UNIVERCIDAD NACIONA DE INGENIERIA

Sede Regional del Norte

Recinto Universitario Augusto C Sandino

Monografía

“PROPUESTA DE BLOQUES DE CONCRETO CON PLASTICO RECICLADO (PET)”

Para optar al título de ingeniero Civil

Elaborado por

Br. Jorge Luis Zavala Salcedo

Br. Brandon Henry Vindell del castillo

Tutor

MSc. Silvia Lindo O 'Connors

Managua, noviembre 2022

Dedicatoria

Este presente trabajo está dedicado a Dios principalmente por habernos dado la fuerza de voluntad para concluir con éxito nuestra formación académica, a nuestros padres por cada sacrificio realizado para vernos triunfar en la vida y que han sido las principales en vernos desarrollar cada etapa de nuestro crecimiento humano y profesional y nos han apoyado incondicionalmente hasta el último momento de nuestra carrera. Gracias a nuestros amigos y familiares que nos acompañaron en todo este camino.

Agradecimiento

Con la simpleza del alumno dispuesto a seguir los pasos de su maestro contemplamos los conocimientos y cada uno de los momentos en que han sido nuestros guías en cada una de nuestras decisiones como profesionales, su dedicación y esfuerzos constantes para hacer de nosotros profesionales íntegros dispuestos a dar lo mejor de cada uno, agradecemos cada detalle que ustedes hicieron en nuestros días de estudiantes. ¡Gracias a todos los profesores y nuestro tutor por todo lo que nos brindaron!

Resumen

En la investigación y los estudios físicos-mecánicos que se realizaron a los bloques se llevaron a cabo cinco fases fundamentales:

La primera fase consiste en la recopilación de las muestras de agregados finos, gruesos y material polietileno tereftalato (PET).

La segunda fase corresponde a la determinación de las propiedades físicas de los agregados finos, gruesos y material polietileno tereftalato para la elaboración de bloques con plástico reciclado (PET).

La tercera fase consiste en el diseño de las mezclas para determinar una dosificación que cumpla con la resistencia óptima de diseño, de las cuales se reprodujeron en formas cilíndricas y se realizaron sus pruebas correspondientes.

La cuarta fase se determinó la mezcla que cumple con la óptima resistencia de diseño de 120 kg/cm^2 como lo dicta la norma (NTOM 12 008-16) para la reproducción de los bloques y se realizaron análisis mecánicos conforme a las normativas.

La quinta fase consiste en la elección de los bloques que cumplan con la norma (Comisión Nacional de Normalización y Calidad, 2016) procediendo con las conclusiones y recomendaciones.

Contenido

CAPITULO I. ASPECTOS GENERALES .....
1.1 Introducción 1
1.2 Antecedentes 2
1.3 Justificación 3
1.4 Objetivos 4
1.4.1. Objetivo General 4
1.4.2. Objetivos especifico 4
1.5 Marco teórico 5
1.5.1. Conceptos generales 5
1.5.2. Fundamento teóricos sobre las propiedades de los componentes. 7
CAPITULO II. CARACTERIZACION DE LOS MATERIALES .....
2.1 Arena 27
2.1.1. Origen del agregado fino 27
2.1.2. Reducción de muestra a tamaños de ensaye. 27
2.1.3. Contenido de humedad. 27
2.1.4. Gravedad específica y porcentaje de absorción. 28
2.1.5. Peso volumétrico seco suelto 29
2.1.6. Peso volumétrico seco compacto. 30
2.1.7. Análisis granulométrico 31
2.1.8. Impurezas orgánicas en el agregado fino. 33
2.2 Grava 34
2.2.1. Origen del agregado grueso. 34
2.2.2. Contenido de humedad: 35
2.2.3. Gravedad especifica y porcentaje de absorción. 36
2.2.4. Peso volumétrico seco suelto 36
2.2.5. Peso unitario seco varillado. 37
2.2.6. Análisis granulométrico del agregado grueso. 38
2.3 Polietileno tereftalato. 41
2.3.1. Origen de polietileno tereftalato 41
2.4 Cemento tipo GU 45

2.4.1. Origen del cemento GU. 45
2.4.2. Gravedad específica del cemento GU. 45
2.5 Agua 45
2.5.1. Origen del agua. 45
CAPITULO lll. DOSIFICACIONES DE MEZCLA. .....
3.1 Diseño de mezcla de concreto 120 kg/cm2 47
3.1.1. Selección del asentamiento. 47
3.1.2. Tamaño Máximo Nominal 48
3.1.3. Agua de la mezcla. 48
3.1.4. Resistencia de diseño. 49
3.1.5. Relación agua/cemento. 49
3.1.6. Peso del agregado grueso 50
3.1.7. Volumen absoluto 51
3.1.8. Presentación de diseño en estado seco. 52
3.1.9. Corrección por humedad de los agregados. 53
3.1.10. Pesos del diseño mezcla. 53
3.1.11. Mezcla de Prueba. 55
CAPITULO IV. FABRICACION DE BLOQUES .....
4.1 Diseño de mezcla para elaboración de bloques 60
4.1.1. Proporciones de diseños de bloques PET 60
4.2 Esquema de fabricación de bloque de concreto 62
4.2.1. Mezclado de materiales 63
4.2.2. Vibro compactadora manual 63
4.2.3. Fraguado y curado por 28 días 63
4.2.4. Pruebas de compresión simple 7,14, 28 Días 64
4.2.5. Prueba de resistencia 15% PET 64
4.2.6. Prueba de resistencia 20% PET 69
4.2.7. Prueba de resistencia 25% PET 74
CAPITULO V. CONCLUCIONES Y RECOMENDACIONES .....
5.1 Conclusiones 81
5.2 Recomendaciones 82

5.3 Bibliografía 83
5.4 Anexo .....

Ilustraciones

Ilustración 1: Banco de Arena..... 27
Ilustración 2: Peso SSS. 28
Ilustración 3: Determinación de impureza orgánica. 34
Ilustración 4: Balanza Hidrostática 36
Ilustración 5: Tamizado 39
Ilustración 6: Empresa JJ Comercial 42
Ilustración 7: Primer y segundo cuarteo. 43
Ilustración 8: Elaboración de cilindros de concreto. 54
Ilustración 9: Fractura en diagonal 56
Ilustración 10: Esfuerzo axial. 56
Ilustración 11: Flujograma de producción de bloques 62
Ilustración 12: Mezcla de agregados 63
Ilustración 13: Fabricación de bloques 63
Ilustración 14: Fraguado 64
Ilustración 15: Fractura diagonal 65
Ilustración 16: Fractura diagonal. 70
Ilustración 17: Peso sumergido 73
Ilustración 18: Fisuras verticales encolumnadas 75

Gráficas

Gráfica 1:Curva granulométrica agregado fino ensaye 1. 33
Gráfica 1:Curva granulométrica agregado fino ensaye 1. 33
Gráfica 2: Curva granulométrica agregado fino ensaye 2. 33
Gráfica 3: Curva granulométrica agregado grueso ensayo 1. 41
Gráfica 4:Curva granulométrica agregado grueso ensayo 2. 41
Gráfica 5: Curva granulométrica agregado PET ensayo 1. 44
Gráfica 6: Curva granulométrica agregado PET ensayo 2. 45
Gráfica 7:Curva de resistencia de diseño de mezcla..... 58
Gráfica 8: Curva de resistencia de bloque de 15% PET..... 67
Gráfica 9: Curva de resistencia de bloque de 20% PET..... 72
Gráfica 10: Curva de resistencia de bloque de 25% PET..... 77

.

Tablas

Tabla: 1 Dimensiones de Bloques 84
Tabla: 2 Ensayo de la Arena 84
Tabla: 3 Clasificación agua-cemento 85
Tabla: 4 Código de identificación de residuos plástico 85
Tabla: 5 Contenido de humedad agregado fino 27
Tabla: 6 Gravedad específica y absorción agregada fino. 28
Tabla: 7 Peso seco suelto agregado fino. 29
Tabla: 8 Peso unitario de agregado fino. 30
Tabla: 9 Análisis granulométrico agregado fino. 31
Tabla: 10 Impurezas orgánicas. 34
Tabla: 11 Contenido de humedad agregado grueso. 35
Tabla: 12 Gravedad Específica y absorción. 36
Tabla: 13 Peso seco suelto agregado grueso. 37
Tabla: 14 Peso seco compacto de agregado grueso. 38
Tabla: 15 Análisis granulométrico grueso. 39
Tabla: 16 Análisis granulométrico 42
Tabla: 17 Ensayos obtenidos. 47
Tabla: 18 Asentamientos para diseños de mortero. 47
Tabla: 19 Contenido de Aire Atrapado. 48
Tabla: 20 Concreto sin aire incluido. 48
Tabla: 21 Resistencia de diseño. 49
Tabla: 22 Factor de seguridad. 49
Tabla: 23 Relación agua/ cemento por resistencia. 49
Tabla: 24 Peso de agregado grueso por volumen de concreto. 50
Tabla: 25: Contenido de aire atrapado 51
Tabla: 26 Proporciones de diseño por m^3 53
Tabla: 27 Pesos para un 1 m3 54
Tabla: 28 Proporciones. 54
Tabla: 29 Control de resistencia a la compresión de concreto endurecido. 56
Tabla: 30 Proporciones. 60

Tabla: 31 Proporciones de diseño 15%. 60
Tabla: 32 Proporciones de diseño 20%. 61
Tabla: 33 Proporciones de diseño 25%. 61
Tabla: 34 Control de resistencia a la compresión de bloque 15% PET 65
Tabla: 35 Absorción a bloques 15% PET 68
Tabla: 36 Densidad 15% PET 68
Tabla: 37 Control de resistencia a la compresión de bloque 20% PET 70
Tabla: 38 Absorción del bloque 20% PET 72
Tabla: 39 Densidad 20% PET. 73
Tabla: 40 Control de resistencia a la compresión de bloque 25% PET. 75
Tabla: 41 Absorción del bloque 25% PET 77
Tabla: 42 Densidad 25% PET 78

CAPITULO I. **ASPECTOS GENERALES**

1.1 Introducción

El déficit de vivienda en Nicaragua y la contaminación ambiental que se genera por la mala o nula disposición final de los residuos plásticos nos han motivado a iniciar esta investigación que permitirá atacar esta problemática que aqueja a nuestra sociedad.

La importancia de esta investigación radica en brindar un bloque de calidad y resistencia, utilizando como agregado un producto reciclado (PET), para construcción de obras verticales.

Nuestro planteamiento es lograr incursionar con un nuevo material de construcción como lo es el bloque a base de cemento, grava, agua, arena y plástico (PET), donde utilicemos el plástico reciclado como materia prima inusual para su elaboración, siendo este uno de los productos más desechados y que a su vez más contaminación genera.

Proponiendo un nuevo elemento indispensable para la construcción de vivienda con polímeros reciclados, estableciendo una alternativa a otros métodos de construcción tradicionales, que consumen recursos no renovables y que producen un impacto ambiental negativo, cumpliendo con los estándares de calidad y normatividad vigente para este tipo de materiales.

1.2 Antecedentes

El reciclaje existe desde hace muchísimo tiempo, pero hasta la década de los setenta no aparecieron los puntos de recogida de desechos para reciclaje, y hasta finales de la década de los ochenta no empezó la recogida de desechos a domicilio en Europa mayormente en España.

El 20 de mayo de 2017 en la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI) en la ciudad de Managua, Nicaragua; se hizo un concurso de innovación denominado “Taller de incubación de Empresas y premios Pitch”, el cual es organizado por la empresa “Emerge SA-ciudades sostenibles y comunidades emergentes”, y que fue apoyado por el Banco Centroamericano de Integración Económica (BCIE), la Unión Europea, la cooperación alemana y la embajada de Estados Unidos.

Los jóvenes Brandon Balmaceda y Francisco González estudiantes de quinto año de arquitectura en dicha universidad idearon la propuesta alternativa de edificación denominado “SISTEMA CONSTRUCTIVO PET”.

Este consistió en la elaboración de un bloque de mampostería a base de (PET), en la que el plástico serio triturado y sustituiría la arena que se extrae de los cerros; Balmaceda agrego que “El material cero es piedra en grano, pero más grande, no se extrae de los cerros y es más fácil conseguir, es ahí donde entra el plástico triturado que viene a amarrar lo que es el cemento con este material cero, es así que se origina el bloque”.

Este bloque de mampostería fue hecho en un 80% de plástico (PET) reduciendo así la contaminación que existe en el ambiente; retomando esta idea, decidimos realizarle las pruebas de resistencia establecidas en Nicaragua al bloque de (PET), para garantizar si es un material optimo en cuanto a diseño como a resistencia, proponiendo una mezcla final de diseño que sustituye el agregado grueso por material (PET). (El Nuevo Diario , 2017)

1.3 Justificación

La explotación de los recursos naturales por parte de la población ha generado un impacto negativo al medio ambiente y a la biodiversidad. Un gran porcentaje de esta explotación de los recursos naturales es utilizada en la elaboración de materiales para la construcción de vivienda. Con el ánimo de aportar un granito de arena a la solución de esta problemática hemos elegido esta temática e investigar acerca del uso del plástico y del vidrio reciclado en la construcción. Ya que en nuestro país los bloques o ladrillos son el principal elemento de construcción para muros de viviendas.

La presente investigación se realiza con el ánimo de buscar una alternativa de solución a los altos niveles de contaminación que producen los residuos sólidos urbanos, los cuales generan otro tipo de contaminantes como son el CO2, desechos orgánicos e inorgánicos, lixiviados y polímeros (plásticos) los cuales su descomposición puede tardar entre 700 a 4000 años dependiendo de su tipo. El aporte que pretendemos brindar mediante esta investigación es de gran valor ya que la utilización de grandes volúmenes de plástico reciclado y su transformación como materia prima en la elaboración de bloques de concreto.

Esto en gran medida porque no cuenta con un esquema de separación de residuos claro, eficiente, ni la ciudadanía ha creado una cultura de reciclaje. Es tal la situación, que de las 7.000 toneladas de basura que se sacan a diario, sólo se aprovecha el 3 %. De acuerdo con las estadísticas del Medio Ambiente, en el país, de los 11,6 millones de toneladas de basura que se producen al año, sólo se recicla el 17%. Y lo referente al plástico reciclado solo se obtiene un 9% del total de cada año. Por tanto, la utilización del plástico reciclado gracias a su versatilidad, fácil manipulación y modelación a altas temperaturas, se convierte en una opción favorable en la construcción, donde sería utilizado como materia prima para la elaboración de bloques de concreto y a su vez aumentaría los niveles de recolección y reciclaje aportando al medio ambiente.

1.4 Objetivos

1.4.1. Objetivo General

- Analizar las propiedades físicas-mecánicas del bloque reciclaje (PET) y proponer un nuevo material.

1.4.2. Objetivos especifico

- Investigar las propiedades físicas de los materiales a utilizar para la elaboración de bloques con plástico reciclado (PET).
- Elaborar diferentes tipos de dosificaciones de mezcla para los bloques con plástico reciclado (PET) e identificar el comportamiento para alcanzar la óptima resistencia.
- Realizar prueba de absorción y compresión simple a los bloques con plástico reciclado (PET).
- Elegir el bloque con plástico reciclado (PET) que cumpla con la norma. (NTON 12 008-16)

1.5 Marco teórico

1.5.1. Conceptos generales

El bloque de hormigón es un paralelepípedo rectangular prefabricado con numerosas celdas de paredes delgadas, que los convierten en piezas fáciles de maniobrar en obra y muy aislantes. Se elaboran a partir de morteros y hormigones de consistencia seca (de árido pequeño) comprimiéndolos y haciéndolos vibrar en moldes metálicos. Por tener mayores dimensiones que el ladrillo, permite la construcción de paredes en tiempos más reducidos a los que demanda una pared de obra de ladrillo. (Construmática , 2009)

Los tamaños y formas de los bloques más usados en el mundo, se han convertido en un estándar para garantizar la construcción uniforme de los edificios. Las medidas o dimensiones de los bloques más comunes se encuentran estandarizados en (14 cm de ancho x 19 cm de alto x 39 cm de largo) según la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense (Comisión Nacional de Normalización y Calidad, 2016) **(Ver anexos: Tabla 1)**

Los materiales planteados a utilizar en la elaboración del bloque reciclado son: arena, grava, cemento y plástico reciclado (PET). Siendo este último el material innovador que funciona como aditivo para disminuir el porcentaje de los materiales con impactos negativos en el ambiente.

1.5.1.1. Arena

La arena es un tipo de agregado fino o árido que se utiliza para fabricar hormigón, concreto y mortero; se compone de partículas de rocas trituradas que pueden ser muy pequeñas y finas o un poco más grandes dependiendo del uso para el que sea destinada.

La arena fina se utiliza para la mampostería, mientras que la arena gruesa que se mezcla con gravilla se utiliza para fabricar pisos o como parte de la cimentación.

Se extrae de canteras aluviales, ríos, lagos o depósitos volcánicos, pero también se puede obtener en forma artificial mediante la trituración de rocas por medios mecánicos. **(Ver anexos: Tabla 2)**

1.5.1.2. Cemento

Es un conglomerante formado a partir de una mezcla de caliza y arcilla calcinadas y posteriormente molidas, que tiene la propiedad de endurecer al contacto con el agua. Mezclado con agregados pétreos grava, arena y agua, crea una mezcla uniforme maleable y plástica que fragua y se endurece, adquiriendo consistencia pétrea, denominada hormigón o concreto (Lindo & Matus Lazo, 2018) **(Ver anexos: Tabla 3)**

1.5.1.3. Plásticos PET

El plástico (PET), o polietileno tereftalato-poliéster, es un polímero plástico que se obtiene a partir del etileno y el para xileno. Puede ser transformado mediante procesos de extrusión, inyección, inyección-soplado y termo formado.

El (PET) es el plástico más reciclado del mundo. (ecoologic.com, 2021)**(Ver anexos: Tabla 4)**

1.5.1.4. Agua

El agua es una sustancia líquida desprovista de olor, sabor y color, que existe en estado más o menos puro en la naturaleza y cubre un porcentaje importante (71%) de la superficie del planeta Tierra.

El agua cumple con dos funciones vitales dentro de la construcción en la fabricación del concreto. Como agua de mezclado y como agua de curado. Casi cualquier agua natural puede servir para el mezclado, ya que el agua cuando funciona como un ingrediente en la fabricación de la mezcla ocupa entre el 10% y 25% de cada metro cúbico producido.

