

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**Resistencia a flexión de un concreto sustituyendo el
agregado grueso con 3% y 5% de plástico PET**

Tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil

Autor

Ramírez Castillo, Alex.

Asesor

López Carranza, Rubén.

Ancash – Perú

2019

PALABRA CLAVE:

Tema Resistencia a flexión, Plástico PET
Especialidad Tecnología de concreto

KEY WORDS:

Topic Resistance to flexion, PET plastic
Specialization Concrete Technology

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Línea de investigación : **Construcción y Gestión de la construcción**
Área : Ingeniería y tecnología
Sub área : Ingeniería Civil
Disciplina : Ingeniería Civil
Sub líneas o campos de investigación: Materiales de la construcción

TITULO

“Resistencia a la Flexión de un concreto sustituyendo el agregado grueso con 3%
y 5% de plástico PET”

RESUMEN

El presente trabajo de investigación como propósito fundamental fue determinado la resistencia a la flexión de una viga de concreto $f'c=210$ kg/cm², al sustituir en un 3% y 5% de Plástico PET fragmentado para incrementar la resistencia a la flexión.

La metodología de la presente investigación es del tipo correlacional, experimental puro; correlacional porque experimenta el comportamiento del concreto cuando se le sustituye el Plástico PET fragmentado y es del tipo experimental porque estudia el comportamiento de la resistencia a la flexión del concreto $f'c=210$ kg/cm², cuando se le sustituye el Plástico PET fragmentado.

Se realizaron 27 ensayos de rotura de la resistencia a la flexión de las vigas a los 7, 14 y 28 días de curado del concreto, sustituyendo el Plástico PET fragmentado en 3% y 5% del volumen del concreto realizando las comparaciones con una viga patrón con 3 ensayos por cada uno. Los resultados favorables fueron a los 28 días de curado del concreto donde la resistencia a la flexión de la muestra patrón llegó a los 35.63 kg/cm², la sustitución del 3% fue de 34.63 kg/cm² y del 5% a 36.25 kg/cm², donde se incrementó la resistencia a la flexión en un 1.68%.

ABSTRACT

The main purpose of this research work is to determine the bending resistance of a concrete beam $f'_c=210$ kg/cm² by replacing 3% and 5% of fragmented PET plastic to increase bending resistance.

The methodology of this investigation is of the correlational type, pure experimental; correlational because it experiences the behavior of the concrete when it is replaced by fragmented PET Plastic and is of the experimental type because it studies the behavior of the resistance to the bending of the concrete $f'_c=210$ kg/cm², when the fragmented PET Plastic is replaced.

27 tests were carried out to break the bending resistance of the beams at 7, 14 and 28 days of curing of the concrete, replacing the PET plastic fragmented in 3% and 5% of the volume of the concrete performing comparisons with a standard beam with 3 tests for each. The favorable results were after 28 days of curing of the concrete where the resistance to bending of the sample standard reached 35.63 kg/cm², the substitution of 3% was 34.63 kg/cm² and 5% to 36.25 kg/cm², where resistance to bending was increased by 1.68%.

INDICE

Palabras claves	i
Línea de investigación	i
Título	ii
Resumen	iii
Abstrac	iv
Índice	v
Introducción	1
Metodología	39
Resultados	41
Análisis y discusión	77
Conclusiones	80
Recomendaciones	81
Agradecimiento	82
Referencias bibliográficas	83
Anexos	
Anexo n°1: matriz de consistencia	85
Anexo n°2: ensayos de laboratorio	87
Anexo n°3: informe técnico (ph)	108
Anexo n°4: paneles fotográficos	113

I. INTRODUCCION

ANTECEDENTES Y FUNDAMENTACIÓN CIENTIFICA

Beltrán, L. (1986) en su tesis de Grado “hormigón reforzado con fibras de polipropileno”, menciona que “el hormigón reforzado con fibras ha sido utilizado por diversas instituciones ecuatorianas, tanto pública como privadas. Un ejemplo relevante de esto son las investigaciones realizadas por el entonces Instituto Ecuatoriano de Electrificación, INECEL, sobre hormigón con la incorporación de fibras de acero como una posible alternativa de utilización en el desagüe de fondo de la presa, así como también en el recubrimiento de los túneles con fibra en el acceso a la casa de máquinas del Proyecto Hidroeléctrico Agoyán, en la provincia de Tungurahua, en el año 1985”

Vásquez & Casanova (2009). Elaboración de concreto ligero con agregado PET. Artículo con arbitraje científico. Revista El Portulano de la Ciencia. ISSN: 1405-9207. Propuso el reciclaje del PET para fabricar agregados gruesos como posible solución a la problemática que presenta la acumulación de residuos peligrosos. Para la elaboración de las mezclas de concreto se utilizó un procedimiento modificado a partir del método ACI 211 (1989). Concluyeron que el trabajo de investigación reveló que el agregado PET con granulometría adecuada produce mezclas de buena calidad y con un comportamiento mecánico similar a los concretos naturales. La relación de agua/cemento es menor para los concretos ligeros que para los concretos naturales. El consumo de cemento es mayor para los concretos ligeros que para los concretos naturales. En la resistencia a la tensión y flexión, se encontró que para consumos de cemento de 300 kg/cm³ y mayores, las relaciones $f_t/(f'c)^{1/2}$ y $MR/(f'c)^{1/2}$ eran menores para los concretos ligeros, lo que se puede deber que a bajas relaciones A/C, domina el comportamiento del agregado grueso y a altas relaciones A/C domina el de la pasta. Lo que conlleva a que el agregado PET tiene su mejor aplicación en consumos de cemento bajos hasta 300 kg/m³ y debido que para consumos mayores pueden resultar mezclas antieconómicas.

Ramírez (2006), en su tesis de comportamiento mecánica de las mezclas con PET realizada en la Universidad de Chile, abordó el problema conocer el comportamiento mecánica de las mezclas con PET, tuvo como objetivo general estudiar el comportamiento mecánico de las mezclas asfálticas a las cuales se les ha incorporado PET como material granular fino desechados dentro de mezclas asfálticas en caliente utilizando la vía seca, a través de ensayos en laboratorio, y comparó con los estudios y experiencias realizadas en Chile mediante el proceso húmedo y con mezclas asfálticas tradicionales. Con este trabajo, obtuvo la caracterización de las mezclas asfálticas con PET mediante proceso seco. Concluyó que las mezclas mejoradas con PET, el contenido óptimo de caucho con el cual se obtuvieron los mejores valores de tracción indirecta, módulos y fatiga es de alrededor al 0.5 %, al igual que para los parámetros Marshall. Para el ensayo de inmersión compresión, los valores mejores de resistencia conservada se tienen con contenidos de PET hasta el 1%. Afirmó que, al aumentar la temperatura de digestión, con el mismo tiempo, se obtienen mejores resultados de las mezclas asfálticas con PET, mediante vía seca, el contenido óptimo de ligante también puede ser determinado con evaluación de módulos resilientes de la mezcla asfáltica, a medida que se incorpora mayor cantidad de PET en la mezcla asfáltica, la estabilidad tiende a disminuir. La fluidez sobrepasa los límites de una carpeta de rodadura, $16 [0.01]$, para contenidos de ligante del 1% y el contenido óptimo de ligante en una mezcla asfáltica aumenta a medida que se incrementa el porcentaje de adición de PET, debido a la absorción de ligante que éste produce.

Barros, V. (2012) en su tesis de grado “Diseño de hormigones con fibras de polipropileno para resistencias a la flexión de 21 y 28 Mpa con agregados de la cantera de Pifo” concluye que “la adición de fibras al hormigón es la técnica más efectiva para evitar o controlar la formación de grietas por retracción plástica. De todas las fibras conocidas en el mercado las fibras de polipropileno son las más efectivas, considerando que el polipropileno es económico e inerte a ambientes de pH alto y además fácil de dispersar.”

Rojas Jairo (2012) en su tesis de grado “Diseño de hormigones con fibras de polipropileno para resistencias a la flexión de 21 y 28 Mpa con agregados de la cantera de Guayllabamba.” menciona que “La adición de fibras en el hormigón proporciona un mejor control de la fisuración, ya que mejora su resistencia residual, la ductilidad, y el aumento de las características mecánicas del mismo, así como su carga de rotura.”

A nivel nacional, Gamero (2008), en su tesis “Análisis comparativo del comportamiento del concreto simple con el concreto reforzado con fibras de acero Wirand”, realizado en la Universidad Ricardo Palma. Lima Perú, tuvo como objetivo comparar el comportamiento del concreto simple y concreto reforzado con acero Wirand. El estudio concluyó que el contenido de concreto patrón y concreto reforzado con fibra de acero Wirand con dosificaciones de 20 kg/m³ y 25 kg/m³ se mantienen constante con 1.3%, mientras que el concreto reforzado con fibra de acero Wirand con dosificaciones de 35 kg/m³ disminuye a 1.2%. Así mismo, concluyó que la exudación del concreto va en disminución gradualmente ligera desde el concreto patrón hasta el concreto reforzado con fibra de acero Wirand en dosificaciones en el orden de 20, 25, y 35 kg/m³, con exudaciones de 0.82%, 0.76%, 0.74% y 0.71% respectivamente. Los porcentajes de exudación fueron muy parecidos entre sí, debido a que el asentamiento del concreto patrón y del concreto reforzado con las diferentes dosificaciones de fibra Wirand se mantiene constante en 3”, con lo cual se pudo observar aproximadamente la misma masa cohesiva.

Fundamentación científica

La presente investigación se justifica en las fundamentaciones teóricas del concreto, la tecnología de concreto y los principios de construcciones civil. En su desarrollo y utilización intervienen varias ciencias interrelacionadas, como son la Física, la Química, las Matemáticas y la investigación experimental.

Teorías del Concreto

El concreto es un material compuesto que consiste en un medio de enlace dentro del cual se embeben partículas o fragmentos de agregado (Carino, 1994; Serrano y Pérez, 2010). Para ello se utiliza un cemento hidráulico, agua, triturado y Arena (ASTM, 1994) y en ocasiones aditivos que le confieren propiedades especiales a la mezcla.

El concreto es el material constituido por la mezcla en ciertas proporciones de cemento, agua, agregados y opcionalmente aditivos, que inicialmente denota una estructura plástica y moldeable, y que posteriormente adquiere una consistencia rígida con propiedades aislantes y resistentes, lo que lo hace un material ideal para la construcción. (Pasquel, 1998, p.10)

Actualmente el concreto es el material de construcción de mayor uso en nuestro país. Si bien la calidad final del concreto depende en forma muy importante del conocimiento del material y de la calidad profesional del ingeniero, el concreto es, en general, desconocido en mucho de sus siete grandes aspectos: naturaleza, materiales, propiedades, selección de las proporciones, procesos de puesta en obra, control de calidad e inspección, y mantenimiento de los elementos estructurales. (Rivva, 2000, p.8).

Composición:

El concreto fresco es una mezcla semilíquida de cemento portland, arena (agregado fino), grava o piedra triturada (agregado grueso) y agua. Mediante un proceso llamado hidratación, las partículas del cemento reaccionan químicamente con el agua y el concreto se endurece y se convierte en un material durable. Cuando se mezcla, se hace el vaciado y se cura de manera apropiada, el concreto forma estructuras sólidas capaces de soportar las temperaturas extremas del invierno y del verano sin requerir de mucho mantenimiento.

Tabla N°1. Cantidad de materiales por metro cúbico de concreto

F'c (kg/cm ²)	Proporción c: a :p	Materiales por M3			
		Cementos (bolsas)	Arena (m ³)	Piedra (m ³)	Agua (m ³)
140	1:2,8:2,8	7,01	0,56	0,57	0,184
175	1:2,3:2,3	8,43	0,54	0,55	0,185
210	1:1,9:1,9	9,73	0,52	0,53	0,186
245	1:1,5:1,6	11,50	0,50	0,51	0,187
280	1:1,2:1,4	13,34	0,45	0,51	0,189

Fuente: Libro de CAPECO

Componentes del Concreto

Si bien la definición tradicional consideraba a los aditivos como un elemento opcional, en la práctica moderna mundial estos constituyen un ingrediente normal, por cuanto está científicamente demostrada la conveniencia de su empleo en mejorar condiciones de trabajabilidad, resistencia y durabilidad, siendo a la larga una solución más económica si se toma en cuenta el ahorro en mano de obra y equipo de colocación y compactación, mantenimiento, reparaciones e incluso en reducción de uso de cemento. (Rivva, 2000, p.16).

Ya hemos establecido conceptualmente la necesidad de conocer a profundidad las propiedades de los componentes del concreto, pero debemos puntualizar que, de todos ellos, el que amerita un conocimiento especial es el cemento. Si analizamos la Fig.1 en que se esquematizan las proporciones típicas en volumen absoluto de los componentes del concreto. Concluiremos en que el cemento es el ingrediente activo que interviene en menor cantidad, pero sin embargo es el que define las tendencias del comportamiento. (Pasquel, 1998, p.15)

Aire =	1 % a 3 %
Cemento =	7 % a 15 %
Agua =	15 % a 22 %
Agregados =	60 % a 75 %

Figura 1. Proporciones típicas en volumen absoluto de los componentes del concreto

Fuente: Tópicos de Tecnología del Concreto-Enrique Pasquel.

Pese a que en nuestra formación en Ingeniería Civil todos asimilamos los conceptos básicos de química, no es usual que entre los colegas exista mucha afición hacia este campo (como es también el caso nuestro). Sin embargo, es necesario tener el conocimiento general de las consecuencias de las reacciones que se producen, por lo que durante el desarrollo de estos temas insistiremos en los aspectos prácticos ates que en el detalle de fórmulas y combinaciones químicas si no aportan información de aplicación directa para el Ingeniero Civil. (Pasquel, 1998, p.16)

Propiedades del Concreto.

Al analizar las propiedades del concreto, el ingeniero debe recordar las limitaciones de las mismas en función de las múltiples variables que pueden actuar sobre el concreto modificándolo. En este análisis es importante que el ingeniero recuerde que el concreto, como cualquier otro material, puede sufrir adicionalmente modificaciones en el tiempo y que puede claudicar por fallas atribuibles a problemas de durabilidad, aun cuando su resistencia haya sido la adecuada. (Rivva, 2000, p.22).

En el análisis de las propiedades del concreto es importante recordar que ellas están íntimamente asociadas con las características y proporciones relativas de los materiales integrantes; que la calidad, cantidad y densidad de la pasta es determinante en las propiedades del concreto; y que la relación agua-cemento lo es sobre las características de la pasta. (Rivva, 2000, p.22).

Concreto Fresco

Consistencia o Fluidéz:

La consistencia del concreto es una propiedad que define la humedad de la mezcla por el grado de fluidéz de la misma; entendiéndose con ello que cuanto más húmeda es la mezcla mayor será la facilidad con la que el concreto fluirá durante la colocación.

El método de determinación empleado es el ensayo del “Cono de Abrams” (ASTM C – 143) que define la consistencia de la mezcla por el asentamiento, medido en pulgadas o centímetros, de una masa de concreto que previamente ha sido colocada y compactada en un molde metálico de dimensiones definida y tronco cónico. Es una prueba sencilla que se usa tanto en el campo como en el laboratorio.

Se puede clasificar al concreto de acuerdo a su consistencia en tres grupos:

- Concretos consistentes o secos, con asentamiento de 0” a 2”.-
- Concreto plástico, con asentamiento de 3 a 4” (7,5 cm. a 10 cm.).
- Concretos fluidos, con asentamiento con más de 5” (12,5 cm.).

Trabajabilidad.

Está definida por la mayor o menor dificultad para el mezclado, transporte, colocación y compactación del concreto. Su evaluación es relativa, por cuanto depende realmente de las facilidades manuales o mecánicas de que se disponga durante las etapas del proceso, ya que un concreto que puede ser trabajable bajo ciertas condiciones de colocación y compactación, no necesariamente resulta tal si dichas condiciones cambian. (Rivva, 2000, p.31).

Por lo general un concreto es trabajable en la mayoría de circunstancias, cuando durante su desplazamiento mantiene siempre una película de mortero de al menos ¼” sobre el agregado grueso. (Rivva, 2000, p.31).

Segregación.

Ocurre cuando los agregados gruesos, que son más pesados, como la piedra chancada se separan de los demás materiales del concreto. Es importante controlar el exceso de segregación para evitar mezclas de mala calidad. Esto se produce, por ejemplo, cuando se traslada el concreto en buggy por un camino accidentado y de largo recorrido, debido a eso la piedra se segrega, es decir, se asienta en el fondo del buggy.

Las diferencias de densidades entre los componentes del concreto provocan una tendencia natural a que las partículas más pesadas descendan, pero en general, la densidad de la pasta con los agregados finos es solo un 20% menor que la de los gruesos (para agregados normales) lo cual sumado a su viscosidad produce que el agregado grueso quede suspendido e inmerso en la matriz. (Rivva, 2000, p.32).

Cuando la viscosidad del mortero se reduce por insuficiente concentración de la pasta, mala distribución de las partículas o granulometría deficiente, las partículas gruesas se separan del mortero y se produce lo que se conoce como segregación. En los concretos con contenidos de piedra > del 55% en peso con respecto al peso total del agregado, es frecuente confundir la segregación con la apariencia normal de estos concretos, lo cual es muy simple de verificar obteniendo dos muestras de concreto fresco de sitios diferentes y comparar el contenido de gruesos por lavado, que no deben inferir en más del 6%. (Rivva, 2000, p.31).

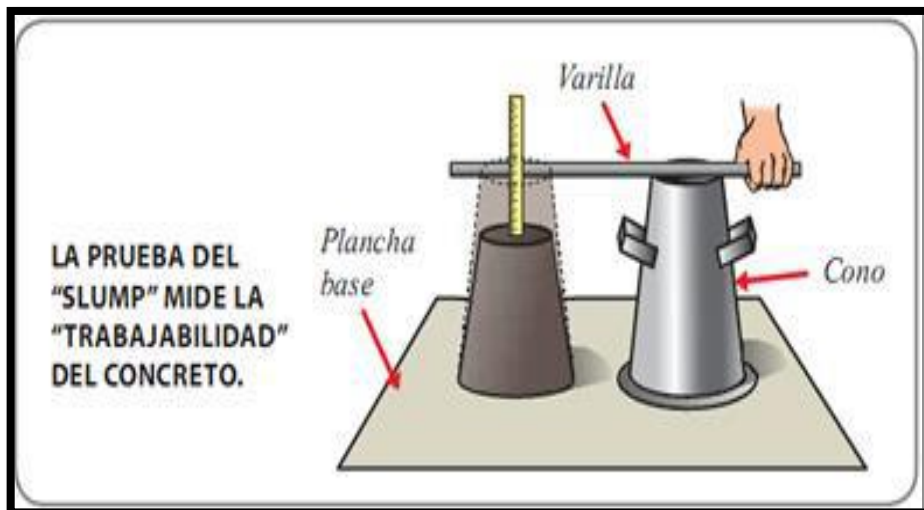


Figura 2. Prueba de Slump del concreto.

Fuente: Rivva 2000

Exudación.

Propiedad por la cual una parte del agua de mezcla se separa de la masa y se sube hacia la superficie del concreto.

Es un caso típico de sedimentación en que los sólidos se asientan dentro de la masa plástica. El fenómeno está gobernado por las leyes físicas del flujo de un líquido en un sistema capilar, antes que el efecto de la viscosidad y la diferencia de densidades. (Rivva, 2000, p.31).

Está influenciada por la cantidad de finos en los agregados y la finura del cemento, por lo que cuanto más fina es la molienda de este y mayor es el porcentaje de material menor que la malla N°100, la exudación será menor pues se retiene el agua de la mezcla. (Rivva, 2000, p.32).

La exudación se produce inevitablemente en el concreto, pues es una propiedad inherente a su estructura, luego lo importante es evaluarla y controlarla en cuanto a los efectos negativos que pudiera tener. (Rivva, 2000, p.32).

Contracción.

Es una de las propiedades más importantes en función de los problemas de fisuración que acarrea con frecuencia. (Rivva, 2000, p.33).

Ya hemos visto que la pasta de cemento necesariamente se contrae debido a la reducción del volumen original de agua por combinación química, y a esto se le llama contracción intrínseca que es un proceso irreversible. (Rivva, 2000, p.33).

Pero además existe otro tipo de contracción inherente también a la pasta de cemento y es la llamada contracción por secado, que es la responsable de la mayor parte de los problemas de fisuración, dado que ocurre tanto en el estado plástico como en el endurecido si se permite la pérdida de agua en la mezcla.

Esta propiedad se tratará con mucha amplitud al tocar el tema de los cambios volumétricos en el concreto, siendo lo fundamental en este capítulo, el tener claro que el concreto de todas maneras se contrae y si no tomamos las medidas adecuadas indefectiblemente se fisura, y en muchos casos esta figuración es inevitable por lo que solo resta prevenirla y orientarla. (Rivva, 2000, p.34).

Concreto Endurecido

Resistencia

La resistencia es considerada como una de las propiedades más importante del concreto endurecido, siendo la que generalmente se emplea para la aceptación o rechazo del mismo. Está definida como el máximo esfuerzo que puede ser soportado por dicho material sin romperse. Dado que el concreto está destinado principalmente a tomar esfuerzos de compresión, es la medida de su resistencia a dichos esfuerzos la que se utiliza como índice de calidad.

Es la capacidad de soportar cargas y esfuerzos, siendo su mejor comportamiento en compresión en comparación con la tracción, debido a las propiedades adherentes de la pasta de cemento. (Rivva, 2012)

Tecnologías con empleo de los llamados polímeros, constituidos por aglomerantes sintéticos que se añaden a la mezcla, permiten obtener resistencias en compresión que bordean los 1500 kg/cm², y todo parece indicar que el desarrollo de estas técnicas permitirá en el futuro superar incluso estos niveles de resistencia. (Rivva, 2012)

Durabilidad

El concreto debe ser capaz endurecer y mantener sus propiedades en el tiempo, por lo tanto, un concreto durable es aquel que puede resistir, en grado satisfactorio, los efectos de las condiciones de servicio a las cuales él está sometido.

Entre los agentes externos e internos capaces de atentar contra la durabilidad del concreto se encuentran los procesos de congelación y deshielo; los de humedecimiento y secado; los de calentamiento y enfriamiento; y la de aditivos des congelantes.

Elasticidad

El concreto no es inmaterial completamente elástico y la relación esfuerzo – deformación para una carga en constante incremento adopta generalmente la forma de una curva. Generalmente se conoce como módulo de elasticidad a la relación del esfuerzo a la deformación medida en el punto donde la línea se aparte de la recta y comienza ser curva. En el diseño de mezcla debe tenerse en cuenta que el módulo de elasticidad depende de los siguientes factores:

La resistencia a la compresión del concreto.

