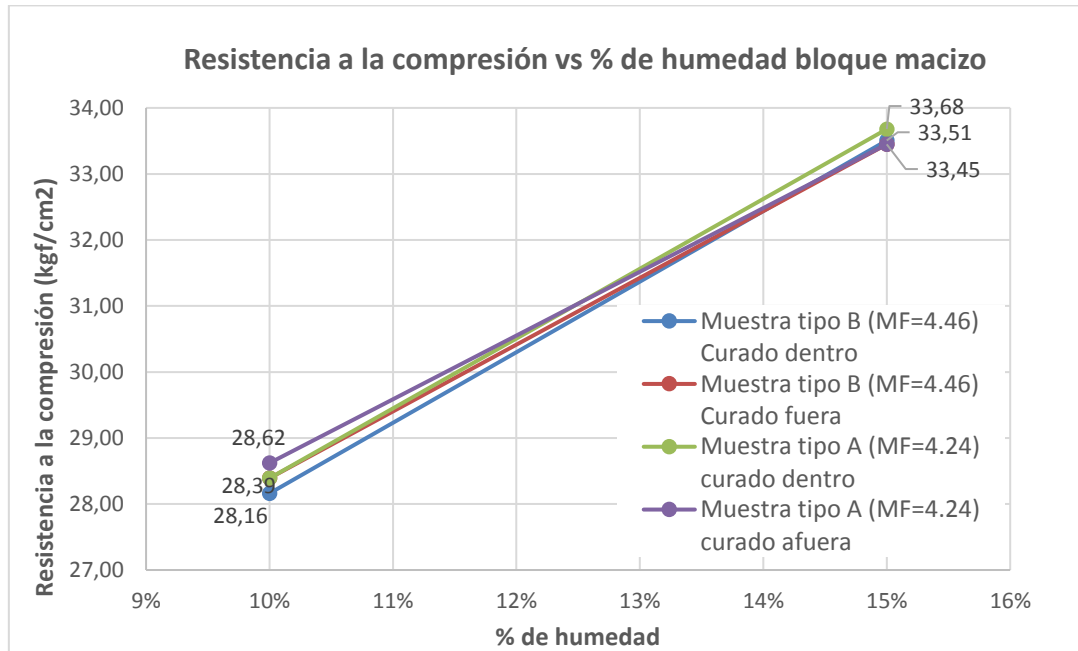
N°	Tipo	Lugar	Tipo Bloque	Temp. °C	Humedad	Área	Altura	Carga ruptura	Tensión	modulo de finura	
					%	Cm2	cm	Kgf	Kgf/cm2		Mm
1	A	Tocuyito	Macizo	Dentro	28°C	10%	174	21	4940	28,39	4,24
2	A	Tocuyito	Macizo	Dentro	28°C	15%	174	26	5860	33,68	4,24

Fuente: Arellano, Lomeli (2021)

**Tabla 40:** Ensayo de la Variación de la humedad Tipo A Macizo Curado Afuera

N°	Tipo	Lugar	Tipo Bloque	Temp. °C	Humedad	Área	Altura	Carga ruptura	Tensión	modulo de finura	
					%	Cm2	cm	Kgf	Kgf/cm2		Mm
1	A	Tocuyito	Macizo	Afuera	33°C	10%	174	25	4980	28,62	4,24
2	A	Tocuyito	Macizo	Afuera	33°C	15%	174	26	5820	33,45	4,24

Fuente: Arellano, Lomeli (2021)



**Gráfico 13** Resistencia a la Compresión vs % de Humedad Bloque Macizo

Fuente: Arellano, Lomeli (2021)

**Tabla 41:** Ensayo de la Variación de la humedad Tipo Macizo Curado Dentro

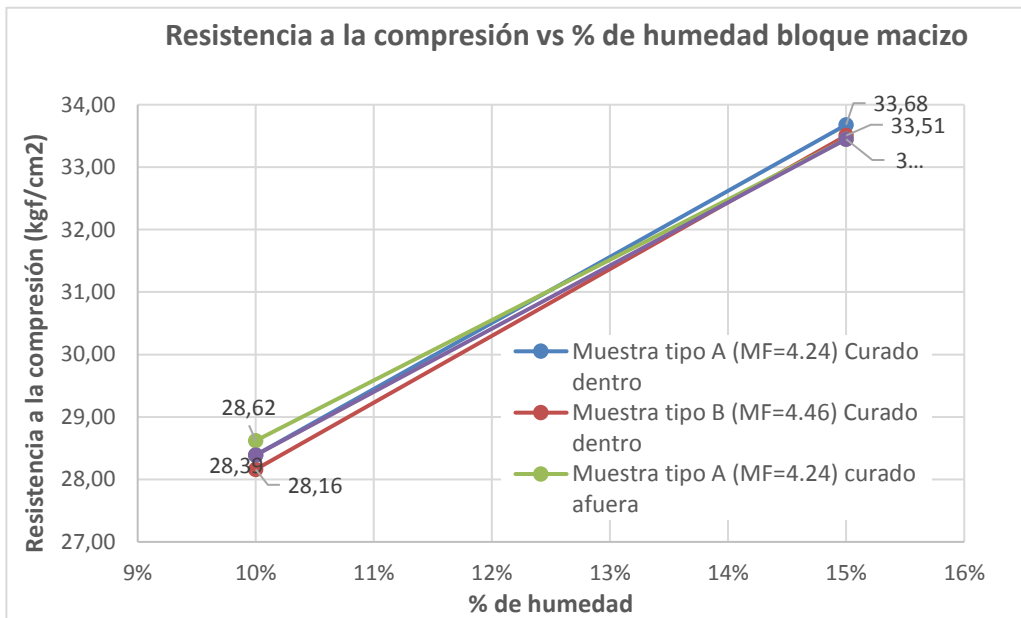
N.º	Tipo	Lugar	Tipo Bloque	Temp.	°C	Humedad %	Área Cm2	Altura cm	Carga ruptura Kgf	Tensión Kg/cm <sup>2</sup>	modulo de finura Mm
1	A	Tocuyito	Macizo	Dentro	28°C	10%	174	21	4940	28,39	4,24
2	A	Tocuyito	Macizo	Dentro	28°C	15%	174	26	5860	33,68	4,24
3	B	San Diego	Macizo	Dentro	28°C	10%	174	26	4900	28,16	4,46
4	B	San Diego	Macizo	Dentro	28°C	15%	174	22	5830	33,51	4,46

Fuente: Arellano, Lomeli (2021)

**Tabla 42:** Ensayo de la Variación de la humedad Tipo Macizo Curado Afuera

Nº	Tipo	Lugar	Tipo Bloque	Temp. °C	Humedad %	Área Cm <sup>2</sup>	Altura cm	Carga ruptura Kgf	Tensión Kgf/cm <sup>2</sup>	modulo de finura Mm
1	A	Tocuyito	Macizo	Afuera	33°C	174	25	4980	28,62	4,24
2	A	Tocuyito	Macizo	Afuera	33°C	174	26	5820	33,45	4,24
3	B	San Diego	Macizo	Afuera	33°C	174	22	4940	28,39	4,46
4	B	San diego	Macizo	Afuera	33°C	174	22	5820	33,45	4,46

Fuente: Arellano, Lomeli (2021)



**Gráfico 14** Resistencia a la compresión vs % de Humedad Bloque Macizo Tipo de Curado

Fuente: Arellano, Lomeli (2021)

**Tabla 43:** Ensayo de la Variación de la humedad vs Modulo de Finura tipo Macizo  
Curado Dentro

N°	Tipo	Lugar	Tipo Bloque	Temp. °C	Humedad	Área	Altura	Carga ruptura	Tensión	modulo de finura	
					%	Cm2	cm	Kgf	Kgf/cm2		Mm
1	B	San Diego	Macizo	Dentro	28°C	10%	174	26	4900	24,5	4,46
1	A	Tocuyito	Macizo	Dentro	28°C	10%	174	21	4940	24,7	4,24

Fuente: Arellano, Lomeli (2021)

**Tabla 44:** Ensayo de la Variación de la humedad vs Modulo de Finura Tipo Macizo  
Curado Dentro

N°	Tipo	Lugar	Tipo Bloque	Temp. °C	Humedad	Área	Altura	Carga ruptura	Tensión	modulo de finura	
					%	Cm2	cm	Kgf	Kgf/cm2		mm
2	B	San Diego	Macizo	Dentro	28°C	15%	174	22	5830	29,2	4,46
2	A	Tocuyito	Macizo	Dentro	28°C	15%	174	26	5860	29,3	4,24

Fuente: Arellano, Lomeli (2021)