1.5.1.5. Grava

Se denomina grava a las rocas sedimentarias detríticas producto de la división natural o artificial de otras rocas y minerales. Los fragmentos de la grava miden

entre 2 y 64 milímetros de diámetro y su composición química es variada. Está constituida principalmente por rocas ricas en cuarzo y cuarcita. También por clastos de caliza, basalto, granito y dolomita.

1.5.2. Fundamentos teóricos sobre las propiedades de los componentes.

1.5.2.1. Arena

1.5.2.1.1 Reducción de muestra a tamaños de ensaye.

Esta práctica describe tres métodos de reducción de muestras de agregados al tamaño apropiado para la prueba entre la muestra seleccionada y la muestra total, basado en la norma ASTM C 702, realizando cuarteo mecánico.

1.5.2.1.2 Contenido de humedad.

Se asegura un porcentaje de agregado fino (método ASTM C 702), cumpliendo con el peso mínimo menor de (0.5 k) ASTM C-566

Donde:

PH: Peso húmedo

PS: Peso seco

W%: Porcentaje de humedad

Ecuación N°1:

$$W\% = \frac{PH - PS}{PS} * 100$$

Promedio:

Donde:

W%Prom: Contenido de humedad promedio en %

Ecuación N°2:

$$W\%Prom = \frac{\sum 1-Z-1+1-Z-2+1-Z-3}{3}$$

1.5.2.1.3 Gravedad especifica y porcentaje de absorción.

Muestrear el agregado de acuerdo con la práctica D 75, cribarla por tamiz No.4, lo que pase, reducirla para obtener un espécimen de ensayo aproximadamente 1 kg, usando el procedimiento descrito en la práctica c 702. ASTM C 128

Volumen suelto

Donde:

A: Peso seco

B: Peso del agua en el picnómetro

C: Peso de la muestra más agua en el picnómetro

S: Peso SSS

1.5.2.1.3.1 Gravedad especifica

Ecuación N°3:

$$\text{Gravedad Específica} = \frac{A}{B + S - C}$$

1.5.2.1.3.2 Absorción

$$\text{Ecuación N°4Absorción} = \frac{A}{B-A} * 100$$

1.5.2.1.4 Peso volumétrico seco suelto.

Muestrear el agregado de acuerdo con la práctica D 75 y reducir a tamaño de ensaye ASTM C 702, garantizar haya sido secado en el horno, en determinado nivel de consolidación entre el volumen en el que este ocupa incluyendo los vacíos de aire y partículas ASTM C29.

Donde:

Ws: Peso del material seco compacto en el recipiente

Vol.: Volumen del molde o recipiente(m^3)

PVSC: Peso volumétrico seco suelto.

Ecuación N°1:

$$\text{PVSC} = \frac{Ws}{Vol}$$

Promedio:

PVSSProm: Peso volumétrico seco suelto promedio

Ecuación:

$$\text{PVSSProm} = \frac{\sum z-01+z-02+z-03}{3}$$

1.5.2.1.5 Peso volumétrico seco compacto.

Consiste en determinar la densidad total como resultado de dividir la masa de un agregado en estado seco, en determinado nivel de consolidación o compactación y el volumen en el que este ocupa incluyendo los vacíos de aire y partículas con el método de varillado ASTM C-29.

Donde:

W_S: Peso del material seco suelto compacto contenido en el recipiente (Kg)

Vol: Volumen del recipiente (m^3)

PVSC: Peso volumétrico seco compacto, en kg/m^3

Ecuación N°1:

$$PVSS = \frac{Ws}{Vol}$$

Promedio:

PVSCProm: Peso volumétrico seco suelto promedio

Ecuación:

$$PVSCProm = \frac{\sum z-01+z-02+z-03}{3}$$

1.5.2.1.6 Análisis granulométrico

Muestrear el agregado de acuerdo con la práctica D 75 y reducir a tamaños de ensayo usando el procedimiento descrito en la práctica C 702, método estándar de ensayo para análisis granulométrico por tamizado de agregados, más fino que la malla N° 200, ASTM C 136

1 Cálculos de los pesos retenidos parciales

Donde:

%Rp: Porcentaje retenido en cada tamiz

Ecuación N°1

$$\%Rp = \frac{\text{Peso retenido por cada tamiz}}{\text{Peso seco total}}$$

2 Cálculos de los pesos retenidos acumulado

Donde:

%Ra: Porcentaje retenido acumulado

$\%Ra_i$: Porcentaje retenido acumulado inicial

$\%Rp_{i+1}$: Porcentaje retenido parcial siguiente al acumulado que se está calculando

Ecuación N°2:

$$\%RA = \%Ra_i + \%Rp_{i+1}$$

3 Cálculos de los porcentajes que pasan

Donde:

%Ra: Porcentaje retenido acumulado

Ecuación N°3:

$$\%\ \text{Que pasa} = 100\% - \%RA$$

4 Cálculo de módulo de finura

Donde:

MF: Modulo de finura.

%Ra: Porcentaje retenido acumulado

Ecuación N°4:

$$MF = \frac{\sum \%RA(\text{dede}\frac{3}{8}''\ \text{hasta}\ \#100)}{100}$$

Promedio:

Ecuación:

MFProm: Módulo de finura promedio.

$$MFProm = \frac{\sum \%RA(\text{ensaye 1}\ \frac{3}{8}''\ \text{hasta}\ \#100 + \text{ensaye 2}\ \frac{3}{8}''\ \text{hasta}\ \#100))}{100} / 2$$

1.5.2.1.6.1 Curva granulométrica

Esta curva busca tener una continuidad que permita un desempeño adecuado en la mezcla final para los calcular las combinaciones de los agregados (sus proporciones) ASTM C33

1.5.2.1.7 Impurezas orgánicas en el agregado fino.

Muestra de prueba ASTM D75, tener una libra de mayor tamaño de acuerdo a la práctica ASTM C702, como lo especifica la norma ASTM C 40.

Tabla 6: Impurezas orgánicas.

Color	Utilización	Disminución de la resistencia del mortero de 7 a 28
Incoloro o amarillo claro	Concreto de buena calidad	0
Azafranado	Utilizable	10% a 15%
Rojop amarillento	Concreto sometido a tensiones reducidas	15% a 25%
Castaño marrón	No utilizable	25% a 50%
Marrón oscuro	No utilizable	50% a 100%

Fuente: Matus y blanco, apuntes de materiales de construcción.

1.5.2.2. Grava.

1.5.2.2.1 Contenido de humedad.

1.5.2.2.1.1 Reducción de muestra a tamaños de ensaye.

Esta práctica describe tres métodos de reducción de muestras de agregados al tamaño apropiado para la prueba entre la muestra seleccionada y la muestra total, basado en la norma ASTM C 702, realizando cuarteo mecánico con un peso mínimo de 2 kg.

Asegurar una muestra representativa (método C 702) del contenido de humedad y que tenga un peso mínimo (2 k) ASTM C-566

Donde:

PH: Peso húmedo

PS: Peso seco

W%: Porcentaje de humedad

Ecuación N°1:

$$W\% = \frac{PH - PS}{PS} * 100$$

Promedio:

Donde:

W%Prom: Contenido de humedad promedio

$$W\%Prom = \frac{\sum 1Z1+1Z2+1Z3}{3}$$

1.5.2.2.2 Gravedad especifica y porcentaje de absorción.

Muestrear el agregado de acuerdo con la práctica D 75. Mezclar completamente la muestra, reducirla a la cantidad necesaria C 702. Rechazar todo tamiz que pasa el N° 4 como lo dicta la norma con un peso mínimo de 2 kg (ASTM C-127)

1.5.2.2.3 Peso volumétrico secos sueltos.

Muestrear el agregado de acuerdo con la práctica D 75 y reducir a tamaños de ensayo usando el procedimiento descrito en la práctica C 702 usando el método de peso volumétrico seco varillado. ASTM C-29.

1. Cálculo del peso volumétrico seco suelto

Donde:

W_s: Peso del material seco suelto contenido en el recipiente (Kg)

Vol.: Volumen del recipiente (m^3)

PVSS: Peso volumétrico seco suelto en kg/m^3

Ecuación N°3:

$$PVSS = \frac{Ws}{Vol}$$

Promedio:

Donde:

PVSSProm= Peso volumétrico seco suelto promedio

$$PVSSProm = \frac{\sum Z-01+Z-02+Z-03}{3}$$

1.5.2.2.4 Peso volumétrico seco compacto.

Consiste en determinar la densidad total como resultado de dividir la masa de un agregado en estado seco, en determinado nivel de consolidación o compactación y el volumen en el que este ocupa incluyendo los vacíos de aire y partículas con el método de varillado ASTM C-29.

Donde:

W_s: Peso del material seco suelto compacto contenido en el recipiente (Kg)

Vol: Volumen del recipiente (m^3)

PVSC: Peso volumétrico seco suelto, en kg/m^3

Ecuación N°1:

$$PVSC = \frac{Ws}{Vol}$$

Promedio:

PVSCProm: Peso volumétrico seco suelto compacto promedio

Ecuación:

$$PVSCProm = \frac{\sum z-01+z-02+z-03}{3}$$

1.5.2.2.5 Análisis granulométrico del agregado grueso.

Muestrear el agregado de acuerdo con la práctica D 75 y reducir tamaño de ensayo usando el procedimiento descrito en práctica C 702, con un peso mínimo de 2 kg ASTM C-136.

1 Cálculos de los pesos retenidos parciales

Donde:

%Rp: Porcentaje retenido en cada tamiz

Ecuación N°1

$$\%Rp = \frac{\text{Peso retenido por cada tamiz}}{\text{Peso seco total}}$$

2 Cálculos de los pesos retenidos acumulado.

Donde:

%Ra: Porcentaje retenido acumulado

$\%Ra_i$: Porcentaje retenido acumulado inicial

$\%Rp_{i+1}$: Porcentaje retenido parcial siguiente al acumulado que se está calculando

Ecuación N°2:

$$\%RA = \%Ra_i + \%Rp_{i+1}$$

3 Cálculos de los porcentajes que pasan.

Donde:

%Ra: Porcentaje retenido acumulado

Ecuación N°3:

$$\% \text{ Que pasa} = 100\% - \%RA$$

1.5.2.2.5.1 Tamaño máximo.

Es el que pasa el 100% el tamiz antes del tamaño máximo nominal.

1.5.2.2.5.2 Tamaño máximo nominal

Tamaño máximo nominal es la malla que retiene del 5 al 15% de menor peso retenido.

1.5.2.3. Polietileno tereftalato.

El polietileno tereftalato conocido como (PET), es un polímero que plástico que se elabora a partir de un proceso de proliferación de ácido Teraftálico y monoetilienglicol.

1.5.2.3.1.1 Análisis granulométrico de polietileno tereftalato.

Se realizará un análisis granulométrico con un peso máximo de 15 kg, con el método de cuarteo mecánico para reducir a tamaños de ensayo deseado.

1 Cálculos de los pesos retenidos parciales

Donde:

%Rp: Porcentaje retenido en cada tamiz

Ecuación N°1

$$\%Rp = \frac{\text{Peso retenido por cada tamiz}}{\text{Peso seco total}}$$

2 Cálculos de los pesos retenidos acumulado.

Donde:

%Ra: Porcentaje retenido acumulado

$\%Ra_i$: Porcentaje retenido acumulado inicial

$\%Rp_{i+1}$: Porcentaje retenido parcial siguiente al acumulado que se está calculando

Ecuación N°2:

$$\%RA = \%Ra_i + \%Rp_{i+1}$$

3 Cálculos de los porcentajes que pasan.

Donde:

%Ra: Porcentaje retenido acumulado

Ecuación N°3:

$$\% \text{ Que pasa} = 100\% - \%RA$$

1.5.2.4. Cemento

El cemento es un conglomerante hidráulico, es decir, un material inorgánico finamente molido que amasado con agua, forma una pasta que fragua y endurece por medio de reacciones y procesos de hidratación y que, una vez endurecido conserva su resistencia y estabilidad incluso bajo el agua.

1.5.2.4.1 Gravedad específica del cemento GU.

Esta tabla de datos se obtuvo de empresas (CEMEX Nicaragua, S.A, 2003) **(Ver anexo: Tabla: 13)**

1.5.2.5. Diseño de mezcla de concreto

En esta tabla se presentarán los resultados de la caracterización de los materiales que se obtengan de los estudios que se realicen a cada uno de los componentes para el diseño de mezcla.

1.5.2.5.1 Selección del asentamiento.

Se propondrá un asentamiento que cumpla con nuestro objetivo principal según lo dicta ACI 211.

Tabla 15: Asentamientos para diseños de mortero.

Consistencia	Asentamiento		Tipo de contrución	Sistema de coloción	Sistema de compactación
Muy seca	0-20mm	0-3/4"	Prefabricados de alta resistencia	Con vibradores de formaleta, lanzados	Secciones sujetas a vibraciones exterrnas
Seca	20mm-35mm	3/4-13/8"	pavimentos	Pavimentos con maquinaria terminadora vibratoria	Secciones sujertas a vibración intensa
Semi Seca	35mm-50mm	13/8"-2"	Pavimentos, Fundaciones en concreto simple y losas poco reforzadas	Colocación con maquinas operadas manualmente	Seciones simplemnete reforzadas con vibración
Media (plastica)	50mm-100mm	2"-4"	Pavimentos compactados a mano, losas, muros, vigas, columnas, cimentaciones	Colocacón manual	Seciones simplemnete reforzadas con vibración
Húmeda	100mm-150mm	4"6"	Elementos estructurales esbeltos o muy reforzados	Bombeo	Seciones bastante reforzadas con vibración
Muy húmeda	150mm-200mm	6"8"	Elementos esbeltos, pilotes fundidos in situ	Tubo, embudo, tremie.	Seciones altamente reforzadas con vibración
Super fluida	Mas de 200mm	Mas de 8"	Elementos muy esbeltos	Autonivelante, autocompactante	Seciones altamente reforzadas sin vibración

Fuente: Diseño de mezcla ACI 211.

1.5.2.5.2 Tamaño Máximo Nominal.

Es el menor tamiz por el cual la mayor parte de la muestra de agregado grueso puede pasar. El tamiz del tamaño máximo nominal puede retener del 5% al 15% de la masa.

Tabla 16: Contenido de Aire Atrapado.

Tamaño maximo nominal del agregado grueso (in)	Aire atrapado (%)
3/8 "	3.0 %
1/2 "	2.5 %
3/4 "	2.0 %
1 "	1.5 %
1 1/2 "	1.0 %
2 "	0.5 %
3 "	0.3 %
4 "	0.2 %

Fuente: Diseño de Mezcla ACI 211.

1.5.2.5.3 Agua de la mezcla.

Según sea el asentamiento y el tamaño máximo nominal se obtiene el volumen de agua para el diseño de mezcla.

Tabla 17: Concreto sin aire incluido.

Asentamiento		Tamaños máximos nominales						
		3/8"	1/2"	3/4"	1"	1.5"	2"	3"
0.0-2.5	0.0-1"	185	180	165	160	140	135	125
3.0-5.0	11/4"-2"	205	200	185	180	160	155	145
5.5-7.5	21/4"-3"	215	210	190	185	170	165	155
8.0-10.0	31/4"-4"	225	215	200	195	175	170	165
10.5-15.0	41/4"-6"	235	225	205	200	180	175	170
15.5-18.0	61/4"-7"	240	230	210	205	185	180	175
% de contenido de aire		3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3

Fuente: Diseño de Mezcla ACI 211

1.5.2.5.4 Resistencia de diseño.

Los bloques sujetos a esta norma, deben cumplir con los requisitos de resistencia a la compresión, establecidos en esta tabla

Tabla 18: Resistencia de diseño.

Resistencia promedio mínimo para tres piezas	Resistencia mínima a la compreción para una pieza individual
120.00 kg/cm2	108.00 kg/cm2

Fuente: NTON 12 008-16, Pag.6-13.

1.5.2.5.4.1 Factor de seguridad.

Cuando la resistencia es menos de 214 kg/cm^3 se suman 70 kg/cm^3 a nuestra resistencia de diseño.

Tabla 19: Factor de seguridad.

Resistencia nominal a la compreción F'c Mpa	Resistencia promedio requerida a la compreción F'cr Mpa
Menos de 21 Mpa (214 kg/cm3)	F'c+7Mpa 71.00 kg/cm3
21 Mpa a 35 Mpa (214kg/cm3 a 357 kg/cm3)	F'c+7Mpa 87.00 kg/cm3
Mas de 35 Mpa (357 kg/cm3)	F'c+7Mpa 102.00 kg/cm3

Fuente: Diseño de Mezcla ACI 211.

Donde:

Fc'r= factor de seguridad

Resistencia de diseño= 1|20 kg/cm2

Ecuación:

$$Fc'r = \text{Resistencia de diseño} + Fc'r$$

1.5.2.5.5 Relación agua/cemento.

Una vez que tenemos nuestro diseño de mezcla utilizamos la tabla de relación agua cemento sin aire incluido seleccionamos en el rango que se encuentre Fc'r.

Tabla 20: Relación agua/ cemento por resistencia.

Fc'r	Relación agua cemento	
	sin aire incluido	con aire incluido
150	0.8	0.71
200	0.7	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.4
400	0.43	-
450	0.38	-

Fuente: Diseño de mezcla ACI 211.

Interpolación

Ecuación:

$$X = \frac{y2-y1}{x2-x1} = \frac{y3-y1}{x3-x1}$$

Contenido de Cemento

Donde:

Agua de mezcla: 215 kg7m3

R/c= X

Ecuación:

$$C = \frac{\text{Agua de mezcla}}{x}$$

1.5.2.5.6 Peso del agregado grueso

Peso de volumen de agregado por volumen de concreto se obtiene con el tamaño máximo nominal del agregado y su módulo de finura.

Tabla 21: Peso de agregado grueso por volumen de concreto.

Peso del agregado grueso por volumen de concreto				
Tamaño máximo nominal del agregado	Módulo de finura del agregado fino (b/b0)			
	2.4	2.6	2.8	3
3/8"	0.5	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.6
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.7
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.81	0.79	0.77	0.75
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

Fuente: 1: Diseños de mezcla ACI 211.