- De la tensión de trabajo.
- De la forma y tiempo de curado del concreto.
- Del grado de humedad.

El módulo de elasticidad del concreto aumenta al incrementarse la resistencia en compresión y, para un mismo concreto, disminuye al aumentar la tensión de trabajo.

Conceptualmente, las mezclas más ricas tienen módulos de Elasticidad mayores y mayor capacidad de deformación que las mezclas pobres. La norma que establece

como determinar el Modulo de elasticidad estático del concreto es la ASTM C-469. (Rivva, 2012).

Extensibilidad.

Es la propiedad del concreto de deformarse sin agrietarse. Se define en función de la deformación unitaria máxima que puede asumir el concreto sin que ocurran fisuraciones.

Depende de la elasticidad y del denominado flujo plástico, constituido por la deformación que tiene el concreto bajo carga constante en el tiempo. (Rivva, 2012)

El flujo plástico tiene la particularidad de ser parcialmente recuperable, estando relacionado también con la contracción, pese a ser dos fenómenos nominalmente independientes.

La microfisuración aparece normalmente alrededor del 60% del esfuerzo último, y a una deformación unitaria de 0.0012, y en condiciones normales la fisuración visible aparece para 0.003 de deformación unitaria. (Rivva, 2012)

Materiales y ensayos

Materiales

Agua

El agua cumple las siguientes funciones en su calidad de componente del hormigón:

- Participa en las reacciones de hidratación del cemento.
- Proporciona la trabajabilidad necesaria para la puesta en obra.
- Actúa reponiendo el agua perdida por las reacciones exotérmicas y para refrigerar la masa (agua de curado).

Selección de la relación agua – cemento por resistencia

La relación agua – cemento de diseño, que es el valor a ser seleccionado de las tablas, se refiere a la cantidad de agua que interviene en la mezcla cuando el agregado está en condiciones de saturado superficialmente seco, es decir que no toma ni aporta agua.

La relación agua- cemento efectiva se refiere a la cantidad de agua de la mezcla cuando se tiene en consideración la condición real de humedad del agregado.

Tabla N° 2. Relación agua cemento por peso

Resistencia a la compresión a los 28 días (fcr) (kg/cm ²)	Relación agua / cemento por peso	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
450	0.38	---
400	0.43	---
350	0.48	0.40
300	0.55	0.46
250	0.62	0.53
200	0.70	0.61
	0.80	0.71

Fuente: Enrique Rivva López “Diseño de Mezclas”



Figura 3. Agua utilizada en construcción.

Cemento

El cemento es el material que sirve para adherir o conglomerar las partículas de los agregados, logrando la unión de los materiales pétreos para formar una masa consistente, resistente y compacta. Con la necesidad de que el cemento tenga ciertas propiedades particulares, como baja temperatura de hidratación, resistencia a la acción de los sulfatos, etc. Existen diferentes tipos de cemento que son:

Tipo I: Para uso general en la construcción con hormigón en condiciones normales, destinados a usos generales: estructuras, pavimentos, bloques, tubos de hormigón.

Tipo II: Adecuado en general para obras hidráulicas por su calor de hidratación moderado y su regular resistencia a los sulfatos.

Tipo III: Rápida resistencia alta, recomendable para sustituir al tipo I en obras de emergencia; adquiere una determinada resistencia, en igualdad de condiciones, en la tercera parte del tiempo que necesita para ello el cemento tipo I.

Tipo IV: De bajo calor, adecuado para la construcción de grandes espesores (presas) porque su calor de hidratación es muy reducido.

Tipo V: De alta resistencia a los sulfatos, recomendable en cimentaciones expuestas a la acción de aguas sulfatadas y agresivas.



Figura 4. Cemento portland Tipo I

Tiempo de fraguado

Se entiende por fraguado, la condición alcanzada por la pasta cuando ha perdido plasticidad hasta un nivel arbitrario, generalmente medidos en términos de resistencia a la penetración o deformación.

El inicio del fraguado se define cuando la aguja de Vicat penetra 10 mm en 30 seg, es decir cuando la pasta se deforma fácilmente por la acción de pequeñas cargas. Y el fin de fraguado va desde el fraguado inicial hasta que se obtenga una pasta indeformable con una resistencia suficiente para soportar su propio peso.

Cálculo del contenido de cemento

Conocidos el volumen unitario de agua por unidad de volumen de concreto y la relación agua – concreto seleccionada, se puede determinar el factor cemento por unidad cúbica de concreto mediante el simple expediente de dividir volumen unitario de agua, expresado en litros por metro cúbico, entre la relación agua – cemento, obteniéndose el número de kilos de cemento por unidad cúbica de concreto.

Agregados

Generalmente se entiende por "agregado" a la mezcla de arena y piedra de granulometría variable. Se define como agregado al conjunto de partículas inorgánicas de origen natural o artificial cuyas dimensiones están comprendidas entre los límites fijados en la NTP 400.011.

Se definen como los elementos inertes del concreto que son aglomerados por la pasta de cemento para formar la estructura resistente. Ocupan alrededor de las $\frac{3}{4}$ partes del volumen total y tienen una importancia primordial en el producto final. (Pasquel, 1998, p.69)

Los agregados que se emplean más en la construcción se derivan de las rocas ígneas, de las sedimentarias y de las metamórficas, y es de esperarse que las cualidades físicas y mecánicas de la roca madre se conserven en sus agregados.

En la actualidad es posible producir algunos tipos de agregado de manera artificial, como por ejemplo la perlita y la vermiculita que se obtienen de la cocción de espumas volcánicas, otro ejemplo lo constituye el agregado ligero que se obtiene de la expansión por cocción de nódulos de arcilla, en general a estos agregados se les puede llamar agregados sintéticos.

Los agregados o áridos ocupan aproximadamente las tres cuartas partes del volumen del concreto, su uso tiene la finalidad de disminuir costos, brindar resistencia a la aplicación de carga y a la abrasión, además contrarrestar la filtración de humedades y la acción de otros agentes externos. Existen dos tipos de agregados:

Agregado grueso (piedra natural triturada).

Agregado fino (arena fabricada).

A fin de aprovechar los materiales disponibles y basándose en las normas vigentes RNE y ASTM, se determinan las características de los agregados tales como: granulometría, peso específico y absorción, densidades aparentes, contenido de humedad, desgaste a la abrasión y contenido orgánico.

Granulometría

Para separar los tipos de agregados se empleará el tamiz de abertura cuadrada N° 4, cualquier agregado que pase esta malla se considera agregado fino y la porción retenida es el agregado grueso.

Económicamente es recomendable emplear el mayor tamaño de agregado permitido, para reducir la cantidad de pasta utilizada.

El cálculo del porcentaje de árido retenido en cada tamiz, en base al peso total de la muestra de ensayo, se calcula:

Dónde:

P = Porcentaje parcial del árido retenido en un determinado tamiz.

A = Peso de la muestra de ensayo.

B = Peso de la cantidad de material parcial retenido en un determinado tamiz.

El valor característico para determinar o tener una idea del grosor o finura del agregado o Módulo de Finura (MF), se obtiene al dividir entre 100 la suma de los porcentajes retenidos acumulados en los tamices de la siguiente serie:

Serie Modulo de Finura, de Duff Abrams

Tabla N° 3. Modelo de finura

Serie Módulo de Finura											
Tamiz N°	6"	3"	1 1/2"	3/4"	3/8"	4	8	16	30	50	100
Abertura (mm)	150.0	75.0	37.5	19.0	9.5	4.75	2.36	1.18	0.60	0.30	0.15

Fuente: Monroy, Luna, López (1985). Cementos y hormigones. Instructivo de Laboratorio.

Este procedimiento es similar para agregado grueso y fino.

Agregado Fino

Se define como agregado fino a aquel, proveniente de la desintegración natural o artificial de las rocas, que pasa el Tamiz ITINTEC 9,5mm (3/8") y que cumple con los límites establecidos en la Norma ITINTEC 400.037.

El agregado fino puede consistir de arena natural o manufacturada, o una combinación de ambas. Sus partículas limpias, de perfil preferentemente angular, duro, compacto y resistente. (Pasquel, 1998, p.74)

El agregado fino deberá estar libre de cantidades perjudiciales de polvo, terrones, partículas escamosas o blandas, esquistos, pizarras, álcalis, materia orgánica, sales, u otras sustancias dañinas. (Pasquel, 1998, p.74)

El agregado fino deberá estar graduado dentro de los límites indicados en la Norma ITINTEC 400.037. Es recomendable tener en cuenta lo siguiente. (Rivva, 2000, p.64).

La granulometría seleccionada deberá ser preferentemente continua, con valores retenidos en las mallas N°4, N°8, N°16, N°30, N°50 y N°100 de la serie de Tyler. (Rivva, 2000, p.64).

El agregado no deberá retener más del 45% en dos tamices consecutivos cualesquiera. (Rivva, 2000, p.64).

Tabla 4. Límites Granulométricos del A. Fino

MALLA	% QUE PASA
3/8"	100
N°4	98 - 100
N°8	80 - 100
N°16	50 - 85
N°30	25 - 60
N°50	10 - 30
N°100	02- 10

Fuente: Diseño de mezclas - Enrique Rivva López

El agregado fino no deberá indicar presencia de materia organiza cuando ella es determinada de acuerdo a los requisitos de la Norma ITINTEC 400.013. (Rivva, 2000, p.66).

Agregado Grueso

Se define como agregado grueso al material retenido en el Tamiz ITINTEC 4.75mm (N°4) y cumple los límites establecidos en la Norma ITINTEC 400.037. (Pasquel, 1998, p.78)

El agregado grueso podrá consistir de grava natural o triturada, piedra partida, o agregados metálicos naturales o artificiales. El agregado grueso empleado en la preparación de concretos livianos podrá ser natural o artificial. (Pasquel, 1998, p.78)

Las partículas deberán ser químicamente estables y deberán estar libres de escamas, tierra, polvo, limo, humos, incrustaciones superficiales, materia orgánica, sales u otras sustancias dañinas. (Pasquel, 1998, p.78)

Tabla N°5. Límite de graduación del A. Grueso

Tamaño Máximo Nominal	Porcentaje que pasa por las siguientes Mallas							
	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	N°4	N°8
2"	95 - 100	-	35 - 70	-	10 - 30		0 - 5	-
1 1/2"	100	95 - 100	-	35 - 70	-	10 - 30	0 - 5	-
1"	-	100	95 - 100	-	25 - 60		0 - 10	0 - 5
3/4"	-	-	100	90 - 100	-	25 - 55	0 - 10	0 - 5
1/2"	-	-	-	-	90 - 100	40 - 70	0 - 15	0 - 5
3/8"	-	-	-	100	100	85 - 100	0 - 30	0 - 10

Fuente: Diseño de mezclas – Ramírez

El tamaño máximo nominal del agregado grueso no deberá ser mayor de:

- Un quinto de la menor dimensión entre caras de encofrados.
- Un tercio del peralte de las losas.
- Tres cuartos del espacio libre mínimo entre barras o alambres individuales de refuerzo; paquetes de barras; torones; o ductos de pre esfuerzo.

En elementos de espesor reducido, o ante la presencia de gran cantidad de armadura, se podrá, con autorización de la inspección, reducir el tamaño máximo nominal del agregado grueso, siempre que se mantenga una adecuada trabajabilidad, se cumpla con el asentamiento requerido, y se obtenga las propiedades especificadas para el concreto.

Las limitaciones anteriores podrán ser igualmente obviadas si, a criterio de la Inspección, la trabajabilidad y los procedimientos de compactación utilizados en el concreto permiten colocarlo sin formación de vacíos o cangrejeras. (Rivva, 2000, p.71).

Tabla N°6. Límites de porcentaje de partículas inconvenientes en el agregado grueso.

Material	Porcentaje
Arcilla	0,25%
Partículas deleznable	5,00%
Material más fino que la malla N°200	1,00%
Carbón y lignito:	0.50 %
Cuando el acabado superficial del concreto es de importancia	1.0%
Otros concretos	

Fuente: Rivva, 2000, p.72).

El agregado grueso empleado en concreto para pavimento, o en estructuras sometidas a procesos de erosión, abrasión o cavitación, no deberá tener una pérdida mayor del 50% en el ensayo de abrasión realizado de acuerdo a las Normas ITINTEC 400.019 ó 400.020, o a la Norma ASTM C 131. (Rivva, 2000, p.73).

Peso Específico

Gravedad específica o densidad relativa es un valor adimensional, se obtiene de la relación entre la densidad del agregado y la densidad del agua. El peso específico se determina luego de secar los agregados. La densidad SSS y la absorción se determinan luego de saturar los agregados en agua durante un periodo definido.

El peso específico de los agregados, que se expresa también como densidad, adquiere importancia en la construcción cuando se requiere que el concreto tenga un peso límite. Además, el peso específico es un indicador de calidad, en cuanto que los valores elevados correspondan a materiales de buen comportamiento, mientras que el peso específico bajo generalmente corresponde a agregados absorbentes y débiles, caso en que es recomendable efectuar pruebas adicionales. (Rivva López, 2000, p.153).

Es el cociente de dividir el peso de las partículas entre el volumen de las mismas sin considerar los vacíos entre ellas. Su valor para agregados normales oscila entre 2.5 y 2.7 kg/m³. (Pasquel Carbajal, 1998-1999, p.74)

La norma ASTM C 128 considera tres formas de expresión del peso específico:

Peso específico de masa; el cual es definido por la Norma ASTM E 12 como la relación, a una temperatura estable, de la masa en el aire de un volumen unitario de material permeable (incluyendo los poros permeables e impermeables naturales del material) a la masa en el aire de la misma densidad, de un volumen igual de agua destilada libre de gas.

Peso específico de masa saturado superficialmente seco: el cual es definido como el mismo peso específico de masa, excepto que esta incluye el agua en los poros permeables.

Peso específico aparente; el cual es definido como la relación, a una temperatura estable, de la masa en el aire de un volumen unitario de un material, a la masa en el aire de igual densidad de un volumen unitario de un material, a la masa en el aire de igual densidad de un volumen de agua destilada libre de gas. Si el material es un sólido, el volumen es aquel de la porción impermeable. (Rivva, 2000, p.159)

Absorción

La absorción es la capacidad de los agregados de llenar con agua los vacíos al interior de las partículas. El fenómeno se produce por capilaridad, no llegándose a llenar absolutamente los poros indicados pues siempre queda aire atrapado. (Pasquel, 1998, p.76)

La capacidad de absorción es una medida de la porosidad del agregado, estimándose que valores en exceso del 2% al 3% pueden ser un índice de agregados de alta porosidad efectiva. Agregados que absorben valores mayores que los indicados pueden ser aceptables si el tamaño de los poros es grande. (Rivva, 2000, p.160)

Absorción, se define así al incremento de la masa del agregado a consecuencia de la penetración de agua en los poros de las partículas, sin considerar el agua de la superficie externa de las partículas y se expresa como un porcentaje de la masa seca. La absorción es un parámetro importante, ya que los poros afectan la resistencia del agregado y están en relación con la absorción de agua, afectando la durabilidad del concreto por alteración de la relación a/c.

Densidades aparentes

Se llama densidad aparente o masa unitaria (peso volumétrico) del agregado, al peso del agregado necesario para ocupar un volumen unitario especificado, dicho volumen es el ocupado por los agregados y por los vacíos entre las partículas de los agregados.

El peso de un determinado volumen de material varía de acuerdo a su compactación, por lo cual es necesario conocer los valores de densidad suelta y compactada, los mismos que son utilizados, por varios métodos para la selección de las dosificaciones de las mezclas de concreto.

Contenido de Humedad

El contenido de humedad se define como la relación entre el peso de agua contenido en una muestra, ya sea superficial o en los poros del agregado, y el peso seco de la misma, se expresa en porcentaje.

Es la cantidad de agua superficial retenida en un momento determinado por las partículas de agregado.

Es una característica importante pues contribuye a incrementar el agua de mezcla en el concreto, razón por la que se debe tomar en cuenta conjuntamente con la absorción para efectuar las correcciones adecuadas en el proporcionamiento de las mezclas, para que se cumplan las hipótesis asumidas. (Pasquel, 1998, p.77)

El contenido de humedad del material se emplea para corregir la cantidad de agua de la mezcla y el peso de material que se requiere para fabricar un concreto de una resistencia determinada y características específicas; y así evitar disminución de resistencia o aceleración de fraguado.

Resistencia a la Abrasión

Este ensayo consiste en determinar la dureza, resistencia al desgaste, rotura o desintegración de las partículas sujetas a algún tipo de carga abrasiva mediante el uso de la Máquina de Los Ángeles, dicha propiedad depende principalmente de las características de la roca madre y además es considerada como un indicador de calidad del agregado

Contenido de agregado grueso y fino

El volumen absoluto de agregado global será igual a la diferencia entre la unidad y la suma de los volúmenes absolutos conocidos. El peso del agregado global será igual a su volumen multiplicado por su peso sólido.

Tabla N° 7. Volumen de agregado vs tamaño

Tamaño máximo del agregado (mm)	Volumen de agregado grueso, seco y compactado con varilla. Por volumen unitario de concreto para diferentes módulos de finura de la arena			
	2.40	2.60	2.80	3.00
10	0.50	0.48	0.46	0.44
12.5	0.59	0.57	0.55	0.53
20	0.66	0.64	0.62	0.62
25	0.71	0.69	0.67	0.65
40	0.76	0.74	0.72	0.70
50	0.78	0.76	0.74	0.72
70	0.81	0.79	0.77	0.75
150	0.87	0.85	0.83	0.81

Fuente: Ramirez,2018

Resistencia a la flexión

La resistencia a la flexión es una medida de la resistencia a la tracción del concreto (hormigón). Es una medida de la resistencia a la falla por momento de una viga o losa de concreto no reforzada. Se mide mediante la aplicación de carga a vigas de concreto de 6 x 6 pulgadas (150 x 150 mm) de sección transversal y con luz de como mínimo tres veces el espesor. La resistencia a la flexión se expresa como el Modulo de Rotura (MR) en libras por pulgada cuadrada (MPa) y es determinada mediante los métodos de ensayo ASTM C78 (cargas en el punto tercios) o ASTM C293 (cargas en el punto medio). (Felipe, 2008).

El Modulo de Rotura es cerca del 10% al 20% de resistencia a compresión, en dependencia del tipo, dimensiones y volumen del agregado grueso utilizado, sin embargo, lo mejor correlación para los materiales específicos es obtenida mediante ensayos de laboratorio para los materiales dados y el diseño de la mezcla. El Modulo de Rotura determinado por la viga cargada en los puntos tercios es más bajo que el módulo de rotura determinado por la viga cargada en el punto medio, en algunas ocasiones tanto como en un 15%. (Felipe 2008)

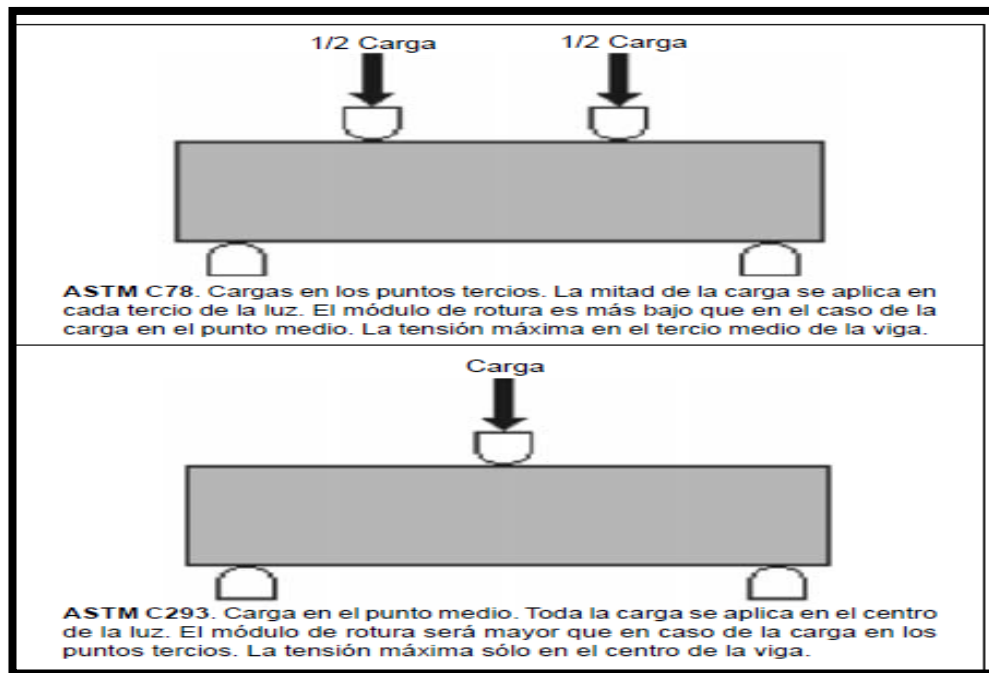


Figura 5. Métodos de ensayo

Fuente: Norma ASTM

Calculo a la resistencia a flexión

La resistencia a la flexión es usando una viga simplemente apoyada con carga en los tercios de la luz, aunque en algunas partes se emplea el método de la viga en voladizo o el de la viga simple mente apoyada con cargas en el punto medio; los resultados obtenidos diferente con el método empleado. (Felipe, 2008)

El ensayo de la viga simplemente apoyada con carga en los tercios de la luz se realiza de acuerdo con la norma NTC 1377 o ASTM C78.

La resistencia a la flexión (RF) se define como el cociente del momento flector (M), producida por la fuerza máxima (FM) aplicada, y el momento de resistencia del material (W).

$$RF = M / W$$

Dimensiones de la probeta

Son vigas rectangulares elaboradas y endurecidas con el eje mayor en posición horizontal. Los moldes deben cumplir los siguientes requisitos:

Longitud ≥ 3 profundidades en posición de ensayo + 5cm.

Ancho / profundidad (en la posición en que se elabora) ≤ 1.5 .

Dimensión menor de la sección recta ≥ 3 tamaños máximo del agregado (para TM > 5 cm)

Los moldeos más empleados tienen una sección de 15.2 * 15.2 cm y una longitud de 55.8 cm y se usa para concretos con agregados grueso de tamaño máximo ≤ 5 cm. Se puede usar moldeos de otras dimensiones, pero q se cumpla los requisitos antes visto.

Equipos y aparatos de prueba

Principalmente se requiere una maquina universal para prueba de materiales, que permite transmitir la fuerza a una velocidad constante y además permita obtener gráficamente la relación esfuerzo – deformación.

La máquina de prueba debe cumplir con lo establecido en la norma NMX – C – 0 – 83 – ONNCCE.



