



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

“INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CONVENCIONAL AL SUSTITUIR AGREGADO FINO POR PLÁSTICO PET Y CAUCHO DE LLANTAS RECICLADAS”.

Tesis para optar el título profesional de:
INGENIERO CIVIL

Autores:

Quispe Boado, Ángel Alberto

Miranda Mego, Jary Leyneker

Asesor:

Ing. Mg. Wiston Azañedo Medina

Trujillo – Perú

2018

ÍNDICE GERENAL

APROBACIÓN DE LA TESIS	ii
DEDICATORIA.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO	v
ÍNDICE GERENAL.....	vi
INDICE DE TABLA	ix
INDICE DE FIGURAS	xi
INDICE DE ANEXOS.....	xiii
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT	xv
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN	16
1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA	16
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	29
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	29
1.4. LIMITACIONES	30
1.5. OBJETIVOS.....	30
1.5.1. OBJETIVO GENERAL	30
1.5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	30
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO	31
2.1. ANTECEDENTES.....	31
2.2. BASES TEÓRICAS	33
2.2.1. CONCRETO.....	33
2.2.1.1. Generalidades.....	33
2.2.1.2. Propiedades del concreto	34
2.2.1.2.1 Propiedades en estado fresco	34
2.2.1.2.1.1 Asentamiento	34
2.2.1.2.1.2 Trabajabilidad.....	34
2.2.1.2.1.3 Segregación	35
2.2.1.2.2 Propiedades en estado endurecido.....	35
2.2.1.2.2.1 Resistencia a la compresión.....	35
2.2.1.2.2.2 Densidad	36
2.2.1.2.2.3 Absorción	36
2.2.1.3. Componentes del concreto.....	36
2.2.1.3.1 Cemento Portland Compuesto Tipo ICo.....	36
2.2.1.3.2 Agregados.....	38
2.2.1.3.2.1 Composición	38

2.2.1.3.2.2	Propiedades físicas.....	39
2.2.1.3.3	Agua	42
2.2.1.3.3.1	Agua de mezcla	42
2.2.1.3.3.2	Agua de curado.....	42
2.2.2.	PLÁSTICO PET TEREF TALATO DE POLIETILENO	43
2.2.2.1.	El Plástico PET se identifica con el número 1.....	43
2.2.2.2.	Propiedades y características químicas del PET	44
2.2.2.3.	Comparación del plástico PET con otros materiales.	45
2.2.2.4.	Problemas ambientales derivados de su mala disposición.....	46
2.2.2.5.	Posible toxicidad del PET	47
2.2.2.6.	Formas de reciclaje actuales	47
2.2.2.6.1	Reciclado en la fuente	47
2.2.2.6.2	Reciclado mecánico.....	47
2.2.2.6.3	Reciclado químico.....	47
2.2.3.	LLANTAS.....	48
2.2.3.1.	Generalidades.....	48
2.2.3.2.	Materiales constituyentes	48
2.2.3.3.	Aplicaciones del caucho de neumáticos.....	50
2.2.3.4.	Propiedades del material de las llantas.....	51
2.2.3.5.	Problemas ambientales derivados de su mala disposición.....	52
2.2.3.6.	Formas de reciclaje actuales	52
2.3.	DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.....	53
	CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA.....	55
3.1.	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	55
3.2.	HIPÓTESIS.....	55
3.3.	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	55
3.3.1.	VARIABLES INDEPENDIENTES	55
3.3.2.	VARIABLES DEPENDIENTES	55
3.4.	POBLACIÓN.....	56
3.5.	MUESTRA	56
3.6.	TÉCNICAS, INSTRUMENTOS Y PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	56
3.6.1.	PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL.....	56
3.6.1.1.	Materia Prima.....	57
3.6.1.1.1	Agregados naturales.....	57
3.6.1.1.2	Agregados de sustitución	57
3.6.1.2.	Diseño de mezcla del concreto patrón.	59
3.6.1.3.	Porcentaje de sustitución en volumen (0%, 5%, 10%, 15%)	59