Donde:

Peso AG= Peso del agregado grueso

$$Y=Yo+\frac{Y1-yo}{x1-Xo}(X-Xo)$$

$$\text{Peso AG} = \frac{b}{b0} * \text{peso unitario AG}$$

1.5.2.5.7 Volumen absoluto

Son los pesos de cemento, agua y agregado grueso y fino, así como el volumen de aire, se procede a calcular la suma de los volúmenes absolutos.

1.5.2.5.7.1 Volumen Absoluto de Cemento

Donde:

Ge= Gravedad especifica del cemento

C=Contenido de cemento

Ecuación:

$$\text{Vabs Cemento} = \frac{C}{(\text{Ge Cemento} * 1000)}$$

1.5.2.5.7.2 Volumen absoluto de agua.

Donde:

Vabs Agua: Volumen absoluto de agua.

Ge Agua: Gravedad especifica del agua.

Ecuación:

$$\text{Vabs Agua} = \frac{\text{A}}{\text{Ge Agua}}$$

1.5.2.5.7.3 G. Volumen Absoluto del aire.

Tabla 16: Contenido de aire atrapado

Tamaño maximo nominal del agregado grueso	Aire atrapado
3/8"	3%
1/2"	2.5%
3/4"	2.0%
1"	1.5%
1 1/2"	1.0%
2"	0.5%
3"	0.3%
4"	0.2%

Fuente: Diseño de mezcla ACI

Donde:

CAA: Contenido de aire atrapado

Ecuación:

$$\text{Vabs AG} = \frac{\%}{100}$$

1.5.2.5.7.4 Volumen Absoluto de Agregado Grueso.

Donde:

Vabs AG: Volumen Absoluto de Agregado Grueso.

Peso AG: Peso del agregado grueso

Ge AG: Gravedad específica de agregado grueso.

Ecuación:

$$\text{Vabs AG} = \frac{\text{Peso AG}}{(\text{Ge AG} * 1000)}$$

1.5.2.5.7.5 Volumen Absoluto de Agregado Fino.

Donde:

Vabs AF: Volumen Absoluto de Agregado Fino.

∑Sumatoria de volumen absoluto.

Ecuación:

$$Vabs\ AF = 1m^3 - \Sigma \text{ volumen absoluto}$$

Peso del agregado fino.

Donde:

Peso AF: Peso del agregado fino.

Ge AF: Gravedad específica de agregado fino.

Ecuación:

$$Peso\ AF = Vabs\ AF * Ge\ AF$$

1.5.2.5.8 Diseño de mezcla

Resultados de contenido de cemento, Peso del agregado fino, agregado grueso y agua.

1.5.2.5.8.1 Corrección por humedad.

- Agregado fino

Ecuación:

$$\text{Agregado fino} = (\text{Peso seco} * ((\%\text{humedad}/100) + 1))$$

- Agregado grueso

Ecuación:

$$\text{Agregado grueso} = (\text{Peso seco} * ((\%\text{humedad}/100) + 1))$$

1.5.2.6. Aporte de agua.

- Agregado grueso

Ecuación:

$$\text{Agregado grueso} = \frac{((\%\ \text{humedad} - \text{absorción}) * \text{peso del agregado seco})}{100}$$

- Agregado fino

Ecuación:

$$\text{Agregado fino} = \frac{((\%\ \text{humedad} - \text{absorción}) * \text{peso del agregado seco})}{100}$$

1.5.2.6.1.1 Agua Efectiva.

Ecuación:

$$\text{Agua efectiva} = \text{Agua} - (\text{aporte de agua})$$

1.5.2.7. Proporciones finales de diseño.

Se realizarán 9 cilindros y 3 testigos con las proporciones finales de diseño mostradas en esta tabla

1.5.2.7.1 Proporciones de mezcla de mortero

En esta tabla se representarán las proporciones de diseño

Donde:

A= Peso de agregado

C= Cemento

Ecuación:

$$\text{Relación} = \frac{A}{C}$$

1.5.2.8. Mezcla de Prueba

Edad de prueba de los especímenes: Las edades de prueba empleadas son por lo común 7 y 28 días ASTM C39

Donde:

Espécimen: S-001

Ensaye No. 1

Área del cilindro:

A= Área.

π= Pi.

r= Radio.

Ecuación:

$$A = \pi * r^2$$

Código de cilindro: S-001

Tipo de falla=

Resistencia a la compresión simple ASTM C 39/C 39M.

Donde:

Fcm= Resistencia a la compresión kg/cm^2

Pmax= Carga máxima Lbf (kg)

A= Área del espécimen cilíndrico cm^2

Ecuación:

$$\text{fcm} = \frac{\text{Pmax}}{\text{A}}$$

1.5.2.8.1 Promedio de resistencia

Donde:

P: Promedio.

$\sum \text{E}$: Sumatoria de resistencia a compresión de especímenes.

N: Cantidad de especímenes.

Promedio a 7,14 y 28 días:

$$\text{P} = \frac{\sum \text{Pmax}}{\text{N}}$$

1.5.2.9. Diseño de mezcla para elaboración de bloques

En esta tabla se mostrará el diseño de mezcla que cumplió con ASTM C39, para realizar los bloques PET.

1.5.2.9.1 Proporciones de diseños de bloques PET

Para la fabricación de los bloques de concreto se realizarán tres tipos de bloques con agregado PET (15%, 20%, 25%); para agregar el PET como agregado se le tiene que restar a la grava el porcentaje PET.

Para este cálculo se determinará el 100% de agregado grueso por el porcentaje de material PET a sustituir.

Bloque de 15%,20%,25 % PET:

Donde:

Grava= 100%

PET=15%

Determinación del 15% de grava

Ecuación=

$$15\% = \frac{100\% * 15\%}{100}$$

Resta de grava:

Ecuación=

$$\text{Grava} = 15\% - 100\%$$

1.5.2.9.1.2 Mezclado de materiales

Se mezclaron los agregados para 12 bloques más 3 testigos de cada diseño obtenido de bloque con su porcentaje PET.

1.5.2.9.1.3 Vibro compactadora manual

Esta máquina funciona oprimiendo un pedal con el pie y subiendo la palanca con la mano, para que ejerza una presión pareja en el molde metálico.

1.5.2.9.1.4 Fraguado y curado por 28 días

El curado consiste en mantenerlos húmedos para permitir que continúe la reacción química del cemento, con el fin de obtener una buena calidad, es decir, gran resistencia.

1.5.2.10. Pruebas de compresión simple 7,14, 28 Días

Para la determinación de las propiedades (absorción y resistencia a la compresión) de los bloques de cemento, se tomará una muestra de tres piezas para cada prueba a 7, 14 y 28 días por ser un lote menor a 10000 unidades como lo establece la NTON 12 008 -16.

1.5.2.10.1 Prueba de resistencia 15%,20% y 25% PET

Se realizarán 12 unidades de bloque y tres testigos con dimensiones de 14 cm de ancho x 19 cm de alto x 39 cm de largo.

Espécimen A-001

Edad 7 días

Área de bloque (cm^2)

Donde:

AT= Área total transversal

Ecuación=

$$AT = Ancho * largo$$

Área hueca:

Donde:

AH= Área hueca

A= Área

LI= largo interno

AI= Ancho interno

Ecuación=

$$AH= LI * AI*2$$

Resta de área total menos área hueca

$$A=AT - AH$$

Resistencia a la compresión:

Donde:

Pmax= Esfuerzo a la compresión

Ecuación=

$$\text{Esfuerzo a la compresión} = Pmax * \frac{2.2kg}{A}$$

Tipo de falla =

1.5.2.11. Promedio aritmético

Donde:

∑C= Sumatoria de cilindros

N°= Numero de especímenes

PC= promedio de cilindros

Ecuación:

$$PC = \frac{\sum C}{N°}$$

1.5.2.11.1 Absorción

Para determinar la absorción de los elementos de mortero y concreto se analizarán 3 muestras, se saturarán las piezas por inmersión durante un periodo de 24 horas y se registrara el peso de las piezas, a continuación, se llevaron al horno para secarlas durante el periodo antes descrito, anotamos el peso seco y proseguimos con el cálculo.

Donde:

A1= Código de elemento

Peso seco= Psc

Peso sss= Peso superficialmente seco

Ecuación=

$$\text{Absorción}=\frac{\text{peso sss}-\text{psc}}{\text{psc}}*100$$

Promedio de absorción

$$\text{Absorción}=\frac{A1+A2+A3}{3}$$

1.5.2.11.2 Densidad

Se determinará el área neta de las unidades de bloques por el método de la balanza hidrostática el cual consistió en saturar los elementos por un período de 24 horas, luego se registró el peso en el aire y a continuación, se sumergieron en la balanza hidrostática para determinar el peso sumergido y proseguir al cálculo con ayuda de las siguientes ecuaciones.

.

CAPITULO II. **CARACTERIZACION DE LOS MATERIALES**

2.1 Arena

2.1.1. Origen del agregado fino

Esta arena se obtuvo del Banco de material del río Macuelizo del departamento de Nueva Segovia, un tipo de material certificado.

Ilustración 1: Banco de Arena

Fuente: Google Earth Pro

2.1.2. Reducción de muestra a tamaños de ensaye.

Esta práctica describe tres métodos de reducción de muestras de agregados al tamaño apropiado para la prueba entre la muestra seleccionada y la muestra total, basado en la norma ASTM C 702, realizando cuarteo mecánico.

2.1.3. Contenido de humedad.

Se aseguró un porcentaje de agregado fino (método ASTM C 702), cumpliendo con el peso mínimo menor de (0.5 k) ASTM C-566

Se realizaron tres ensayos en taras obteniendo en el primero % 7.52, en el segundo ensayo % 7.84, en el tercero ensayo %7.83, con un promedio de % 7.73.

Tabla: 1 Contenido de humedad agregado fino

Proyecto		Procedencia	Banco de material rio macuelizo	
Agregado	Fino	Ensaye N°		
Tara N°		1-Z-1	1-Z-2	1-Z-3
Peso de tara		800.00 gr	800.00 gr	800.00 gr
Peso de tara mas agregado humedo		2142.60 gr	2166.90 gr	2171.00 gr
Peso de agregado humedo (PH)		1342.60 gr	1366.90 gr	1371.00 gr
Peso de tara mas agregado seco		2048.70 gr	2067.50 gr	2071.40 gr
Peso de agregado seco (PS)		1248.70 gr	1267.50 gr	1271.40 gr
Contenido de humedad (%W)		% 7.52	% 7.84	% 7.83
Contenido de humedad promedio (%CHP)		% 7.73		

Fuente: Elaboración propia.

Tara N°: 1-Z-1

Donde:

PH= Peso húmedo

PS= Peso seco

W%= Porcentaje de humedad

Ecuación N°1:

$$\%W = \frac{1342.6-1248.7}{1248.7} * 100$$

$$\%W = \%\ 7.52$$

Promedio:

%Wprom: Contenido de humedad promedio%

$$\%Wprom = \frac{\%7.52+\%7.84+\%7.83}{3}$$

$$\%Wprom = \%7.73$$

2.1.4. Gravedad específica y porcentaje de absorción.

Se hizo el muestreo del agregado de acuerdo con la práctica D 75, se cribó por tamiz No.4, lo que pasó, se redujo para obtener un espécimen de ensayo (ASTM C-128).

Se realizó un ensayo de gravedad especifica y uno de absorción.

Tabla: 2 Gravedad específica y absorción agregada fino.

Gravedad específica y asorción agregado fino			
Peso seco (A)	Peso del agua en el picnómetro (B)	Peso de la muestra + agua en el picnómetro ©	Peso SSS (S)
0.488 kg	0.498 kg	0.803 kg	0.500 kg
Gravedad específica		Absorción	
2.5049		2.52 %	

Elaboración propia.

Ilustración 2: Peso SSS.

Fuente: Elaboración propia.

Donde:

A: Peso seco

B: Peso del agua en el picnómetro

C: Peso de la muestra más agua en el picnómetro

S: Peso SSS

Gravedad especifica

Ecuación N°3:

2.1.4.1. Gravedad especifica

$$\text{Gravedad especifica} \frac{0.488\ \text{kg}}{((0.498\ \text{kg}+0.5\ \text{kg})-0.803\ \text{kg}))}$$

$$\text{Gravedad especifica} = 2.50$$

2.1.4.2. Absorción:

Ecuación N°4:

$$\text{Absorción} = \frac{0.5\ \text{kg}-0.488\ \text{kg}}{0.488\text{kg}} * 100$$

$$\text{Absorción} = 2.52\%$$

2.1.5. Peso volumétrico seco suelto

Se realizaron tres muestras de material en estado seco, se pesaron y se sacó el volumen del molde para obtener el peso volumétrico suelto, teniendo un promedio de 1515.57 kg/m3

Tabla: 3 Peso seco suelto agregado fino.

Detalles	1	2	3
Vol. Suelto	11,02 kg	10,50 kg	10,68 kg
Volumen de molde	0,0071 m3	0,0071 m3	0,0071 m3
Vol. Mas material seco	13,52 kg	13,00 kg	13,18 kg
Peso del molde	2,50 kg	2,50 kg	2,50 kg
Peso volumetrico suelto	1556,04 Kg/m3	1482,62 Kg/m3	1508,04 Kg/m3
Promedio peso volumetrico suelto	1515,57 Kg/m3		

Fuente: Elaboración propia.

Donde:

Ws: Peso del material seco suelto en el recipiente

Vol.: Volumen del molde o recipiente(m^3)

PVSS: Peso volumétrico seco suelto.

Ecuación N°1:

$$PVSS=\frac{11.02}{0.007\mathrm{m}^3}$$

$$PVSS = 1556.04\ \mathrm{kg/m}^3$$

Promedio:

PVSSProm: Peso volumétrico seco compacto promedio

$$PVSSProm=\frac{1556.04\ \mathrm{kg/m3}+ 1482.62\ \mathrm{kg/m3}+ 1508.04\ \mathrm{kg/m3}}{3}$$

$$PVSSProm = 1515.57\ \mathrm{kg/m}^3$$

2.1.6. Peso volumétrico seco compacto.

Se realizaron 3 ensayos en moldes de peso unitario obteniendo en el primero 1498.716 kg/m^3, en el segundo 1578.637 kg/m^3, en el tercero 1637.942 kg/m^3, con un promedio de 1578.37 kg/m^3

Tabla: 4 Peso unitario de agregado fino.

Ensaye N°		1	2	3
Agregado	Fino			
Molde N°		Z-01	Z-02	Z-03
Volumen del molde (m3)		0.00708206 m3	0.00708206 m3	0.00708206 m3
Peso del molde		0.4 kg	0.4 kg	0.4 kg
Peso del molde mas material suelto (Kg)		11.525 kg	11.610 kg	11.450 kg
Peso del agregado suelto en el molde (Kg)		11.125 kg	11.21 kg	11.05 kg
Peso volumétrico seco suelto (Kg/m3)		1,570.871 kg/m3	1,582.873 kg/m3	1,560.280 kg/m3
Peso volumétrico seco sueltopromedio (Kg/m3)		1,571.341 kg/m3		

Fuente: Elaboración propia.

Molde N°: Z-01

Donde:

Ws: Peso del material seco compacto en el recipiente

Vol.: Volumen del molde o recipiente(m^3)

PVSC: Peso volumétrico seco compacto.

Ecuación N°1:

$$PVSC=\frac{11.125}{0.007\mathrm{m}^3}$$

$$PVSC = 1570.871\ \mathrm{kg/m}^3$$

Promedio:

PVSCProm: Peso volumétrico seco suelto promedio

$$PVSCProm=\frac{1570.871\ kg/m3+\ 1582.873\ kg/m3+\ 1560.280\ kg/m3}{3}$$

$$PVSCProm = 1571.341\ kg/m^3$$

2.1.7. Análisis granulométrico

Se uso un tamaño de muestra adoptado de la norma ASTM D75 donde dice que para arena de 3.06 mm, se usara un mínimo de 10 kg (25 lb) ASTM C-136, especificaciones técnicas ASTM C 33

Se realizaron dos ensayos granulométricos y dos módulos de finuras teniendo como promedio 2.94 mm.

Tabla: 5 Análisis granulométrico agregado fino.

Proyecto:	"PROPUESTA DE BLOQUES DE CONCRETO CON PLASTICO RECICLADO (PET)"							
Material:			**Procedencia:**		Banco de material rio macuelizo			
Tamiz	**Peso retenido parcial (gramos)**		**Porcentaje retenido parcial(%)**		**Porcentaje retenido acumulado (%)**		**Porcentaje que pasa (%)**	
	Ensaye No. 1	**Ensaye No. 2**	**Ensaye No. 1**	**Ensaye No. 2**	**Ensaye No. 1**	**Ensaye No. 2**	**Ensaye No. 1**	**Ensaye No. 2**
3/8 (9.5 mm)	0.00 gr	0.00 gr	0.00 %	0.00 %	0.00 %	0.00 %	100.00 %	100.00 %
No. 4 (4.75 mm)	25.80 gr	26.50 gr	2.96 %	3.04 %	2.96 %	3.04 %	97.04 %	96.96 %
No. 8 (2.36 mm)	102.30 gr	100.54 gr	11.75 %	11.55 %	14.71 %	14.59 %	85.29 %	85.41 %
No. 16 (1.18 mm)	180.40 gr	179.35 gr	20.72 %	20.60 %	35.44 %	35.20 %	64.56 %	64.80 %
No. 30 (0.60 mm)	144.30 gr	150.40 gr	16.58 %	17.28 %	52.01 %	52.47 %	47.99 %	47.53 %
No. 50 (0.30 mm)	338.60 gr	341.12 gr	38.90 %	39.19 %	90.91 %	91.66 %	9.09 %	8.34 %
No. 100 (0.15 mm)	54.60 gr	52.69 gr	6.27 %	6.05 %	97.18 %	97.71 %	2.82 %	2.29 %
No. 200 (0.075 mm)	13.90 gr	12.54 gr	1.60 %	1.44 %	98.78 %	99.15 %	1 %	0.85 %
Pasa No. 200	10.60 gr	9.60 gr	1.22 %	1.10 %	100.00 %	100 %	0 %	0 %
Suma	870.50 gr	872.74 gr	100 %	100 %				
Promedio	871.62							
MF	2.93 mm		2.95 mm					
MFP	2.94 mm							

Fuente: Elaboración propia.