Figura 6. Maquina universal para realizar los ensayos de flexión.
Fuente: INECYC. (2009). Control de calidad en el hormigón



Figura 7. Mecánica para configurar las características a las cuales será sometido las probetas
Fuente: INECYC. (2009). Control de calidad en el hormigón

Procedimiento

La probeta es colocada simétricamente sobre dos soportes de apoyo, para aplicarse el centro de claro entre soportes una fuerza concentrada y distribuida uniformemente en el ancho de la probeta. A una velocidad constante hasta que se presenta el

rompimiento. Este rompimiento no debe presentarse antes de 60 segundos de iniciado el ensayo. En promedio se considera adecuada alrededor de 90 segundos.



Figura 8: Soporte donde se coloca la probeta para la aplicación de la carga.

Fuente: Materiales alternativos

Calculo

La resistencia a la flexión es comúnmente expresada en kg / cm^2 o N / mm^2 , su cálculo se realiza en la siguiente formula.

$$RF = M / W = F \max (Lc) / a (e^2) = \text{N} / \text{cm}^2$$

RF = Resistencia a flexión (kg / cm^2)

Fmax = Fuerza de rompimiento (kg).

Lc = Claro entre soporte (cm).

e = Espesor del tablero medido al centro de la probeta (cm).

a = Ancho de la probeta (cm)

Tereftalato de Polietileno (Plástico PET)

Definición

Polímero que se obtiene mediante la reacción entre el ácido Tereftálico y el etilenglicol. Más conocido como PET, tipo de plástico muy usado en envases de bebidas y textiles (Méndez, 2012, p. 18).

El plástico es un material compuesto por resinas, proteínas y otras Sustancias, las cuales son fáciles de moldear, modificar su forma y color de manera permanente o temporal, esto con un bajo costo de fabricación, que lo convierte en uno de los materiales más utilizados y populares en los últimos tiempos. (Méndez, 2012, p. 18).

Tabla N° 8. Sistema de identificación de envases PET.

Tipos de termoplastico	clave	Tipos de uso
Tereftalato de polietileno (PET o PETE)	1	Se utiliza para botellas de refresco carbonatado y para recipiente de comida.
Polietileno de alta densidad (HDPE o PEAD)	2	Empleado en las botellas de leche, detergente, bolsas, entre otros.
Policloruro de vinilo (PVC)	3	Frecuente en los envases de película fina y envolturas.
Polietileno de baja densidad (LDPE)	4	Este plástico fuerte, flexible y transparente se puede encontrar en algunas botellas y bolsas muy diversas (de la compra o para comida congelada, pan, etc.).
Polipropileno (PP)	5	Usado para las cajas de botellas, maletas, tapas y etiquetas.
Poliestireno (PS)	6	Empleado en la producción de vasos y platos de estereofon y artículos moldeados por inyección.
Otros	7	Todas las demás resinas y materiales multilaminar dos. Son utilizados en productos que no tienen grandes especificaciones (defensas de autos, postes, etc.).

Fuente: Méndez, 2012

Fuente: El Autor

Según Méndez (2012); "Existen diferentes grados de PET, los cuales se diferencian por su peso molecular y cristalinidad" ; en general, estos se caracterizan por su elevada pureza, ligereza, alta resistencia y tenacidad. De acuerdo con su dirección presenta propiedades de transparencia y resistencia química.



Figura 9: Envases de Tereftalato de Polietileno.



Al ser un polímero de adición, el PET es relativamente sencillo de despolimerizar, para lo que se están estudiando alternativas de reciclado químico como:

Metanolisis: es la despolimerización del PET al reaccionar con metanol a presión y temperatura para obtener tereftalato de dimetilo (DMT) y etilenglicol (EG). El DMT y el EG se pueden purificar para la obtención de PET de nuevo u otras aplicaciones.

Glicólisis: despolimerización por reacción con EG para reducir la larga cadena polimérica a oligómeros.

Hidrólisis: despolimerización a ácido tereftálico y EG, que pueden usarse de nuevo para la producción de PET tras ser depurados. Se puede realizar mediante ácidos o bases. (Elías et al, 2012)

Tabla N° 9: Sistema de código de los principales plásticos.

CÓDIGOS DE RECICLADO DE PLÁSTICOS		
Códigos		Recomendaciones
	PET (Tereftalato de polietileno). Reciclado 23%	Diseñados para un solo uso. Su uso extendido aumenta el riesgo de filtraciones y bacterias.
	HDPE (Polietileno de alta densidad). Reciclado 27%	Considerado seguro.
	PVC (Policloruro de vinilo). Reciclado. 1%	Evitar. Puede filtrar el ftalato en la comida o el líquido de envase.
	LDPE (Polietileno de baja densidad) Reciclado: 1%	Considerado seguro.
	PP (Polipropileno) Reciclado: 3%	Considerado seguro.
	PS (Poliestireno) Reciclado. 1%	Evitar. Puede filtrar el estireno, un posible causante del cáncer y alteraciones hormonales.
	OTROS (A menudo poli carbonatos) Reciclado: 1%	Evitar. Puede filtrar el bisfenol A (BFA), posible causante de daño cromosómico.

Fuente: the society of the plastics industry

Componentes del PET con otros materiales

En la última década el PET ha sido el material más utilizado e importante en el mundo y en el mercado de las botellas de agua, refrescos y alimentos con una producción aproximada de 11 millones de toneladas, debido a su buena combinación de

propiedades como la transparencia, baja densidad, alta resistencia, flexibilidad de formatos, buenas propiedades organolépticas, entre otros.

Cabe destacar que en la actualidad los puntos débiles del PET han disminuido por medio de la tecnología al combinarse con otros materiales. (Méndez 2012, p. 31).

Efectos provocados por el uso del PET

Durante el primer trimestre del 2010, en el DMQ se recolecto un total de 134.712,40 toneladas, que significo un promedio de 1.496,80 toneladas días, la gran mayoría de residuos provienen de desechos orgánicos (62,18%), los cuales pasaran a ser reciclados mediante un proceso de compostaje dentro del nuevo modelo de gestión de residuos. Seguidamente, en porcentaje de producción se encuentran desechos plásticos y de papel con un 13,12% y 8,15% respectivamente, materiales que son fácilmente reciclables.

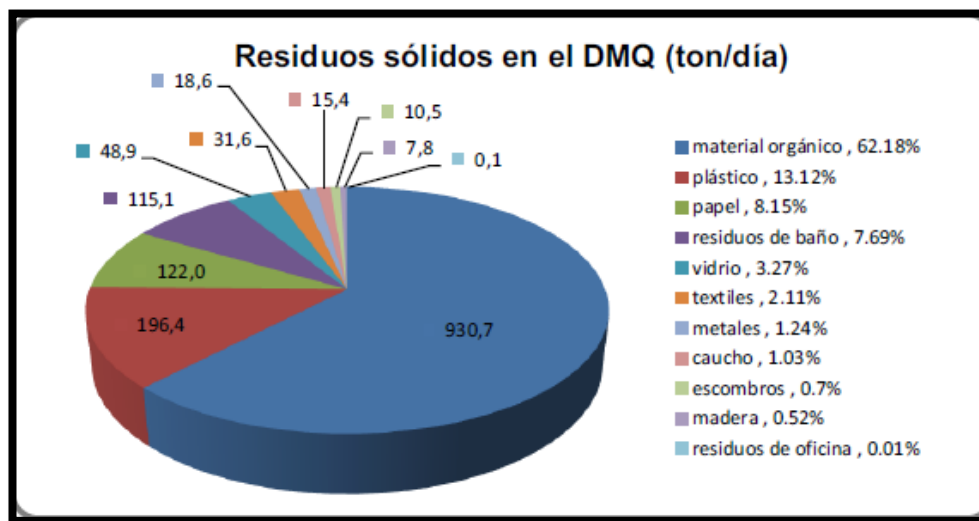


Figura 10. Producción diaria de residuos sólidos en el DMQ (ton / día)

Fuente: EMASEO. (2010). Plan de servicio de aseo – Administración Zonal la Delicia.

Reciclaje del Plástico PET

En todo el mundo, existe una preocupación por la contaminación del agua, aire y suelo; ocasionada en gran medida, por los volúmenes de residuos que se generan a diario sin recibir un tratamiento adecuado. Por sus características, los plásticos sintéticos no

representan un riesgo para el ambiente; sin embargo, si son un problema mayor porque no pueden ser degradados por el entorno.

Los plásticos son sustancias orgánicas de alto peso molecular que se sintetizan a partir de compuestos de bajo peso molecular y se caracterizan por una alta relación resistencia/densidad; que son propiedades óptimas para el aislamiento térmico y eléctrico, también son resistentes a los ácidos, álcalis y solventes. Dichos materiales, entraron al mundo industrial hasta expandirse también en el campo de la construcción; y en la actualidad se emplean en elementos constructivos tales como pisos, cubiertas, tragaluces, falsos plafones o muebles. A causa del crecimiento de la industria de los plásticos, han creado una dependencia sobre estos; generando un problema de tipo ambiental, debido a la acumulación de plásticos como desecho, ya que, sabiendo que pueden transformarse y reutilizarse; son tirados indiscriminadamente a basureros sin importar si son plásticos considerados como reciclables.

Características del plástico PET

Para determinar las características del PET necesarias para el diseño del hormigo, se utiliza los procedimientos descritos para el agregado fino según las normas INEN Y ASTM correspondientes para los ensayos de granulometría y densidad aparentes.

Aplicaciones del PET

Las aplicaciones más comunes del PET son en botellas plásticas para el consumo de bebidas, bandejas y láminas. También puede ser utilizado para otros usos no tan conocidos como es el sector textil. (Méndez 2012, p. 41).

Propiedades Físicas del PET

Tabla N° 10. Propiedades físicas del PET

PROPIEDADES FISICAS DEL PET	
Densidad bruta	520 kg/m ³
Densidad neta	1400 kg/m ³
Módulo de Young	2800 – 3100 Mpa
Resistencia a la Tracción	900 Kg/cm ²
Resistencia a la tensión	0.60 - 0.74 kg/cm ²
Resistencia a la compresión	260 – 480 kg/cm ²
Resistencia al calor	80 -120 °C
Resistencia a flexión	1450 kg/cm ²

Fuente: (Hernández et al. 2010)

Elaboración de mezclas de PET – cemento

Los diseños de mezcla se basan en la determinación de la dosificación de cada uno de los materiales utilizados para lograr una mezcla óptima, que pudiera servir más adelante como material de construcción de obras civiles y como un nuevo método de disposición final de los residuos de PET (Alesmar, Rendón & Korody, 2008).

Obtención del PET fragmentado para adicción del concreto para la presente investigación

El PET a utilizar para la investigación fue reciclado por el investigador, luego de ser lavado mecánicamente fue fragmentado manualmente con tijeras, El tamaño aproximado de las piezas irregulares que se obtuvieron fue de 3/8” (9.52 mm) a 1” (25.40 mm).



Figura 11. Residuos de PET

Justificación de la investigación

La presente investigación se busca contribuir con el conocimiento comparativo de la resistencia a la flexión entre la resistencia del concreto de $F'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ con concreto convencionales a los cuales se les sustituirá el agregado grueso por el plástico PET en un 3% y 5%. Los resultados de la investigación van servir para las empresas constructoras puedan utilizar nuevos diseños de concreto con variación de mezcla obtenido los mismos resultados que el concreto convencional.

Tecnológicamente el proyecto es sustentable ya que el concreto PET se utiliza a nivel internacional como agregado del concreto material reciclado plástico PET, el promover su uso racional de recursos disponibles en lugar de desecharlo y poder contaminar el medio ambiente.

Económicamente se justifica en el sentido de que este sustituto de agregado artificial se hará en porcentajes que ayuden a la mezcla a no utilizar tanto el agregado natural, convirtiendo en un producto con desechos reciclados y logrando un bien común y la reducción de los costos que implica el diseño y construcción con concreto.

La justificación social se sustenta en la contribución de contribuir en la reducción de la contaminación ambiental peligrosa y duradera que representa el plástico PET, el

uso de estos materiales disminuirá las amenazas contaminantes, así se mejoraran la calidad de vida en la determinada ciudad.

PROBLEMA

El concreto es la materia prima de construcción utilizado por la humanidad desde hace siglo debido a la alta resistencia y durabilidad que ofrece en la industria de la construcción. A nivel internacional se han desarrollado diversos diseños de concreto con la finalidad de obtener diversas magnitudes de resistencias para diversas aplicaciones, las cuales se dio como resultado al concreto ciclópeo y concreto armado. Para poder obtenido diversos resultados a flexión se han utilizado mezclas adicionales de materiales tales como plástico, residuos de materiales de construcción, etc.

La determinación de la resistencia del concreto ante la adición de porcentajes de aditivos ha constituido siempre un problema científico a resolver. La adición de plástico PET en el concreto en porcentajes es un tipo de diseño de concreto que se han aplicado en varios países desarrollados del mundo con diversos resultados, la determinación de la resistencia a flexión del concreto ha constituido una necesidad de cálculo, poner la flexión normal de un $f'c=210\text{kg/cm}^2$.

La aplicación porcentual de plástico PET involucra el cálculo de la resistencia a la flexión con la finalidad de satisfacer las demandas de calidad estructural de un proyecto de ingeniería civil, no determinarlo va a construir un conjunto de problemas de falla estructural de flexión, tensión, compresión, etc.

El plástico PET podría remplazar cierto porcentaje de la mezcla ocupado por agregado fino, pero en este se desea saber en cuanto aumenta o disminuye la resistencia a la flexión si se sustituye al agregado grueso el 3% y 5% de plástico PET.

En la elaboración de la mezcla para la fabricación del concreto, es innegable el uso de recursos diferentes a los tradicionales, con la utilización del plástico PET (Polietileno Tereftalato) tarda en biodegradarse, se estarían resolviendo en parte los problemas de la contaminación en cual con el paso del tiempo se ha hecho más agudo, considerando

que la contaminación ambiental está en aumento, el caucho, las llantas, las virutas, etc., se plantea reutilizar como agregado en la mezcla de concreto.

El presente estudio está encaminado a determinar comparativamente la resistencia a la flexión de cada una de las mezclas de concreto con sustitución de plástico PET en los porcentajes indicados, el análisis comparativo también implica la comparación con la resistencia a flexión del concreto sin sustituir el agregado grueso por el plástico PET para una fuerza de flexión de 210kg/cm².

Formulación del problema

¿Cuál es la resistencia a la flexión de un concreto de $F'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ sustituyendo el agregado grueso con 3% y 5% de plástico PET fragmentado?

CONCEPTUACIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

Variable Dependiente

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADOR
Resistencia del concreto a la flexión	Es una medida de la resistencia a la tracción del concreto (hormigón). Es una medida de la resistencia a la falla por momento de una viga o losa de concreto no reforzada. (Felipe, 2008).	Es el esfuerzo máximo que puede soportar una viga bajo una carga 210Kg	Kg/cm ²

Variable Independiente

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADOR
plástico PET fragmentado	Polímero que se obtiene mediante la reacción entre el ácido Tereftálico y el etilenglicol. Más conocido como PET, tipo de plástico muy usado en envases de bebidas y textiles (Méndez, 2012, p. 18).	Es la adición de plástico PET fragmentado que se realiza para mejorar la resistencia del concreto hidráulico, en estado endurecido.	3% del Volumen del agregado grueso.
			5% del volumen del agregado grueso

HIPÓTESIS

La sustitución del plástico PET fragmentado al 3% y 5% al agregado mejoraría la resistencia a la flexión de un concreto convencional.

OBJETIVOS

Objetivo General

Determinar la resistencia a la flexión de un concreto de $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ cuando se le sustituye con 3% y 5% de plástico PET fragmentado.

Objetivos Específicos

- Determinar las propiedades físicas - mecánico del PET.
- Determinar la relación agua cemento del concreto patrón y experimentales.
- Determinar el Ph (Potencial hidrogeno) del plástico PET y el agregado grueso.
- Determinar la resistencia a la flexión del concreto patrón y experimental a los 7, 14 y 28 días de curado y comparar los resultados mediante la valides estadístico.

II. METODOLOGÍA

Tipo y diseño de investigación

Tipos de investigación

La presente investigación es tipificada según los siguientes criterios: Por el tipo de pregunta que se formula es una investigación aplicada experimental.

Por el tipo de análisis de los datos: es investigación cuantitativa, porque los datos consignados son numerales.



El diseño es de la investigación es descriptivo comparativo. Se van a comparar los resultados de la resistencia a la flexión del concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con 0%, 3%, 5% sustituyendo el agregado grueso por el plástico PET fragmentado a los 7, 14 y 28 días de curado.

Diseño de investigación

la presente investigación es del tipo aplicada, el nivel de investigación es experimental. La metodología de investigación aplicada es la observación, el análisis y la síntesis.

PARA LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN: DISEÑO SIMPLE COMPLETO AL AZAR

VIGAS DE CONCRETO

	Muestra patrón	Con plástico PET 3%	Con plástico PET 5%
7			
			
			
14			
			
			
28			
			
			

Población y muestra

Población

Está constituida con la totalidad de 27 viguetas que se ha determinado para la población. Se utilizó como material (el agregado grueso, el agregado fino, el plástico PET, el agua), se extrajo los agregados de la cantera Rubén (Coishco), se utilizó el cemento tipo 1.

Muestra

27 viguetas de concretos, nueve de concreto patrón, nueve viguetas de concreto sustituyendo el agredo grueso con plástico PET fragmentado al 3% y nueve viguetas de concreto sustituyendo el agregado grueso con plástico PET fragmentado al 5%

Técnicas e instrumentos de investigación

Se aplicó como técnica la observación ya que la percepción del material debe ser registrada en forma cuidadosa y experta. Todo lo observado se debe poner por escrito lo antes posible, cuando no se puede tomar notas en el mismo momento. Para esto se hizo uso o utilización de instrumentos, tales como: guía de observación, resumen; lo cual me permitió poder elaborar sistemas de organización y clasificación de la información de los diversos ensayos físicos de los agregados necesarios para el diseño de mezcla y la prueba de la resistencia a la flexión (ver anexos).

Técnicas de Recolección de Información	Instrumento
• OBSERVACIÓN	• GUÍA DE OBSERVACIÓN RESUMEN • FICHAS TÉCNICAS DEL LABORATORIO DE LAS PRUEBAS A REALIZAR • VER ANEXO

Procesamiento y análisis de la información

Se realizó mediante procesamiento con programas como Excel y Spss v.23. Para el análisis se elaboraron tablas, gráficos y la prueba de hipótesis anova.

III. RESULTADOS.

Control de los materiales.

Materiales utilizados para la elaboración de mezcla de concreto.

- Cemento Pacasmayo- Portland Tipo I
- Agregado fino natural (arena gruesa)
- Agregado grueso natural (TMN 3/4")
- Plástico PET fragmentado (3/8" a 1")
- Agua de la ciudad universitaria

Característica física de los agregados.

Forma: El agregado grueso utilizado se caracteriza por el porcentaje de partículas de forma sub angular y angular, formas que son adquiridas luego de ser chancado el material para obtener un T.M.N de 3/4" (19.10mm)

Textura: Los agregados gruesos presentan una textura lisa y rugosa, al igual que el agregado fino o arena gruesa.

Análisis Granulométrico.

Realizado de acuerdo a la norma NTP 400.012.2013 AGREGADOS.

Análisis granulométrico del agregado fino y grueso

Agregado Fino Natural

Tabla N° 11. Análisis granulométrico para agregado fino

N°	TAMIZ ABERTURA (mm)	PESO	%	% RETENIDO	% QUE
		RETENIDO (gr.)	RETENIDO PARCIAL	ACUMULADO	PASA
3/8''	9.520	0	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.760	1.5	0.18	0.18	99.82
N° 8	2.000	68.3	8.36	8.55	91.45
N° 16	0.840	168.5	20.64	29.19	70.81
N° 30	0.590	186.2	22.80	51.99	48.01
N° 50	0.420	245.3	30.04	82.03	17.97
N° 100	0.149	115.6	14.16	96.19	3.81
N° 200	0.074	25.9	3.17	99.36	0.64
PLATO		5.2	0.64	100.00	0.00
TOTAL		816.5	100.00		
total del % retenido acumulado - el tamiz N°200				268.13	

Fuente: laboratorio de Mecánica de Suelo – Universidad San Pedro

MODULO DE FINURA "M.F.":

$$\text{M.F.} = 268.13/100$$

$$\text{M.F.} = 2.68$$

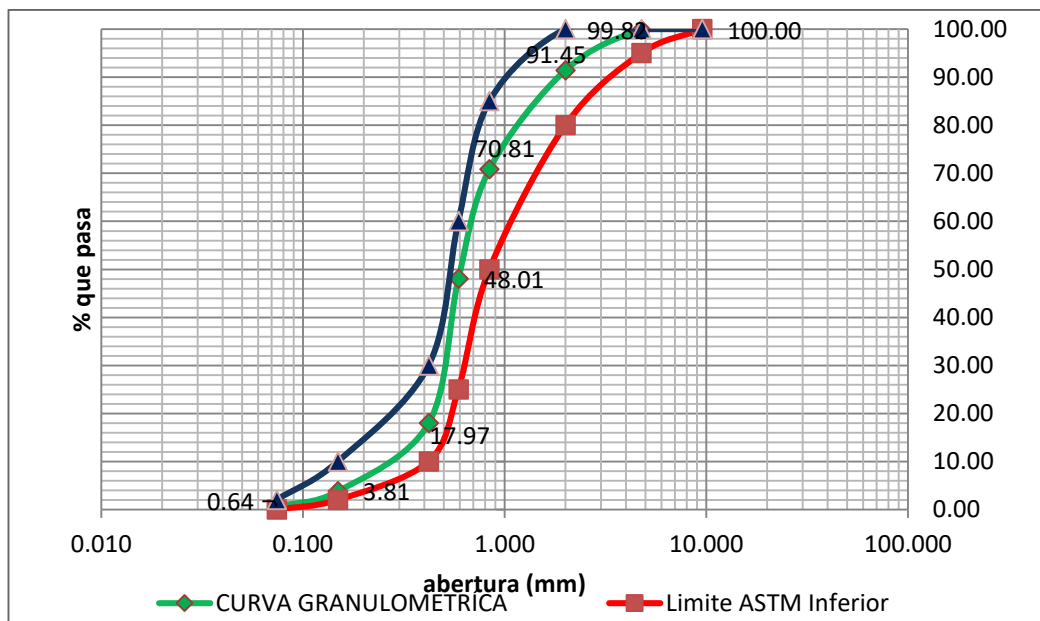


Ilustración 10. Curva granulométrica para agregado fino Natural
 Fuente: laboratorio de Mecánica de Suelo – Universidad San Pedro