**Tabla 45:** Ensayo de la Variación de la humedad vs Modulo de Finura Tipo Macizo  
Curado Afuera

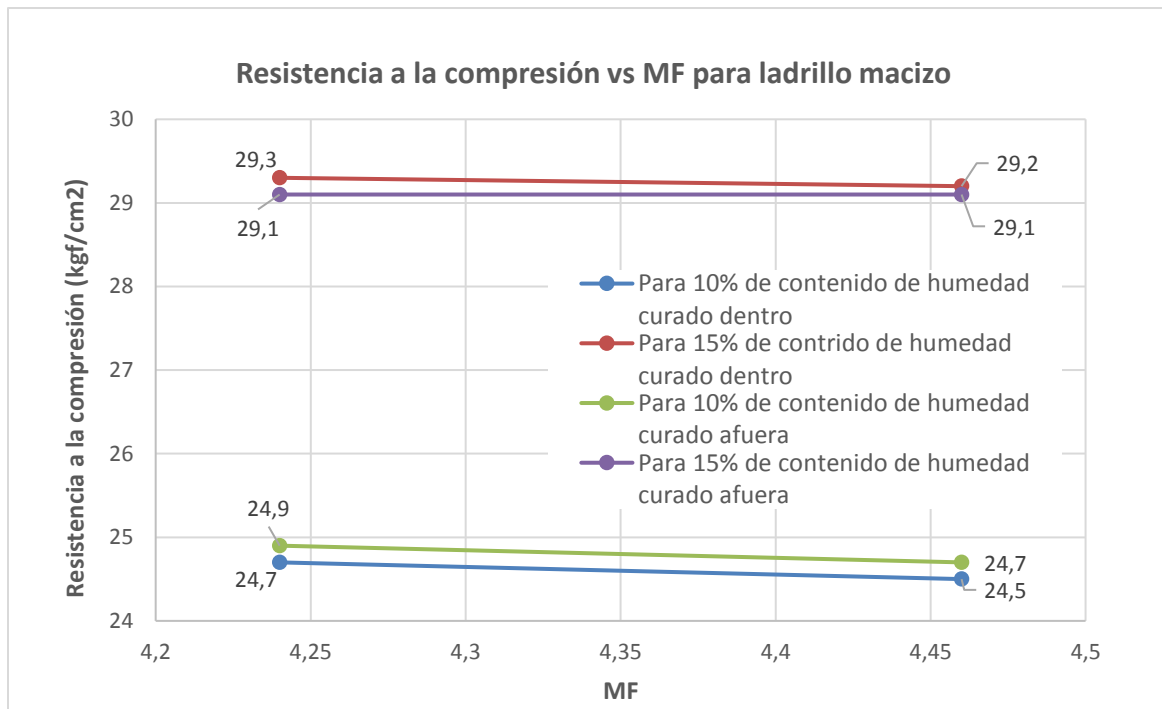
N°	Tipo	Lugar	Tipo Bloque	Temp. °C	Humedad	Área	Altura	Carga ruptura	Tensión	modulo de finura	
					%	Cm2	cm	Kgf	Kgf/cm2		mm
1	B	San Diego	Macizo	Afuera	33°C	10%	174	22	4940	24,7	4,46
1	A	Tocuyito	Macizo	Afuera	33°C	10%	174	25	4980	24,9	4,24

Fuente: Arellano, Lomeli (2021)

**Tabla 46:** Ensayo de la Variación de la humedad vs Modulo de Finura Tipo Macizo  
Curado Afuera

N°	Tipo	Lugar	Tipo Bloque	Temp. °C	Humedad %	Área Cm2	Altura cm	Carga ruptura Kgf	Tensión Kgf/cm2	modulo de finura mm
2	B	San diego	Macizo	Afuera	33°C	174	22	5820	29,1	4,46
2	A	Tocuyito	Macizo	Afuera	33°C	174	26	5820	29,1	4,24

Fuente: Arellano, Lomeli (2021)



**Gráfico 15** Resistencia a la Compresión vs Modulo de Finura Tipo Macizo

Fuente: Arellano, Lomeli (2021)

**Tabla 47:** Tensión vs % de Humedad por Tipo de Material

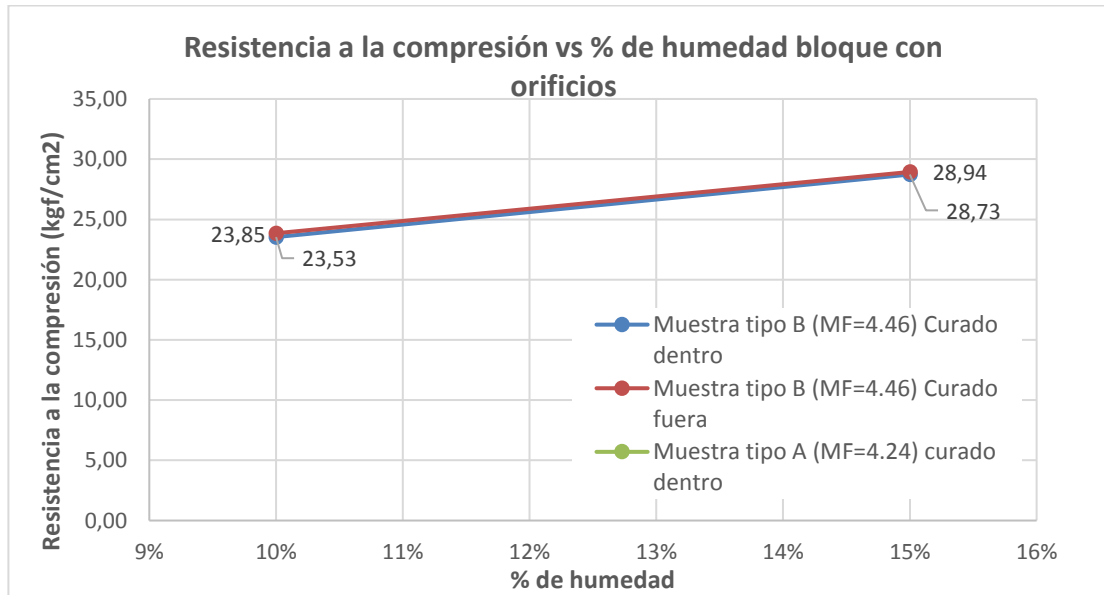
N°	Tipo	Lugar	Tipo Bloque	Temp. °C	Humedad %	Área Cm2	Altura Cm	Carga ruptura Kgf	Tensión Kgf/cm2	modulo de finura Mm
1	B	San Diego	Orificio	Afuera	31°C	188,66	23	4440	23,53	4,46
2	B	San Diego	Orificio	Afuera	31°C	188,66	25	5420	28,73	4,46

Fuente: Arellano, Lomeli (2021)

**Tabla 48:** Tensión vs % de Humedad por Tipo de Material

N°	Tipo	Lugar	Tipo Bloque	Temp. °C	Humedad %	Área Cm2	Altura cm	Carga ruptura Kgf	Tensión Kgf/cm2	modulo de finura Mm
1	B	San Diego	Orificio	Dentro	27°C	188,66	23	4500	23,85	4,46
2	B	San Diego	Orificio	Dentro	27°C	188,66	23	5460	28,94	4,46

Fuente: Arellano, Lomeli (2021)



**Gráfico 16** Resistencia a la Compresión vs % de humedad Tipo orificio

Fuente: Arellano, Lomeli (2021)

**Tabla 49:** Tensión vs % de Humedad por Tipo de Bloque

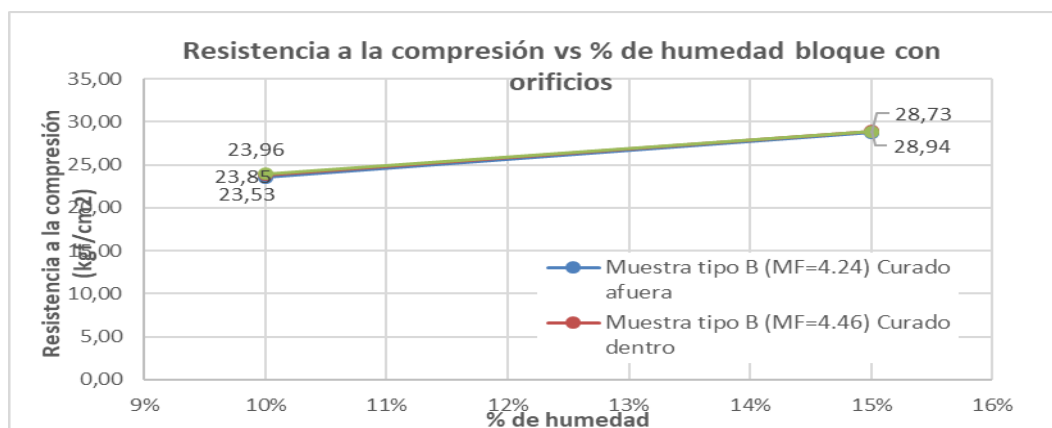
N°	Tipo	Lugar	Tipo Bloque	Temp. °C	Humedad %	Área Cm2	Altura Cm	Carga ruptura Kgf	Tensión Kgf/cm2	modulo de finura Mm
1	B	San Diego	Orificio	Afuera	31°C	188,66	23	4440	23,53	4,46
2	B	San Diego	Orificio	Afuera	31°C	188,66	25	5420	28,73	4,46
3	A	Tocuyito	Orificio	Afuera	33°C	188,66	22	5480	29,05	4,24