Ensayo No.1

1: Cálculos de los pesos retenidos parciales

Donde:

%Rp: Porcentaje retenido en cada tamiz

Ecuación N°1

$$\%Rp = \frac{25.80\ gr}{871.62\ gr} * 100$$

$$\%Rp = 2.96\%$$

2: Cálculos de los pesos retenidos acumulado

%Ra: Porcentaje retenido acumulado

$\%Ra_i$: Porcentaje retenido acumulado inicial

$\%Rp_{i+1}$: Porcentaje retenido parcial siguiente al acumulado que se está calculando

Ecuación N°2:

$$\%Ra = 2.96 + \%0$$

$$\%Ra = 2.96\%$$

3: Cálculos de los porcentajes que pasan

Donde:

%Ra: Porcentaje retenido acumulado

Ecuación N°3:

$$\%\ Que\ pasa = 100\% - \%2.96$$

$$\%\ Que\ pasa = 97.04\%$$

2.1.7.1. Módulo de finura:

Donde:

MF: Modulo de finura.

$$MF = \frac{\sum 3.04 + 14.72 + 35.44 + 52.02 + 92.38}{100}$$

$$MF = 2.93\ mm$$

Promedio:

MFP: Modulo de finura promedio

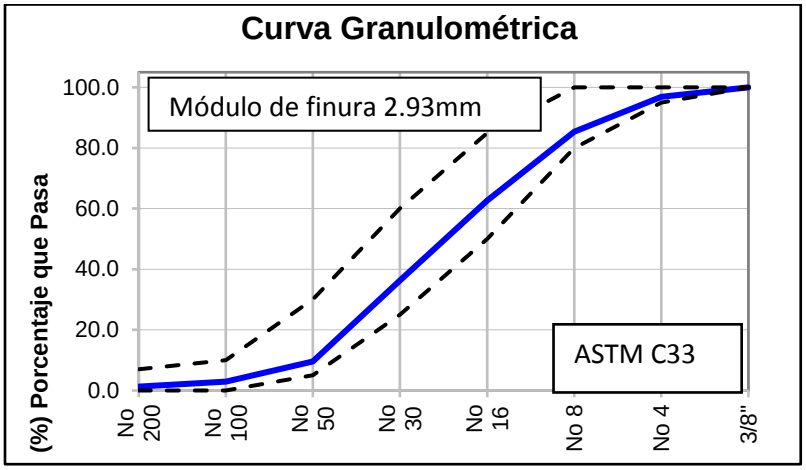
$$MFP = \frac{2.93mm + 2.95mm}{2}$$

$$MFP = 2.94\ mm$$

2.1.7.2. Curva granulométrica ensaye 1:

En esta curva granulométrica podemos observar un orden descendente desde el tamiz 3/8 hasta el tamiz No. 200, teniendo un módulo de finura de 2.93mm. (ASTM C33)

Gráfica 1:Curva granulométrica agregado fino ensaye 1.

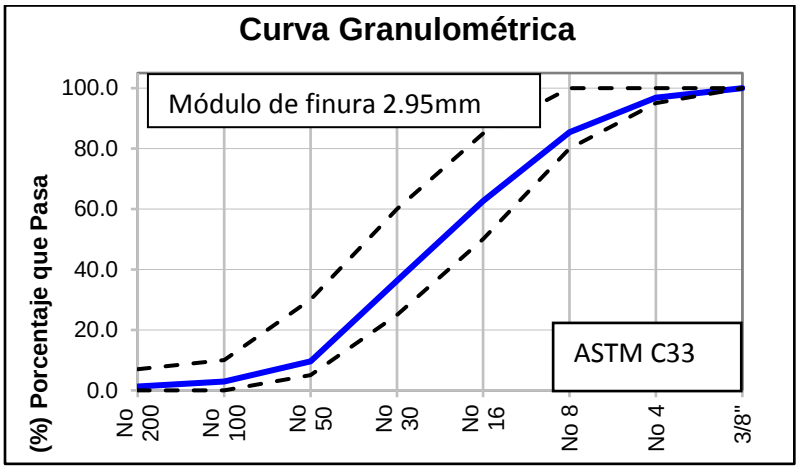


Fuente: Elaboración propia.

2.1.7.3. Curva granulométrica Ensaye 2:

En esta curva granulométrica podemos observar un orden descendente desde el tamiz 3/8 hasta el tamiz No. 200, teniendo un módulo de finura de 2.95mm. (ASTM C33)

Gráfica 2: Curva granulométrica agregado fino ensaye 2.



Fuente: Elaboración propia.

2.1.8. Impurezas orgánicas en el agregado fino.

Muestra de prueba ASTM D75, tener una libra de mayor tamaño de acuerdo a la práctica ASTM C702.

El resultado del ensayo fue un material incoloro # 1 y de acuerdo con los datos de la tabla 9 éste agregado es utilizable como concreto de buena calidad ASTM C 40.

Tabla: 6 Impurezas orgánicas.

Color	Utilización	Disminución de la resistencia del mortero de 7 a 28
Incoloro o amarillo claro	Concreto de buena calidad	0
Azafranado	Utilizable	10% a 15%
Rojop amarillento	Concreto sometido a tensiones reducidas	15% a 25%
Castaño marrón	No utilizable	25% a 50%
Marrón oscuro	No utilizable	50% a 100%

Fuente: Matus y blanco, apuntes de materiales de construcción.

Ilustración 3: Determinación de impureza orgánica.

Fuente: Elaboración propia.

2.2 Grava

2.2.1. Origen del agregado grueso.

Este agregado lo obtuvimos de ferretería La Popular cerca de la universidad a 5 cuadras buscando el centro, se compró grava ½ pulgada.

2.2.2. Contenido de humedad:

Se aseguro un porcentaje de agregado grueso (método ASTM C 702), cumpliendo con el peso (2 k) (ASTM C-566)

Se realizaron 3 ensayes en taras obteniendo en el primero % 1.12, en el segundo % 1.35, en el tercero % 1.46, con un promedio de % 1.31

Tabla: 7 Contenido de humedad agregado grueso.

Proyecto		Procedencia	Ferreteria	
Agregado	Grueso	Ensaye N°		
Tara N°		1-Z-1	1-Z-2	1-Z-3
Peso de tara		800 gr	800 gr	800 gr
Peso de tara mas agregado humedo		2782.70 gr	2905.40 gr	2812.00 gr
Peso de agregado humedo (PH)		1982.70 gr	2105.40 gr	2012.00 gr
Peso de tara mas agregado seco		2760.70 gr	2877.40 gr	2783.00 gr
Peso de agregado seco (PS)		1960.70 gr	2077.40 gr	1983.00 gr
Contenido de humedad (%)		% 1.12	% 1.35	% 1.46
Contenido de humedad promedio (%)		% 1.31		

Fuente: Elaboración propia.

Tara N°: 1-Z-1

Donde:

PH: Peso húmedo

PS: Peso seco

W%: Porcentaje de humedad

Ecuación N°1:

$$\%\ \text{de humedad agregado grueso} = \frac{1982.70\ \text{gr} - 1960.7\ \text{gr}}{1960.7\ \text{gr}} * 100$$

$$\%\ \text{de humedad agregado grueso} = 1.12\%|$$

Promedio:

Donde:

W% promedio: Contenido de humedad promedio%

Ecuación:

$$W\%\ \text{promedio} = \frac{\%1.12 + \%1.35 + \%1.46}{3}$$

$$W\%\ \text{promedio} = \%1.31$$

2.2.3. Gravedad especifica y porcentaje de absorción.

Se realizo un ensayo para gravedad especifica y uno para absorción.

Tabla: 8 Gravedad Específica y absorción.

Gravedad Especifica y absorcion de agregado grueso		
Peso ss (B)	Peso sumergido en agua (c)	Peso seco (A)
2216.20 gr	1401.60 gr	2160.70 gr
Gravedad Especifica	Absorción	
2.65	2.57 %	

Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 4: Balanza Hidrostática

Fuente: Elaboración propia.

2.2.3.1. Gravedad especifica:

Donde:

A: Peso seco.

B: Peso ss.

C: Peso sumergido en agua.

$$\text{Gravedad especifica} = \frac{2160.7\ \text{g}}{2216.2\ \text{g} - 1401.6\ \text{g}}$$

$$\text{Gravedad especifica} = 2.65$$

2.2.3.2. Absorción:

$$\text{Absorción} = \frac{2160.7\ \text{g}}{2216.2\ \text{g} - 2160.7\ \text{g}} * 100$$

$$\text{Absorción} = \%\ 2.57$$

2.2.4. Peso volumétrico seco suelto

Se realizaron tres muestras de material en estado seco, se pesaron y se sacó el volumen del molde para obtener el peso volumétrico suelto, teniendo un promedio de 1585.70 kg/m3.

Tabla: 9 Peso seco suelto agregado grueso.

Detalles	1	2	3
Vol. Suelto	11.21 kg	11.25 kg	11.23 kg
Volumen de molde	0.0071 m3	0.0071 m3	0.0071 m3
Vol. Mas material seco	13.71 kg	13.75 kg	13.73 kg
Peso del molde	2.50 kg	2.50 kg	2.50 kg
Peso volumetrico suelto	1582.87 Kg/m3	1588.52 Kg/m3	1585.70 Kg/m3
Promedio peso volumetrico suelto	1585.7 Kg/m3		

Fuente: Elaboración propia.

Molde N°: Z-01

Donde:

Ws: Peso del material seco suelto en el recipiente

Vol.: Volumen del molde o recipiente(m^3)

PVSS: Peso volumétrico seco suelto.

$$PVSS = \frac{11.21\ \text{kg}}{0.0071\ \text{m3}}$$

$$PVSS = 1582.87\ \text{kg/m3}$$

Peso unitario seco suelto promedio

Donde:

PVSSProm: Peso volumétrico seco suelto promedio

$$PVSSPro = \frac{\frac{1582.87\text{kg}}{\text{m3}} + \frac{1588.52\text{kg}}{\text{m3}} + \frac{1585.70\text{kg}}{\text{m3}}}{3}$$

$$PVSSProm = 1585.70\text{kg/m3}$$

2.2.5. Peso unitario seco varillado.

Consiste en determinar la densidad total como resultado de dividir la masa de un agregado en estado seco, en determinado nivel de consolidación o compactación y el volumen en el que este ocupa incluyendo los vacíos de aire y partículas ASTM C-29.

Se Realizaron 3 ensayos obteniendo en el primero 1498.716 kg/m^3, en el segundo ensayo 1578.637 kg/m^3, en el tercer ensayo 1637.942 kg/m^3, con un promedio de 1571.765 kg/m^3

Tabla: 10 Peso seco compacto de agregado grueso.

Ensaye N°		1	2	3
Agregado	Grueso			
Molde N°		Z-01	Z-02	Z-03
Volumen del molde (m3)		0.00708206	0.00708206	0.00708206
Peso del molde		2.5 kg	2.5 kg	2.5 kg
Peso del molde mas material suelto (Kg)		13.114 kg	13.680 kg	14.100 kg
Peso del agregado suelto en el molde (Kg)		10.614 kg	11.18 kg	11.60 kg
Peso volumétrico seco suelto (Kg/m3)		1,498.716 kg/m3	1,578.637 kg/m3	1,637.942 kg/m3
Peso volumétrico seco suelto promedio (Kg/m3)		1,571.765 kg/m3		

Fuente: Elaboración propia.

Molde N°: Z-01

Donde:

W_s: Peso del material seco suelto compacto contenido en el recipiente (Kg)

Vol: Volumen del recipiente (m^3)

PVSC: Peso volumétrico seco compacto, en kg/m^3

$$PVSC = \frac{10.614\ \text{kg}}{0.00708206\ \text{m3}}$$

$$PVSC = 1498.646\ \text{kg/m3}$$

Donde:

PVSCProm: Peso volumétrico seco compacto promedio

$$PVSCProm = \frac{\frac{1498.71\text{kg}}{\text{m3}} + \frac{1578.637\text{kg}}{\text{m3}} + \frac{1637.942\text{kg}}{\text{m3}}}{3}$$

$$PVSCProm = 1571.765\ \text{kg/m3}$$

2.2.6. Análisis granulométrico del agregado grueso.

Muestrear el agregado de acuerdo con la práctica D 75 y reducir tamaño de ensayo usando el procedimiento descrito en práctica C 702.

Se realizaron 2 ensayos para análisis granulométrico, teniendo un módulo de finura Grava tipo angular, con Tamaño máximo nominal de ½".

Tabla: 11 Análisis granulométrico grueso.

Proyecto:		"PROPUESTA DE BLOQUES DE CONCRETO CON PLASTICO RECICLADO (PET)"							
Material:	Grava			Procedencia:		Ferreteria la polpular			
Tamiz		Peso retenido parcial (gramos)		Porcentaje retenido parcial(%)		Porcentaje retenido acumulado (%)		Porcentaje que pasa (%)	
		Ensaye No. 1	Ensaye No. 2	Ensaye No. 1	Ensaye No. 2	Ensaye No. 1	Ensaye No. 2	Ensaye No. 1	Ensaye No. 2
3/4"		0.00 gr	0.00 gr	0.00%	0.00%	0.00%	0.00 %	0.00 %	100.00%
1/2"		154.80 gr	201.32 gr	7.88%	% 10.25	7.88%	10.25 %	92.12 %	89.75 %
3/8"		452.80 gr	362.22 gr	23.05%	% 18.44	30.93%	28.69 %	69.07 %	71.31 %
Nº4		658.35 gr	624.52 gr	33.51%	% 31.79	64.44%	60.48 %	35.56 %	39.52 %
Nº8		754.32 gr	720.60 gr	38.40%	% 36.68	100%	100%	0.00 %	0.00 %
Suma		2020.27 gr	1908.66 gr	100%	% 100				
Promedio		1964.47 gr							

Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 5: Tamizado

Fuente: Elaboración propia.

Ensaya No. 1

1: Cálculos de los pesos retenidos parciales

Donde:

%Rp: Porcentaje retenido en cada tamiz

Ecuación N°1

$$\text{Retenido parcial} = \frac{154.80\ \text{gr}}{1964.7\ \text{gr}} * 100\%$$

% Retenido parcial= 7.88 %

2: Cálculos de los pesos retenidos acumulado

Donde:

%Ra: Porcentaje retenido acumulado

$\%Ra_i$: Porcentaje retenido acumulado inicial

$\%Rp_{i+1:}$ Porcentaje retenido parcial siguiente al acumulado que se está calculando

Ecuación N°2:

% retenido acumulado = % 7.68+ % 0

% Retenido acumulado = % 7.68%

3: Cálculos de los porcentajes que pasan

Donde:

%Ra: Porcentaje retenido acumulado

Ecuación N°3:

% Que pasa= 100% − %7.68

% Que pasa = 92.12%

2.2.6.1. Tamaño máximo

Tamaño máximo es de ¾”

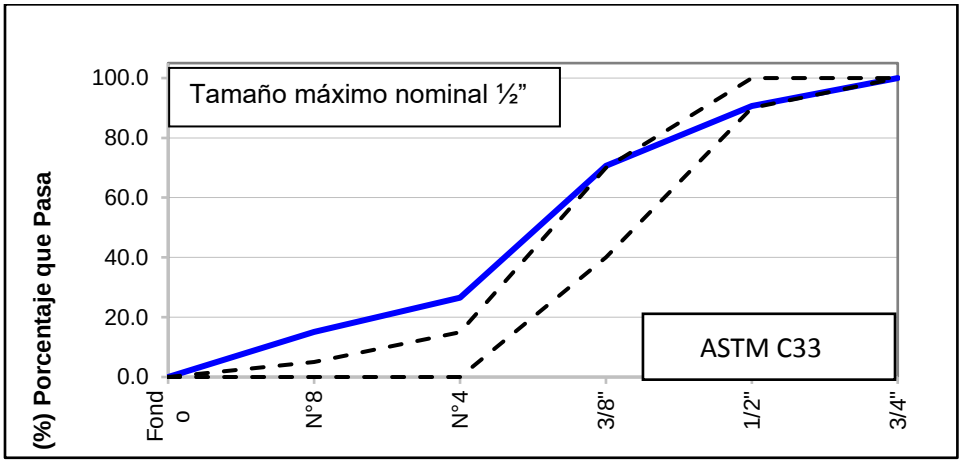
2.2.6.2. Tamaño máximo nominal

Tamaño máximo nominal es la malla que retiene del 7.88% de menor peso retenido, grava tipo angular, con Tamaño máximo nominal de ½”.

2.2.6.3. Curva granulométrica ensaye 1:

En esta curva granulométrica podemos observar un orden descendente desde el tamiz No. 3/4 hasta el tamiz No. 8, teniendo un tamaño máximo de ½”. (ASTM C33)

Gráfica 3: Curva granulométrica agregado grueso ensayo 1.

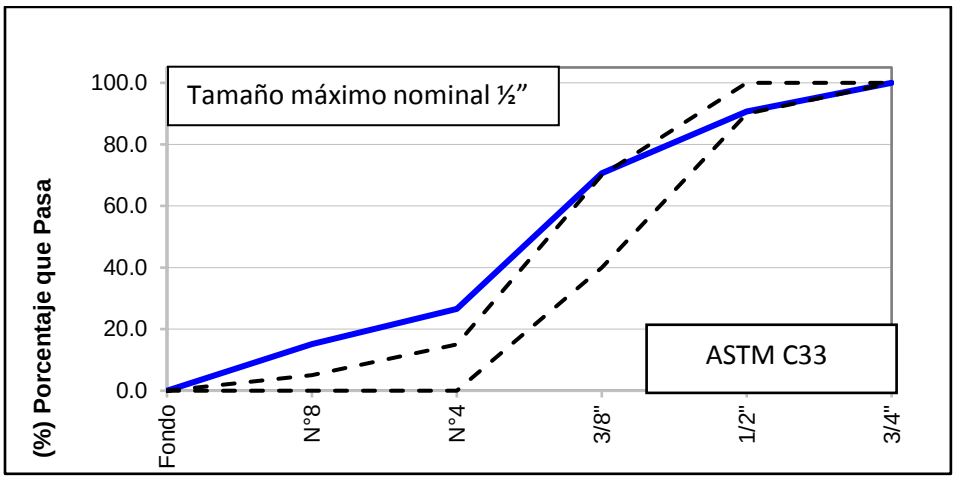


Fuente: Elaboración propia.