Agregado Grueso Natural

Tabla N° 12. Análisis granulométrico para agregado Grueso

N°	TAMIZ ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr.)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
1	1/2''	38.100	0	0.00	100.00
	1''	25.400	35.2	3.50	96.50
	3/4''	19.100	668.6	66.45	69.95
	1/2''	12.700	294.7	29.29	99.23
	3/8''	9.500	7.7	0.77	100.00
	N° 4	4.750	0.0	0.00	100.00
	N° 8	2.000	0.0	0.00	100.00
	PLATO		0.0	0.00	100.00
	TOTAL		1006.2	100.00	

total del % retenido acumulado	472.68
--------------------------------	--------

Fuente: laboratorio de Mecánica de Suelo – Universidad San Pedro

Módulo de finura

M.F. = 769.95/100

M.F. = 7.70

Tamaño Máximo Nominal

T.M.N. 3/4"

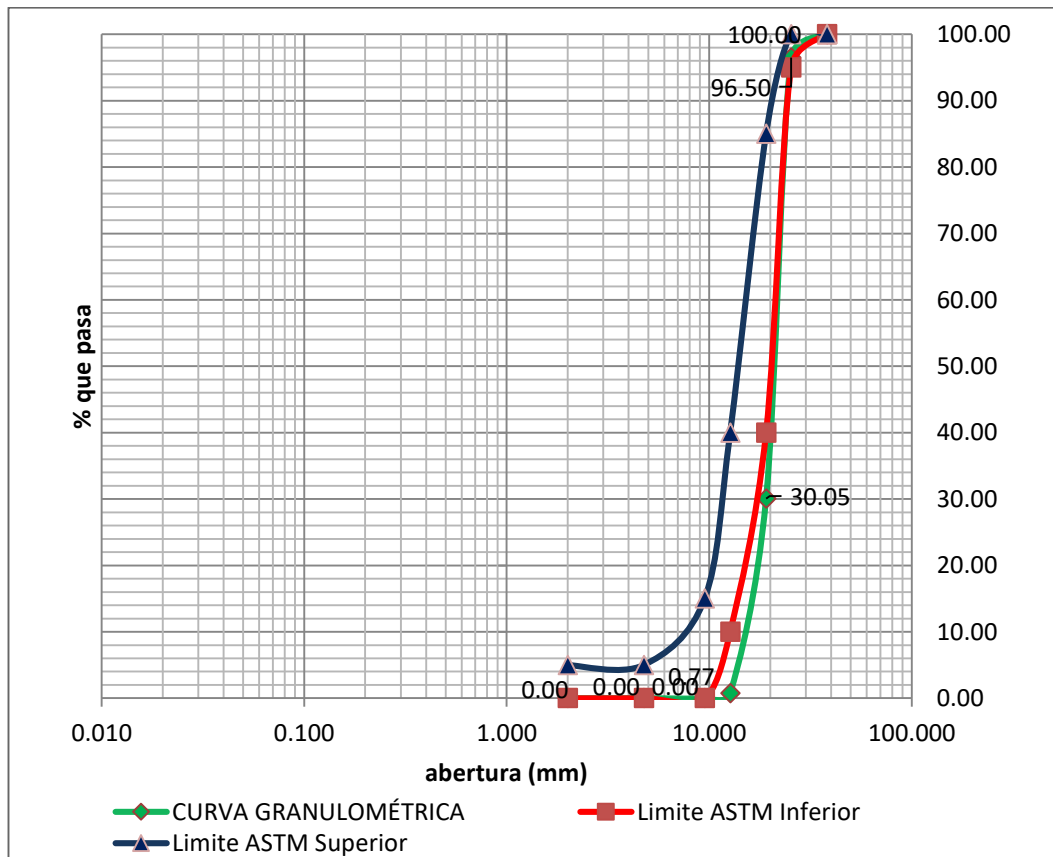


Ilustración 11. Curva granulométrica para Agregado Grueso Natural

Fuente: laboratorio de Mecánica de Suelo – Universidad San Pedro

Plástico PET (fragmentado)

Tabla N° 13. Análisis granulométrico para el Plástico PET

N°	TAMIZ ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr.)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
1 1/2					
''	38.100	0	0.00	0.00	100.00
1''	25.400	1.7	0.93	0.93	99.07
3/4''	19.100	98.6	53.76	54.69	45.31
1/2''	12.700	71.5	38.99	93.68	6.32
3/8''	9.500	11.6	6.32	100.00	0.00
N° 4	4.750	0.0	0.00	100.00	0.00
N° 8	2.000	0.0	0.00	100.00	0.00
PLATO		0.0	0.00	100.00	0.00
TOTAL		183.4	100.00		
total del % retenido acumulado				449.29	

Fuente: laboratorio de Mecánica de Suelo – Universidad San Pedro

Módulo de finura

$$M.F. = 754.69/100$$

$$M.F. = 7.54$$

Tamaño Máximo Nominal

T.M.N. 3/4''

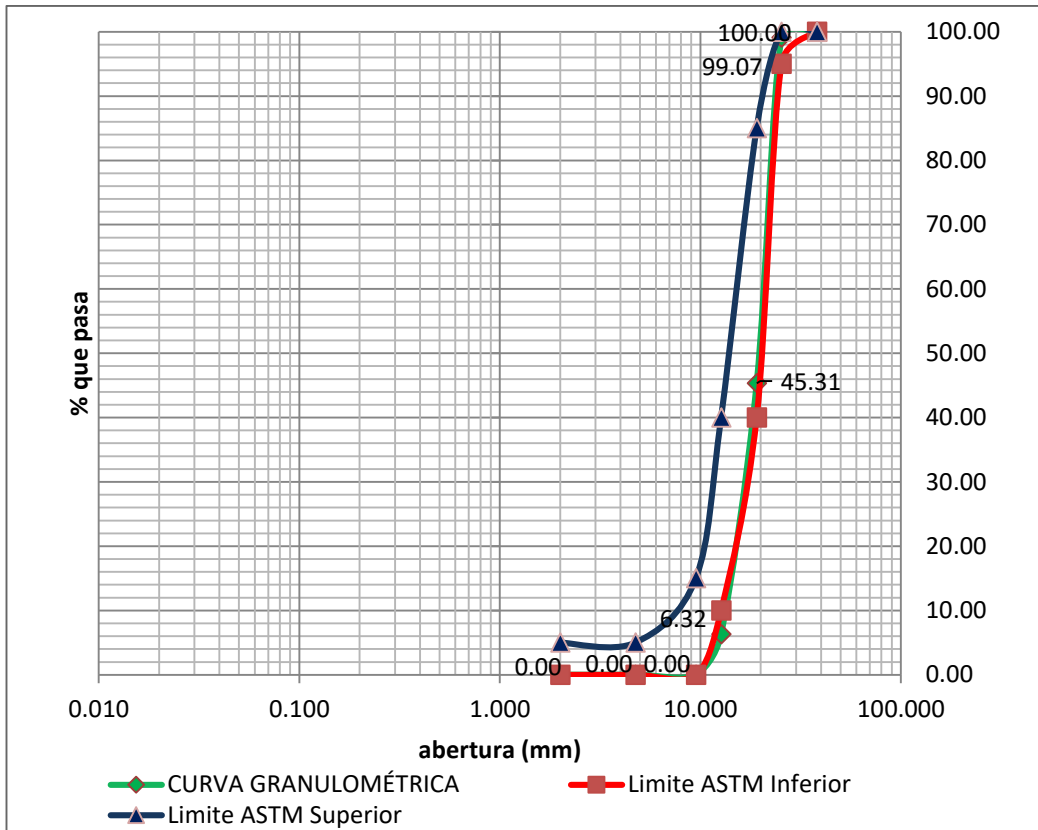


Ilustración 12. Curva granulométrica para el Plástico PET.

Fuente: laboratorio de Mecánica de Suelo – Universidad San Pedro

Peso Específico y Absorción

Realizado de acuerdo a la norma NTP 400.021.2013 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, densidad relativa (Peso específico) y absorción de agregado grueso; y NTP 400.021.2013 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, densidad relativa (Peso específico) y absorción de agregado fino.

Tabla N° 14. Peso específico y absorción de agregado fino natural

Agregado Fino		
IDENTIFICACION		50
	Peso Mat. Saturado Sup. Seco (en Aire)	300.00
	Peso Frasco + H2O	653.3
	Peso Frasco + H2O (A+B)	953.3
	Peso del Mat. + H2O en el Frasco	841.5
	Vol. De Mater. + Volum. De Vacío (C-D)	111.8
	Peso del Mater. Seco en Estufa (105 °C)	297.7
	Vol. De Masa = E x (A-F)	109.50
	Pe Bulk (Base Seca)= F/E	2.66
	Pe Bulk (Base Saturado)= A/E	2.68
	Pe Aparente (Base Seca)=F/G	2.72
	% de Absorción = ((A- F) / F)x100	0.77
Waf	Peso del Agregado Fino	300.00
Wfw	Peso Frasco + H2O	653.3
WfwAf	Peso Frasco + H2O + Agregado Fino	841.5
Gs	Densidad del Sólido	2.68
		k
Γaf	Peso Específico	2680 g/m ³

Fuente: laboratorio de Mecánica de Suelo – Universidad San Pedro



Tabla N° 15. Peso específico y absorción de agregado grueso natural

Agregado Grueso			
IDENTIFICACION	35	5	6
Peso Mat. Saturado Sup. Seco (en Aire)	896.9	927.0	957.1
Peso Mat. Saturado Sup. Seco (en Agua)	583.4	603.1	622.8
Vol. De Masas / Vol. De Vacíos = A-B	313.5	323.9	334.3
Peso Mat. Seco en Estufa (105°C)	895.8	925.7	955.6
Vol. De Masas = C-(A-D)	312.1	322.45	332.8
Pe Bulk (Base Seca)= D/C	2.86	2.86	2.86
Pe Bulk (Base Saturado)= A/C	2.86	2.86	2.86
Pe Aparente (Base Seca)=D/E	2.87	2.87	2.87
% de Absorción =((A-D)/DX100	0.12	0.14	0.16
Absorción PROMEDIO	0.14		
Peso Específico PROMEDIO	2860 Kg/m3		

Fuente: laboratorio de Mecánica de Suelo – Universidad San Pedro



Contenido de humedad.

Realizado de acuerdo a la norma NTP 400.185.2013 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable en agregados por secado.

Tabla N° 17. Contenido de humedad de agregado natural

CALICATA	CHIMBOTE		CHIMBOTE	
MUESTRA	FINO		GRAVA	
PROFUNDID (m)				
Recipiente	50	42	15	33
Peso Recip. + SueloHumedo	950.8	946.6	1092.9	1179.9
Peso Recip. + Suelo Seco	947.7	943.4	1089.0	1176.5
Peso Recipiente(gr.)	209.3	187.8	169.6	200.0
Peso del Agua (1)-(2)	3.1	3.2	3.9	3.4
Peso Suelo Seco (2)-(3)	738.4	755.6	919.4	976.5
Humedad (4/5)x100(%)	0.419	0.424	0.424	0.348
HUMEDAD PROMEDIO		0.423		0.386

Fuente: laboratorio de Mecánica de Suelo – Universidad San Pedro

Tabla N° 18. Contenido de humedad del Plástico PET.

CALICATA	HUARAZ	
MUESTRA	PET	
PROFUNDID (m)		
Recipiente	50	42
Peso Recip. + SueloHumedo	286.70	300.20
Peso Recip. + Suelo Seco	286.20	299.40
Peso Recipiente(gr.)	188.60	187.60
Peso del Agua (1)-(2)	0.50	0.80
Peso Suelo Seco (2)-(3)	97.60	111.80
Humedad (4/5)x100(%)	0.51	0.72
HUMEDAD PROMEDIO		0.62

Fuente: laboratorio de Mecánica de Suelo – Universidad San Pedro

Peso unitario

Realizado de acuerdo a la norma NTP 400.017.2013 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (peso unitario) y los vacíos en los agregados.

Tabla N° 19. Peso unitario de agregado fino natural

CHIMBOTE						
Agregado Fino						
TIPO DE PESO UNITARIO	PESO UNITARIO			PESO UNITARIO		
	SUELTO			COMPACTADO		
MUESTRA N°	1	2	3	1	2	3
Peso Material + Molde	7728	7664	7696	8158	8166	8162
Peso Del Molde	3300	3300	3300	3300	3300	3300
Peso Del Material (1)-(2)	4428	4364	4396	4858	4866	4862
Volumen Del Molde	2750	2750	2750	2750	2750	2750
Peso Unitario (3)/(4)	1.610	1.587	1.589	1.767	1.769	1.768
Peso Unitario Promedio	1.599			1.768		

Fuente: laboratorio de Mecánica de Suelo – Universidad San Pedro

Tabla N° 20. Peso unitario de agregado grueso natural

CHIMBOTE						
Agregado Grueso						
TIPO DE PESO UNITARIO	PESO UNITARIO			PESO UNITARIO		
	SUELTO			COMPACTADO		
MUESTRA N°	1	2	3	1	2	3
Peso Material + Molde	18800	18650	18725	19800	20000	19900
Peso Del Molde	5050	5050	5050	5050	5050	5050
Peso Del Material (1)-(2)	13750	13600	13675	14750	14950	14850
Volumen Del Molde	9300	9300	9300	9300	9300	9300
Peso Unitario (3)/(4)	1.478	1.462	1.470	1.586	1.608	1.597
Peso Unitario Promedio	1.470			1.597		

Fuente: laboratorio de Mecánica de Suelo – Universidad San Pedro

Tabla N° 21. Peso unitario del Plástico PET

HUARAZ						
Plástico PET						
TIPO DE PESO UNITARIO	PESO UNITARIO			PESO UNITARIO		
	SUELTO			COMPACTADO		
MUESTRA N°	1	2	3	1	2	3
Peso Material + Molde	6910	6900	6850	7300	7250	7270
Peso Del Molde	5050	5050	5050	5050	5050	5050
Peso Del Material (1)-(2)	1860	1850	1800	2250	2200	7220
Volumen Del Molde	9300	9300	9300	9300	9300	9300
Peso Unitario (3)/(4)	0.20	0.20	0.19	0.242	0.237	0.239
Peso Unitario Promedio	0.20			0.239		

Fuente: laboratorio de Mecánica de Suelo – Universidad San Pedro

Relación de agua cemento

Relación a/c de concreto patrón:

Valores de diseño a utilizar:

- Según los datos de los ensayos realizados a los materiales tanto en el agregado grueso y agregado fino se determina el peso unitario suelto, peso compactado, contenido de humedad, absorción y gravedad específica, granulometría.
- Con los datos obtenidos de dicho ensayo se realizó el diseño de mezcla para un concreto de 210 kg/cm² a los 28 días.

Cemento:

- Tipo I “Pacasmayo”
- Peso específico.....3.10

Agua:

- Potable, de la Zona.

Agregado Fino: Cantera: Rubén

- Peso específico de masa = 2.66
- Peso unitario suelto = 1592 kg/m³
- Peso unitario compactado = 1761 kg/m³
- Contenido de humedad = 0.42 %
- Absorción = 0.77 %
- Módulo de fineza = 2.68

Agregado Grueso: Cantera: Rubén

- Tamaño máximo nominal = ¾"
- Peso específico de masa = 2.86
- Peso unitario suelto = 1465 kg/m³
- Peso unitario compactado = 1591 kg/m³
- Contenido de humedad = 0.39 %
- Absorción = 0.14 %

Selección del Asentamiento

- De acuerdo a las especificaciones, las condiciones que la mezcla tenga una consistencia plástica, a la que corresponde un asentamiento de 3'' a 4''.

Volumen unitario de agua

- Para una mezcla de concreto con asentamiento de 3'' a 4'', sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de ¾'', el volumen unitario de agua es de 205 lt/m³.

Relación Agua – Cemento

- Se obtiene una relación agua – cemento de 0.684
- Relación agua – cemento corregido por humedad es 0.686

Factor de Cemento

- F.C. $205 / 0.684 = 299.71 \text{ kg/m}^3 = 7.05 \text{ bolsas / m}^3$

Valores de Diseño Corregidos

- Cemento = 299.708 kg/m³
- Agua efectiva = 205.594 lts/m³
- Agregado fino = 876.276 kg/m³
- Agregado grueso = 1005.872 kg/m³

Proporciones en Peso

- Cemento = 1 kg/m³
- Agua efectiva = 29.15 lts/m³
- Agregado fino = 2.92 kg/m³
- Agregado grueso = 3.36 kg/m³

Proporciones en Volumen

- Cemento = 1 kg/m³
- Agua efectiva = 29.15 lts/m³
- Agregado fino = 2.74 kg/m³
- Agregado grueso = 3.43 kg/m³

Proporción por vigueta, volumen producido por vigueta: 11798.67 cm³

- Cemento = 4.091 kg/m³
- Agua efectiva = 2.707 lts/m³
- Agregado fino = 11.83 kg/m³
- Agregado grueso = 13.70 kg/m³

Relación a/c de concreto experimental 3% sustitución del agregado grueso.

Valores de diseño a utilizar:

- Con los datos de los ensayos realizados al Plástico PET se determina el peso unitario suelto, peso compactado, contenido de humedad, absorción y gravedad específica, granulometría.

Cemento:

- Tipo I “Pacasmayo”
- Peso específico.....3.10

Agua:

- Potable, de la Zona.

Agregado Fino: Cantera: Rubén

- Peso específico de masa = 2.66
- Peso unitario suelto = 1592 kg/m³
- Peso unitario compactado = 1761 kg/m³
- Contenido de humedad = 0.42 %
- Absorción = 0.77 %
- Módulo de fineza = 2.68

Agregado Grueso: Cantera: Rubén

- Tamaño máximo nominal = ¾”
- Peso específico de masa = 2.86
- Peso unitario suelto = 1465 kg/m³
- Peso unitario compactado = 1591 kg/m³
- Contenido de humedad = 0.39 %
- Absorción = 0.14 %

Selección del Asentamiento

- De acuerdo a las especificaciones, las condiciones que la mezcla tenga una consistencia plástica, a la que corresponde un asentamiento de 3” a 4”.

Volumen unitario de agua

- Para una mezcla de concreto con asentamiento de 3” a 4”, sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de ¾”, el volumen unitario de agua es de 205 lt/m³.

Relación Agua – Cemento

- Relación agua – cemento del patrón es 0.684
- Relación agua – cemento corregido por humedad es 0.703

Volúmenes Absolutos

- Cemento = 0.097 m³
- 3% de Plástico PET = 0.011 m³
- Agua efectiva = 0.205 m³
- Agregado fino = 0.328 m³
- Agregado grueso = 0.34 m³
- Aire = 0.020 m³

Pesos secos

- Cemento = 299.71 kg/m³
- 3% de Plástico PET = 30.060 kg/cm³
- Agua efectiva = 205.00 lts/m³
- Agregado fino = 872.60 kg/m³
- Agregado grueso = 971.94 kg/m³

Peso Corregidos por Humedad

- Cemento = 299.71 kg/m³
- 3% de Plástico PET = 30.176 kg/cm³
- Agua efectiva = 210.661 lts/m³
- Agregado fino = 876.28 kg/m³
- Agregado grueso = 975.70 kg/m³

Proporciones en Peso

- Cemento = 1 kg/m³
- 3% de Plástico PET = 0.1 kg/cm³
- Agua efectiva = 29.81 lts/m³
- Agregado fino = 2.92 kg/m³
- Agregado grueso = 3.26 kg/m³

Relación a/c de concreto experimental 5% sustitución del agregado grueso.

Valores de diseño a utilizar:

- Con los datos de los ensayos realizados al Plástico PET se determina el peso unitario suelto, peso compactado, contenido de humedad, absorción y gravedad específica, granulometría.

Cemento:

- Tipo I “Pacasmayo”
- Peso específico.....3.10

Agua:

- Potable, de la Zona.

Agregado Fino: Cantera: Rubén

- Peso específico de masa = 2.66
- Peso unitario suelto = 1592 kg/m³
- Peso unitario compactado = 1761 kg/m³
- Contenido de humedad = 0.42 %
- Absorción = 0.77 %
- Módulo de fineza = 2.68

Agregado Grueso: Cantera: Rubén

- Tamaño máximo nominal = ¾”
- Peso específico de masa = 2.86
- Peso unitario suelto = 1465 kg/m³
- Peso unitario compactado = 1591 kg/m³
- Contenido de humedad = 0.39 %
- Absorción = 0.14 %

Selección del Asentamiento

- De acuerdo a las especificaciones, las condiciones que la mezcla tenga una consistencia plástica, a la que corresponde un asentamiento de 3'' a 4''.

Volumen unitario de agua

- Para una mezcla de concreto con asentamiento de 3'' a 4'', sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de $\frac{3}{4}$ '', el volumen unitario de agua es de 205 lt/m³.

Relación Agua – Cemento

- Relación agua – cemento del patrón es 0.684
- Relación agua – cemento corregido por humedad es 0.703

Volúmenes Absolutos

- Cemento = 0.097 m³
- 5% de Plástico PET = 0.018 m³
- Agua efectiva = 0.205 m³
- Agregado fino = 0.328 m³
- Agregado grueso = 0.333 m³
- Aire = 0.020 m³

Pesos secos

- Cemento = 299.71 kg/m³
- 3% de Plástico PET = 50.100 kg/cm³
- Agua efectiva = 205.00 lts/m³
- Agregado fino = 872.60 kg/m³
- Agregado grueso = 951.90 kg/m³

Peso Corregidos por Humedad

- Cemento = 299.71 kg/m³
- 5% de Plástico PET = 50.294 kg/cm³
- Agua efectiva = 210.661 lts/m³
- Agregado fino = 876.28 kg/m³

- Agregado grueso = 955.58 kg/m³

Proporciones en Peso

- Cemento = 1 kg/m³
- 5% de Plástico PET = 0.17 kg/cm³
- Agua efectiva = 29.87 lts/m³
- Agregado fino = 2.92 kg/m³
- Agregado grueso = 3.19 kg/m³

Tabla N° 22. Relación agua cemento de concreto patrón y experimentales

MEZCLA DE CONCRETO F ^o C=210 KG/CM ²	TEORICO	PESO SECO	CORREGIDO POR HUMEDAD
PATRÓN	0.684	0.684	0.686
EXPERIMENTAL 3%	0.684	0.684	0.703
EXPERIMENTAL 5%	0.684	0.684	0.703

Ph (potencial hidrogeno) del plástico PET y el agregado grueso.

Además del grado de acidez expresado por el pH, el contenido total de ácido en el plástico PET, se suele concretar valorando con hidróxido sódico y un indicador. Los resultados se dan en términos del ácido que predomina.

Tabla N° 23. Resultado obtenido el PH

MUESTRA	PH	TIPO DE PH
Agregado grueso	5.49	Ácida
Plástico PET	4.36	Fuerte mente Ácida
Agregado grueso + 3% de Plástico PET	5.14	Ácida
Agregado grueso + 5% de Plástico PET	5.06	Ácida

Fuente: Laboratorio de Análisis de Alimentos – Facultad de Industria Alimentarias – Universidad Nacional de Ancash “Santiago Antúnez de Mayolo”.