Fuente: Arellano, Lomeli (2021)

**Tabla 50:** Tensión vs % de Humedad por Tipo de Bloque

N°	Tipo	Lugar	Tipo Bloque	Temp. °C	Humedad %	Área Cm2	Altura cm	Carga ruptura Kgf	Tensión Kgf/cm2	modulo de finura Mm
1	B	San Diego	Orificio	Dentro	27°C	188,66	23	4500	23,85	4,46
2	B	San Diego	Orificio	Dentro	27°C	188,66	23	5460	28,94	4,46
3	A	Tocuyito	Orificio	Dentro	28°C	188,66	25	4520	23,96	4,24
4	A	Tocuyito	Orificio	Dentro	28°C	188,66	21	5440	28,84	4,24

Fuente: Arellano, Lomeli (2021)



**Gráfico 17** Resistencia a la Compresión vs % de humedad Tipo orificio

Fuente: Arellano, Lomeli (2021)

**Tabla 51:** Variación de la humedad vs Modulo de Finura Tipo orificio Curado

Dentro

N°	Tipo	Lugar	Tipo Bloque	Temp. °C	Humedad %	Área Cm2	Altura cm	Carga ruptura Kgf	Tensión Kgf/cm2	modulo de finura Mm
1	B	San Diego	Orificio	27°C	10%	162,66	23	4500	27,67	4,46
3	A	Tocuyito	Orificio	28°C	10%	162,66	25	4520	27,79	4,24

Fuente: Arellano, Lomeli (2021)

**Tabla 52:** Variación de la humedad vs Modulo de Finura Tipo orificio Curado

Dentro

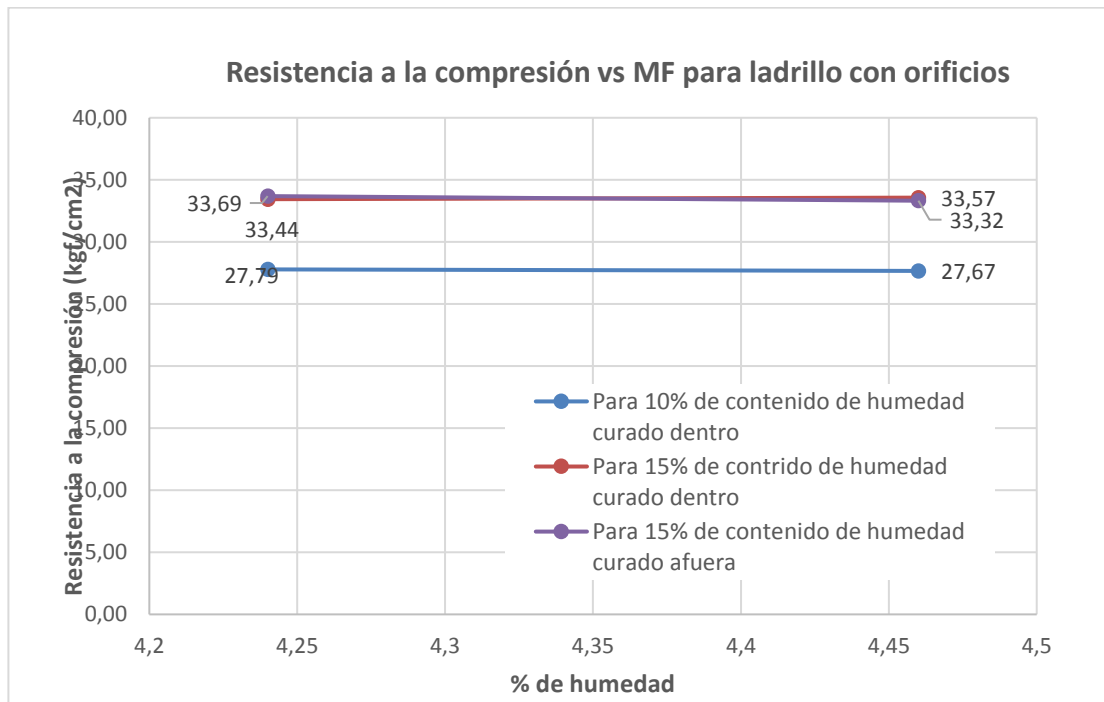
N°	Tipo	Lugar	Tipo Bloque	Temp. °C	Humedad %	Área Cm2	Altura cm	Carga ruptura Kgf	Tensión Kgf/cm2	modulo de finura Mm
2	B	San Diego	Orificio	27°C	15%	162,66	23	5460	33,57	4,46
4	A	Tocuyito	Orificio	28°C	15%	162,66	21	5440	33,44	4,24

Fuente: Arellano, Lomeli (2021)

**Tabla 53:** Variación de la humedad vs Modulo de Finura Tipo orificio Curado Afuera

N°	Tipo	Lugar	Tipo Bloque	Temp. °C	Humedad %	Área Cm2	Altura cm	Carga ruptura Kgf	Tensión Kgf/cm2	modulo de finura Mm	
2	B	San Diego	Orificio	Afuera	31°C	15%	162,66	25	5420	33,32	4,46
3	A	Tocuyito	Orificio	Afuera	33°C	15%	162,66	22	5480	33,69	4,24

Fuente: Arellano, Lomeli (2021)



**Gráfico 18** Resistencia a la Compresión vs Modulo de Finura Tipo orificio

Fuente: Arellano, Lomeli (2021)

**NOTA:** Para la realización de los ensayos se procedió a que cortar los bloques en sus extremidades con un disco de corte de concreto de 4.5", esto para evitar que al

momento de realizar la compresión sobre él no fallara por sus bordes, estos bordes se deben a que todos los bloques tienen un diseño para poder ser armados y que todas las piezas encajen entre sí. Los resultados obtenidos en el ensayo arrojaron que el porcentaje de agua más favorable para el bloque es de 15%, sin embargo, se puede apreciar que los bloques curados dentro del galpón tuvieron más resistencia que los que fueron curados fuera del mismo, también se sabe que los áridos tipo A1 (Tocuyito) arrojaron resultados más arcillosos, por lo tanto, tuvo más resistencia a compresión que el tipo B (San Diego).

**Tabla 54** Relación Resistencia a la compresión vs % Cemento Tipo Macizos

N°	Tipo	Lugar	Tipo Bloque	Temp.	°C	Cemento %	Tensión Kgf/cm2
1	B	San Diego	Macizo	Afuera	33°C	5%	29,0
2	B	San diego	Macizo	Afuera	33°C	10%	29,1
3	B	San Diego	Macizo	Afuera	33°C	15%	36,0
4	A	Tocuyito	Macizo	Afuera	33°C	5%	22,0
5	A	Tocuyito	Macizo	Afuera	33°C	10%	29,1
6	A	Tocuyito	Macizo	Afuera	33°C	15%	33,0

Fuente: Arellano, Lomeli (2021)

**Tabla 55** Relación Resistencia a la compresión vs % Cemento Tipo Macizos

N°	Tipo	Lugar	Tipo Bloque	Temp.	°C	Cemento %	Tensión Kgf/cm2
1	B	San Diego	Macizo	Dentro	28°C	5%	25,0
2	B	San Diego	Macizo	Dentro	28°C	10%	25,8
3	B	San Diego	Macizo	Dentro	28°C	15%	36,0
4	A	Tocuyito	Macizo	Dentro	28°C	5%	22,0
5	A	Tocuyito	Macizo	Dentro	28°C	10%	29,3
6	A	Tocuyito	Macizo	Dentro	28°C	15%	31,0

Fuente: Arellano, Lomeli (2021)