2.2.6.4. Curva granulométrica ensaye 2:

En esta curva granulométrica podemos observar un orden descendente desde el tamiz 3/4 hasta el tamiz No. 8, teniendo un tamaño máximo de ½”. (ASTM C33)

Gráfica 4:Curva granulométrica agregado grueso ensayo 2.



Fuente: Elaboración propia.

2.3 Polietileno tereftalato.

2.3.1. Origen de polietileno tereftalato

Este material es muy común en todo el mundo, es reciclable y utilizado en varios artículos de uso habitual, lo obtuvimos de La Empresa JJ Comercial, ellos venden

el plástico triturado. Ubicada de los semáforos del Nuevo Diario 2 cuadras al Sureste, Antes llamada Cuba Nica Reciclaje.

Ilustración 6: Empresa JJ Comercial

Fuente: elaboración propia.

2.3.1.1. Análisis Granulométrico

Se colocó un tamaño de muestra adoptado de la norma ASTM D75 donde dice que para (PET), se usara un mínimo de 15 kg. (35 lb)

Se realizaron dos ensayados de análisis granulométrico obteniendo, tamaño máximo nominal de ½”

Tabla: 12 Análisis granulométrico

Proyecto:		“PROPUESTA DE BLOQUES DE CONCRETO CON PLASTICO RECICLADO (PET)”							
Material:	PET			Procedencia:	Ferreteria la polpular				
Tamiz		Peso retenido parcial (gramos)		Porcentaje retenido parcial(%)		Porcentaje retenido acumulado (%)		Porcentaje que pasa (%)	
		Ensaye No. 1	Ensaye No. 2	Ensaye No. 1	Ensaye No. 2	Ensaye No. 1	Ensaye No. 2	Ensaye No. 1	Ensaye No. 2
3/4"		0.00 gr	0.00 gr	0.00%	0.00%	0.00%	0.00 %	0.00 %	100.00%
1/2"		165.89 gr	195.24 gr	8.06%	9 %	8.06%	9.49 %	91.94 %	90.51%
3/8"		453.14 gr	443.78 gr	22.02%	22 %	30.08%	31.05 %	69.92 %	68.95%
Nº4		642.82 gr	664.51 gr	31.24%	32 %	61.32%	63.34 %	36.66 %	36.66%
Nº8		785.35 gr	765.21 gr	38.16%	37 %	100%	100 %	0.00 %	0.00%
Suma		2047.20 gr	2068.74 gr	100.00%	100 %				
Promedio		2057.97 gr							

Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 7: Primer y segundo cuarteo.

Fuente: elaboración propia.

Ensayo N°:1

1: Cálculos de los pesos retenidos parciales

Donde:

%Rp: Porcentaje retenido en cada tamiz

Ecuación N°1

$$\% \text{ Retenido Parcial} = \frac{165.89 \text{ gr}}{2057.2 \text{ gr}} * 100$$

$$\% \text{ Retenido parcial} = \% 8.06$$

2: Cálculos de los pesos retenidos acumulado

Donde:

%Ra: Porcentaje retenido acumulado

$\%Ra_i$: Porcentaje retenido acumulado inicial

$\%Rp_{i+1}$: Porcentaje retenido parcial siguiente al acumulado que se está calculando

$$\% \text{ Retenido acumulado} = \% 8.06 + \% 0$$

$$\% \text{ Retenido acumulado} = \% 8.06$$

3: Cálculos de los porcentajes que pasan

Donde:

%Ra: Porcentaje retenido acumulado

Ecuación N°3:

$$\% \text{ Que pasa} = 100\% - \%8.06$$

$$\% \text{ Que pasa} = 91.94 \%$$

2.3.1.2. Tamaño máximo

Tamaño máximo es de ¾”

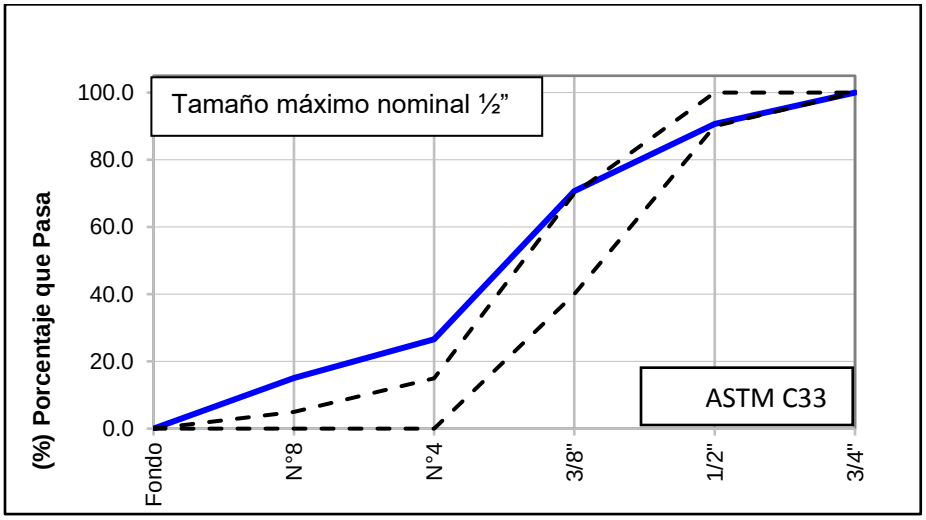
2.3.1.3. Tamaño máximo nominal

Tamaño máximo nominal es la malla que retiene del 8.06% de menor peso retenido, PET tipo Hojuela, con Tamaño máximo nominal de ½”.

2.3.1.4. Curva granulométrica ensayo 1:

En esta curva granulométrica podemos observar un orden descendente desde el tamiz No. 3/4 hasta el tamiz No. 8, teniendo un tamaño máximo de ½”. (ASTM C33)

Gráfica 5: Curva granulométrica agregado PET ensayo 1.

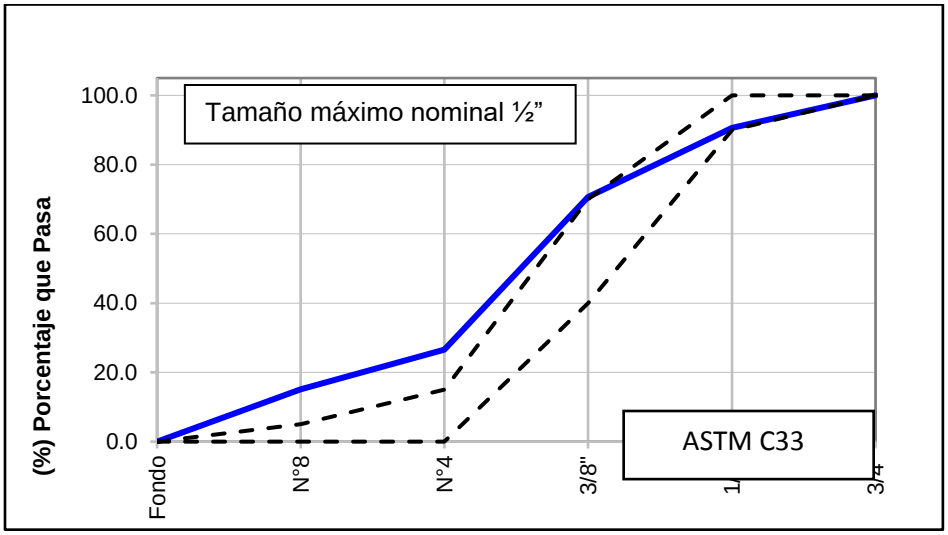


Fuente: Elaboración propia.

2.3.1.5. Curva granulométrica ensayo 2:

En esta curva granulométrica podemos observar un orden descendente desde el tamiz No. 3/4 hasta el tamiz No. 8, teniendo un tamaño máximo de ½”. (ASTM C33)

Gráfica 6: Curva granulométrica agregado PET ensayo 2.



Fuente: Elaboración propia.

2.4 Cemento tipo GU

2.4.1. Origen del cemento GU.

El cemento canal GU de uso general lo compramos en ferretería la popular ubicada en la ciudad de Estelí distribuida por Empresa Cemex.

2.4.2. Gravedad específica del cemento GU.

Esta información se obtuvo de empresas (CEMEX Nicaragua, S.A, 2003) (**Ver anexo tabla 13)**

2.5 Agua

2.5.1. Origen del agua.

El agua la obtuvimos de la Universidad Sede Regional UNI Norte, Estelí Recinto Universitario Augusto C. Sandino, siendo agua potable.

CAPITULO III. **DOSIFICACIONES DE MEZCLA.**

3.1 Diseño de mezcla de concreto 120 kg/cm2

En esta tabla presentamos los resultados de los estudios físicos-mecánicos de los agregados para el diseño de mezcla patrón.

Tabla: 13 Ensayos obtenidos.

Datos			
	Agregado grueso	Agregado fino	Cemento
Peso volumètrico seco suelto	1.585,700 kg/m3	1.515,570 kg/m3	1.220 kg/m3
Peso seco volumetrico varillado	1.571,765 kg/m3	1.571,341 kg/m3	-
Gravedad específica	2,65	2,5049	2,85
Módulo de finura	-	2,94	-
% de Absorción	% 2,57	% 2,52	-

Fuente: Elaboración propia.

3.1.1. Selección del asentamiento.

Se propuso un asentamiento de consistencia seca de 3/4" ±1 3/8" ACI 211, debido a la condición climática.

Tabla: 14 Asentamientos para diseños de mortero.

Consistencia	Asentamiento		Tipo de contrución	Sistema de coloción	Sistema de compactación
Muy seca	0-20mm	0-3/4"	Prefabricados de alta resistencia	Con vibradores de formaleta, lanzados	Secciones sujetas a vibraciones externas
Seca	20mm-35mm	3/4-13/8"	pavimentos	Pavimentos con maquinaria terminadora vibratoria	Secciones sujertas a vibración intensa
Semi Seca	35mm-50mm	13/8"-2"	Pavimentos, Fundaciones en concreto simple y losas poco reforzadas	Colocación con maquinas operadas manualmente	Seciones simplemnete reforzadas con vibración
Media (plastica)	50mm-100mm	2"-4"	Pavimentos compactados a mano, losas, muros, vigas, columnas, cimentaciones	Colocacón manual	Seciones simplemnete reforzadas con vibración
Húmeda	100mm-150mm	4"6"	Elementos estructurales esbeltos o muy reforzados	Bombeo	Seciones bastante reforzadas con vibración
Muy húmeda	150mm-200mm	6"8"	Elementos esbeltos, pilotes fundidos in situ	Tubo, embudo, tremie.	Seciones altamente reforzadas con vibración
Super fluida	Mas de 200mm	Mas de 8"	Elementos muy esbeltos	Autonivelante, autocompactante	Seciones altamente reforzadas sin vibración

Fuente: Diseño de mezcla ACI 211.

Ilustración: Revenimiento.

Fuente: Elaboración propia.

3.1.2. Tamaño Máximo Nominal

Tamaño máximo nominal es la malla que retiene del 5 al 15% de menor peso retenido, retuvo 7.88% de menor peso retenido, grava tipo angular, con un tamaño máximo nominal de ½".

3.1.2.1. Contenido de Aire Atrapado.

Para un tamaño máximo nominal con agregado grueso de ½" su porcentaje de aire es de 2.5%.

Tabla: 15 Contenido de Aire Atrapado.

Tamaño maximo nominal del agregado grueso (in)	Aire atrapado (%)
3/8 "	3.0 %
1/2 "	2.5 %
3/4 "	2.0 %
1 "	1.5 %
1 1/2 "	1.0 %
2 "	0.5 %
3 "	0.3 %
4 "	0.2 %

Fuente: Diseño de Mezcla ACI 211.

3.1.3. Agua de la mezcla.

Para un asentamiento de 3/4" ±1 3/8"" y un agregado con tamaño máximo nominal de ½", 200 kg de agua por m³.

Tabla: 16 Concreto sin aire incluido.

Asentamiento		Tamaños máximos nominales						
		3/8"	1/2"	3/4"	1"	1.5"	2"	3"
0.0-2.5	0.0-1"	185	180	165	160	140	135	125
3.0-5.0	11/4"-2"	205	200	185	180	160	155	145
5.5-7.5	21/4"-3"	215	210	190	185	170	165	155
8.0-10.0	31/4"-4"	225	215	200	195	175	170	165
10.5-15.0	41/4"-6"	235	225	205	200	180	175	170
15.5-18.0	61/4"-7"	240	230	210	205	185	180	175
% de contenido de aire		3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3

Fuente: Diseño de Mezcla ACI 211.

3.1.4. Resistencia de diseño.

Tabla: 17 Resistencia de diseño.

Resistencia promedio mínimo para tres piezas	Resistencia mínima a la compreción para una pieza individual
120.00 kg/cm2	108.00 kg/cm2

Fuente: NTON 12 008-16, Pag.6-13.

3.1.4.1.1 Factor de seguridad.

Cuando la resistencia es menos de 214 kg/cm^2 se suman 70 kg/cm^2 a nuestra resistencia de diseño.

Tabla: 18 Factor de seguridad.

Resistencia nominal a la compreción F'c Mpa	Resistencia promedio requerida a la compreción F'cr Mpa
Menos de 21 Mpa (214 kg/cm2)	70.00 kg/cm2
21 Mpa a 35 Mpa (214kg/cm2 a 357 kg/cm2)	87.00 kg/cm2
Mas de 35 Mpa (357 kg/cm2)	102.00 kg/cm2

Fuente: Diseño de Mezcla ACI 211.

Donde:

Fc'r= factor de seguridad

Resistencia de diseño= 120 kg/cm2

Ecuación:

$$Fc'r = 120\text{kg/cm2} + 70\text{kg/cm2}$$

$$Fc'r = 190\ \text{kg/cm2}$$

3.1.5. Relación agua/cemento.

Para un Fc'r de 179 kg/cm^2, la relación A/C=0.742

Tabla: 19 Relación agua/ cemento por resistencia.

Fc'r	Relación agua cemento	
	sin aire incluido	con aire incluido
150	0.8	0.71
200	0.7	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.4
400	0.43	-
450	0.38	-

Fuente: Diseño de mezcla ACI 211.

Interpolación

$$150 - - - -0.80$$

$$190 - - - -x$$

$$200 - - - -0.70$$

$$\frac{200-150}{190-150} = \frac{0.70-0.80}{x-0.80}$$

$$1.724 = \frac{-0.10}{x-0.8}$$

$$X\text{-}0.8 = \frac{-0.10}{1.724}$$

$$X = 0.058 - 0.80$$

$$X = 0.742$$

Contenido de Cemento

$$C = 200 / 0.742$$

$$C = 269.54 \text{ kg}$$

3.1.6. Peso del agregado grueso

Para un TMN de ½" y un Módulo de finura promedio 2.94 mm, = 0.53

Tabla: 20 Peso de agregado grueso por volumen de concreto.

Peso del agregado grueso por volumen de concreto				
Tamaño máximo nominal del agregado	Módulo de finura del agregado fino (b/b0)			
	2.4	2.6	2.8	3
3/8"	0.5	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.6
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.7
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.81	0.79	0.77	0.75
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

Fuente: 2: Diseños de mezcla ACI 211.

Donde:

Peso AG= Peso del agregado grueso

Peso seco volumétrico varillado= 1571.765 kg/m3

Interpolación

$$Y=0.55 + \frac{0.53-0.55}{3-2.8}(2.94 - 2.8)$$

$$Y=0.54$$

Ecuación:

$$\text{Peso AG} = 0.54\ \text{m3} * 1571.765\ \text{kg/m3}$$

$$\text{Peso AG} = 848.75\ \text{kg}$$

3.1.7. Volumen absoluto

A. Volumen Absoluto de Cemento

Donde:

Ge= Gravedad especifica del cemento

C=Contenido de cemento

Ecuación:

$$\text{Vabs Cemento} = \frac{269.54\ \text{kg}}{(2.85\text{kg/cm3} * 1000)}$$

$$\text{Vabs Cemento} = 0.09\ \text{m}^3$$

B. Volumen absoluto de agua.

Donde:

Vabs Agua: Volumen absoluto de agua.

Ge Agua: Gravedad especifica del agua.

Ecuación:

$$\text{Vabs Agua} = \frac{200\ \text{kg}}{1000\text{kg/m3}}$$

$$\text{Vabs Agua} = 0.20\ \text{m}^3$$

C. Volumen Absoluto del aire

Donde:

CAA: Contenido de aire atrapado

Tabla: 21: Contenido de aire atrapado

Tamaño maximo nominal del agregado grueso	Aire atrapado
3/8"	3%
1/2"	2.5%
3/4"	2.0%
1"	1.5%
1 1/2"	1.0%
2"	0.5%
3"	0.3%
4"	0.2%

Fuente: Diseño de mezcla

$$\text{Vabs CAA} = \frac{2.5}{100}$$

$$\text{Vabs CAA} = 0.025\ \text{m}^3$$

D. Volumen Absoluto de Agregado Grueso.

Donde:

Vabs AG: Volumen Absoluto de Agregado Grueso.

Peso AG: Peso del agregado grueso

Ge AG: Gravedad específica de agregado grueso.

Ecuación:

$$\text{Vabs AG} = \frac{848.75\ \text{kg}}{(2.652\ \text{kg/cm3} * 1000)}$$

$$\text{Vabs AG} = 0.32\ \text{m}^3$$

E. Volumen Absoluto de Agregado Fino.

Donde:

Vabs AF: Volumen Absoluto de Agregado Fino.

∑Sumatoria de volumen absoluto.

$$\sum = 0.09\ \text{m}^3 + 0.20\ \text{m}^3 + 0.025\ \text{m}^3 + 0.32\ \text{m}^3$$

$$\sum T = 0.64\ \text{m}^3$$

Ecuación:

$$\text{Vabs AF} = 1\text{m}^3 - 0.54\text{m}^3$$

$$\text{Vabs AF} = 0.36\text{m}^3$$

Peso del agregado fino.

Donde:

Peso AF: Peso del agregado fino.

Ge AF: Gravedad específica de agregado fino.

$$\text{Peso AF} = 0.36\ \text{m}^3 * 1000\text{kg/m}^3 * 2.5049$$

$$\text{Peso AF} = 901.76\ \text{kg}$$

3.1.8. Presentación de diseño en estado seco.

Resultados de contenido de cemento, peso del agregado fino, agregado grueso y agua.