ENSAYOS A FLEXIÓN:

ENSAYO A FLEXIÓN DE VIGAS PATRÓN:

ENSAYOS A FLEXIÓN DE VIGAS PATRÓN A 7 DÍAS:

Tabla N° 24. Resultado de ensayo a flexión de vigas patrón a los 7 días de curado.

N°	Descripción	F'c diseño Kg/cm2	fecha de moldeo	fecha de rotura	Peso de viguetas (kg)	edad (días)	B	h	L	P	Mr	Prom. Mr (kg/cm2)
							ancho prom. (cm)	altura prom. (cm)	longitud de tramo (cm)	carga máxima de rotura (kg)	(kg/cm2) PL/ bh ²	
1	Concreto Patrón	210	22/02/2019	28/02/2019	28.00	7	15.30	15.40	45.00	1971.00	24.50	26.39
2	Concreto Patrón	210	22/02/2019	28/02/2019	29.41	7	15.40	15.30	45.00	2006.00	25.15	
3	Concreto Patrón	210	22/02/2019	28/02/2019	30.00	7	15.50	15.40	45.00	2412.00	29.53	

FUENTE: laboratorio de Mecánica de Suelo – Universidad San Pedro

ENSAYO A FLEXION DE VIGAS PATRONES A 14 DIAS

Tabla N° 25. Resultado de ensayo a flexión de vigas patrón a los 14 días de curado.

N°	Descripción	F'c diseño Kg/cm2	fecha de moldeo	fecha de rotura	Peso de viguetas (kg)	edad (días)	B	h	L	P	Mr (kg/cm2) PL/ bh^2	Prom. Mr (kg/cm2)
							ancho prom. (cm)	altura prom. (cm)	longitud de tramo (cm)	carga máxima de rotura (kg)		
1	Concreto Patrón	210	22/02/2019	07/03/2019	30.00	14	15.50	15.70	45.00	2818.00	33.19	32.31
2	Concreto Patrón	210	22/02/2019	07/03/2019	29.78	14	15.30	15.60	45.00	2734.00	33.04	
3	Concreto Patrón	210	22/02/2019	07/03/2019	28.45	14	15.70	15.60	45.00	2606.00	30.69	

FUENTE: laboratorio de Mecánica de Suelo – Universidad San Pedro

ENSAYO A FLEXION DE VIGAS PATRONES A 28 DIAS

Tabla N° 26. Resultado de ensayo a flexión de vigas patrón a los 28 días de curado.

N°	Descripción	F'c diseño Kg/cm2	fecha de moldeo	fecha de rotura	Peso de viguetas (kg)	edad (días)	b	h	L	P	Mr (kg/cm2) PL/bh ²	Prom. Mr (kg/cm2)
							ancho prom. (cm)	altura prom. (cm)	longitud de tramo (cm)	carga máxima de rotura (kg)		
1	Concreto Patrón	210	22/02/2019	21/03/2019	29.45	28	15.50	15.30	45.00	2910.00	36.09	35.63
2	Concreto Patrón	210	22/02/2019	21/03/2019	28.35	28	15.40	15.40	45.00	2974.00	36.64	
3	Concreto Patrón	210	22/02/2019	21/03/2019	28.20	28	15.60	15.50	45.00	2846.00	34.17	

FUENTE: laboratorio de Mecánica de Suelo – Universidad San Pedro

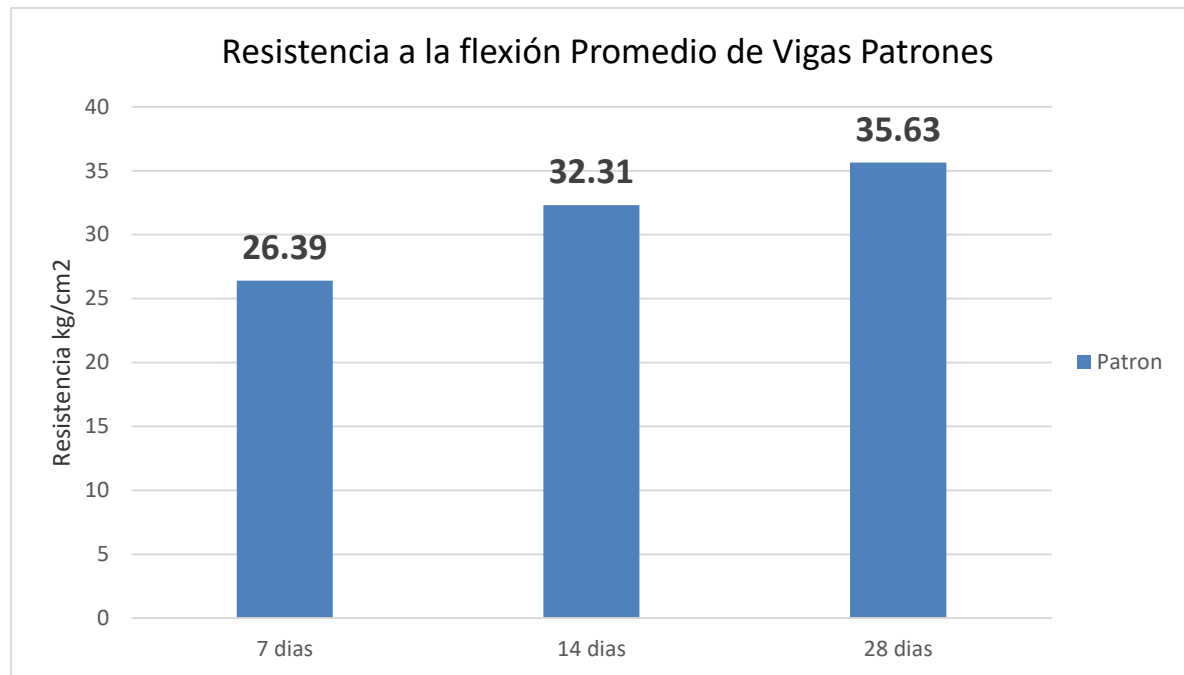


Figura 11: Resistencia a la flexión de vigas patrones.

Fuente: El autor.

ENSAYO A FLEXION DE VIGAS EXPERIMENTALES:

ENSAYO A FLEXION DE VIGAS EXP. A 7 DIAS CON 3% DE PLASTICO PET:

Tabla N° 27. Resultado de ensayo a flexión de vigas experimentales a los 7 días de curado con 3% de PET

N°	Descripción	F'c diseño Kg/cm2	fecha de moldeo	fecha de rotura	Peso de viguetas (kg)	edad (días)	b	h	L	P	Mr (kg/cm2) PL/bh^2	Prom. Mr (kg/cm2)
							ancho prom. (cm)	altura prom. (cm)	longitud de tramo (cm)	carga máxima de rotura (kg)		
1	experimental 3%	210	03/04/2019	09/04/2019	28.00	7	15.40	15.60	45.00	1725.00	20.76	23.90
2	experimental 3%	210	03/04/2019	09/04/2019	28.15	7	15.30	15.40	45.00	1702.00	21.20	
3	experimental 3%	210	03/04/2019	09/04/2019	29.54	7	15.20	15.40	45.00	2383.00	29.75	

FUENTE: laboratorio de Mecánica de Suelo – Universidad San Pedro

ENSAYO A FLEXION DE VIGAS EXP. A 14 DIAS CON 3% DE PLASTICO PET:

Tabla N° 28. Resultado de ensayo a flexión de vigas experimentales a los 14 días de curado con 3% de PET

N°	Descripción	F'c diseño Kg/cm2	fecha de moldeo	fecha de rotura	Peso de viguetas (kg)	edad (días)	b	h	L	P	Mr (kg/cm2) PL/bh^2	Prom. Mr (kg/cm2)
							ancho prom. (cm)	altura prom. (cm)	longitud de tramo (cm)	carga máxima de rotura (kg)		
1	experimental 3%	210	03/04/2019	16/04/2019	28.20	14	15.40	15.50	45.00	2585.00	31.44	31.09
2	experimental 3%	210	03/04/2019	16/04/2019	28.65	14	15.30	15.40	45.00	2515.00	31.19	
3	experimental 3%	210	03/04/2019	16/04/2019	28.00	14	15.50	15.30	45.00	2471.00	30.65	

FUENTE: laboratorio de Mecánica de Suelo – Universidad San Pedro

ENSAYO A FLEXION DE VIGAS EXP. A 28 DIAS CON 3% DE PLASTICO PET:

Tabla N° 29. Resultado de ensayo a flexión de vigas experimentales a los 28 días de curado con 3% de PET

N°	Descripción	F'c diseño Kg/cm2	fecha de moldeo	fecha de rotura	Peso de viguetas (kg)	edad (días)	b	h	L	P	Mr (kg/cm2) PL/bh^2	Prom. Mr (kg/cm2)
							ancho prom. (cm)	altura prom. (cm)	longitud de tramo (cm)	carga máxima de rotura (kg)		
1	experimental 3%	210	03/04/2019	30/04/2019	28.00	28	15.50	15.40	45.00	2788.00	34.13	34.63
2	experimental 3%	210	03/04/2019	30/04/2019	28.50	28	15.40	15.30	45.00	2864.00	35.75	
3	experimental 3%	210	03/04/2019	30/04/2019	28.10	28	15.40	15.20	45.00	2689.00	34.01	

FUENTE: laboratorio de Mecánica de Suelo – Universidad San Pedro

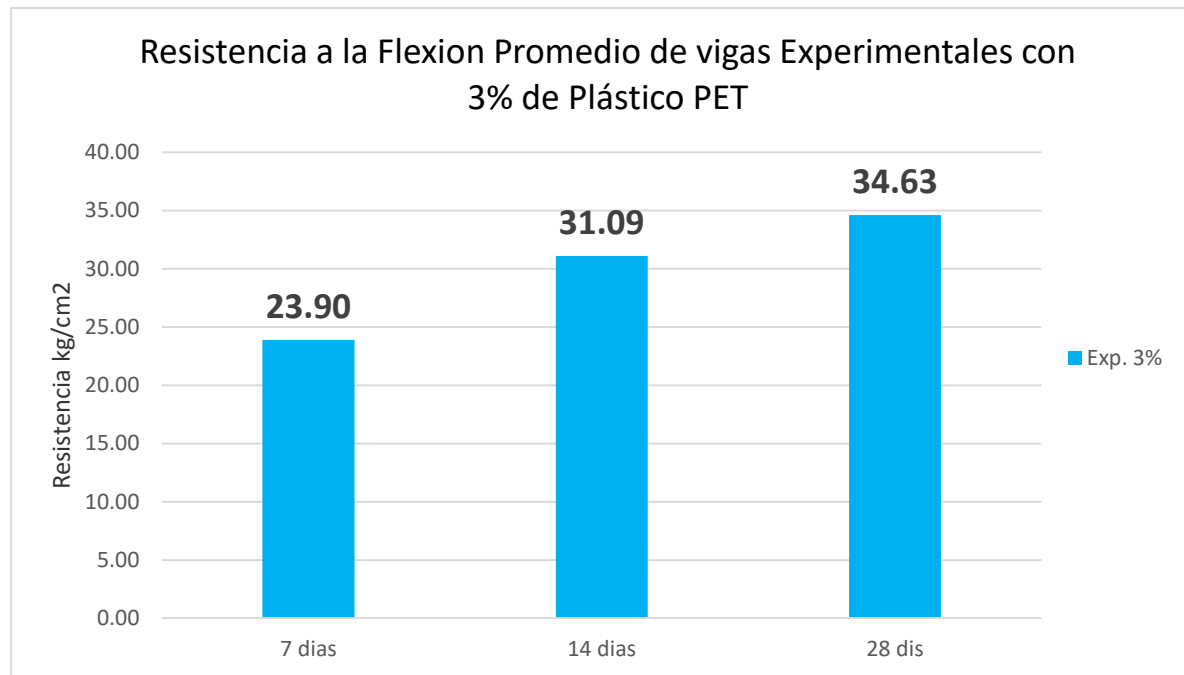


Figura 12: Resistencia a la flexión de vigas patrones.

Fuente: El autor.

ENSAYO A FLEXION DE VIGAS EXP. A 7 DIAS CON 5% DE PLASTICO PET:

Tabla N° 30. Resultado de ensayo a flexión de vigas experimentales a los 7 días de curado con 5% de PET

N°	Descripción	F'c diseño Kg/cm2	fecha de moldeo	fecha de rotura	Peso de viguetas (kg)	edad (días)	b	h	L	P	Mr (kg/cm2) PL/bh^2	Prom. Mr (kg/cm2)
							ancho prom. (cm)	altura prom. (cm)	longitud de tramo (cm)	carga máxima de rotura (kg)		
1	experimental 5%	210	03/04/2019	09/04/2019	28.00	7	15.40	15.20	45.00	2142.00	27.15	30.57
2	experimental 5%	210	03/04/2019	09/04/2019	29.41	7	15.30	15.30	45.00	2573.00	32.47	
3	experimental 5%	210	03/04/2019	09/04/2019	30.00	7	15.20	15.40	45.00	2570.00	32.08	

FUENTE: laboratorio de Mecánica de Suelo – Universidad San Pedro

ENSAYO A FLEXION DE VIGAS EXP. A 14 DIAS CON 5% DE PLASTICO PET:

Tabla N° 31. Resultado de ensayo a flexión de vigas experimentales a los 14 días de curado con 5% de PET

N°	Descripción	F'c diseño Kg/cm2	fecha de moldeo	fecha de rotura	Peso de viguetas (kg)	edad (días)	b	h	L	P	Mr (kg/cm2) PL/bh^2	Prom. Mr (kg/cm2)
							ancho prom. (cm)	altura prom. (cm)	longitud de tramo (cm)	carga máxima de rotura (kg)		
1	experimental 5%	210	03/04/2019	16/04/2019	30.00	14	15.40	15.20	45.00	2660.00	33.64	33.17
2	experimental 5%	210	03/04/2019	16/04/2019	29.78	14	15.40	15.30	45.00	2685.00	33.52	
3	experimental 5%	210	03/04/2019	16/04/2019	30.31	14	15.50	15.50	45.00	2678.00	32.36	

FUENTE: laboratorio de Mecánica de Suelo – Universidad San Pedro

ENSAYO A FLEXION DE VIGAS EXP. A 28 DIAS CON 5% DE PLASTICO PET:

Tabla N° 32. Resultado de ensayo a flexión de vigas experimentales a los 28 días de curado con 5% de PET

N°	Descripción	F'c diseño Kg/cm2	fecha de moldeo	fecha de rotura	Peso de viguetas (kg)	edad (días)	b	h	L	P	Mr (kg/cm2) PL/bh^2	Prom. Mr (kg/cm2)
							ancho prom. (cm)	altura prom. (cm)	longitud de tramo (cm)	carga máxima de rotura (kg)		
1	experimental 5%	210	03/04/2019	30/04/2019	29.45	28	15.10	15.20	45.00	2763.00	35.64	36.25
2	experimental 5%	210	03/04/2019	30/04/2019	28.35	28	15.20	15.10	45.00	2980.00	38.69	
3	experimental 5%	210	03/04/2019	30/04/2019	30.24	28	15.20	15.20	45.00	2687.00	34.43	

FUENTE: laboratorio de Mecánica de Suelo – Universidad San Pedro

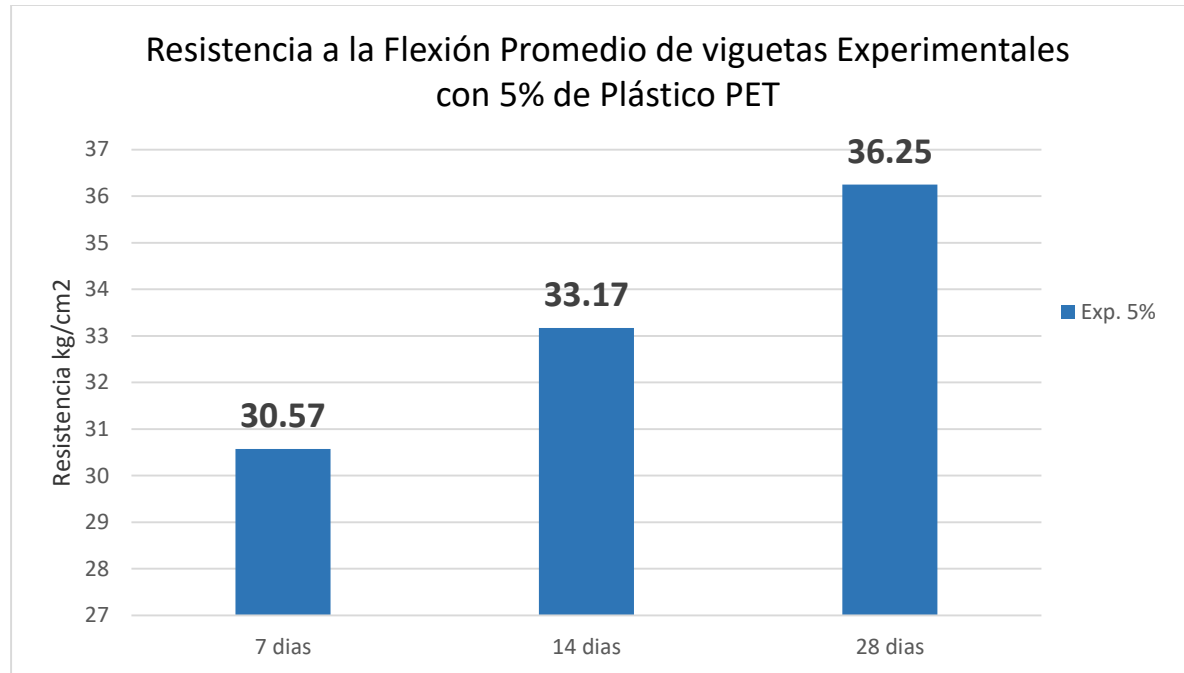


Figura 13: Resistencia a la flexión de vigas patrones.

Fuente: El autor.

Tabla N° 33. Resistencia a flexión de vigas a los 7 días.

Días de curado	Resistencia de concreto según sustitución		
	Patrón	Experimental 3%	experimental 5%
7	26.39	23.90	30.57

FUENTE: laboratorio de Mecánica de Suelo – Universidad San Pedro

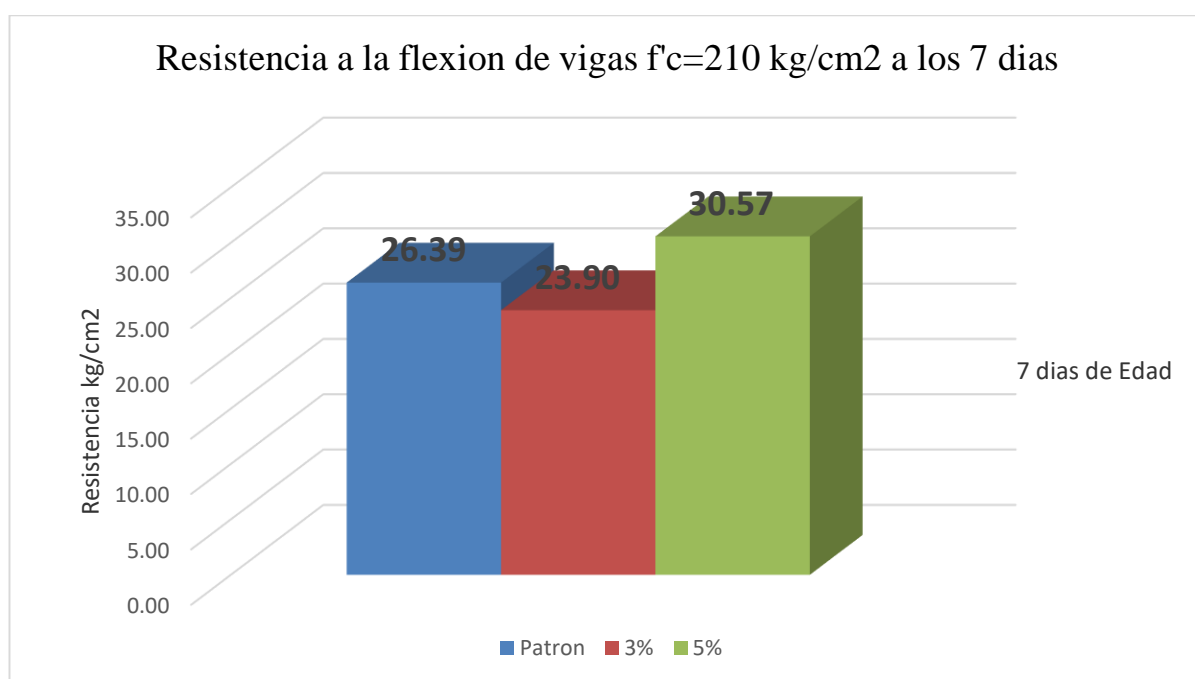


Figura 14: Resistencia a la flexión a los 7 días.

Fuente: El autor.

Interpretación del resultado:

En el ensayo de flexión a los 7 días de curado se puede apreciar que con el 5% de sustitución del Plástico PET aumenta la resistencia en un 4.18 kg/cm² con relación al patrón, lo cual siendo el porcentaje que mayor se comportó a esta edad.

Tabla N° 34. Resistencia a flexión de vigas a los 14 días.