**Tabla 56** Relación Resistencia a la compresión vs Modulo de Finura Tipo Macizos  
Curado Dentro

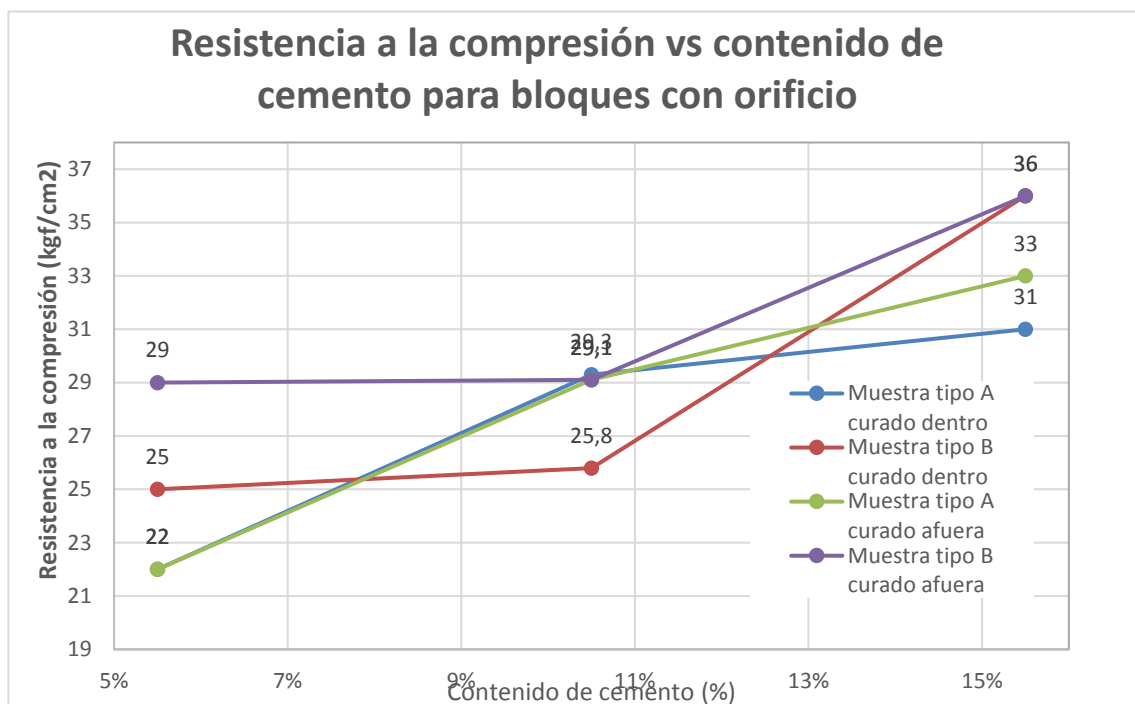
N°	Tipo	Lugar	Tipo Bloque	Temp.	°C	Cemento %	Tensión Kgf/cm2
1	A	Tocuyito	Macizo	Dentro	28°C	5%	22
2	A	Tocuyito	Macizo	Dentro	28°C	10%	29,3
3	A	Tocuyito	Macizo	Dentro	28°C	15%	31
4	B	San Diego	Macizo	Dentro	28°C	5%	25
5	B	San Diego	Macizo	Dentro	28°C	10%	25,8
6	B	San Diego	Macizo	Dentro	28°C	15%	36

Fuente: Arellano, Lomeli (2021)

**Tabla 57** Relación Resistencia a la compresión vs Modulo de Finura Tipo Macizos  
Curado Afuera

N°	Tipo	Lugar	Tipo Bloque	Temp.	°C	Cemento %	Tensión Kgf/cm2
1	A	Tocuyito	Macizo	Afuera	33°C	5%	22
2	A	Tocuyito	Macizo	Afuera	33°C	10%	29,1
3	A	Tocuyito	Macizo	Afuera	33°C	15%	33
5	B	San Diego	Macizo	Afuera	33°C	5%	29
6	B	San diego	Macizo	Afuera	33°C	10%	29,1
4	B	San Diego	Macizo	Afuera	33°C	15%	36

Fuente: Arellano, Lomeli (2021)



**Gráfico 19** Resistencia a la Compresión vs Modulo de Finura % Cemento Tipo bloque con orificio

Fuente: Arellano, Lomeli (2021)

**Tabla 58** Relación Resistencia a la compresión vs % Cemento Tipo Orificio Curado Afuera

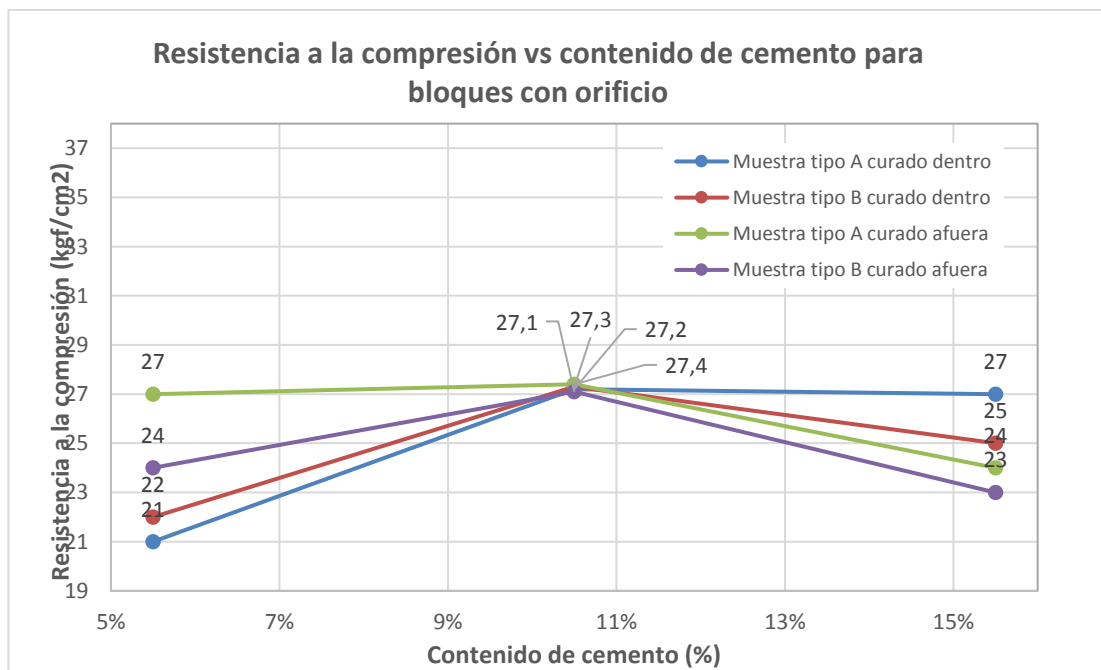
N°	Tipo	Lugar	Tipo Bloque	Temp. °C	Cemento %	Tensión Kgf/cm <sup>2</sup>	modulo de finura Mm
13	A	Tocuyito	Orificio	Afuera 33°C	5%	27	4,24
19	A	Tocuyito	Orificio	Afuera 33°C	10%	27,4	4,24
24	A	Tocuyito	Orificio	Afuera 33°C	15%	24	4,24
16	B	San Diego	Orificio	Afuera 33°C	5%	24	4,46
17	B	San Diego	Orificio	Afuera 31°C	10%	27,1	4,46
22	B	San Diego	Orificio	Afuera 33°C	15%	23	4,46

Fuente: Arellano, Lomeli (2021)

**Tabla 59** Relación Resistencia a la compresión vs % Cemento Tipo Orifico Curado dentro

N°	Tipo	Lugar	Tipo Bloque	Temp.	°C	Cemento %	Tensión Kg/cm <sup>2</sup>	modulo de finura Mm
14	A	Tocuyito	Orificio	Dentro	28°C	5%	21	4,24
18	A	Tocuyito	Orificio	Dentro	28°C	10%	27,2	4,24
21	A	Tocuyito	Orificio	Dentro	28°C	15%	27	4,24
15	B	San Diego	Orificio	Dentro	28°C	5%	22	4,46
20	B	San Diego	Orificio	Dentro	27°C	10%	27,3	4,46
23	B	San Diego	Orificio	Dentro	28°C	15%	25	4,46

Fuente: Arellano, Lomeli (2021)



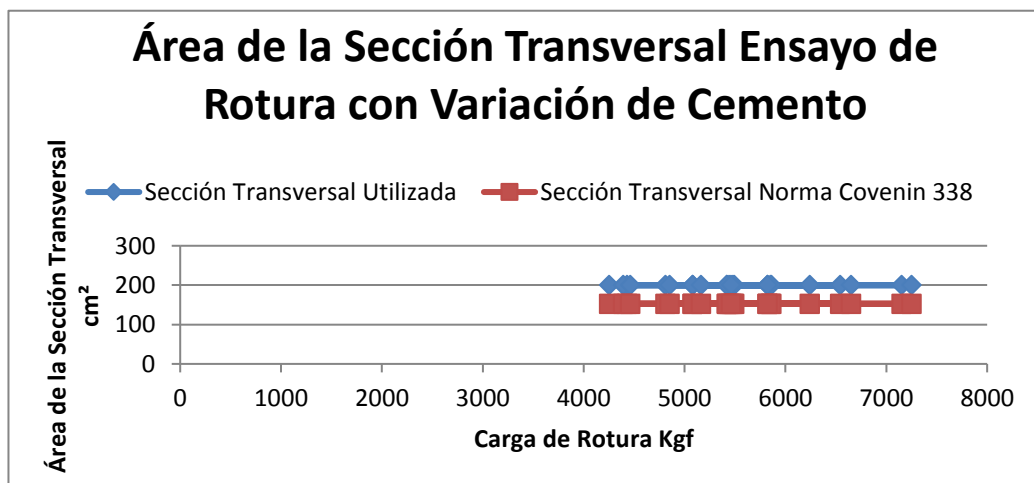
**Gráfico 20** Resistencia a la compresión vs %cemento tipo bloque con orificio

Fuente: Arellano, Lomeli (2021)

**NOTA:** De acuerdo a lo antes mencionado en el ensayo de la variación de humedad con respecto a la preparación de los bloques antes de ser ensayados, estas muestras no sufrieron polvorización ya que el porcentaje de humedad era el indicado.