Tabla: 22 Proporciones de diseño por m^3.

Cemento	269.5400 kg
Agregado fino	901.7600 kg
Agregado grueso	848.7500 kg
Agua	200.00 Lt

Fuente: Elaboración propia.

3.1.9. Corrección por humedad de los agregados.

- Agregado fino

$$\text{Corrección por humedad} = 901.7600\ \text{kg} * ((\frac{7.73}{100}) + 1)$$

$$\text{Corrección por humedad} = 971.47\text{kg}$$

- Agregado grueso

$$\text{Corrección por humedad} = 848.75\ \text{kg} * ((\frac{1.31}{100}) + 1)$$

$$\text{Corrección por humedad} = 859.87\ \text{kg}$$

3.1.9.1. Aporte de agua.

- Agregado grueso.

$$\text{Corrección del aporte de agua} = \frac{[(\%1.31 - \%\ 2.57) * 848.75]}{100}\ \%$$

$$\text{Corrección del aporte de agua} = -10.69\ \text{Lt}$$

- Agregado fino.

$$\text{Corrección del aporte de agua} = [(\%7.73 - \%\ 2.52) * 971.47]/100$$

$$\text{Corrección del aporte de agua} = 50.61\ \text{Lt}$$

3.1.9.2. Agua Efectiva.

$$\text{Agua efectiva} = 28.57\ \text{Lt} - 10.69\ \text{Lt}$$

$$\text{Agua efectiva} = 39.92\ \text{Lt}$$

$$\text{Agua efectiva} = 200\ \text{Lt} - 39.92\text{Lt}$$

$$\text{Agua efectiva} = 160.08\ \text{Lt}$$

3.1.10. Pesos del diseño mezcla.

Se realizaron 9 cilindros y 3 testigos con las proporciones finales de diseño mostradas en esta tabla

Tabla: 23 Pesos para un 1 m3.

Cemento	269,5400 kg
Agregado fino	971,4700 kg
Agregado grueso	859,8700 kg
Agua	160,0800 Lt

Fuente: Elaboración propia.

3.1.10.1. Proporciones.

Se realizaron las proporciones de diseño a los 4 agregados con relación A/C para un metro cúbico de concreto, dividiendo cada agregado entre el contenido de cemento, excepto el agua que se calcula dividiéndolo entre el factor del cemento.

Tabla: 24 Proporciones.

Cemento	Agregado fino	Agregado grueso	Agua
1	2,90	2,45	25,2 Lt

Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 8: Elaboración de cilindros de concreto.

Fuente: Elaboración

Donde:

A= Peso de agregado

C= Cemento

Vol. sueltos =

$$\text{Cemento} = \frac{269.54\ \text{kg}}{1220\ \text{kg/m3}}$$

$$\text{Cemento} = 0.22$$

$$\text{Agregado fino} = \frac{971.47\text{kg}}{1515.77\text{kg/m3}}$$

$$\text{Agregado fino} = 0.64\ \text{m3}$$

$$\text{Agregado grueso} = \frac{859.87\ \text{kg}}{1585.7\ \text{kg/m3}}$$

$$\text{Agregado grueso} = 0.54\ \text{m3}$$

$$\text{Factor Cemento} = \frac{269.54\text{kg}}{42.5\ \text{kg}}$$

$$\text{Factor Cemento} = 6.34\ \text{bolsas}$$

$$\text{Agua} = \frac{160.08\ \text{Lt}}{6.34}$$

$$\text{Agua} = 25.24\ \text{Lt}$$

Proporciones

$$\text{Cemento} = \frac{0.22\ \text{m3}}{0.22\ \text{m3}}$$

$$\text{Cemento} = 1$$

$$\text{Agregado fino} = \frac{0.64\ \text{m3}}{0.22\ \text{m3}}$$

$$\text{Agregado fino} = 2.9$$

$$\text{Agregado grueso} = \frac{0.54\ \text{m3}}{0.22\ \text{m3}}$$

$$\text{Agregado grueso} = 2.45\ \text{m3}$$

$$\text{Factor Cemento} = \frac{269.\text{kg}}{42.5\ \text{kg}}$$

$$\text{Factor Cemento} = 6.34\ \text{bolsas}$$

$$\text{Agua} = \frac{160.08\ \text{Lt}}{6.34}$$

$$\text{Agua} = 25.24\ \text{Lt}$$

3.1.11. Mezcla de Prueba.

Edad de prueba de los especímenes: Las edades de prueba empleadas son por lo común 7 y 28 días, para esta elaboración se hizo de 7, 14 y 28 días de acuerdo a las pruebas de compresión simple.

En el cuadro de control de resistencia a cilindros, se observa en el ensayo N°7, un resultado con un valor inferior a la resistencia especificada, según los criterios de ACI 318 este resultado no es inferior en más de 3.5 MPa, (35.1535kg/cm2) a la resistencia especificada de 179.49 kg/cm2, el promedio aritmético de los tres ensayos es mayor que la resistencia especificada por ende el diseño de mezcla cumple.

Tabla: 25 Control de resistencia a la compresión de concreto endurecido.

Proyecto:	"PROPUESTA DE BLOQUES DE CONCRETO CON PLASTICO RECICLADO (PET)"					
Ubicación:	Esteli					
Miembro estructural:	Diseño					
Tipo de muestra:	Cilindro					
Ensaye No.	1		2		3	
Especimen No.	S-001		S-002		S-003	
Diametro del especimen (cm)	7.50 cm		7.47 cm		7.48 cm	
Altura del especimen	30.01 cm		29.95 cm		30.00 cm	
Area (cm2)	176.72		175.3		175.77	
Fecha de fabricacion	30/11/2021		30/11/2021		30/11/2021	
Fecha de ruptura	7/12/2021		14/12/2021		28/12/2021	
Edad dias	7 Días		14 Días		28 Días	
Carga máxima (LB)	16385.00 lb		39729.84 lb		51515.11 lb	
	16361.90 lb		40379.11 lb		55494.27 lb	
	16044.80 lb		35674.82 lb		59061.76 lb	
Esfuerzo a la compresión (kg/cm2)	N°1	42.1 kg/cm2	N°4	103.0 kg/cm2	N°7	178.95 kg/cm2
	N°2	42.09 kg/cm2	N°5	104.7 kg/cm2	N°8	180.01 kg/cm2
	N°3	41.3 kg/cm2	N°6	105.5 kg/cm2	N°9	179.50 kg/cm2
Promedio de compresión	41.83 kg/cm2		104.39 kg/cm2		179.49 kg/cm2	

Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 10: Esfuerzo axial.

Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 9: Fractura en diagonal

Fuente: Elaboración propia.

Donde:

Espécimen: S-001

Ensaye No. 1

Área del cilindro:

A= Área.

π= Pi.

r= Radio.

Ecuación:

$$A = \pi(7.5\text{cm})^2$$

$$A = 176.72\text{cm}^2$$

Código de cilindro: S-001

Tipo de falla= 4

Resistencia a la compresión simple ASTM C 39/C 39M.

Donde:

Fcm= Resistencia a la compresión kg/cm^2

Pmax= Carga máxima Lbf (kg)

A= Área del espécimen cilíndrico cm^2

Ecuación:

$$\text{fcm} = \frac{16385\text{kg}}{176.72\text{cm2}}$$

$$\text{fcm} = 42.1\ \frac{\text{kg}}{\text{cm2}}$$

3.1.11.1. Desviación estándar a 28 días

Donde:

∑C= Sumatoria de cilindros

N°= Numero de especímenes

PA= Desviación estándar

Ecuación:

$$\sum C = \frac{178.95\text{kg/cm2} + 180.01\text{kg/cm2} + 179.50}{3}$$

$$\sum C = 179.49\ \text{Kg/cm2}$$

PA= DE

$$PA = \frac{179.49.\text{kg/cm2} * 8.7}{100}$$

PA=15.62+179.49

PA=195.1

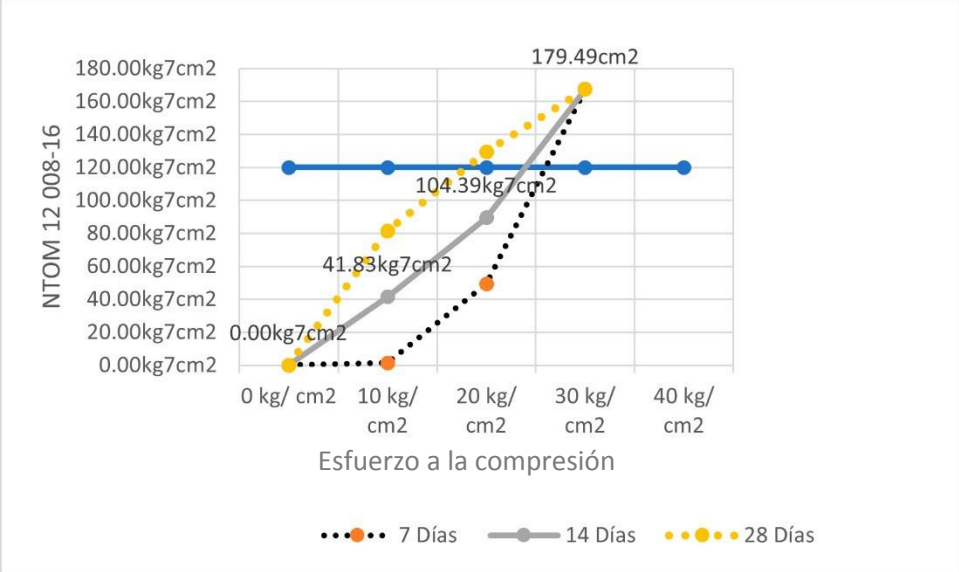
PA=15.62-179.49

PA=163.88

Curva de resistencia de mezcla patrón

En esta grafica podemos observar una resistencia promedio a los 7 días de 41.8kg/cm^2, a los 14 días 104.4kg/cm^2 y a los 28 días con 179.5kg/cm^2, cumpliendo con la norma (NTOM 12 008-16), sobre pasando la resistencia de diseño 120kg/cm^2.

Gráfica 7:Curva de resistencia de diseño de mezcla



Fuente: Elaboración propia.

CAPITULO IV. **FABRICACION DE BLOQUES**

4.1 Diseño de mezcla para elaboración de bloques

En esta tabla presentamos nuestro diseño de mezcla patrón para la elaboración de los diferentes diseños de mezclas de cada porcentaje de bloque con PET.

Tabla: 26 Proporciones.

Cemento	Agregado fino	Agregado grueso	Agua
1	2,90	2,45	25,2 Lt

Fuente: Elaboración propia.

4.1.1. Proporciones de diseños de bloques PET

Para la fabricación de los bloques de concreto se realizaron tres tipos de bloques con agregado (PET 15%, 20%, 25%); para agregar el PET como agregado se tuvo que restar el porcentaje PET con tamaño máximo nominal de ½ con forma de hojuela al agregado grueso.

Para este cálculo se determinó el 100% de agregado grueso por el porcentaje de material PET a sustituir, Obteniendo 0.36 de agregado PET a sustituir por el agregado grueso quedando 2.08 como resultado de la resta.

4.1.1.1. Bloque de 15% PET:

Tabla: 27 Proporciones de diseño 15%.

Cemento	Agregado fino	Agregado grueso	Agua	PET
1 Bolsa	2,90	2,080	25,2	0,36

Fuente: Elaboración propia.

Donde:

Agregado Grueso= 100%

PET=15%

Ecuación=

$$15\%=\frac{2.45 * 15}{100}$$

$$15\%=0.36$$

Agregado Grueso:

Ecuación=

$$\text{Agregado Grueso} = 2.45 - 0.36$$

$$\text{Agregado Grueso} = 2.08$$

4.1.1.2. Bloque de 20% PET

Para este cálculo se determinó el 100% de agregado grueso por el porcentaje de material PET a sustituir, Obteniendo 0.49 de agregado PET a sustituir por el agregado grueso quedando 1.960 como resultado de la resta.

Tabla: 28 Proporciones de diseño 20%.

Cemento	Agregado fino	Agregado grueso	Agua	PET
1 Bolsa	2,90	1,960	25,2	0,49

Fuente: Elaboración propia.

4.1.1.3. Bloque de 25% PET

Para este cálculo se determinó el 100% de agregado grueso por el porcentaje de material PET a sustituir, Obteniendo 0.610 de agregado PET a sustituir por el agregado grueso quedando 1.84 como resultado de la resta.

Tabla: 29 Proporciones de diseño 25%.

Cemento	Agregado fino	Agregado grueso	Agua	PET
1 Bolsa	2,90	1,84	25,2	0,610

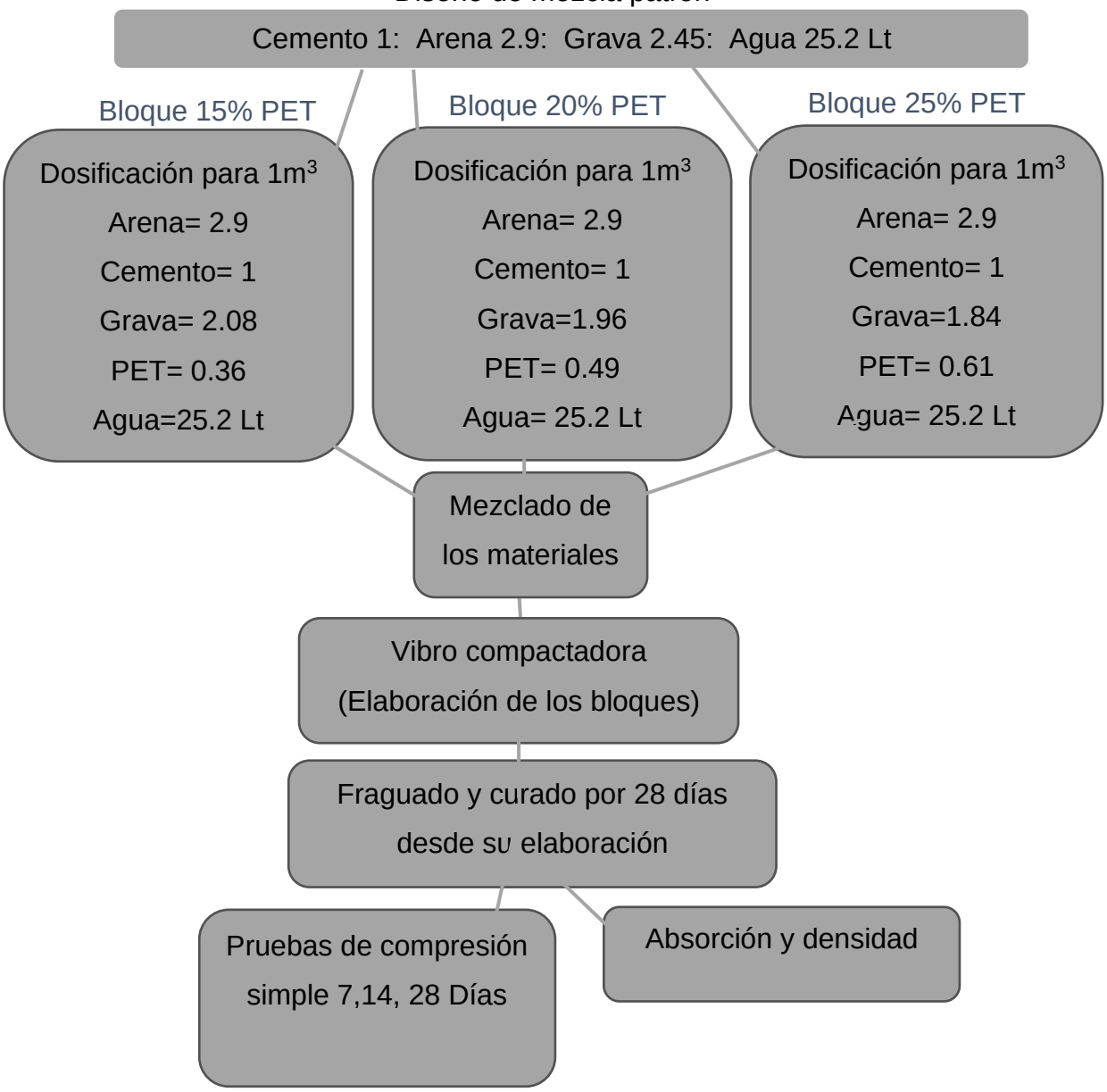
Fuente: Elaboración propia.

Cálculo del porcentaje de material PET

4.2 Esquema de fabricación de bloque de concreto

Para la fabricación de bloques seguimos pasos básicos tales como:

Ilustración 11: Flujograma de producción de bloques



Fuente: Elaboración propia.

4.2.1. Mezclado de materiales

Se mezclaron los agregados para 12 bloques más 3 testigos de cada diseño obtenido de bloque con su porcentaje PET.

Ilustración 12: Mezcla de agregados

Fuente: Elaboración propia.

4.2.2. Vibro compactadora manual

Esta máquina funciona oprimiendo un pedal con el pie y subiendo la palanca con la mano, para que ejerza una presión pareja en el molde metálico.

Ilustración 13: Fabricación de bloques

Fuente: Elaboración propia.

4.2.3. Fraguado y curado por 28 días

Una vez que realizaron los bloques se dejó fraguando un día y los otros se curó regándolo dos veces por días con el fin de tener mayor resistencia, se separaron en tres tipos de grupos según su porcentaje (PET).

Ilustración 14: Fraguado

Fuente: Elaboración propia.

4.2.4. Pruebas de compresión simple 7,14, 28 Días

Para determinar la resistencia mínima a la compresión simple para una pieza individual su resistencia debe ser de 120 kg/cm^2, como lo dicta la norma NTOM 12 008-16.

4.2.5. Prueba de resistencia 15% PET

Se realizaron 12 unidades de bloque y tres testigos con dimensiones de 14 cm de ancho x 19 cm de alto x 39 cm de largo, con un porcentaje de 0.48 de PET, este se restó a la grava del diseño original de mezcla para la fabricación de los bloques, los que se sometieron a resistencia a la compresión simple a las edades de 7,14 y 28 días desde su elaboración, teniendo un esfuerzo a la compresión promedio a los 7 días de 24.07 kg/cm^2, a los 14 días de 42.32 kg/cm^2, a los 28 días de 71.82 kg/cm^2.