Días de curado	Resistencia de concreto según sustitución		
	Patrón	Experimental 3%	experimental 5%
14	32.31	31.09	33.17

FUENTE: laboratorio de Mecánica de Suelo – Universidad San Pedro

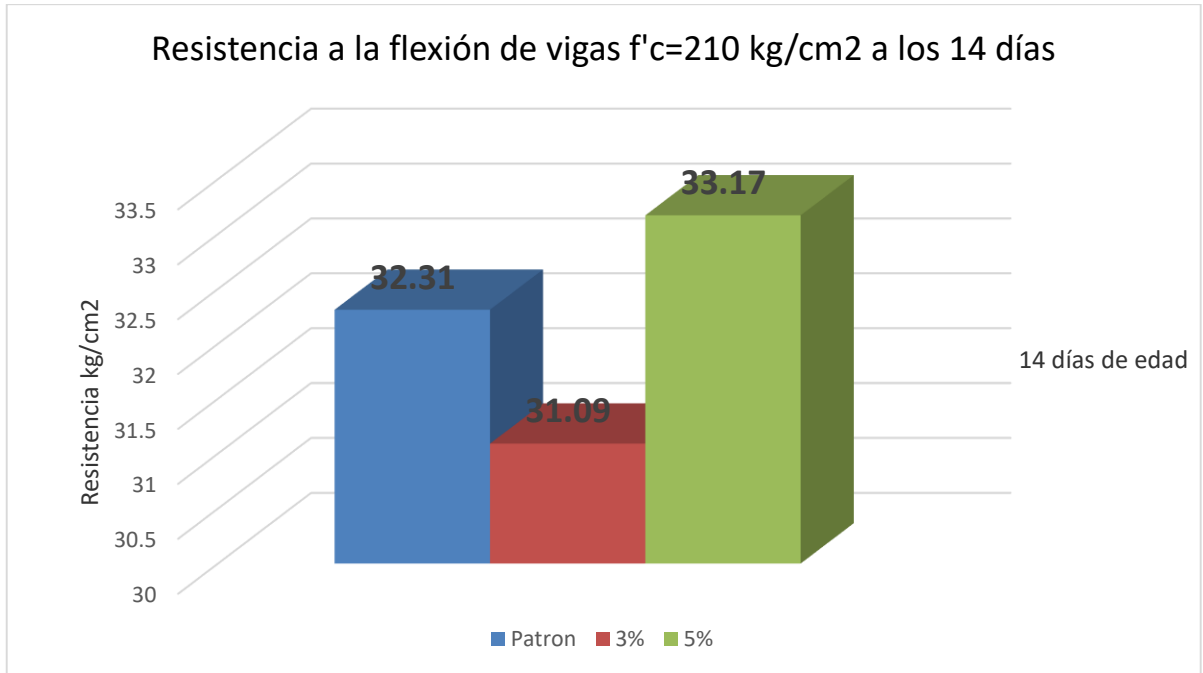


Figura 15: resistencia a la flexión a los 14 días.

Fuente: El Autor

Interpretación del resultado:

En el ensayo de flexión a los 14 días de curado se puede apreciar que con el 5% de sustitución del Plástico PET aumentan la resistencia en un 0.86 kg/cm² con relación al patrón, lo cual siendo el porcentaje que mayor se comportó a esta edad.

Tabla N° 35. Resistencia a flexión de vigas a los 28 días.

Días de curado	Resistencia de concreto según sustitución		
	Patrón	Experimental 3%	Experimental 5%
28	35.63	34.63	36.25

FUENTE: laboratorio de Mecánica de Suelo – Universidad San Pedro

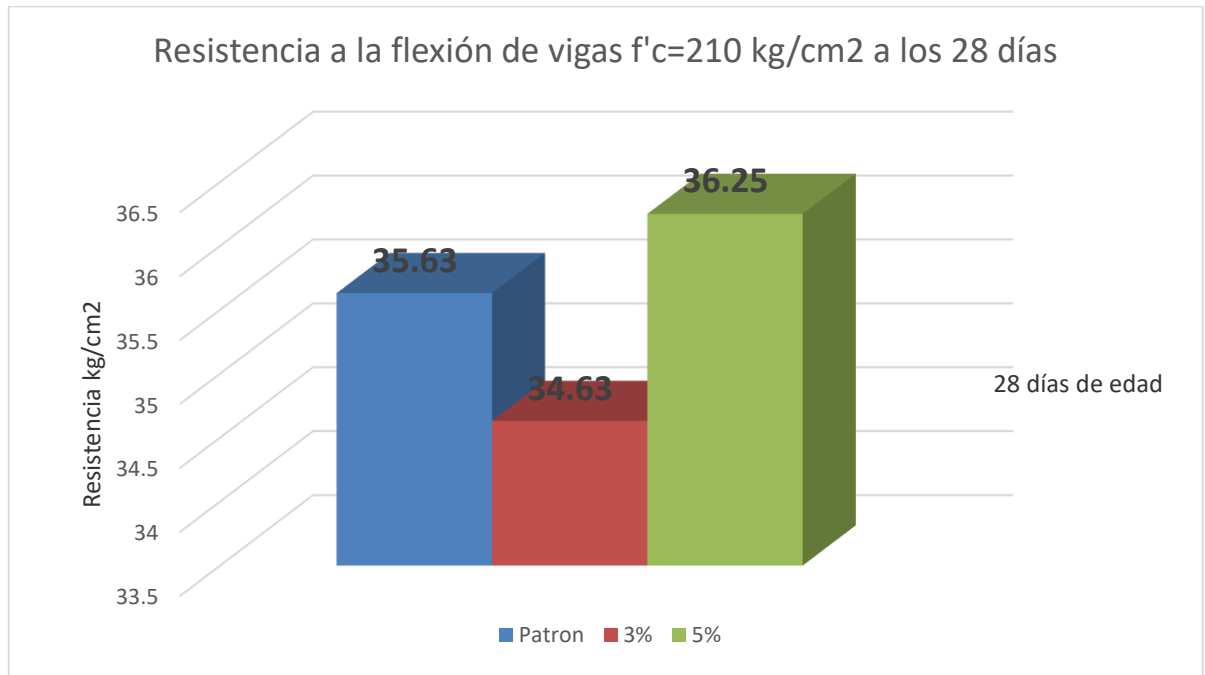


Figura 16: resistencia a la flexión a los 14 días.

Fuente: El Autor

Interpretación del resultado:

En el ensayo de flexión a los 28 días de curado se puede apreciar que con el 5% de sustitución del Plástico PET aumentan la resistencia en un 0.62 kg/cm² con relación al patrón, lo cual siendo el porcentaje que mayor se comportó a esta edad.

De los resultados obtenidos de la prueba a flexión, se registraron los siguientes datos de resistencia promedio a flexión en la vigueta patrón y experimental.

Tabla N° 36. Resumen de las resistencias a la flexión de vigas de concreto con sustitución de agregado grueso por PET patrón y experimentales a diferentes días de curado

Días de curado	Resistencia a la flexión con porcentaje PET		
	Patrón	3%	5%
7	26,39	23,9	30,57
14	32,31	31,09	33,17
28	35,63	34,63	36,25

Fuente: Resultados de los ensayos del laboratorio, USP

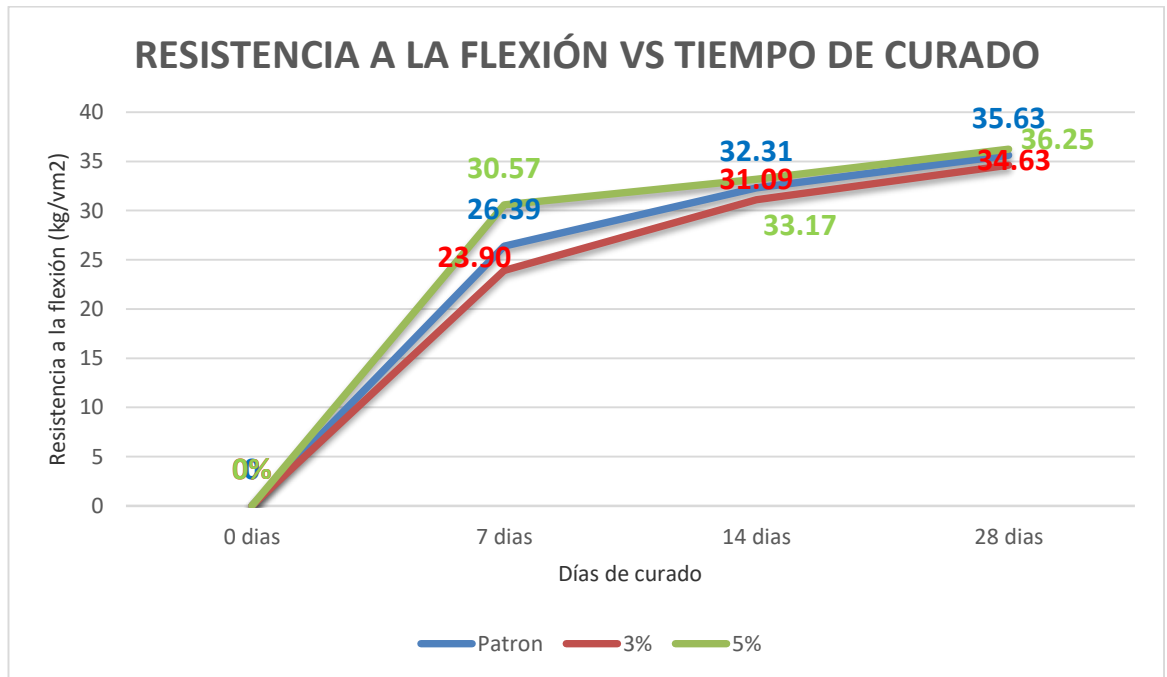


Figura 17: Resistencia a la flexión vs tiempo de curado.

Fuente: El Autor

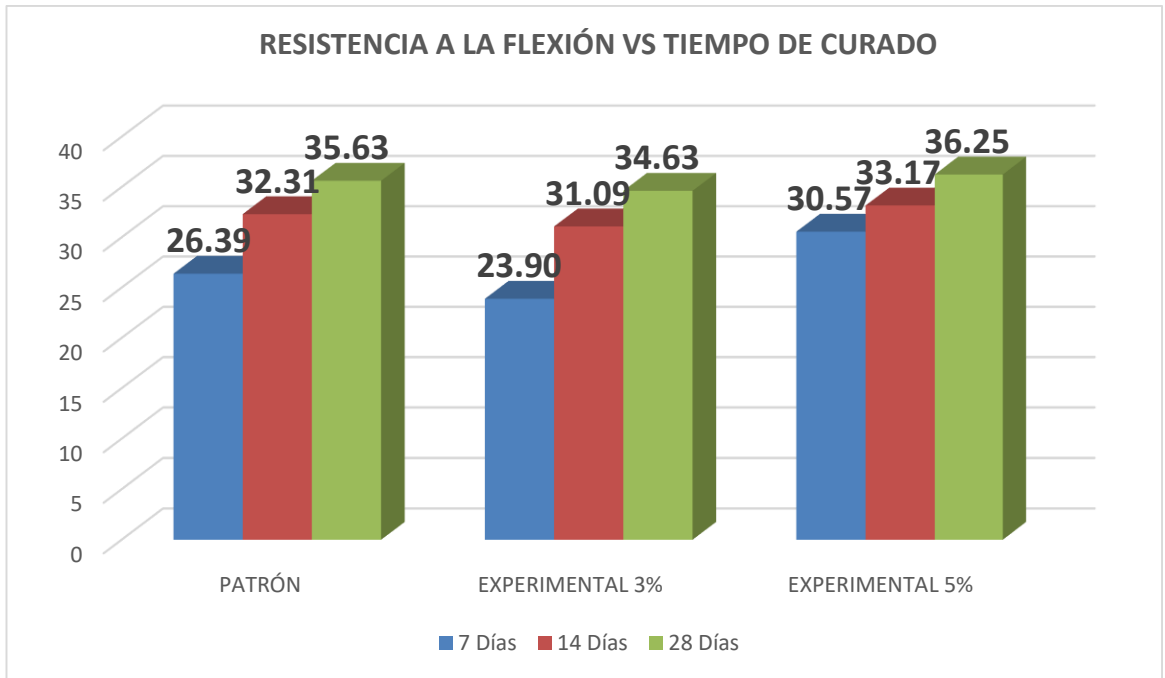


Figura 18: resistencia a la flexión vs tiempo de curado.

Fuente: El Autor.

De acuerdo a los resultados obtenidos en los ensayos a flexión efectuados en vigas de concreto $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ a los 7, 14 y 28 días, muestran que el concreto con Plástico PET al 5% a los 28 días de curado, posee mayor resistencia a la flexión en 36.25 kg/cm^2 , que representa el 1.74% mayor con respecto a la viga patrón que sólo alcanzo el 35.63 kg/cm^2 .

Después de verificar el cumplimiento de los supuestos de normalidad con Shapiro – Wilk (con un $p > 0.05$ para cada tratamiento) y homogeneidad de varianzas con la prueba de Levene ($p = 0.519$ y $p > 0.05$) de las resistencias medias obtenidas en las vigas de concreto en cada tratamiento (sustitución de agregado grueso por un porcentaje de PET) se procedió a realizar la prueba ANOVA.

Tabla N° 37. Cálculo de la prueba ANOVA para verificar las diferencias entre las medias de las resistencias a la flexión de las vigas de concreto.

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig
Sustitución de agregado grueso x PET	17,973	2	8,986	4,347	,099
Días de curado	111,503	2	55,752	26,970	,005
Error	8,269	4	2,067		
Total	362,394	8			

Fuente: Resultados de los ensayos del laboratorio, USP.

En la tabla 37: se puede visualizar que para la sustitución de un porcentaje del agregado grueso por PET (en 0%, 3% y 5%) el $p\text{-value} > \alpha$ ($p = 0.099$, $p > 0.05$) entonces podemos decir que los datos muestran suficientes evidencias para aceptar la hipótesis nula (H_0 : resistencias a la flexión iguales). Por lo que podemos concluir que con nivel de 5% de significancia las resistencias medias de flexión (en kg/cm^2) logradas en las vigas de concreto, con sustitución de un porcentaje del agregado grueso por PET en 0%, 3%, y 5%, son iguales. Es decir, no existe una diferencia significativa entre las resistencias medias de flexión de las vigas de concreto.

También se tienen que para los días de curado $p\text{-value} < \alpha$ ($p = 0.005$, $p < 0.05$) entonces podemos decir que las resistencias medias de flexión de las vigas de concreto son diferentes a consecuencia de los días de curado (existe un efecto significativo de los días de curado en las resistencias medias de flexión).

IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADO.

En este capítulo se analiza cada uno de los resultados de las resistencias a la flexión obtenidos para la fabricación de las vigas patrón y experimentales, así también como las características, su alcalinidad y el comportamiento del plástico PET en 3% y 5%, En base a lo expuesto en los objetivos específicos.

- **las propiedades físicas - mecánico del PET.**

La incorporación de un material plástico PET ha sido reciclado, de forma manual se lavó y mecánicamente fue fragmentado en piezas irregulares de un tamaño aproximado de 3/8" (9.52 mm) a 1" (25.40 mm) posteriormente aplicados en forma de sustitución en la conformación de un nuevo material para la construcción "concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ", tal como como Beltrán, L. (1986) en su tesis de Grado "hormigón reforzado con fibras de polipropileno" y por los resultados obtenidos de resistencia a la flexión superiores a un concreto convencional pueden aplicarse en la construcción de diversas obras, especialmente a pavimentación rígida, las cuales están expuestas a esfuerzos de flexión en las esquinas, por lo que el autor se permite recomendar dicho uso en el capítulo correspondiente.

- **Relación agua cemento del concreto patrón y experimentales.**

Los resultados obtenidos mediante el diseño de mezcla Método ACI, muestran que las probetas patrón tienen una relación agua-cemento (a/c) por teoría es igual a las probetas experimentales de 0.684, las probetas patrón tienen una relación agua-cemento (a/c) Corregido por Humedad de 0.686, mientras que las probetas experimentales de sustitución del agregado grueso por 3% y 5% de plástico PET tienen una relación agua-cemento (a/c) Corregido por Humedad de 0.703, en ambos casos,

Los resultados de relación agua-cemento son casi homogéneos tanto del concreto patrón y experimentales, esto permiten un concreto con similar trabajabilidad la cual está definida por la mayor o menor dificultad para el mezclado, transporte, colocación y compactación del concreto Rivva, (2000), cumpliendo con nuestro

diseño plantado inicialmente que se encuentra en el intervalo de (3" a 4") y el asentamiento del concreto con la sustitución del 3% y 5% de agregado grueso por PET resulto un asentamiento plástico de 3.50", indicando que el material experimental absorbe mayor cantidad de agua.

- **Ph (Potencial hidrogeno) del plástico PET y el agregado grueso.**

Los resultados mostrados en la Tabla 20 nos indica que el agregado grueso es un material acido con 5.49 y el material plástico PET tiene un potencial hidrogeno mucho más bajo de 4.36 tal como se comprueba en los estudios realizados por Barros V. (2012) en su tesis de grado "Diseño de hormigones con fibras de polipropileno para resistencias a la flexión de 21 y 28 Mpa con agregados de la cantera de Pifo" las fibras de polipropileno es económico e inerte a ambientes de pH alto y además fácil de dispersar no tendrá efectos nocivos en el concreto experimental" este valor de ph del PET indica que el contenido total de ácido en el plástico PET, se suele concretar valorando con hidróxido sódico.

- **Resistencia a la flexión del concreto patrón y experimental a los 7, 14 y 28 días de curado y comparar los resultados mediante la valides estadístico**

Nuestros resultados de la resistencia a la flexión de las vigas de concreto patrón y experimentales tiene un crecimiento progresivo respecto a los días de curado según se aprecia en la figura 17. Lo que confirma lo señalado por Y coincide con

Con respecto a los ensayos de la resistencia a la flexión de las vigas en el concreto patrón ($f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$), a los 7 días se puede notar en la **figura N°11** se obtiene una resistencia promedio de 26.39 kg/cm^2 , a los 14 días se obtiene una resistencia promedio de 32.31 kg/cm^2 y a los 28 días se obtiene una resistencia promedio de 35.63 kg/cm^2 . En comparación a los ensayos a la compresión en el concreto experimental con 3% de sustitución del agregado grueso por plástico PET, a los 7 días se puede notar en la **figura N°12** que al sustituir el 3% se obtiene una resistencia promedio de 23.90 kg/cm^2 , a los 14 días se obtiene una resistencia promedio de 31.09 kg/cm^2 y a los 28 días se obtiene una resistencia promedio de 34.63 kg/cm^2 . Estos resultados reflejan que los resultados de las resistencias a la flexion en este primer concreto experimental están por debajo del concreto patrón.

En comparación a los ensayos a la flexión en el concreto experimental con 5% de sustitución del agregado grueso por plástico PET, a los 7 días se puede notar en la **figura N°13** que al sustituir el 5% se obtiene una resistencia promedio de 30.57 kg/cm^2 , a los 14 días se obtiene una resistencia promedio de 33.17 kg/cm^2 y a los 28 días se obtiene una resistencia promedio de 36.25 kg/cm^2 . Estos resultados están por encima en un 1.73% respecto a las resistencias a la flexión del concreto patrón.

Por lo tanto, la hipótesis planteada fue: “La sustitución del plástico PET fragmentado al 3% y 5% incrementará la resistencia a la flexión de un concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, entonces se obtendrá una mayor resistencia a la flexión” se cumple con el porcentaje de 5% luego de realizar los diferentes ensayos de laboratorio en las vigas de concreto, por tanto, nuestra hipótesis se cumple en uno de los porcentajes parcialmente.

V. CONCLUSIONES

De la hipótesis planteada podemos concluir que se cumple para la sustitución del agregado por plástico PET fragmentado al 5% ya que mejora la resistencia a la flexión respecto a la de un concreto convencional; la variación de la resistencia a la flexión del concreto está en función a los distintos porcentajes utilizados del Plástico PET fragmentado.

Según el estudio de las propiedades físico-mecánicas pude concluir que el Plástico PET fragmentado tiene mayor contenido de humedad con relación al agregado grueso ya que es un material compuesto.

Se determinó la relación agua cemento, siendo el factor más importante en el diseño de mezclas del concreto, se tomó en cuenta el tamaño máximo nominal y tipo de agregado, llegándose a considerar la relación A/C

Corregido por Humedad = 0.69, 0.70 y 0.70. para el concreto patrón y experimentales respectivamente.

Las muestras son ácida y fuertemente ácidas resultando menor a la del agregado grueso, obteniendo las combinaciones del 3% y 5% valores de 5.14 y 5.06.

La resistencia a la flexión obtenida del concreto patrón a los 28 días fue de 35.63 kg/cm², la resistencia del concreto con sustitución del 3% llegó a una resistencia de 34.63 kg/cm², con sustitución del 5% llegó a una resistencia de 36.25 kg/cm².

El concreto experimental que mejor comportamiento tuvo a los 28 días, según los resultados obtenidos, demuestran que es de la sustitución del 5% de Plástico PET fragmentado, que obtuvo una resistencia de 36.25 kg/cm².

La resistencia a la flexión del concreto experimental con sustitución del 5% del agregado supero en 1.68% respecto a la resistencia a la flexión al concreto convencional.

VI. RECOMENDACIONES

La utilización de materiales provenientes del reciclaje tales como el PET, debido a que favorecería a la disminución en la contaminación ambiental.

Estudiar las resistencias para viguetas con más días de curado y comparar los resultados con los de la presente investigación.

De acuerdo a la tendencia de resistencias a la flexión, se recomienda la utilización de porcentajes de sustitución del agregado grueso por plástico PET tales como 8%, 10%, 15% y 20%

El uso de concreto con sustitución del 5% del agregado grueso por Plástico PET puede ser utilizados en pavimentos rígidos.

El concreto sustituido por el Plástico PET al transcurso del tiempo tendrá una falla estructural, por motivo de que el Plástico PET tiene mucha acides.

VII. AGRADECIMIENTO.

Mis eternos agradecimientos a mis padres Rufina Castillo Agüero, Claudio C. Ramírez Rodríguez y mis Hermanos, por su apoyo en La condición de mi vida profesional basado en los principios morales; su gran amor de padres que tanto he necesitado y que siempre necesitare en mi vida profesional.

Quiero expresar mi profundo agradecimiento a los distinguidos maestros de la escuela de Ingeniería Civil de la San Pedro Huaraz, quienes con sus sabias enseñanzas y ejemplos me guiaron y orientaron durante el tiempo que tuve la condición de estudiante y coadyuvaron a mi desarrollo profesional y personal, sobre todo mi reconocimiento a mi asesor Ing. LOPEZ CARRANZA RUBEN

Finalmente, a todas aquellas personas que de una u otra forma me brindaron su colaboración y apoyo para la realización y culminación del presente trabajo de investigación. Gracias.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Beltrán L., “Hormigón reforzado con fibras de polipropileno”, Tesis de Grado de la Escuela Politécnica Nacional, pp. 41, Quito, (1986).

Bravo, J. (2003). Comportamiento mecánico del Hormigón reforzado con fibras.

Carbajal, E. P. (1998-1999). Topicos de Tecnologia del Concreto. Lima: CIP-Consejo Nacional.

Concreto, I. E. (2007). El manual de Pepe Hormigón. Quito: INECYC

Fundación para la Investigación y el Desarrollo Ambiental. Reciclaje por materiales. Tereftalato de polietileno. Obtenido de <http://www.fida.es:8001/fida/visNot?id=7df051f76b411a4a92b25585c374fc>

Hernández et al. 2010

López, E. R. (2012). Diseño de Mezclas. Lima.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2016). Manual de ensayo de Materiales, Peru.

Méndez. (2012).

Norma Técnica Peruana NTP 334.090, INDECOPI 2013.

Ramírez Palma, Náyade Irene (2006) Estudio de la utilización de PET de neumáticos en mezclas Asfálticas en caliente mediante proceso seco. Universidad de Chile.