Se realizaron 24 combinaciones posibles variando el porcentaje de cemento. Por medio del ensayo pertinente pudimos determinar que la máxima resistencia a compresión se obtuvo de un bloque tipo B, macizo, curado afuera y de igual forma el que se encontraba dentro del galpón, ambos bloques con una tensión de 36kg/cm<sup>2</sup>; cabe destacar que en este ensayo la muestra B tuvo mayor resistencia a mayor porcentaje de cemento, mientras que la muestra tipo A no varió tan significativamente, aunque había tenido mayor resistencia en el pasado ensayo de variación de la humedad.

El análisis de resistencia fue evaluado por medio de la máquina de compresión en la que de acuerdo a la norma COVENIN 338 indica las dimensiones necesarias para el área donde se aplica la carga, haciendo resaltar que estos pueden ser de otras dimensiones siempre y cuando no sobrepase ciertos estándares, por lo que se muestra a continuación la grafica de Área de sección transversal de acuerdo a las descritas por la norma y la utilizada para el ensayo, haciendo constar que esta se encuentra por encima de las dimensiones que indica la norma pero no incumpliendo sus dimensiones permisibles en caso de tener otras.



**Figura 14:** Área de la Sección Transversal Ensayo de Rotura con Variación de cemento

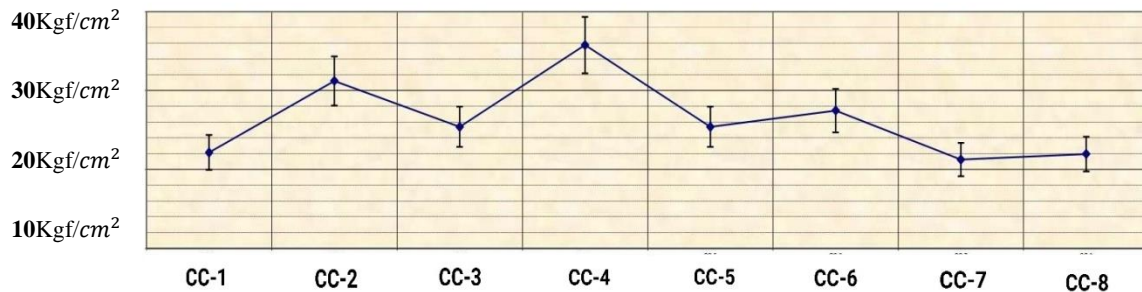
**Fuente:** Arellano, Lomeli (2021)

Dentro de este marco de ideas, el ensayo de resistencia de estos bloques al ser comprimido, se pudo observar que su fractura no es inmediata; por lo general, el material pierde sus caras y mantiene la geometría. La principal fractura se dirige hacia las esquinas en un plano inclinado, porque se concentran las tensiones. (ver figura 15) Su deformación no es de forma brusca y ocurre a medida que se le aplique la carga hasta llegar a la fractura.



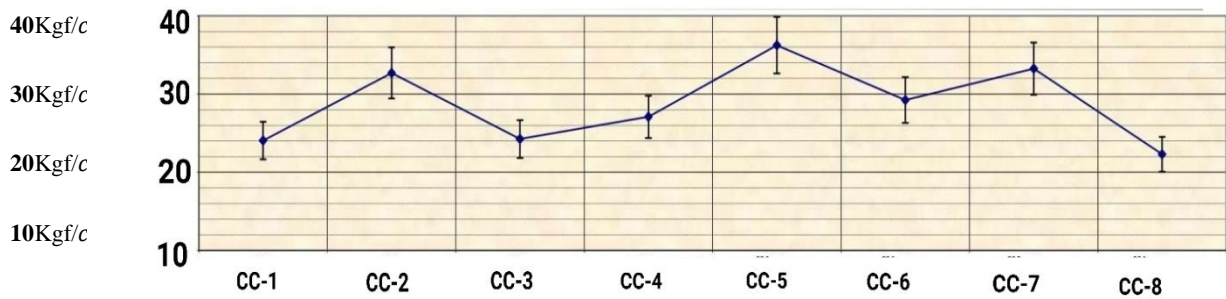
**Figura 15:** Ensayo a la compresión de ECOBLOCK, rotura a la máxima tensión.

**Fuente:** Arellano, Lomeli (2021)



**Gráfico 21** Aplicación de fuerza vs deformación para los ECOBLOCK (8-16)

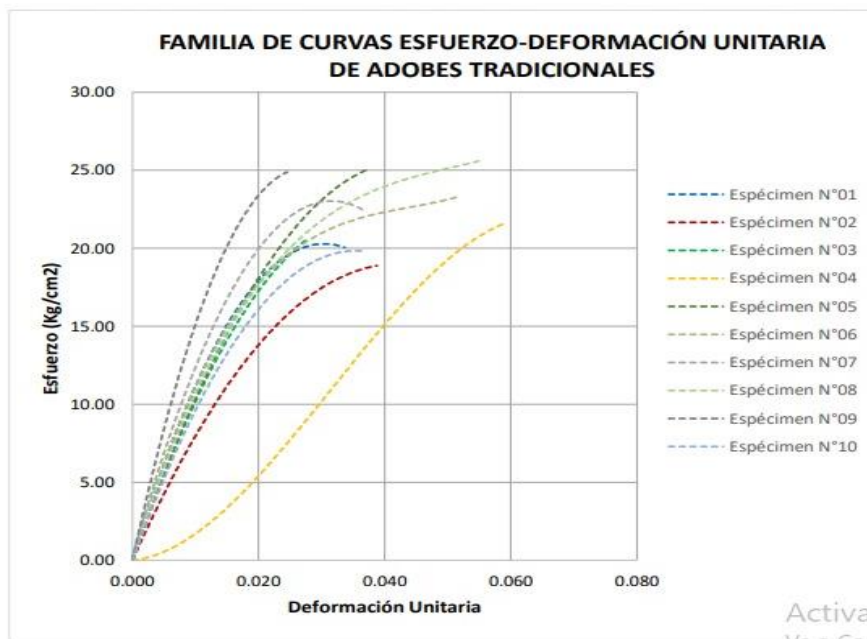
**Fuente:** prensa para ensayo de compresión (2022)



**Gráfico 22:** Aplicación de fuerza vs deformación para los ECOBLOCK (1-8)

**Fuente:** prensa para ensayo de compresión (2022)

Así mismo, luego de los ensayos pertinentes para conocer la resistencia máxima a la compresión que pueden soportar los ECOBLOCK, se propuso una comparación entre el tradicional Adobe y el ECOBLOCK, y así conocer entre ellos el más favorable.



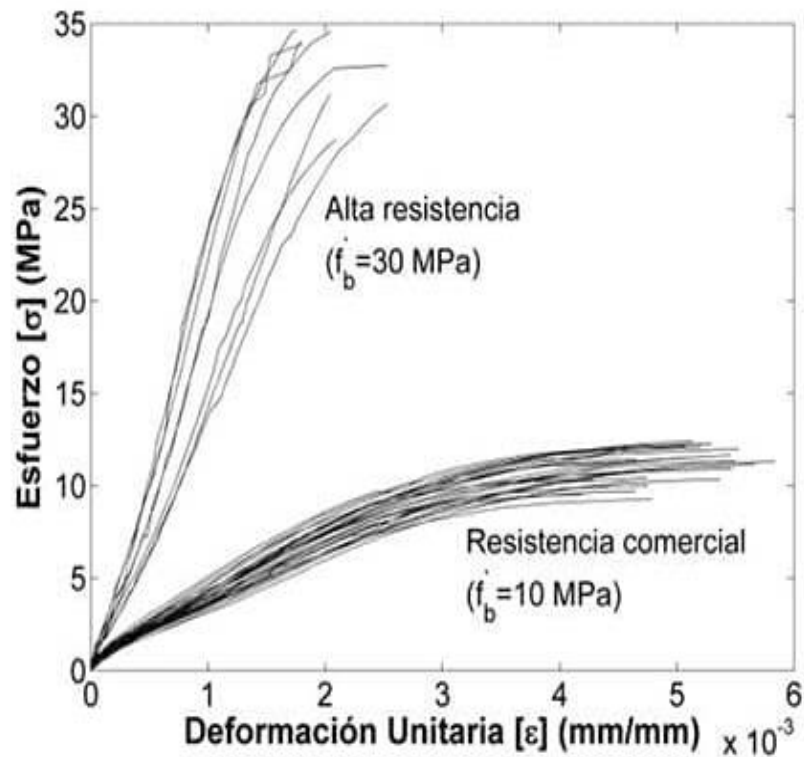
**Gráfico 23:** Curva tensión deformación de bloques tradicionales de Adobe

**Fuente:** John (2018)

En la presente Investigación cada bloque de Adobe fue cargado con velocidad controlada hasta la falla, monitoreando a su vez la deformación, con la finalidad de

obtener los principales parámetros que definen su comportamiento mecánico. Para ello se ensayaron hasta la rotura un total de 10 bloques que corresponden a bloques de resistencia comercial.