Se aplicó Desviación Estándar al resultado de los promedios de especímenes con edad de 7, 14 y 28 días, con un porcentaje de discreción del 8.7%, obteniendo como resultado entre el rango de desviación estándar, ningún espécimen para descarte.

Tabla: 30 Control de resistencia a la compresión de bloque 15% PET

Proyecto:	"PROPUESTA DE BLOQUES DE CONCRETO CON PLASTICO RECICLADO (PET)"					
Ubicación:	Esteli					
Miembro estructural:	Diseño 15% PET					
Tipo de muestra:	Bloque					
Ensaye No.	1		2		3	
Especimen No.	A-001		A-004		A-007	
Largo	39 cm		39.03 cm		38.07 cm	
Ancho	14.00 cm		13.86 cm		13.99 cm	
Altura	19.01 cm		18.95 cm		18.99 cm	
Area (cm2)	262.5		262		262.6	
Fecha de fabricacion	15/12/2021		15/11/2021		15/11/2021	
Fecha de ruptura	22/12/2021		6/1/2021		20/1/2021	
Edad dias	7 Días		14 Días		28 Días	
Carga máxima (LB)	14045.65 Lb		23568.14 Lb		41246.25 Lb	
	12524.32 Lb		25147.60 Lb		42358.14 Lb	
	11350.87 Lb		24458.10 Lb		40487.10 Lb	
	-		-		42546.80 Lb	
	-		-		40957.21 Lb	
	-		-		41357.90 Lb	
Esfuerzo a la compresión (kg/cm2)	N°1	24.32 kg/cm2	N°4	40.89 kg/cm2	N°7	71.39 kg/cm2
	N°2	21.69 kg/cm2	N°5	43.63 kg/cm2	N°8	73.32 kg/cm2
	N°3	19.66 kg/cm2	N°6	42.43 kg/cm2	N°9	70.08 kg/cm2
	-		-		N°10	73.65 kg/cm2
	-		-		N°11	70.89 kg/cm2
	-		-		N°12	71.59 kg/cm2
Promedio de compresión	21.89 kg/cm2		42.32 kg/cm2		71.82 kg/cm2	

Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 15: Fractura diagonal

Fuente: Elaboración propia.

Espécimen A-001

Edad 7 días

Área de bloque (cm^2)

Donde:

AT= Área total transversal

Ecuación=

$$AT= 14cm * 39cm$$

$$AT= 546cm^2$$

Área hueca:

Donde:

AH= Área hueca

A= Área

Ecuación=

$$AH= 15.75cm * 9cm$$

$$AH= 141.75cm^2$$

$$AH=546cm^2 - 141.75cm^2(2)$$

$$A=546\ cm^2 - 283.5\ cm^2$$

$$A=262.5\ cm^2$$

Resistencia a la compresión:

Donde:

Pmax= Esfuerzo a la compresión

Ecuación=

$$Pmax= \frac{14{,}045.65lb * \frac{0.4536kg}{1lb}}{262.5cm^2}$$

$$Pmax= 24.32\ kg/cm^2$$

Tipo de falla = 4

4.2.5.1. Promedio aritmético

Promedio:

7 días

$$\sum = \frac{24.32\frac{kg}{cm2} + 23.25\frac{kg}{cm2} + 24.64\frac{kg}{cm2}}{3}$$

$$\sum = 24.07\ kg/cm^2$$

4.2.5.2. Desviación Estándar:

Donde:

DE: Desviación Estándar.

RD: Rango de Discreción.

Ecuación=

DE: $$\frac{24.07\frac{kg}{cm^2} * 8.7\%}{100\%}$$

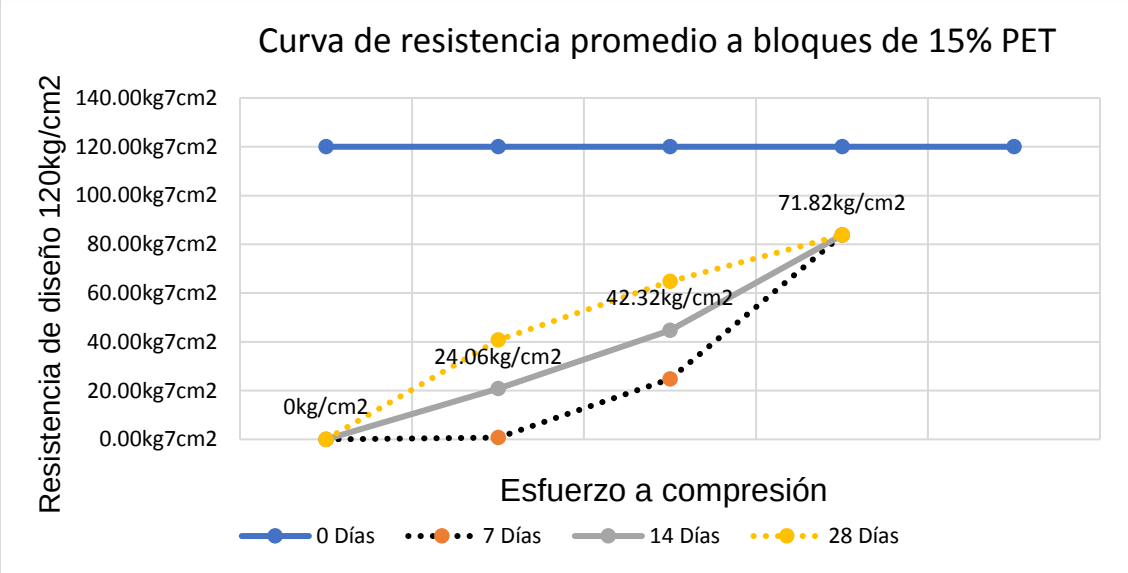
DE: 2.09 kg/cm2 ± 24.07 kg/cm2

DE: entre 26.16 kg/cm2 a 21.98 kg/cm2.

4.2.5.3. Curva de resistencia de bloques 15%

En esta grafica podemos observar una resistencia promedio a los 7 días de 24.06/cm^2, a los 14 días 42.32kg/cm^2 y a los 28 días con 71.82kg/cm^2, No cumple con la norma (NTOM 12 008-16), porque la resistencia de diseño mínima es de 120kg/cm^2.

Gráfica 8: Curva de resistencia de bloque de 15% PET



Fuente: Elaboración propia.

4.2.5.4. Absorción

Se realizaron tres ensayos como mínimo como lo indica la NTON 12 008-16, obteniendo como resultado un promedio de 8% de absorción cumpliendo con el mínimo que es 10%.

Tabla: 31 Absorción a bloques 15% PET

Elemento	Peso seco (KG)	Peso sss n (Kg)	Absorción %
A1	13.1	14.01	6.95 %
A2	13.02	14.02	7.68 %
A3	13.035	13.95	7.02 %
Promedio		7 %	

Fuente: Elaboración propia.

Donde:

A1= Código de elemento

Peso seco= 13.1 KG

Peso sss= 14.01 kg

Ecuación=

$$\text{Absorción}=\frac{14.01-13.1}{13.1}*100$$

$$\text{Absorción}= 6.95\%$$

Promedio de absorción

$$\text{Absorción}=\frac{6.95+7.68+7.02}{3}$$

$$\text{Absorción}= 7\%$$

4.2.5.5. Densidad

Se realizaron tres pruebas de densidad relativa en los bloques PET, teniendo como resultado un promedio de 2046.3 kg7m^3

Tabla: 32 Densidad 15% PET

Codigo	Peso seco	Peso sss	Peso sumergido	Densidad
B1	12.040 Kg	12.600 Kg	6.580 Kg	2000.00kg/m3
B2	12.250 Kg	12.500 Kg	6.49 Kg	2038.27kg/m3
B3	12.120 Kg	12.350 Kg	6.58 Kg	2100.52kg/m3
Promedio		2046.3kg/m3		

Fuente: Elaboración propia.

Código= B1

Donde:

Peso seco= 12.040 kg

Peso sss=12.6 kg

Peso sumergido= 6.58 kg

Ecuación:

$$\text{Densidad}=\frac{12.04\ \text{kg}}{12.6\ \text{kg}-6.58\ \text{kg}}*1000\text{kg/m}^3$$

$$\text{Densidad}=2046.3\ \text{kg/m}^3$$

Promedio:

Ecuación=

$$\sum=\frac{2000\frac{\text{kg}}{\text{m3}}+2038.27\frac{\text{kg}}{\text{m3}}2100.52\frac{\text{kg}}{\text{m3}}}{3}$$

$$\sum=2043.3\ \text{kg/m}^3$$

4.2.6. Prueba de resistencia 20% PET

Se realizaron 12 unidades de bloque y tres testigos con dimensiones de 14 cm de ancho x 19 cm de alto x 39 cm de largo con un porcentaje de 0.64 de PET, este se restó a la grava del diseño original de mezcla para la fabricación de los bloques, los que se sometieron a resistencia a la compresión simple a las edades de 7,14 y 28 días desde su elaboración, teniendo un esfuerzo a la compresión promedio a los 7 días de 24.06 kg/cm^2, a los 14 días de 39.87 kg/cm^2, a los 28 días de 75.6 kg/cm^2.

Se aplicó Desviación Estándar al resultado de los promedios de especímenes con edad de 7, 14 y 28 días, con un porcentaje de discreción del 8.7%, obteniendo como resultado entre el rango de desviación estándar, ningún espécimen para descarte.

Tabla: 33 Control de resistencia a la compresión de bloque 20% PET

Proyecto:	"PROPUESTA DE BLOQUES DE CONCRETO CON PLASTICO RECICLADO (PET)"					
Ubicación:	Esteli					
Miembro estructural:	Diseño 20% PET					
Tipo de muestra:	Bloque					
Ensaye No.	1		2		3	
Especimen No.	A-001		A-004		A-007	
Largo	39 cm		39.03 cm		38.07 cm	
Ancho	14.00 cm		13.86 cm		13.99 cm	
Altura	19.01 cm		18.95 cm		18.99 cm	
Area (cm2)	262.5		262		262.6	
Fecha de fabricacion	15/12/2021		15/11/2021		15/11/2021	
Fecha de ruptura	22/12/2021		6/1/2021		20/1/2021	
Edad dias	7 Días		14 Días		28 Días	
Carga máxima (LB)	14536.40 Lb		23845.32 Lb		46864.20 Lb	
	13694.60 Lb		22547.00 Lb		43147.50 Lb	
	13453.90 Lb		22558.10 Lb		41658.89 Lb	
	-		-		40357.85 Lb	
	-		-		42689.45 Lb	
	-		-		47349.14 Lb	
Esfuerzo a la compresión (kg/cm2)	N°1	25.17 kg/cm2	N°4	41.37 kg/cm2	N°7	81.12 kg/cm2
	N°2	23.71 kg/cm2	N°5	39.12 kg/cm2	N°8	74.69 kg/cm2
	N°3	23.30 kg/cm2	N°6	39.14 kg/cm2	N°9	72.11 kg/cm2
	-		-		N°10	69.86 kg/cm2
	-		-		N°11	73.89 kg/cm2
	-		-		N°12	81.96 kg/cm2
Promedio de compresión	24.06 kg/cm2		39.87 kg/cm2		75.6 kg/cm2	

Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 16: Fractura diagonal.

Fuente: Elaboración propia.

Espécimen A-001

Edad 7 días

Área de bloque (cm^2)

Donde:

AT= Área total transversal

Ecuación=

$$AT=14\text{cm} * 39\text{cm}$$

$$AT=546\text{cm}^2$$

Área hueca:

Donde:

AH= Área hueca

A= Área

Ecuación=

$$AH=15.75\text{cm} * 9\text{cm}$$

$$AH=141.75\text{cm}^2$$

$$AH=546\text{cm}^2 - 141.75\text{cm}^2(2)$$

$$A=546\text{cm}^2 - 283.5\text{cm}^2$$

$$A=262.5$$

Resistencia a la compresión:

Donde:

Pmax= Esfuerzo a la compresión

Ecuación=

$$Pmax= \frac{14{,}536.40 * \frac{0.4536\text{kg}}{1lb}}{262.5\text{cm}^2}$$

$$Pmax= 25.17\ \text{kg}/\text{cm}^2$$

Tipo de falla = 4

4.2.6.1. Promedio aritmético

Promedio:

7 días

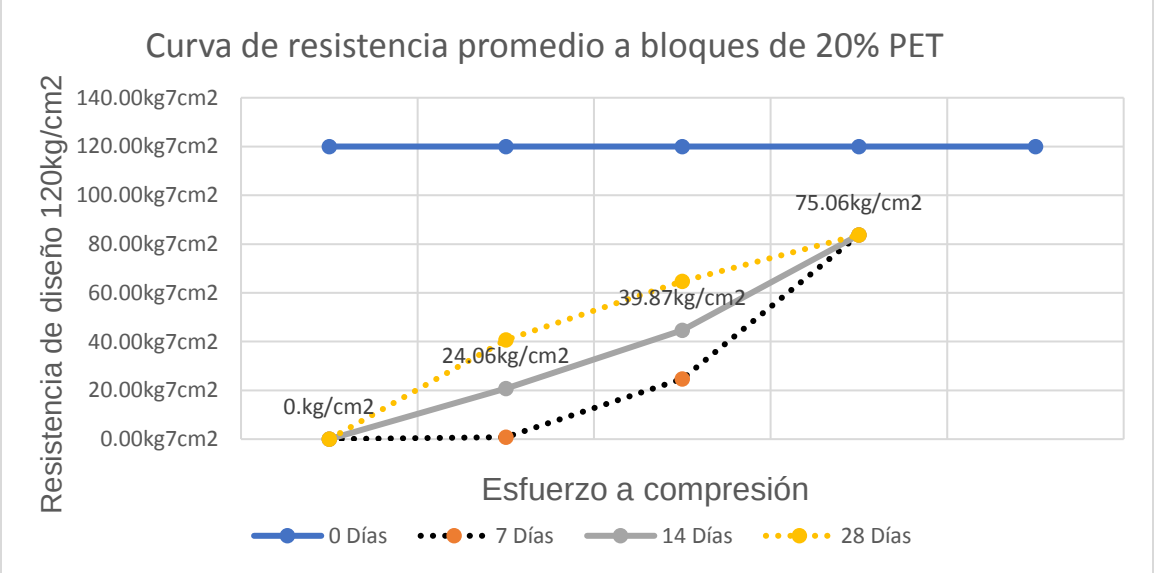
$$\sum=\frac{25.17\frac{\text{kg}}{\text{cm2}}+23.71\frac{\text{kg}}{\text{cm2}}23.30\frac{\text{kg}}{\text{cm2}}}{3}$$

$$\sum=24.06\ \text{kg/cm}^2$$

4.2.6.2. Curva de resistencia de bloques 20%

En esta grafica podemos observar una resistencia promedio a los 7 días de 24.06/cm^2, a los 14 días 39.87kg/cm^2 y a los 28 días con 75.06kg/cm^2, No cumple con la norma (NTOM 12 008-16), porque la resistencia de diseño mínima es de 120kg/cm^2.

Gráfica 9: Curva de resistencia de bloque de 20% PET



Fuente: Elaboración propia.

4.2.6.3. Absorción

Se realizaron tres ensayos como mínimo como lo indica la NTON 12 008-16, obteniendo como resultado un promedio de 7.2% de absorción cumpliendo con el mínimo que es 10%.

Tabla: 34 Absorción del bloque 20% PET

Elemento	Peso seco (KG)	Peso sss n (Kg)	Absorción %
C1	13.2	14.013	6.16 %
C2	13.1	14.1	7.63 %
C3	13	14.01	7.77 %
Promedio		7.2 %	

Fuente: Elaboración propia.

Donde:

A1= Código de elemento

Peso seco= 13.2 KG

Peso sss= 14.013kg

Ecuación=

$$\text{Absorción}=\frac{14.01-13.2}{13.2}*100$$

Absorción= 6.16%

Promedio de absorción

$$\text{Absorción}=\frac{6.16+7.63+7.77}{3}$$

Absorción= 7%

4.2.6.4. Densidad

Se realizaron tres pruebas de densidad relativa en los bloques PET, teniendo como resultado un promedio de 2141.8kg7m^3

Tabla: 35 Densidad 20% PET.

Densidad 20% Pet				
Codigo	Peso seco	Peso sss	Peso sumergido	Densidad
B1	12.550 Kg	12.890 Kg	7.000 Kg	2130.73kg/m3
B2	12.500 Kg	12.789 Kg	6.89 Kg	2119.00kg/m3
B3	12.480 Kg	12.756 Kg	7.02 Kg	2175.73kg/m3
Promedio		2141.8kg/m3		

Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 17: Peso sumergido

Fuente: Elaboración propia.

Código= B1

Donde:

Peso seco= 12.55 kg

Peso sss=12.890 kg

Peso sumergido= 7

Ecuación:

$$\text{Densidad}= \frac{12.55\ \text{kg}}{12.890\ \text{kg} - 7\ \text{kg}} * 1000 \text{kg/m}^3$$

$$\text{Densidad}=2141.8\ \text{kg/m}^3$$

Promedio:

Ecuación=

$$\sum = \frac{2130.73 \frac{\text{kg}}{\text{m3}} + 2119 \frac{\text{kg}}{\text{m3}} + 2175.73 \frac{\text{kg}}{\text{m3}}}{3}$$

$$\sum = 2141.8\ \text{kg/m}^3$$

4.2.7. Prueba de resistencia 25% PET

Se realizaron 12 unidades de bloque y tres testigos con dimensiones de 14 cm de ancho x 19 cm de alto x 39 cm de largo con un porcentaje de 0.80 de PET, este se restó a la grava del diseño original de mezcla para la fabricación de los bloques, los que se sometieron a resistencia a la compresión simple a las edades de 7,14 y 28 días desde su elaboración, teniendo un esfuerzo a la compresión promedio a los 7 días de 20.76 kg/cm^2, a los 14 días de 44.71 kg/cm^2, a los 28 días de 83.74 kg/cm^2.

Se aplicó Desviación Estándar al resultado de los promedios de especímenes con edad de 7, 14 y 28 días, con un porcentaje de discreción del 8.7%, obteniendo como resultado entre el rango de desviación estándar, ningún espécimen para descarte.

Tabla: 36 Control de resistencia a la compresión de bloque 25% PET.