- Resistencia de concreto a flexión. Texto completo en
<http://www.duravia.com.pe/blog/wp-content/uploads/Resistencia-Concreto-ACI-ICA-version-web.pdf>
- Rivva Lopez, E. (2000). Naturaleza y Materiales del Concreto. (A. Gomez, K. Ramos, & R. Herrera, Edits) Lima: ACI Peru.
- Sánchez de Guzmán, Diego (2001:19). Tecnología del concreto y del mortero. Quinta edición. Bhandra editores S.A. Ltda.
- Serrano, M. F. (2010). Influencia de las propiedades mecánicas de los agregados en el módulo de elasticidad del concreto. Reporte de Investigación financiada por la Dirección General de Investigaciones de la Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga.
- Serrano, M.F. y Pérez, D.D. (2010). Análisis de sensibilidad para estimar el módulo de elasticidad estático del concreto. Concreto y Cemento: Investigación y Desarrollo. Vol. 2, N°. 1, Julio – Diciembre, pp. 17- 30.
- Serrano, M.F. y Pérez, D.D. (2010). Análisis de sensibilidad para estimar el módulo de elasticidad estático del concreto. Concreto y Cemento: Investigación y Desarrollo. Vol. 2, N°. 1, Julio – Diciembre, pp. 17- 30.
- Tecnología del Plástico. Texto completo en
<http://www.plastico.com/temas/El-reciclaje-de-PET-esta-en-su-mejor-momento+3084014>

IX. ANEXOS

ANEXO N° 01

Matriz de Consistencia

TITULO: RESISTENCIA A FLEXIÓN DE UN CONCRETO SUSTITUYENDO EL AGREGADO GRUESO CON 3% Y 5% DE PLASTICO PET

PROBLEMA	OBGETIVO	HIPOTESIS	VARIABLES
<p>¿Cuál es la resistencia a la flexión de un concreto de $F'c=210$ kg/cm² sustituyendo el agregado grueso con 3% y 5% de plástico PET fragmentado?</p>	<p>GENERAL</p> <p>Determinar la resistencia a la flexión de un concreto de $F'c = 210$ kg/cm² cuando se le sustituye con 3% y 5% de plástico PET fragmentado.</p> <p>ESPECIFICOS</p> <p>Determinar las propiedades físicas del PET.</p> <p>Realizar el diseño de mezcla para un concreto de $F'c = 210$ kg/cm²</p> <p>Determinar el PH (Potencial hidrogeno) del plástico PET.</p> <p>Determinar la resistencia a la flexión del concreto $F'c = 210$ kg/cm² con 0%, 3%, 5% sustituyendo el plástico PET a los 7, 14 y 28 días de curado</p>	<p>La sustitución del 3% y 5% de plástico de PET fragmentado incrementara la resistencia a la flexión de un concreto $F'c = 210$ kg/cm²</p>	<p>VARIABLE INDEPENDIENTE</p> <p>plástico PET fragmentado</p> <p>VARIABLES DEPENDIENTE</p> <p>Resistencia del concreto a la flexión</p>

ANEXO N° 02

Ensayos de laboratorio de

Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales

Universidad San Pedro



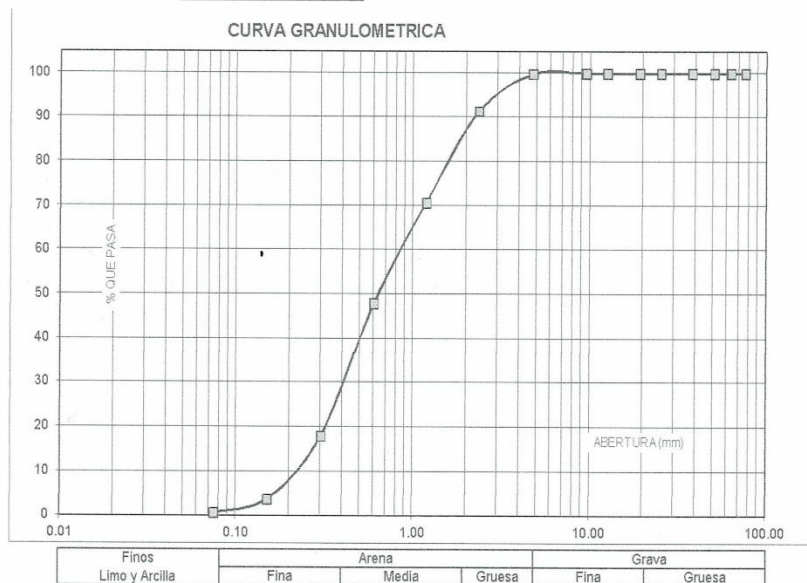
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO FINO
(ASTM C 136-06)

SOLICITA : BACH. RAMIREZ CASTILLO ALEX
 TESIS : RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE UN CONCRETO SUSTITUYENDO EL AGREGADO GRUESO
 CON 3% Y 5% DE PLÁSTICO PET
 LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
 CANTERA : RUBEN
 MATERIAL : ARENA GRUESA
 FECHA : 22/05/2019

TAMIZ	Peso retenido	% ret. Parcial	% ret. Acumu.	% Que pasa
Nº	Abert.(mm)	(gr.)	(%)	(gr.)
3"	76.20	0.0	0.0	100.0
2 1/2"	63.50	0.0	0.0	100.0
2"	50.80	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	38.10	0.0	0.0	100.0
1"	25.40	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.10	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.50	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.52	0.0	0.0	100.0
Nº 4	4.76	1.5	0.2	99.8
Nº 8	2.36	68.3	8.4	91.5
Nº 16	1.18	168.5	20.6	79.8
Nº 30	0.60	186.2	22.8	77.2
Nº 50	0.30	245.3	30.0	70.0
Nº 100	0.15	115.6	14.2	85.8
Nº 200	0.08	25.9	3.2	96.8
PLATO	ASTM C-117-04	5.2	0.6	99.4
TOTAL		816.5	100.0	

PROPIEDADES FÍSICAS	
Módulo de Fineza	2.68

OBSERVACIONES
La Muestra tomada identificada por el solicitante.



Finos Limo y Arcilla	Arena			Grava	
	Fina	Media	Gruesa	Fina	Gruesa

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
 M. Sc. Solar



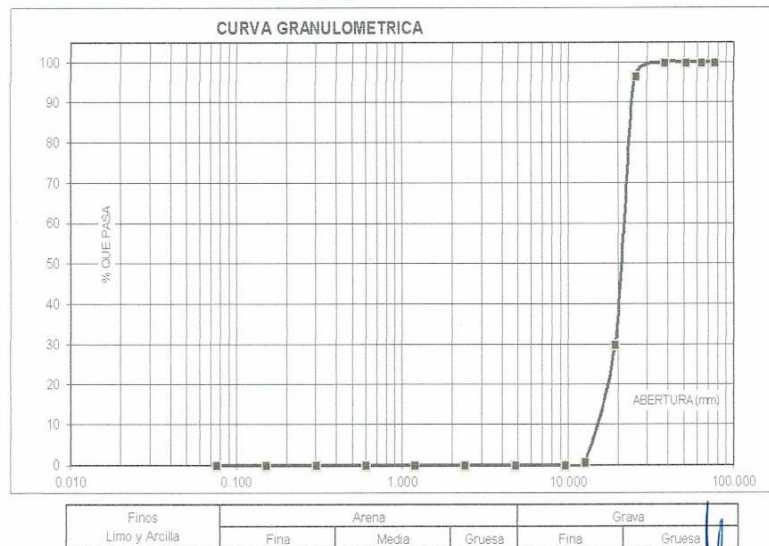
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO GRUESO
(ASTM C 136-06)

SOLICITA : BACH RAMIREZ CASTILLO ALEX
 TESIS : RESISTENCIA A LA FLEXION DE UN CONCRETO SUSTITUYENDO EL AGREGADO GRUESO
 CON 3% Y 5% DE PLASTICO PET
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 CANTERA : RUBEN
 MATERIAL : PIEDRA CHANCADA
 FECHA : 22/05/2019

TAMIZ	Abert.(mm)	Peso retenido (gr.)	% ret. Parcial (%)	% ret. Acumu (%)	% Que pasa (gr.)
Nº 3"	76.200	0.0	0.0	0.0	100.0
2 1/2"	63.500	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	50.800	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	38.100	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	25.400	35.2	3.5	3.5	96.5
3/4"	19.100	668.6	66.4	69.9	30.1
1/2"	12.500	294.7	29.3	99.2	0.8
3/8"	9.520	7.7	0.8	100.0	0.0
Nº 4	4.760	0.0	0.0	100.0	0.0
Nº 8	2.360	0.0	0.0	100.0	0.0
Nº 16	1.180	0.0	0.0	100.0	0.0
Nº 30	0.800	0.0	0.0	100.0	0.0
Nº 50	0.300	0.0	0.0	100.0	0.0
Nº 100	0.150	0.0	0.0	100.0	0.0
Nº 200	0.075	0.0	0.0	100.0	0.0
PLATO	ASTM C-117-04	0	0.0	100.0	0.0
TOTAL		1006.2	100.0		

PROPIEDADES FÍSICAS	
Tamaño Máximo Nominal	3/4"
Huso	Nº 5 Ref. (ASTM C-33)

OBSERVACIONES
La Muestra tomada identificada por el solicitante



Finos Limo y Arcilla	Arena			Grava	
	Fina	Media	Gruesa	Fina	Gruesa

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 Lic. Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
Mg. Miguel Solar Jara
 JEFE



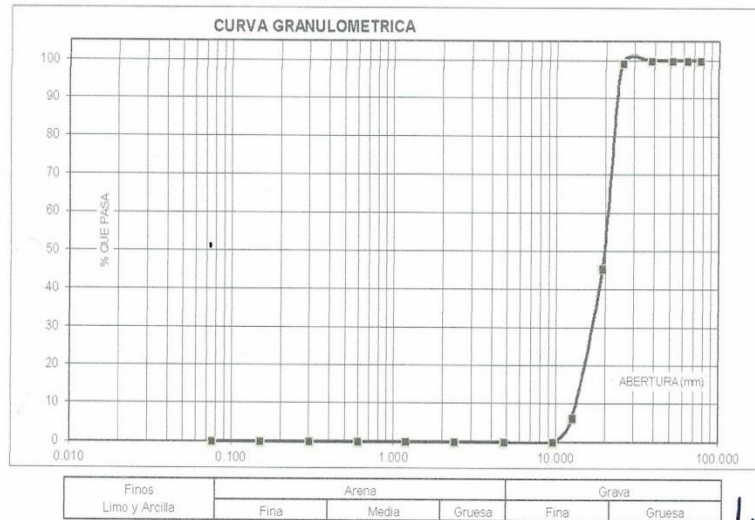
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL PLÁSTICO PET
(ASTM C 136-06)

SOLICITA : BACH RAMIREZ CASTILLO ALEX
 TESIS : RESISTENCIA A LA FLEXION DE UN CONCRETO SUSTITUYENDO EL AGREGADO GRUESO
 CON 3% Y 5% DE PLÁSTICO PET
 LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
 CANTERA : RUBEN
 MATERIAL : PIEDRA CHANCADA
 FECHA : 22/05/2019

TAMIZ	Peso retenido	% ret. Parcial	% ret. Acumu.	% Que pasa
Nº	Abert.(mm)	(gr.)	(%)	(%)
3"	76.200	0.0	0.0	100.0
2 1/2"	63.500	0.0	0.0	100.0
2"	50.800	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	38.100	0.0	0.0	100.0
1"	25.400	1.5	0.8	99.2
3/4"	19.100	98.6	53.8	45.4
1/2"	12.500	71.5	39.0	6.3
3/8"	9.520	11.6	6.3	100.0
Nº 4	4.760	0.0	0.0	100.0
Nº 8	2.360	0.0	0.0	100.0
Nº 16	1.180	0.0	0.0	100.0
Nº 30	0.600	0.0	0.0	100.0
Nº 50	0.300	0.0	0.0	100.0
Nº 100	0.150	0.0	0.0	100.0
Nº 200	0.075	0.0	0.0	100.0
PLATO	ASTM C-117-04	0	0.0	100.0
TOTAL		183.2	100.0	

PROPIEDADES FÍSICAS	
Tamaño Máximo Nominal	3/4"
Huso	Nº 5 Ref. (ASTM C-33)

OBSERVACIONES
La Muestra tomada identificada por el solicitante



Finos Limo y Arcilla	Arena			Grava	
	Fina	Media	Gruesa	Fina	Gruesa

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 LAB. MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
 Mg. Miguel Solar Jara
 I.E.P.E.



CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO FINO
(ASTM D-2216)

SOLICITA : BACH.RAMIREZ CASTILLO ALEX
TESIS : RESISTENCIA A LA FLEXION DE UN CONCRETO SUSTITUYENDO EL AGREGADO GRUESO
CON 3% Y 5% DE PLASTICO PET
LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
CANTERA : RUBEN
MATERIAL : ARENA GRUESA
FECHA : 22/05/2019

PRUEBA N°	01	02
TARA N°		
TARA + SUELO HUMEDO (gr)	950.8	946.6
TARA + SUELO SECO (gr)	947.7	943.4
PESO DEL AGUA (gr)	3.1	3.2
PESO DE LA TARA (gr)	209.3	187.8
PESO DEL SUELO SECO (gr)	738.4	755.6
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.42	0.42
PROM. CONTENIDO HUMEDAD (%)	0.42	


UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA
Lab. Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
Mg. Miguel Solar Jara
JEFE



**CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO GRUESO
(ASTM D-2216)**

SOLICITA : BACH.RAMIREZ CASTILLO ALEX
TESIS : RESISTENCIA A LA FLEXION DE UN CONCRETO SUSTITUYENDO EL AGREGADO GRUESO
CON 3% Y 5% DE PLASTICO PET
LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
CANTERA : RUBEN
MATERIAL : PIEDRA CHANCADA
FECHA : 22/05/2019

PRUEBA N°	01	02
TARA N°		
TARA + SUELO HUMEDO (gr)	1092.9	1179.9
TARA + SUELO SECO (gr)	1089	1176.5
PESO DEL AGUA (gr)	3.9	3.4
PESO DE LA TARA (gr)	169.6	200
PESO DEL SUELO SECO (gr)	919.4	976.5
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.42	0.35
PROM. CONTENIDO HUMEDAD (%)	0.39	


UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA
Lto. Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
Mg. Miguel Solar Jara
JERE



**CONTENIDO DE HUMEDAD DEL PLASTICO PET
(ASTM D-2216)**

SOLICITA : BACH.RAMIREZ CASTILLO ALEX
TESIS : RESISTENCIA A LA FLEXION DE UN CONCRETO SUSTITUYENDO EL AGREGADO GRUESO
CON 3% Y 5% DE PLASTICO PET
LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
CANTERA : RUBEN
MATERIAL : ARENA GRUESA
FECHA : 22/05/2019

PRUEBA N°	01	02
TARA N°		
TARA + SUELO HUMEDO (gr)	286.7	300.2
TARA + SUELO SECO (gr)	286.2	299.4
PESO DEL AGUA (gr)	0.5	0.8
PESO DE LA TARA (gr)	188.6	187.6
PESO DEL SUELO SECO (gr)	97.6	111.8
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.51	0.72
PROM. CONTENIDO HUMEDAD (%)	0.61	


UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA
Lab. Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
Mg. Miguel Solar Jara
JEFE



PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO

SOLICITA : BACH RAMIREZ CASTILLO ALEX
TESIS : RESISTENCIA A LA FLEXION DE UN CONCRETO SUSTITUYENDO EL AGREGADO GRUESO
CON 3% Y 5% DE PLASTICO PET
LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
CANTERA : RUBEN
MATERIAL : ARENA GRUESA
FECHA : 22/05/2019

PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	7728	7664	7696
Peso de molde	3300	3300	3300
Peso de muestra	4428	4364	4396
Volumen de molde	2750	2750	2750
Peso unitario (Kg/m ³)	1610	1587	1599
Peso unitario prom. (Kg/m³)		1599	
CORREGIDO POR HUMEDAD		1592	

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	8158	8168	8162
Peso de molde	3300	3300	3300
Peso de muestra	4858	4868	4862
Volumen de molde	2750	2750	2750
Peso unitario (Kg/m ³)	1767	1769	1768
Peso unitario prom. (Kg/m³)		1768	
CORREGIDO POR HUMEDAD		1761	


UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA
Lab. Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
Mg. Miguel Solar Jara
I. I. E.



PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO

SOLICITA : BACH RAMIREZ CASTILLO ALEX
TESIS : RESISTENCIA A LA FLEXION DE UN CONCRETO SUSTITUYENDO EL AGREGADO GRUESO
CON 3% Y 5% DE PLASTICO PET
LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
CANTERA : RUBEN
MATERIAL : PIEDRA CHANCADA
FECHA : 22/05/2019

PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	18800	18650	18725
Peso de molde	5050	5050	5050
Peso de muestra	13750	13600	13675
Volumen de molde	9300	9300	9300
Peso unitario (Kg/m3)	1478	1462	1470
Peso unitario prom. (Kg/m3)	1470		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1465		

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	19800	20000	19900
Peso de molde	5050	5050	5050
Peso de muestra	14750	14950	14850
Volumen de molde	9300	9300	9300
Peso unitario (Kg/m3)	1588	1608	1597
Peso unitario prom. (Kg/m3)	1597		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1591		


UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA
Lab. Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
Mg. Miguel Solar Jara
JEFE



PESO UNITARIO DEL PLASTICO PET

SOLICITA : BACH. RAMIREZ CASTILLO ALEX
TESIS : RESISTENCIA A LA FLEXION DE UN CONCRETO SUSTITUYENDO EL AGREGADO GRUESO
CON 3% Y 5% DE PLASTICO PET
LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
CANTERA : RUBEN
MATERIAL : PIEDRA CHANCADA
FECHA : 22/05/2019

PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	01	02	03
Peso de molde + muestra	6910	6900	6850
Peso de molde	5050	5050	5050
Peso de muestra	1860	1850	1800
Volumen de molde	9300	9300	9300
Peso unitario (Kg/m ³)	200	199	194
Peso unitario prom. (Kg/m³)		197	
CORREGIDO POR HUMEDAD		197	

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	01	02	03
Peso de molde + muestra	7300	7250	7270
Peso de molde	5050	5050	5050
Peso de muestra	2250	2200	2220
Volumen de molde	9300	9300	9300
Peso unitario (Kg/m ³)	242	237	239
Peso unitario prom. (Kg/m³)		239	
CORREGIDO POR HUMEDAD		238	


UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA
Lic. Mecánica y Materiales y Ensayo de Materiales

Mg. Miguel Solar Jara
JEFE



**GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION AGREGADO FINO
(Según norma ASTM C-127)**

SOLICITA : BACH.RAMIREZ CASTILLO ALEX
TESIS : RESISTENCIA A LA FLEXION DE UN CONCRETO SUSTITUYENDO EL AGREGADO GRUESO
CON 3% Y 5% DE PLASTICO PET
LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
CANTERA : RUBEN
MATERIAL : ARENA GRUESA
FECHA : 22/05/2019

A	Peso de material saturado superficialmente seco (aire)	gr	300.00	300.00
B	Peso de picnometro + agua	gr	653.30	653.30
C	Volumen de masa + volumen de vacios (A+B)	cm ³	953.30	953.30
D	Peso de picnometro + agua + material	gr	841.50	841.50
E	Volumen de masa + volumen de vacios (C-D)	cm ³	111.80	111.80
F	Peso de material seco en estufa	gr	297.70	297.70
G	Volumen de masa (E-(A-F))		109.50	109.50
H	P.e Bulk (Base Seca)	F/E	2.663	2.663
I	P.e Bulk (Base Saturada)	A/E	2.683	2.683
J	P.e. Aparente (Base Seca)	F/E	2.719	2.719
K	Absorción (%) ((D-A)/A)x100		0.77	0.77

P.e. Bulk (Base Seca) : 2.663
P.e. Bulk (Base Saturada) : 2.683
P.e. Aparente (Base Seca) : 2.719
Absorción (%) : 0.77


UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA
Lab. Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
Mg. Miguel Solar Jara
I.E.F.E.



GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION AGREGADO GRUESO
(Según norma ASTM C-127)

SOLICITA : BACH.RAMIREZ CASTILLO ALEX
TESIS : RESISTENCIA A LA FLEXION DE UN CONCRETO SUSTITUYENDO EL AGREGADO GRUESO
CON 3% Y 5% DE PLASTICO PET
LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
CANTERA : RUBEN
MATERIAL : PIEDRA CHANCADA
FECHA : 22/05/2019

A	Peso de material saturado superficialmente seco (aire)	896.90	957.10
B	Peso de material saturado superficialmente seco (agua)	583.40	622.80
C	Volumen de masa + volumen de vacios (A-B)	313.50	334.30
D	Peso de material seco en estufa	895.80	955.60
E	Volumen de masa (C-(A-D))	312.40	332.80
G	P.e. Bulk (Base Seca) D/C	2.857	2.859
H	P.e. Bulk (Base Saturada) A/C	2.861	2.863
I	P.e. Aparente (Base Seca) D/E	2.867	2.871
F	Absorción (%) ((D-A/A)x100)	0.12	0.16

P.e. Bulk (Base Seca) : 2.858
P.e. Bulk (Base Saturada) : 2.862
P.e. Aparente (Base Seca) : 2.869
Absorción (%) : 0.14

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA
Lab. Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales

Mg. Miguel Salar Jara



DISEÑO DE MEZCLA

SOLICITA : BACH.RAMIREZ CASTILLO ALEX
TESIS : RESISTENCIA A LA FLEXION DE UN CONCRETO SUSTITUYENDO EL AGREGADO GRUESO
CON 3% Y 5% DE PLASTICO PET
LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
FECHA : 22/05/2019

ESPECIFICACIONES

- La selección de las proporciones se hará empleando el metodo del ACI
- La resistencia en compresión de diseño especificada es de 210 kg/cm², a los 28 días.

MATERIALES

A.- Cemento :

- Tipo I "Pacasmayo"
- Peso especifico 3.10

B.- Agua :

- Potable, de la zona.

C.-Agregado Fino : **CANTERA : RUBEN**

- Peso especifico de masa 2.66
- Peso unitario suelto 1592 kg/m³
- Peso unitario compactado 1761 kg/m³
- Contenido de humedad 0.42 %
- Absorción 0.77 %
- Módulo de fineza 2.68

D.- Agregado grueso **CANTERA : RUBEN**

- Piedra, perfil angular
- Tamaño Máximo Nominal 3/4"
- Peso especifico de masa 2.86
- Peso unitario suelto 1465 kg/m³
- Peso unitario compactado 1591 kg/m³
- Contenido de humedad 0.39 %
- Absorción 0.14 %


UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA
Lab. Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
Mg. Miguel Solar Jara
JEFE



SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO

De acuerdo a las especificaciones, las condiciones que la mezcla tenga una consistencia plástica, a la que corresponde un asentamiento de 3" a 4".