En la curva tensión-deformación podemos notar que los bloques en su mayoría presentan un comportamiento tensión-deformación relativamente lineal hasta su resistencia máxima, el cual tiene una tensión máxima de 25,37kgf/cm<sup>2</sup> punto a partir del cual comienzan a aparecer las primeras fisuras en la unidad de bloque, incrementándose gradualmente su comportamiento inelástico.



**Gráfico 24:** Curva tensión deformación de bloques aligerados de concreto liviano.  
**Fuente:** John (2018)

A su vez, también se ha desarrollado un modelo constitutivo para determinar el comportamiento de bloques de concreto a partir de la correlación entre algunos modelos constitutivos del hormigón y los resultados de una evaluación experimental

en bloques aligerados de concreto liviano, clasificados en dos grupos acorde a su nivel de resistencia (10MPa y 30MPa). Los resultados obtenidos permiten identificar que los modelos que involucran dentro de sus parámetros la resistencia del bloque, son los que mejor se ajustan a los resultados experimentales

Por otro lado, como podemos apreciar en las graficas de tensión máxima con variación de cemento, alcanzo el 36kgf/cm<sup>2</sup> punto a partir del cual comienzan a aparecer las primeras fisuras en la unidad de bloque, por lo cual podemos determinar a simple vista que los ECOBLOCK son capaces de soportar mayor tensión que los Adobe Tradicionales, pero menor tensión que los bloques aligerados de concreto liviano.

#### **4.3 Diseño de la mezcla para la fabricación de bloques tipo ECOBLOCK para edificaciones.**

Para concluir de manera exitosa la investigación se realizo una hoja técnica con las características del diseño de mezcla más adecuado para la elaboración de bloques de tipo ECOBLOCK de acuerdo a los resultados de esta investigación.

### **MÁQUINA ECOBLOCK**



Máquina para fabricación de bloques ecológicos.  
Motor diesel o motor. No hay necesidad de paleta.  
La máquina relacionada es una mezcladora y una cinta transportadora.

## DATOS TÉCNICOS

<b>Dimensión global</b> 1490x980x1970mm	
<b>Motor</b>	Motor (puede usar motor diesel si los clientes lo requieren)

<b>Poder</b>	4KW
<b>Ciclo de moldeo</b>	15-20s
<b>Método de formación</b>	Hidráulico
<b>Capacidad</b>	400-600pcs

## Ventajas

1. Certificados: CE / SGS / ISO9001: 2000
2. Hidráulico y semiautomático
3. Fuerte estructura de acero de alta resistencia
4. El molde de bloque adopta la tecnología de tratamiento térmico
5. PLC MITSUBISHI japonés / SIEMENS alemán o motores internacionales de la marca ABB
6. Use la rueda helicoidal y el mandril de tornillo para ajustar la plataforma del alimentador de material.

## BLOQUE ECOBLOCK



ECOBLOCK es un novedoso bloque de concreto ambientalmente amigable. Se produce con una mezcla de suelo, cemento y agua conformando un elemento de alta resistencia y durabilidad.

## DATOS TÉCNICOS

Tamaño pieza real	10cm x 20cm x 25cm
Peso aproximado	8kg
Resistencia mínima	23 kg/cm <sup>2</sup>
Resistencia máxima	36 kg/cm <sup>2</sup>

## MATERIALES PARA ECOBLOCK MACIZOS

Suelo	70% Unitario (7.8kg)
Cemento	15% Unitario (1,17kg)
Agua	15% Unitario (1,17L)
Aditivos	0% (ninguno)

## Ventajas

Bloques ambientalmente amigables.  
No necesita armado, ni columnas para hacer una vivienda  
Son mejores aislantes del frío y del calor exterior  
Ahorro de costos.

## Usos

Los bloques de concreto Ecoblock pueden utilizarse en la construcción en diversas estructuras, sin embargo su uso principal es poder construir con él viviendas que sean seguras, sostenibles y de adquisición a todo público.

**MATERIALES  
PARA ECOBLOCK CON ORIFICIO**

<b>Suelo</b>	70% Unitario (7.8kg)
<b>Cemento</b>	10% Unitario (0,78gr)
<b>Agua</b>	15% Unitario (1,17L)
<b>Aditivos</b>	0% (ninguno)

- Seguir las indicaciones de los porcentajes de los materiales que dice la ficha técnica.
- Para el proceso de mezclado debe de ser un lugar seco, no debe de ser en el mismo suelo, el lugar tiene que tener una base de concreto para que los agentes ambientales no deshidraten la mezcla
- Colocar el suelo, seguidamente el porcentaje de cemento indicado, mezclar bien para añadir el porcentaje de agua estimado, mezclar hasta tener una mezcla homogénea
- Después de realizar la mezcla se debe llevar de inmediato a la maquina ECOBLOCK para que está la comprima a 2000 psi aprox. y seguidamente expulse el bloque.

**NOTA**

Todos los datos técnicos indicados en estas Hojas de Datos de Producto están basados en ensayos de laboratorio. Las medidas reales de estos datos pueden variar debido a circunstancias más allá de nuestro control

**ESPECIFICACIONES DEL SUELO**

**RECOMENDACIONES**

**CONSTRUCTIVAS**

- Se necesita de la maquina ECOBLOCK para poder fabricar los bloques

- El bloque es de tierra y no es convencional, el transporte debe de ser optimo para dicho elemento

- El clima para fraguar el bloque debe de ser un clima cálido.

**MEZCLADO / ELABORACIÓN**

<b>Tipo</b>	Arena gruesa, Bien gradada
<b>Contenido de humedad</b>	2,33%
<b>Recolección</b>	20 cm por debajo de la capa vegetal
<b>Tamaño granulométrico</b>	Pasantes tamiz ¼” 96,86%
<b>Plasticidad</b>	5,67%
<b>Densidad nominal</b>	2,7 g/cm <sup>3</sup>
<b>Módulo de finura</b>	Mayor a 4,23 mm

## CONCLUSIONES

Las siguientes conclusiones están relacionadas a mejorar el desempeño mecánico y estructural de los Bloques tipo ECOBLOCK, teniendo en cuenta los análisis de laboratorio de dos tipos de tierra las cuales fueron estudiadas en dicho proyecto, el proceso de producción y los resultados de las pruebas y ensayos de laboratorio para los bloques y sus características, orientado a establecer factores como la forma y composición en los mismos.

De acuerdo a nuestro primer objetivo, el cual es Diagnosticar las condiciones actuales en la fabricación de Bloques tipo ECOBLOCK, podemos concluir:

- Se pudo determinar que estas muestras de suelo se encuentran clasificadas dentro de un suelo Arenoso que contiene Arcillas de Baja Plasticidad. Esto favorece a la compresión, ya que mientras más arcilloso el suelo, más agua necesitará y a su vez esto generará un déficit de resistencia al ECOBLOCK.
- Los ensayos realizados en el laboratorio reflejan la calidad que tienen las muestras de suelo, en el cual se pudo determinar que estas no contenían ningún componente toxico, haciéndolas de esta forma con altas condiciones para su uso en el diseño de mezclas.
- La resistencia de los bloques depende de la dosificación de cemento, de la humedad de la mezcla y de un buen proceso de compactación.
- Los materiales que emplean áridos perdurarán en la construcción, por su economía, porque son resistentes con un estudio del material y la estructura, y con un diseño coherente, y porque los áridos son un material abundante, reciclable y productivo.
- De la correcta dosificación de áridos, agua y cemento depende la calidad de los bloques.

Por otro lado haciendo referencia a nuestro segundo objetivo, en el cual se Determino las diferentes relaciones de materiales y mezclas para la elaboración de los prototipos de ladrillo ecológicos, podemos concluir de igual forma:

- Se concluye que, a través del presente proyecto se crea la cultura ambiental mediante el reciclaje, contribuyendo a poder vivir en un entorno ambiental más saludable y a su vez se busca reducir el índice de materiales contaminantes.
- De ya lo anteriormente mencionado, El ECOBLOCK es un material netamente sostenible y sustentable ya que no utiliza aditivos y su dosificación de cemento es de un máximo de 15%.
- Los habituales materiales de construcción como el acero, el hormigón, ciertos tipos de pinturas y barnices, elementos de gas radón, uranio, plomo o mercurio, contaminan el entorno pudiendo llegar a causar enfermedades debido principalmente al elevado consumo de energía y materias primas, asociados a su proceso de obtención, producción, tratamiento, transporte e instalación, esta investigación tiene importantes avances en la construcción ya que hoy en día es posible construir infraestructuras sostenibles y resistentes, en gran medida.

Por Ultimo haciendo mención a nuestro tercer objetivo, haciendo referencia al Diseño de mezcla para la fabricación de bloques tipo ECOBLOCK para edificaciones, pudimos concluir:

- El personal recomendado para la producción debe estar compuesto por cuatro personas, dos en el procesamiento y mezclado de los materiales, uno operando la maquina y por último una persona encargada de almacenar los bloques.
- Los ECOBLOCK cuentan con 3 presentaciones, los bloques con orificio, los macizos y los bloques esquineros, sin embargo, a la hora de hacer los ensayos el bloque esquinero se representó como el bloque macizo ya que cuentan con las mismas cualidades y solo se diferencian por sus bordes y como ya se

mencionó anteriormente los bloques en sus extremidades fueron cortados para poder tener un resultado óptimo.