Proyecto:	"PROPUESTA DE BLOQUES DE CONCRETO CON PLASTICO RECICLADO (PET)"					
Ubicación:	Esteli					
Miembro estructural:	Diseño 25% PET					
Tipo de muestra:	Bloque					
Ensaye No.	1		2		3	
Especimen No.	A-001		A-004		A-007	
Largo	39 cm		39.03 cm		38.07 cm	
Ancho	14.00 cm		13.86 cm		13.99 cm	
Altura	19.01 cm		18.95 cm		18.99 cm	
Area (cm2)	262.5		262		262.6	
Fecha de fabricacion	15/12/2021		15/11/2021		15/11/2021	
Fecha de ruptura	22/12/2021		6/1/2021		20/1/2021	
Edad dias	7 Días		14 Días		28 Días	
Carga máxima (LB)	12458.30 Lb		25648.40 Lb		48354.54 Lb	
	11935.70 Lb		26345.70 Lb		47358.90 Lb	
	11567.20 Lb		25325.45 Lb		49698.30 Lb	
	-		-		47357.85 Lb	
	-		-		48256.00 Lb	
	-		-		49258.69 Lb	
Esfuerzo a la compresión (kg/cm2)	N°1	21.57 kg/cm2	N°4	44.50 kg/cm2	N°7	83.70 kg/cm2
	N°2	20.67 kg/cm2	N°5	45.71 kg/cm2	N°8	81.98 kg/cm2
	N°3	20.03 kg/cm2	N°6	43.94 kg/cm2	N°9	86.02 kg/cm2
	-		-		N°10	81.97 kg/cm2
	-		-		N°11	83.53 kg/cm2
	-		-		N°12	85.26 kg/cm2
Promedio de compresión	20.76 kg/cm2		44.71 kg/cm2		83.74 kg/cm2	

Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 18: Fisuras verticales encolumnadas

Fuente: Elaboración propia.

Espécimen A-001

Edad 7 días

Área de bloque (cm^2)

Donde:

AT= Área total transversal

Ecuación=

$$AT=14cm * 39cm$$

$$AT=546cm^2$$

Área hueca:

Donde:

AH= Área hueca

A= Área

Ecuación=

$$AH=15.75\text{cm} * 9\text{cm}$$

$$AH=141.75\text{cm}^2$$

$$AH=546\text{cm}^2 - 141.75\text{cm}^2(2)$$

$$A=546\text{cm}^2 - 283.5\text{cm}^2$$

$$A=262.5$$

Resistencia a la compresión:

Donde:

Pmax= Esfuerzo a la compresión

Ecuación=

$$Pmax= \frac{12{,}458.30\text{lb} * \frac{0.4536\text{kg}}{1lb}}{262.5\text{cm}^2}$$

$$Pmax= 21.57\ \text{kg}/\text{cm}^2$$

Tipo de falla = 3

4.2.7.1. Promedio aritmético

Promedio:

7 días

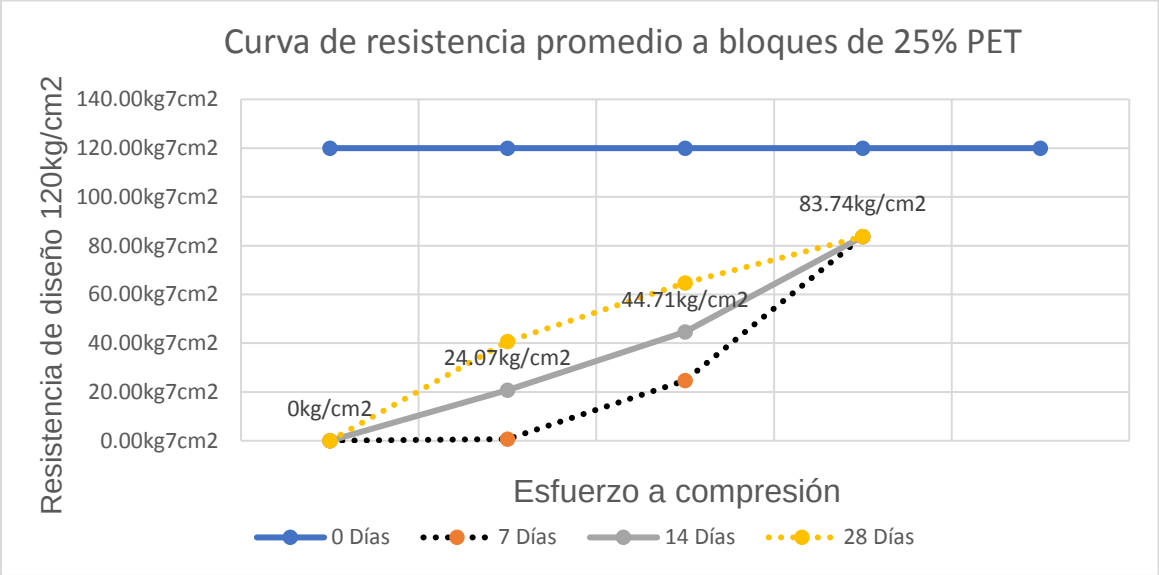
$$\sum = \frac{21.57\frac{\text{kg}}{\text{cm2}} + 20.67\frac{\text{kg}}{\text{cm2}} 20.03\frac{\text{kg}}{\text{cm2}}}{3}$$

$$\sum = 20.76\ \text{kg/cm}^2$$

4.2.7.2. Curva de resistencia de bloques 25%

En esta grafica podemos observar una resistencia promedio a los 7 días de 24.07kg/cm^2, a los 14 días 44.71kg/cm^2 y a los 28 días con 83.74kg/cm^2, No cumple con la norma (NTOM 12 008-16), porque la resistencia de diseño mínima es de 120kg/cm^2.

Gráfica 10: Curva de resistencia de bloque de 25% PET



Fuente: Elaboración propia.

4.2.7.3. Absorción

Se realizaron tres ensayos como mínimo como lo indica la NTON 12 008-16, obteniendo como resultado un promedio de 6 % de absorción cumpliendo con el mínimo que es 10%.

Tabla: 37 Absorción del bloque 25% PET

Elemento	Peso seco (Kg)	Peso sss n (Kg)	Absorción %
B1	13.83	14.62	5.71 %
B2	13.74	14.6	6.26 %
B3	14.4	15.43	7.15 %
Promedio		6 %	

Fuente: Elaboración propia.

Donde:

A1= Código de elemento

Peso seco= 13.13.83 KG

Peso sss= 14.62 kg

Ecuación=

$$\text{Absorción}=\frac{14.62-13.83}{13.83}*100$$

Absorción= 5.71 %

Promedio de absorción

$$\text{Absorción}=\frac{5.71+6.26+7.15}{3}$$

Absorción= 6%

4.2.7.4. Densidad 25% PET

Se realizaron tres pruebas de densidad relativa en los bloques PET, teniendo como resultado un promedio de 2157.7 kg7m^3

Tabla: 38 Densidad 25% PET

Codigo	Peso seco	Peso sss	Peso sumergido	Densidad
B1	12.439 Kg	12.925 Kg	7.055 Kg	2119.08kg/m3
B2	12.300 Kg	12.650 Kg	7.06 Kg	2200.36kg/m3
B3	12.230 Kg	12.756 Kg	7.08 Kg	2153.55kg/m3
Promedio		2157.7kg/m3		

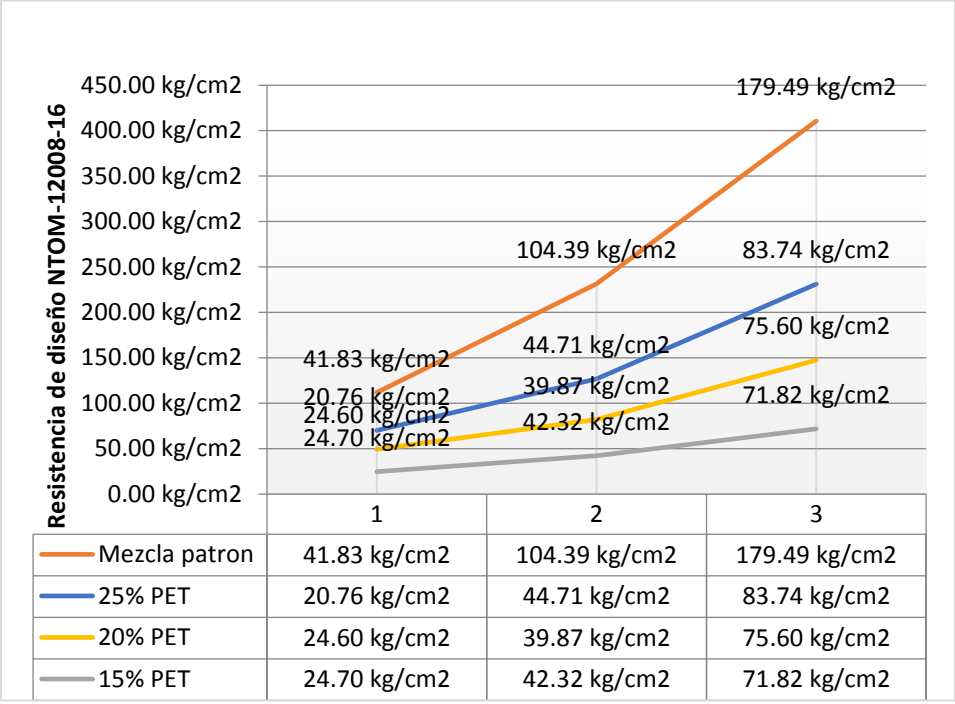
Fuente: Elaboración propia.

4.2.7.5. Curvas de resistencia de diseño de la mezcla vs bloques

Se trabajo con una resistencia de 120 kg/cm2 como lo dicta la norma NTON 008-16, más un factor de seguridad de 70 kg/cm2, para una resistencia requerida de 178 kg/cm2, la mezcla patrón de concreto con proporciones de 1: 2.9: 2.45: 25.2 L, cumple con la norma.

Se realizaron tres diseños de mezclas de 15%, 20%, 25%, con agregado PET como se aprecia en la gráfica de resistencia no cumplen con la norma por estar debajo del mínimo establecido de 108 kg/cm2.

Gráfica 1: Resistencia de bloques a 15%,20%,25% PET y mezcla patrón.



	1	2	3
Mezcla patron	41.83 kg/cm2	104.39 kg/cm2	179.49 kg/cm2
25% PET	20.76 kg/cm2	44.71 kg/cm2	83.74 kg/cm2
20% PET	24.60 kg/cm2	39.87 kg/cm2	75.60 kg/cm2
15% PET	24.70 kg/cm2	42.32 kg/cm2	71.82 kg/cm2

Fuente: Elaboración propia.

CAPITULO V. **CONCLUCIONES Y RECOMENDACIONES**

5.1 Conclusiones

- Las propiedades físico-mecánicas del agregado fino, cumple con las condiciones óptimas para diseño de mezcla de concreto, con un módulo de finura de 0.54, un material incoloro # 1, éste agregado es utilizable para concreto de buena calidad.

  El agregado grueso con un tamaño máximo nominal de ½, cumple con las condiciones óptimas de diseño de mezcla.

- La mezcla patrón diseñada, de proporción 1:2.9:2.45:25.2Lt, llega tener una resistencia promedio a los 28 días de 179.49kg/cm2, se aplicó desviación estándar con un porcentaje de 8.7%, donde no tiene descarte de especímenes al estar dentro del rango.

  Las mezclas de concreto con 15% PET con proporción 1: 2.9: 2.08: 0.36: 25.2 Lt, con resistencia promedio de 71.82 kg/cm^2 a los 28 días, la mezcla con 20% PET que presento una resistencia de 75.6 kg/cm^2 para la proporción 1: 2.46: 1.93: 0.434: 25.2 Lt y 25% PET con resistencia de 83.74 kg/cm^2 con proporción 1: 2.46: 1.815: 0.605: 25.2 Lt.

- Los bloques fabricados con mezclas de mortero y agregado PET cumplen con los porcentajes de absorción estipulados por la NTON 12 008 – 16 generando resultados que oscilan entre un porcentaje de 7% para bloque de 15%(PET), 7.2% para bloque de 20%(PET), 6% para bloque de 25%(PET).
- El bloque fabricado sustituido en 15%, 20% y 25% de material (PET) no cumplen con la norma NTON 12 008 – 16 la cual orienta que el requerimiento mínimo establecido es de 120 kg/cm^2 para fabricación de bloques, por ende, no se propone ni un tipo de bloque con sustitución en agregado grueso de material (PET).

5.2 Recomendaciones

Se recomienda usar los agregados gruesos y finos procedentes de lugares, como ferreterías “la popular”, banco de arena tal como el de “Rio macuelizo” entre otros, se sugiere hacer estudios previos antes de realzar diseños de mezcla con este tipo de agregados.

Para la fabricación de bloques de concreto PET, se debe elaborar la mezcla patrón de proporción 1: 2.9: 2.45: 25.2 Lt, con relación agua – cemento de 0.742 calculado con el método de interpolación, empleando los mismos materiales utilizados en este estudio, para futuro seguimiento de tratar de encontrar otro material como sustituto de agregado.

No sustituir el agregado grueso por material PET para la elaboración de bloques debido que disminuye la resistencia a la compresión.

5.3 Bibliografía

Construmática. (23 de Febrero de 2009) Bloque de Hormigon. Sant Cugat del Vallès

https://www.construmatica.com

Ecoologic. (2021). Reciclaje del PET.

https://www.ecologic.com

EcuRed contributors. (31 de Julio de 2019). Cemento.
https://www.ecured.com

EFE: Servicios. (29 de septiembre de 2019). Nicaragua Reciclaje.

https://www.efeservicios.com

El Nuevo Diario . (20 de Mayo de 2017).. jovenes-disenan-bloque-base-plastico

https://www.elnuevodiario.com

Mettler Toledo. (19 de Julio de 2018). Medicion de la densidad.

https://www.ecoologic.com
CEMEX Nicaragua, S.A, (2003) Gravedad especifica de Cemex
https://www.cemexnicaragua.c

5.4 Anexo

Tabla: 39 Dimensiones de Bloques

Dimensiones de fabricación Ancho x alto x largo (cm)	Espesor minimo de paredes	Espesor minimo de paredes interiores (mm)
9x19x39	20	20
10x19x40	20	20
14x19x41	25	25
15x19x42	25	25
19x19x43	25	25
20x19x44	25	25
25x19x45	32	30
30x19x46	32	30

Fuente: NTON 12 008-06

Tabla: 40 Ensayo de la Arena

<table>
<tr><th>Dimensión de la particula elemental (mm)</th><th>Attember- (Sistema Internacional)</th><th>U.S, Dep. De Agricultura</th><th>ExU.R.S.S</th></tr>
<tr><td><0,001</td><td rowspan="2">Arcilla</td><td rowspan="2">Arcilla</td><td>Arcilla</td></tr>
<tr><td><0,002</td><td rowspan="2">Limo Fino</td></tr>
<tr><td>0,005</td><td rowspan="3">Limo</td><td rowspan="3">Limo</td></tr>
<tr><td>0,01</td><td>Limo medio</td></tr>
<tr><td>0,02</td><td rowspan="2">Limo Grueso</td></tr>
<tr><td>0,05</td><td rowspan="4">Arena Fina</td><td rowspan="2">Arena muy fina</td></tr>
<tr><td>0,1</td><td rowspan="2">Arena fino</td></tr>
<tr><td>0,25</td><td rowspan="3">Arena fina</td></tr>
<tr><td>0,2</td><td rowspan="3">Arena media</td></tr>
<tr><td>0,5</td><td rowspan="3">Arena Gruesa</td></tr>
<tr><td>1,0</td><td>Arena gruesa</td></tr>
<tr><td>2,0</td><td>Arena muy gruesa</td><td rowspan="2">Arena gruesa</td></tr>
<tr><td>3,0</td><td rowspan="2">Grava fina</td><td rowspan="2">Grava fina</td></tr>
<tr><td>5,0</td><td rowspan="3">Grava</td></tr>
<tr><td>10,0</td><td>Grava</td><td>Grava fina</td></tr>
<tr><td>20,0</td><td rowspan="2">Grava Gruesa y piedras</td><td rowspan="2">Grava gruesas y piedras</td></tr>
<tr><td>>20,0</td><td>Grava gruesa y piedras</td></tr>
</table>

Fuente: Clasificación estadounidense

Tabla: 41 Clasificación agua-cemento

Resistencia a la compresión especificada (kg/cm2)	Relación agua/ cemento maxima permisible			
	Concreto sin aire incluido		Concreto con aire incluido	
	Relacion absoluta por peso	Litros por saco de cemento de 50 kg	Relacion absoluta por peso	Liros por saco de cemento de 50 kg
175	0.67	33.7	0.54	27
210	0.58	29.3	0.46	23
245	0.51	25.7	0.40	20
280	0.44	22.2	0.35	17.7
315	0.38	19.1	..	..
350	…	…	…	…

Fuente: RNC-07-Tabla N°34; Página 107

Tabla: 42 Código de identificación de residuos plástico

Nombre	Siglas	Utilización	Tipo de codigo	Ilustración
Polietileno tereftalato r	PET	Se usa para hacer recipientes de bebidas suaves, Jugos agua, bebidas Alcohólicas, Aceites comestibles, limpiadores caseros y otros	Código de Reciclaje de plástico PET	
Polietileno	PE	Se usa en Films plásticos procedentes de embalajes de golosinas, yerba, Jabones, etc.	HDPE baja densidad LDPE alta densidad	
			Código de plástico reciclado PE (densidad alta y baja)	
Polipropileno bi-orientado	**BOPP**	Residuos industriales	Código de plástico reciclado BOPP	
Policloruro de vinilo	**PVC**	Se usa en juguete, tuberías, molduras, tableros para automóviles, etc.	Código de plástico reciclado PVC	

Fuente: Sp Group

Tabla: 13 Sección 9-Propiedades físico-Químicas.

Estado Físico	Sólido	Taza de evaporación	NA
Apariencia	Blanco o Grisáceo	pH	12-13
Olor	Ninguno	Punto de ebullición	>1000°C
Peso volumetrico suelto	1220 kg/m3	-	-
Presión de vapor	NA	Punto de congelación	Ninguno
Densidad de vapor	NA	Viscosidad	Ninguno
Gravedad específica	2.85 g/cm3	Soludible en agua	Insignificante

Fuente: Ds-Cemento-canal-plus.