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Para una mezcla de concreto con asentamiento de 3" a 4", sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de 3/4", el volumen unitario de agua es de 205 lt/m³.

RELACIÓN AGUA - CEMENTO

Relación agua - cemento del patron 0.684
Relación agua - cemento por coreccion 0.686

FACTOR DE CEMENTO

F.C.: $205 / 0.684 = 299.71 \text{ kg/m}^3 = 7.0519 \text{ bolsas / m}^3$
F.C.: $205.6 / 0.686 = 299.708 \text{ kg/m}^3 = 7.0520 \text{ bolsas / m}^3$

VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS

Cemento.....	299.708 kg/m3
Agua efectiva.....	205.594 lts/m3
Agregado fino.....	876.276 kg/m3
Agregado grueso.....	1005.872 kg/m3

PROPORCIONES EN PESO

$$\frac{299.71}{299.71} : \frac{876.276}{299.71} : \frac{1005.87}{299.71}$$

1 : 2.92 : 3.36 : 29.15 lts / bolsa

PROPORCIONES EN VOLUMEN

1 : 2.74 : 3.43 : 29.15 lts / bolsa



Mg. Miguel Solar Jara
JEFE



DISEÑO DE MEZCLA

(3% SUSTITUCION DEL AGREGADO GRUESO)

SOLICITA : BACH.RAMIREZ CASTILLO ALEX
 TESIS : RESISTENCIA A LA FLEXION DE UN CONCRETO SUSTITUYENDO EL AGREGADO GRUESO
 CON 3% Y 5% DE PLASTICO PET
 LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
 FECHA : 22/05/2019

ESPECIFICACIONES

- La selección de las proporciones se hará empleando el metodo del ACI
- La resistencia en compresión de diseño promedic 210 kg/cm², a los 28 días.

MATERIALES

A.- Cemento :

- Tipo I "Pacasmayo"
- Peso especifico 3.10

B.- Agua :

- Potable, de la zona.

C.-Agregado Fino :

CANTERA : RUBEN

- Peso especifico de masa 2.66
- Peso unitario suelto 1592 kg/m³
- Peso unitario compactado 1761 kg/m³
- Contenido de humedad 0.42 %
- Absorción 0.77 %
- Módulo de fineza 2.68

D.- Agregado grueso

CANTERA : RUBEN

- Piedra, perfil angular
- Tamaño Máximo Nominal 3/4"
- Peso especifico de masa 2.86
- Peso unitario suelto 1465 kg/m³
- Peso unitario compactado 1591 kg/m³
- Contenido de humedad 0.39 %
- Absorción 0.14 %



Mg. Miguel Solar Jara
JEFE



SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO

De acuerdo a las especificaciones, las condiciones que la mezcla tenga una consistencia plástica, a la que corresponde un asentamiento de 3" a 4" .

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Para una mezcla de concreto con asentamiento de 3" a 4" , sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de 3/4" , el volumen unitario de agua es de 205 lt/m³ .

RELACIÓN AGUA - CEMENTO

Relación agua - cemento del patron	0.684
Relación agua - cemento por correccion	0.686
Relación agua - cemento experimental	0.703

VOLUMENES ABSOLUTOS

Cemento.....	(m ³)	0.097
3% DE PLASTICO PET.....	(m ³)	0.011
Agua efectiva.....	(m ³)	0.205
Agregado fino.....	(m ³)	0.328
Agregado grueso.....	(m ³)	0.340
Aire.....	(m ³)	0.020
		<u>1.000</u> m ³

PESOS SECOS

Cemento.....	299.71	kg/m3
3% DE PLASTICO PET.....	30.060	kg/m3
Agua efectiva.....	205.00	lts/m3
Agregado fino.....	872.60	kg/m3
Agregado grueso.....	971.94	kg/m3

PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD

Cemento.....	299.71	kg/m3
3% DE PLASTICO PET.....	30.176	kg/m3
Agua efectiva.....	210.661	lts/m3
Agregado fino.....	876.28	kg/m3
Agregado grueso.....	975.70	kg/m3

PROPORCIONES EN PESO

$$\frac{299.71}{299.71} : \frac{30.176}{299.71} : \frac{876.28}{299.71} : \frac{975.70}{299.71}$$

$$1 : 0.1 : 2.92 : 3.26 \quad 29.87 \text{ lts / bolsa}$$


UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
Ldo. Miguel S. Mar Jara
Mg. Miguel S. Mar Jara



DISEÑO DE MEZCLA

(5% SUSTITUCION DEL AGREGADO GRUESO)

SOLICITA : BACH.RAMIREZ CASTILLO ALEX
TESIS : RESISTENCIA A LA FLEXION DE UN CONCRETO SUSTITUYENDO EL AGREGADO GRUESO
CON 3% Y 5% DE PLASTICO PET
LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
FECHA : 22/05/2019

ESPECIFICACIONES

- La selección de las proporciones se hará empleando el método del ACI
- La resistencia en compresión de diseño promedic 210 kg/cm², a los 28 días.

MATERIALES

A.- Cemento :

- Tipo I "Pacasmayo"
- Peso especifico 3.10

B.- Agua :

- Potable, de la zona.

C.-Agregado Fino :

CANTERA : RUBEN

- Peso especifico de masa 2.66
- Peso unitario suelto 1592 kg/m³
- Peso unitario compactado 1761 kg/m³
- Contenido de humedad 0.42 %
- Absorción 0.77 %
- Módulo de fineza 2.68

D.- Agregado grueso

CANTERA : RUBEN

- Piedra, perfil angular
- Tamaño Máximo Nominal 3/4"
- Peso especifico de masa 2.86
- Peso unitario suelto 1465 kg/m³
- Peso unitario compactado 1591 kg/m³
- Contenido de humedad 0.39 %
- Absorción 0.14 %


UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA
Lab. Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
Mg. Miguel Solar Jara
LABORANTE



SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO

De acuerdo a las especificaciones, las condiciones que la mezcla tenga una consistencia plástica, a la que corresponde un asentamiento de 3" a 4" .

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Para una mezcla de concreto con asentamiento de 3" a 4" , sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de 3/4" , el volumen unitario de agua es de 205 lt/m³ .

RELACIÓN AGUA - CEMENTO

Relación agua - cemento del patron	0.684
Relación agua - cemento por correccion	0.686
Relación agua - cemento experimental	0.703

Cemento.....	(m ³)	0.097
5% DE PLASTICO PET.....	(m ³)	0.018
Agua efectiva.....	(m ³)	0.205
Agregado fino.....	(m ³)	0.328
Agregado grueso.....	(m ³)	0.000
Aire.....	(m ³)	0.020
		<u>0.667</u> m ³

PESOS SECOS

Cemento.....	299.71	kg/m3
5% DE PLASTICO PET.....	50.100	kg/m3
Agua efectiva.....	205.00	lts/m3
Agregado fino.....	872.60	kg/m3
Agregado grueso.....	951.90	kg/m3

PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD

Cemento.....	299.71	kg/m3
5% DE PLASTICO PET.....	50.294	kg/m3
Agua efectiva.....	210.661	lts/m3
Agregado fino.....	876.28	kg/m3
Agregado grueso.....	955.58	kg/m3

PROPORCIONES EN PESO

$$\frac{299.71}{299.71} : \frac{50.294}{299.71} : \frac{876.28}{299.71} : \frac{955.58}{299.71}$$

$$1 : 0.17 : 2.92 : 3.19 \quad 29.87 \text{ lts / bolsa}$$

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
Los Mochis, Sonora y Ensayo de Materiales
Mg. Miguel Solar Jara
JEFE



**RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO - PATRON
MÉTODO DE LA VIGA SIMPLE CARGADA EN EL TERCIO DE LA LUZ**
(ASTM C-78, MTC E-709-2000)

SOLICITA : BACH.RAMIREZ CASTILLO ALEX
TESIS : RESISTENCIA A LA FLEXION DE UN CONCRETO SUSTITUYENDO EL AGREGADO GRUESO
CON 3% Y 5% DE PLASTICO PET
LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
FECHA : 22/05/2019

R = Módulo de rotura
P = Máxima carga aplicada indicada por la maquina de ensayo
L = Longitud libre de apoyos
b = Ancho promedio de viga
d = Altura promedio de viga

$$R = PL/bd^2$$

Dentro del tercio medio de la luz libre

Nº	ESPECIMEN ELEMENTO	FECHA			Ancho b(cm)	Altura d(cm)	Longitud L(cm)	Carga P(kg)	Módulo Rotura R(kg/cm ²)
		MOLDEO	ROTURA	EDAD					
01	PATRON VA-1	22/02/2019	1/03/2019	7	15.3	15.4	45.1	1971.0	24.50
02	PATRON VA-2	22/02/2019	1/03/2019	7	15.4	15.3	45.2	2006.0	25.15
03	PATRON VA-3	22/02/2019	1/03/2019	7	15.5	15.4	45	2412.0	29.53
04	PATRON VA-4	22/02/2019	8/03/2019	14	15.5	15.7	45	2818.0	33.19
05	PATRON VA-5	22/02/2019	8/03/2019	14	15.3	15.6	45	2734.0	33.04
06	PATRON VA-6	22/02/2019	8/03/2019	14	15.7	15.6	45	2606.0	30.69
07	PATRON VA-7	22/02/2019	22/03/2019	28	15.5	15.3	45	2910.0	36.09
08	PATRON VA-8	22/02/2019	22/03/2019	28	15.4	15.4	45	2974.0	36.64
09	PATRON VA-9	22/02/2019	22/03/2019	28	15.6	15.5	45	2846.0	34.17


UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA
Lab. Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
Mg. Miguel Solar Jara
LEFE



**RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO - EXPERIMENTAL 3%
MÉTODO DE LA VIGA SIMPLE CARGADA EN EL TERCIO DE LA LUZ**
(ASTM C-78, MTC E-709-2000)

SOLICITA : BACH.RAMIREZ CASTILLO ALEX
 TESIS : RESISTENCIA A LA FLEXION DE UN CONCRETO SUSTITUYENDO EL AGREGADO GRUESO
 CON 3% Y 5% DE PLASTICO PET
 LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
 FECHA : 22/05/2019

- R = Módulo de rotura
- P = Máxima carga aplicada indicada por la maquina de ensayo
- L = Longitud libre de apoyos
- b = Ancho promedio de viga
- d = Altura promedio de viga

$$R = \frac{PL}{bd^2}$$

Dentro del tercio medio de la luz libre

N°	ESPECIMEN ELEMENTO	FECHA			Ancho b(cm)	Altura d(cm)	Longitud L(cm)	Carga P(kg)	Módulo Rotura R(kg/cm ²)
		MOLDEO	ROTURA	EDAD					
01	EXPERIMENTAL VA-1	3/04/2019	10/04/2019	7	15.4	15.6	45.1	1725.0	20.76
02	EXPERIMENTAL VA-2	3/04/2019	10/04/2019	7	15.3	15.4	45.2	1702.0	21.20
03	EXPERIMENTAL VA-3	3/04/2019	10/04/2019	7	15.2	15.4	45	2383.0	29.75
04	EXPERIMENTAL VA-4	3/04/2019	17/04/2019	14	15.4	15.5	45	2585.0	31.44
05	EXPERIMENTAL VA-5	3/04/2019	17/04/2019	14	15.3	15.4	45	2515.0	31.19
06	EXPERIMENTAL VA-6	3/04/2019	17/04/2019	14	15.5	15.3	45	2471.0	30.65
07	EXPERIMENTAL VA-7	3/04/2019	1/05/2019	28	15.5	15.4	45	2788.0	34.13
08	EXPERIMENTAL VA-8	3/04/2019	1/05/2019	28	15.4	15.3	45	2864.0	35.75
09	EXPERIMENTAL VA-9	3/04/2019	1/05/2019	28	15.4	15.2	45	2689.0	34.01


UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 Lab. Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
Mg. Miguel Solar Jara
 M.E.F.E.



**RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO - EXPERIMENTAL 5%
MÉTODO DE LA VIGA SIMPLE CARGADA EN EL TERCIO DE LA LUZ**
(ASTM C-78, MTC E-709-2000)

SOLICITA : BACH. RAMIREZ CASTILLO ALEX
 TESIS : RESISTENCIA A LA FLEXION DE UN CONCRETO SUSTITUYENDO EL AGREGADO GRUESO
 CON 3% Y 5% DE PLASTICO PET
 LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
 FECHA : 22/05/2019

R = Módulo de rotura
 P = Máxima carga aplicada indicada por la maquina de ensayo
 L = Longitud libre de apoyos
 b = Ancho promedio de viga
 d = Altura promedio de viga

$$R = \frac{PL}{bd^2}$$

Dentro del tercio medio de la luz libre

N°	ESPECIMEN ELEMENTO	FECHA			Ancho		Altura	Longitud	Carga	Módulo Rotura
		MOLDEO	ROTURA	EDAD	b(cm)	d(cm)	L(cm)	P(kg)	R(kg/cm ²)	
01	EXPERIMENTAL VA-1	3/04/2019	10/04/2019	7	15.4	15.2	45.1	2142.0	27.15	
02	EXPERIMENTAL VA-2	3/04/2019	10/04/2019	7	15.3	15.3	45.2	2573.0	32.47	
03	EXPERIMENTAL VA-3	3/04/2019	10/04/2019	7	15.2	15.4	45	2570.0	32.08	
04	EXPERIMENTAL VA-4	3/04/2019	17/04/2019	14	15.4	15.2	45	2860.0	33.64	
05	EXPERIMENTAL VA-5	3/04/2019	17/04/2019	14	15.4	15.3	45	2885.0	33.52	
06	EXPERIMENTAL VA-6	3/04/2019	17/04/2019	14	15.5	15.5	45	2678.0	32.36	
07	EXPERIMENTAL VA-7	3/04/2019	1/05/2019	28	15.1	15.2	45	2763.0	35.64	
08	EXPERIMENTAL VA-8	3/04/2019	1/05/2019	28	15.2	15.1	45	2980.0	38.69	
09	EXPERIMENTAL VA-9	3/04/2019	1/05/2019	28	15.2	15.2	45	2687.0	34.43	


 UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 Lab. Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
Mg. Miguel Spjar Jara
 JEFE

ANEXO N° 03

Informe Técnico

PH (Potencial hidrogeno)

Facultad de Ing. Industrias Alimentarias UNASAM



UNIVERSIDAD NACIONAL
“Santiago Antúnez de Mayolo”
“Una Nueva Universidad para el Desarrollo”
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CIUDAD UNIVERSITARIA – SHANCAYAN
Telefax. 043-426588 - 106
HUARAZ – REGIÓN ANCASH



RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE pH

TITULO DE TESIS: “Resistencia a Flexión de un Concreto Sustituyendo el Agregado Grueso con 3 % y 5 % de Plástico PET”

TESISTA : RAMIREZ CASTILLO, Alex - Tesista

MUESTRA : Agregado Grueso + 5 % de Plástico PET

LUGAR DE NUESTREO: Huaraz - Ancash

FECHA DE RECEPCIÓN: 22 de Abril del 2019

FECHA DE INICIO DE ANALISIS: 23 de abril del 2019

FECHA DE TERMINO DEL ANALISIS: 23 de abril del 2019

Muestra	pH
Agregado grueso + 5 % de Plástico PET	5.06

ENSAYOS:

1.-Determinación de pH

OBSERVACIONES:

- La muestra es tomada por el cliente
- La fecha de muestreo es proporcionado por el cliente
- Lugar y condiciones ambientales del muestreo es indicado por el cliente

CONCLUSIONES.

- El pH de la muestra es calificado como ácida

Huaraz, 23 de Abril del 2019



Ing. M. Sc. Guillermo Castillo Romero
JEFE DEL LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS Y AGUAS



UNIVERSIDAD NACIONAL
“Santiago Antúnez de Mayolo”
“Una Nueva Universidad para el Desarrollo”
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CIUDAD UNIVERSITARIA – SHANCAYAN
Telefax. 043-426588 - 106
HUARAZ – REGIÓN ANCASH



RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE pH

TITULO DE TESIS: “Resistencia a Flexión de un Concreto Sustituyendo el Agregado Grueso con 3 % y 5 % de Plástico PET”

TESISTA : RAMIREZ CASTILLO, Alex - Tesista

MUESTRA : Agregado Grueso + 3 % de Plástico PET

LUGAR DE MUESTREO: Huaraz - Ancash

FECHA DE RECEPCIÓN: 22 de Abril del 2019

FECHA DE INICIO DE ANALISIS: 23 de abril del 2019

FECHA DE TERMINO DEL ANALISIS: 23 de abril del 2019

Muestra	pH
Agregado grueso + 3 % de Plástico PET	5.14

ENSAYOS:

1.-Determinación de pH

OBSERVACIONES:

- La muestra es tomada por el cliente
- La fecha de muestreo es proporcionado por el cliente
- Lugar y condiciones ambientales del muestreo es indicado por el cliente

CONCLUSIONES.

- El pH de la muestra es calificado como ácida

Huaraz, 23 de Abril del 2019


C. Ing. **Guillermo Castillo Romero**
JEFE DEL LABORATORIO DE ANÁLISIS
DE SUELOS Y AGUAS
LABORATORIO DE SUELOS Y AGUAS
UNIVERSIDAD NACIONAL DE ANCASH "SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"
CARAZ



UNIVERSIDAD NACIONAL
“Santiago Antúnez de Mayolo”
“Una Nueva Universidad para el Desarrollo”
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CIUDAD UNIVERSITARIA – SHANCAYAN
Telefax. 043-426588 - 106
HUARAZ – REGIÓN ANCASH



RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE pH

TITULO DE TESIS: “Resistencia a Flexión de un Concreto Sustituyendo el Agregado Grueso con 3 % y 5 % de Plástico PET”

TESISTA : RAMIREZ CASTILLO, Alex - Tesista

MUESTRA : Plástico PET

LUGAR DE MUESTREO: Huaraz - Ancash

FECHA DE RECEPCIÓN: 22 de Abril del 2019

FECHA DE INICIO DE ANALISIS: 23 de abril del 2019

FECHA DE TERMINO DEL ANALISIS: 23 de abril del 2019

Muestra	pH
Plástico PET	4.36

ENSAYOS:

1.-Determinación de pH

OBSERVACIONES:

- La muestra es tomada por el cliente
- La fecha de muestreo es proporcionado por el cliente
- Lugar y condiciones ambientales del muestreo es indicado por el cliente

CONCLUSIONES.

- El pH de la muestra es calificado como fuertemente ácida

Huaraz, 23 de Abril del 2019



[Handwritten Signature]
Ing. M. Sc. Guillerme Castillo Romero
JEFE DEL LABORATORIO DE ANALISIS
DE SUELOS Y AGUAS



UNIVERSIDAD NACIONAL
“Santiago Antúnez de Mayolo”
“Una Nueva Universidad para el Desarrollo”
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CIUDAD UNIVERSITARIA – SHANCAYAN
Telefax. 043-426588 - 106
HUARAZ – REGIÓN ANCASH



RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE pH

TITULO DE TESIS: “Resistencia a Flexión de un Concreto Sustituyendo el Agregado Grueso con 3 % y 5 % de Plástico PET”

TESISTA : RAMIREZ CASTILLO, Alex - Tesista

MUESTRA : Agregado grueso

LUGAR DE MUESTREO: Cantera Rubén – Chimbote – Santa- Ancash

FECHA DE RECEPCIÓN: 22 de Abril del 2019

FECHA DE INICIO DE ANALISIS: 23 de abril del 2019

FECHA DE TERMINO DEL ANALISIS: 23 de abril del 2019

Muestra	pH
Agregado grueso	5.49

ENSAYOS:

- 1.-Determinación de pH

OBSERVACIONES:

- La muestra es tomada por el cliente
- La fecha de muestreo es proporcionado por el cliente
- Lugar y condiciones ambientales del muestreo es indicado por el cliente

CONCLUSIONES.

- El pH de la muestra es calificado como ácida

Huaraz, 23 de Abril del 2019



ANEXO N° 04

Panel Fotográfico



Foto 01. Recopilación de los Plásticos PET.
Fuente: El Autor.



Foto 02. Cortado de los Plásticos PET.
Fuente: El Autor.



Foto 03. Tamizado de los Agregados.

Fuente: El Autor.

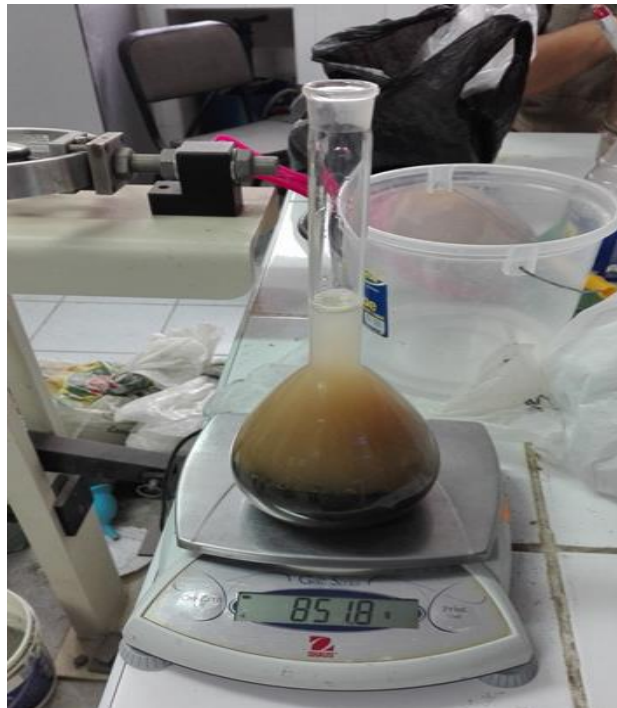


Foto 04. Fiola con el agregado fino para determinar su peso específico.

Fuente: El Autor.



Foto 05. Peso unitario del Plástico PET

Fuente: El Autor.



Foto 06. Pesando los materiales para el concreto

Fuente: El Autor.



Foto 07. Mezcla de los agregados

Fuente: El Autor.



Foto 08. Slump del concreto patrón 3.5''

Fuente: El Autor.



Foto 09. Llenado de las vigas patrones cada 3 unidades
Fuente: El Autor.



Foto 10. Slump con 3% y 5% del Plástico PET
Fuente: El Autor.



Foto 11. Llenado de las vigas con 3% y 5% de Plástico PET varillando 75 veces.

Fuente: El Autor.



Foto 12. Curado de las vigas

Fuente: El Autor.



Foto 13. Ensayo a la Resistencia a la Flexión

Fuente: El Autor.



Foto 14. Rotura de viga

Fuente: El Autor.