- Durante el proceso de saber qué porcentaje de humedad usar para que el bloque tuviera mayor resistencia, se determinó que se debe utilizar un 15% de humedad tomando como referencia el árido en Kgf, ya que al ser menor la mezcla queda deshidratada y el bloque se vuelve polvo y de ser mayor la mezcla queda sobresaturada y no puede ser procesada en la máquina.
- De acuerdo al comportamiento y características de los componentes del suelo, esta se estabilizó con un 15% de cemento a los bloques macizos y un 10% de cemento para los bloques con orificios ya que ofrece mayor resistencia.
- En diseño de mezcla óptimo para la fabricación de los ECOBLOCK está constituida por 15% de agua y 70% de suelo (arena gruesa) con un módulo de finura mayor a 4,23mm, dichas especificaciones para bloques macizos y con orificio, sin embargo, la variable cemento cambia para cada tipo de bloque, dando como resultado más resistencia a la compresión con un 15% de cemento a los bloques macizos y con un 10% de cemento a los bloques con orificio.
- En las gráficas que expresan los resultados de la tabla de humedad vs tensión se puede concluir que:
  - El 10% de humedad fue el mínimo requerido en ambas muestras, ya que al aplicar una cantidad menor a la mezcla alcanza un nivel de deshidratación que genera grietas, cabe destacar que uno de los ECOBLOCK de la tierra A, se volvió polvo mientras se realizaba el proceso de fraguado fuera del galpón, esto se debe a que la muestra A es más arcillosa que la muestra B.
  - El 20% de humedad fue el límite del rango en estudio, sin embargo, el 15% fue el máximo requerido para ambas muestras, ya que al realizar la mezcla con dicho límite (20% de humedad) se notó que había quedado con muchos grumos convirtiendo así parte de esos grumos en barro y a causa de esa sobresaturación no pueden ser comprimida por la máquina ECOBLOCK.

- Con respecto a los resultados obtenidos de compresión de cada ECOBLOCK por tipo de bloque, curado y muestra, no varío significativamente una de otra cuando se mantiene constante la variable de humedad en cada gráfica, sin embargo, cuando comparamos un bloque (A) macizo, curado fuera del galpón con 10% de humedad y el mismo bloque variando la humedad en 15%, se puede apreciar que en este caso a mayor humedad mayor resistencia y así mismo para la muestra B.
- En el caso de las gráficas que expresan los resultados de la tabla de cemento vs tensión concluimos lo siguiente:
  - En el rango de 5% a 15% de cemento se apreció que los bloques macizos resultaron ser mucho más resistentes a la compresión que los bloques con orificios. Los bloques macizos deben tener un porcentaje de cemento de 15%, y los bloques con orificio deben tener un porcentaje de cemento de 10%; por otra parte, los bloques macizos obtienen mayor resistencia a la compresión cuando son curados en un lugar donde la temperatura sea mayor a 32°C en un lugar soleado, mientras que los bloques con orificio obtienen mayor resistencia a la compresión cuando se curan en un lugar menor a 32°C donde el sol no le afecte directamente.
  - En las gráficas de módulo de finura vs cemento podemos apreciar que la diferencia del módulo de finura de la muestra A con la de la muestra B no es tan significativa y dichas gráficas dan un resultado que ambas muestras son ideales para los ECOBLOCK y que el suelo ideal debe tener un módulo de finura mayor a 4,23mm.
- El análisis de su resistencia indica que, al ser comprimido, su fractura no es inmediata; por lo general, el material pierde sus caras y mantiene la geometría. La principal fractura se dirige hacia las esquinas en un plano inclinado, porque se concentran las flexiones. Su deformación no es de forma brusca y ocurre a medida que se le aplica la carga hasta llegar a la fractura.

- Los áridos utilizados en los ensayos solo representan una pequeña parte de la zona de carbono, es decir que la investigación se limitó solo a Tocuyito y San Diego, por lo tanto, las variables estudiaban solo son actas para dichos suelos.

## RECOMENDACIONES

1. Se recomienda fomentar información en las comunidades la construcción de bloques tipo ECOBLOCK.
2. A los organismos públicos y privados encargados de la construcción de viviendas crear un programa de desarrollo sustentable y sostenible de viviendas en las áreas rurales, urbanas o turísticas.
3. Para la determinación de un diseño de mezclas de calidad, se debe tener en cuenta el correcto manejo de las muestras de suelo, lo cual es necesario un control adecuado, por lo tanto, es necesaria la ejecución apropiada de los ensayos, poniendo especial cuidado en las principales causas de su variación.
4. Fomentar la utilización de estos materiales en las comunidades rurales, urbanas y turísticas para la construcción de edificaciones.
5. Utilizar herramientas de medida para la dosificación de los materiales con una medida estándar ya sea un envase o una tara que den una medida exacta.
6. Las tomas de concreto para muestras deben ser realizadas sin intervenir, ni molestar en las actividades de producción
7. El correcto manejo de las muestras y maquinarias a utilizar en los ensayos deben ser correctamente para evitar variaciones en los resultados
8. Debe integrarse el 20% de humedad, pero con la granulometría más fina, decir lo que pase el tamiz #40.
9. Para la fabricación de estructuras con estos tipos de bloques debe de haber un personal capacitado.
10. Se recomienda realizar estudio costo a los ECOBLOCK para comparar con los bloques tradicionales
11. Llevar a cabo un trabajo de investigación basado en los agentes contaminantes de los bloques tradiciones y los ECOBLOCK.
12. Es necesario hacer un estudio de por lo menos 24 muestras de suelos en toda Valencia para obtener datos más precisos.

## REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Arguello R. (2006) En su investigación titulada “Ladrillos, bloques y placas con plásticos reciclados para viviendas de interés social”. [Documento en Línea]. Disponible: <https://www.redalyc.org/pdf/258/25806306.pdf>
- Balestrini, M. (2005). Elaboración de un proyecto de grado. 6ta edición. [Documento Línea]. Disponible: <https://drive.google.com/file/d/0B1sTcIvKGVSYT1FFa0JYMXFEejg/view?resourcekey=0-q-4eI4j8N4MSEkr7B1O9Vg>
- Barrera, Torres. (2015) En su trabajo de grado titulado: “ Diseño de bloques ecológicos para la construcción de viviendas coloniales con materiales originarios de los caseríos rurales. [Documento en Línea]. Disponible: [https://www.academia.edu/25474924/dise%C3%B1o\\_de\\_bloques\\_ecologicos](https://www.academia.edu/25474924/dise%C3%B1o_de_bloques_ecologicos)
- Cabo, M (2011). “Ladrillo Ecológico como Material Sostenible para la Construcción”, presentado para optar al título de Ingeniero Civil en el Instituto Politécnico Santiago Mariño, Maracay Estado Aragua. [Documento en Línea]. Disponible: <http://academicae.unavarra.es/bitstream/handle/2454/4504/577656.pdf?sequence=1#:~:text=EI%20ecoladrillo%20adem%C3%A1s%20de%20una,que%20no%20requieren%20de%20cocci%C3%B3n>
- Carrasco & Tinoco (2018), en su trabajo titulado: “Elaboración de Ladrillos Ecológicos a partir de Arena de Sílice y Arenas Mixtas”. [Documento en Línea]. Disponible: [http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/5181/T010\\_74023325\\_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/5181/T010_74023325_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Estanga (2011). Impacto Ambiental y la Revolución Industrial. 5ta edición. Valencia. [Documento en Línea]. Disponible: <https://www.ucab.edu.ve/wp-content/uploads/sites/2/2019/02/d49d2562eabb63b3ee18f73a22107ad5.pdf>

- Fernández (2010) Construcción Sustentable. Editorial Panapo, Caracas.[Documento en Línea]. Disponible: <https://www.unimet.edu.ve/departamento-de-construccion-y-desarrollo-sustentable-de-la-unimet-presenta-ideas-para-implementar-herramientas-del-desarrollo-sustentable/>
- Fundamentos de Ingeniería Geotécnica Braja M. Das 4ta Edición © D.R. 2013 por Cengage Learning Editores, S.A. de C.V., una Compañía de Cengage Learning, Inc.
- García (2005) Materiales Ecológicos y construcción. 3era edición. Valencia. Obtenido de: <https://repositorio.upct.es/bitstream/handle/10317/8177/tfg-yah-gui.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2006). Metodología de la Investigación. (4ª.ed.) McGraw-Hill Interamericana. México. [Documento en Línea]. Disponible:[https://www.uv.mx/personal/cbustamante/files/2011/06/Metodologia-de-la-Investigaci%C3%83%C2%B3n\\_Sampieri.pdf](https://www.uv.mx/personal/cbustamante/files/2011/06/Metodologia-de-la-Investigaci%C3%83%C2%B3n_Sampieri.pdf)
- Hernández Sampieri (2006) Metodología de la Investigaciónón. [Documento en Línea].Disponible:<http://187.191.86.244/rceis/registro/Metodolog%C3%Ada%20de%20la%20Investigaci%C3%B3n%20SAMPIERI.pdf>
- Hurtado (2008) Revisión Documental [Documento en Línea].Disponible: <http://virtual.urbe.edu/tesispub/0093381/cap03.pdf>
- Kawulich (2005) Observación Participante. [Documento en Línea]. Disponible: <https://www.buenastareas.com/ensayos/Observaci%C3%B3nParticipante/848775.html>
- M Cabo Laguna – (2011) Ladrillo Ecológico como material sostenible para la construcción [Documento en Línea]. Disponible: <http://academica-e.unavarra.es/bitstream/handle/2454/4504/577656.pdf?sequence=1>

- Santana (1999) Trabajo especial de grado mezclas de concreto para obras de poco volumen. [Documento en Línea]. Disponible: [http://saber.ucv.ve/bitstream/123456789/11104/1/TESIS\\_UCV.pdf](http://saber.ucv.ve/bitstream/123456789/11104/1/TESIS_UCV.pdf)
- Méndez (2012) Alternativas ecológicas para Ingenieros Civiles. Limusa, México Documento en Línea]. Disponible: [https://www.academia.edu/25474924/dise%C3%B1o\\_de\\_bloques\\_ecologicos](https://www.academia.edu/25474924/dise%C3%B1o_de_bloques_ecologicos)
- Norma COVENIN 1:78 Ladrillos de arcilla, [Documento en Línea]. Disponible: <https://app.box.com/s/827aspzpsdsaoaqezqysmtn6n0nhf3c1>
- Norma COVENIN 273-98 Concreto, Mortero y Componentes, Terminología, Documento en Línea]. Disponible: <http://www.sencamer.gob.ve/sencamer/normas/273-98.pdf>
- Norma COVENIN 1375-79 Método de Ensayo para determinar por secado, el contenido de humedad total y superficial en el agregado [Documento en Línea]. Disponible: [https://m.box.com/shared\\_item/https%3A%2Fapp.box.com%2Fs%2Fx14im6jwz0ek4f5ys3iygzka5onnalbg](https://m.box.com/shared_item/https%3A%2Fapp.box.com%2Fs%2Fx14im6jwz0ek4f5ys3iygzka5onnalbg)
- Norma COVENIN 1976-2003 Concreto, evaluación y métodos de ensayo. [Documento en Línea]. Disponible: <http://www.sencamer.gob.ve/sencamer/normas/1976-03.pdf>
- Norma COVENIN 1125-77 Suelos, Métodos de ensayo para la determinación de los Limite Líquido y Limite Plástico, [Documento en Línea]. Disponible: <https://app.box.com/s/kzi57i8lowjt71j92lv9jbi6uyq01thm>
- Norma COVENIN 255-77 Agregados, determinación de la composición granulométrica [Documento en Línea]. Disponible: <https://profesor-estudiantes.webs.com/0255-1998.pdf>

- Norma COVENIN 268:1998 Agregado Fino-Determinación de la densidad y la Absorción [Documento en Línea]. Disponible: <http://www.sencamer.gob.ve/sencamer/normas/268-98.pdf>
- Norma COVENIN 269:1998 Agregado Grueso-Determinación de la densidad y la Absorción [Documento en Línea]. Disponible: <http://www.sencamer.gob.ve/sencamer/normas/269-98.pdf>
- Norma COVENIN 2232-85 Ensayo de Tamizado [Documento en Línea]. Disponible: <https://pdfslide.tips/documents/2232-1985.html>
- Norma COVENIN Concreto Premezclado 633:2001 [Documento en Línea]. Disponible: <https://app.box.com/s/1dsu22mgjzv2q95v2t1e5vznwnjx0kig>
- Norma COVENIN Extracción de Muestras para Morteros y Concretos [Documento en Línea]. Disponible: [https://m.box.com/shared\\_item/https%3A%2Fapp.box.com%2Fs%2Fabqszjkl0c66ai2mlo05hwmxj8uwixke](https://m.box.com/shared_item/https%3A%2Fapp.box.com%2Fs%2Fabqszjkl0c66ai2mlo05hwmxj8uwixke)
- Norma ASTM D2216-71 Determinación del Contenido de Humedad [Documento en Línea]. Disponible:
- Palella y Martins (2010) Metodología de la Investigación Cuantitativa. [Documento en Línea]. Disponible: <https://www.docsity.com/es/diseno-tipo-nivel-y-modalidad-de-palella-y-martins/2733947/>
- Pérez (2010) Ladrillos y medio Ambiente. Editorial Lumina. 5ta edición. [Documento en Línea]. Disponible: [https://www.academia.edu/25474924/dise%C3%B1o\\_de\\_bloques\\_ecologicos](https://www.academia.edu/25474924/dise%C3%B1o_de_bloques_ecologicos)
- Plata (2006) Investigaciones como estudios Previos. 2da Edición. México. [Documento en Línea]. Disponible:

- Porrero Joaquin (2004) Manual del concreto estructural [Documento en Línea].  
Disponible: <https://www.libreriaingeniero.com/2017/09/manual-del-concreto-estructural-joaquin-porrero.html>
- Porrero Joaquin (2014) Manual del concreto fresco [Documento en Línea].  
Disponible: <https://es.slideshare.net/nilsey/manual-del-concreto>
- Sabino (2002) La investigación como sistema coordinado. Editorial Angelus. 4ta Edición. Caracas [Documento en Línea]. Disponible: [http://paginas.ufm.edu/sabino/ingles/book/proceso\\_investigacion.pdf](http://paginas.ufm.edu/sabino/ingles/book/proceso_investigacion.pdf)
- Sánchez (2008) La Ecología y la Construcción. Ediciones Paulina. Madrid [Documento en Línea]. Disponible: <https://www.unl.edu.ar/iberoextension/dvd/archivos/ponencias/mesa3/la-construccion-de-la-realid.pdf>
- Seijas (2004) El Marco Metodológico. 3era edición [Documento en Línea].  
Disponible: <http://virtual.urbe.edu/tesispub/0088314/cap03.pdf>
- Tamayo y Tamayo, M. (2004) El proceso de la Investigación Científica. 4ta Edición [Documento en Línea]. Disponible: [https://www.academia.edu/17470765/EL\\_PROCESO\\_DE\\_INVESTIGACION\\_CIENTIFICA\\_MARIO\\_TAMAYO\\_Y\\_TAMAYO\\_1?auto=download](https://www.academia.edu/17470765/EL_PROCESO_DE_INVESTIGACION_CIENTIFICA_MARIO_TAMAYO_Y_TAMAYO_1?auto=download)
- Universidad de Carabobo. (1990). Manual de Trabajo de Grado de Maestrías y Tesis Doctorales. Documento en Línea]. Disponible: <https://es.calameo.com/books/0054183767b7324ef0fae>
- UPEL (2010) Manual de Trabajo de Grados de especialización y Maestría y Tesis Doctorales. Documento en Línea. Disponible: <http://tesisdeinvestig.blogspot.com/2011/07/proyectos-factibles-manual-upel.html>

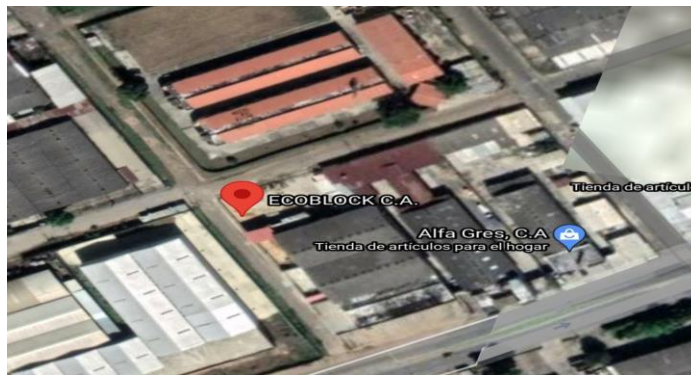
## ANEXOS

Ubicación Satelital del terreno de la Muestra B San Diego



**Fuente:** Arellano y Lomeli (2021)

Ubicación Satelital del terreno de la Muestra A1 Patrón y A2 Tocuyito



**Fuente:** Arellano y Lomeli (2021)

Toma de muestras de suelos a ensayar



**Fuente:** Arellano y Lomeli (2021)

## Ensayo Contenido de Humedad



Fuente: Arellano y Lomeli (2021)

## Ensayo de Granulometría de los suelos



Fuente: Arellano y Lomeli (2021)

## Ensayo Límites de consistencia

Fuente: Arellano y Lomeli (2021)



## Contenido de Materia Orgánica

Fuente: Arellano y Lomeli (2021)



Preparación de la muestra para Ensayo de Gravedad Especifica



Fuente: Arellano y Lomeli (2021)

## Proceso de Realización de los Bloques



**Fuente:** Arellano y Lomeli (2021)

## Ensayo a Compresión



**Fuente:** Arellano y Lomeli (2021)

## Proceso de Curado



**Fuente:** Arellano y Lomeli (2021)