3.6.1.4.	Diseño de mezcla con sustitución de agregados.....	59
3.6.1.5.	Elaboración de probetas (NTP 339.183).....	61
3.6.1.5.1	Proporcionamiento y pesado de los materiales	61
3.6.1.5.2	Mezclado de los materiales	62
3.6.1.5.3	Moldeado de cilindros.....	63
3.6.1.5.4	Desencofrado.....	64
3.6.1.5.5	Curado (NTP 339.183).....	64
3.6.1.6.	Ensayos	65
3.6.1.6.1	Determinación del asentamiento del concreto fresco (NTP 339.035)	65
3.6.1.6.1.1	Procedimientos Preliminares	66
3.6.1.6.1.2	Ensayo	66
3.6.1.6.2	Determinación de la resistencia a la compresión del concreto endurecido (NTP 339.034).....	67
CAPÍTULO 4.	RESULTADOS	68
4.1.	Caracterización de la materia prima.....	68
4.1.1.	Contenido de humedad.....	68
4.1.2.	Peso específico y absorción	68
4.1.3.	Peso unitario	69
4.1.4.	Granulometría	70
4.1.4.1.	Agregado fino.....	70
4.1.4.2.	Agregado grueso	72
4.1.5.	Resumen de la caracterización de la materia prima	74
4.2.	Resistencia a la compresión.....	75
4.3.	Resumen de ruptura de probeta.....	78
4.4.	Asentamiento.....	78
CAPÍTULO 5.	DISCUSIÓN	79
CAPÍTULO 6.	CONCLUSIONES	93
CAPÍTULO 7.	RECOMENDACIONES.....	94
CAPÍTULO 8.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	95
CAPÍTULO 9.	ANEXOS	98

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 001: Producción de cemento a nivel mundial (en miles de toneladas).....	18
Tabla 002: Consumo de cemento a nivel mundial (en miles de toneladas)	19
Tabla 003: Implementación de programa segregación y recolección selectiva en el distrito de Trujillo	28
Tabla 004: Porcentajes típicos de los óxidos componentes del clínker	37
Tabla 005: Requisitos granulométricos del agregado fino	40
Tabla 006: Límites permisibles para el agua de mezcla y curado	41
Tabla 007: Límites permisibles para el agua de mezcla y curado	42
Tabla 008: Comparación de los plásticos PET con otros plásticos u otros materiales.	46
Tabla 009. Composición química de neumáticos usados.....	49
Tabla 010: Operacionalización de la variable independiente.....	55
Tabla 011: Operacionalización de las variables dependientes	55
Tabla 012: Porcentaje de sustitución en volumen.....	59
Tabla 013: Diseños de mezcla con porcentajes de sustitución de arena por PET y Caucho. 60	
Tabla 014: Matriz de diseño para la elaboración de probetas	61
Tabla 015: Contenido de humedad promedio, de los agregados utilizados.....	68
Tabla 016: Peso específico y absorción del agregado fino.....	68
Tabla 017: Peso específico y absorción del agregado grueso	69
Tabla 018: Volumen de molde.....	69
Tabla 019: Peso unitario de los agregados.	69
Tabla 020: Granulometría de agregado fino.	70
Tabla 021: Corrección de datos de la granulometría de agregado fino.....	71
Tabla 022: Datos para el realizar el gráfico de granulometría del agregado fino.	71
Tabla 023: Granulometría de agregado grueso.	72
Tabla 024: Corrección de datos de la granulometría de agregado fino.....	73
Tabla 025: Datos para el realizar el gráfico de granulometría del agregado fino	73
Tabla 026: Ficha técnica del agregado fino, agregado grueso, PET y caucho.	74
Tabla 027: Resultados a los 7 días de curado	75
Tabla 028: Resultados a los 14 días de curado	76
Tabla 029: Resultados a los 28 días de curado	77
Tabla 030: Promedio de resistencia a la compresión	78
Tabla 031: Asentamiento frente a los distintos porcentajes de sustitución de arena.....	78
Tabla 032: Clasificación de los agregados, según su contenido de humedad.....	103
Tabla 033: Clasificación de los agregados, según su peso específico.....	105
Tabla 034: Clasificación de los agregados, según su peso unitario	107
Tabla 035: Clasificación del agregado fino, según su módulo de finura	109
Tabla 036: Resistencia requerida para definir la desviación estándar	110

Tabla 037: Relación agua/cemento sobre la resistencia promedio.	110
Tabla 038: Cantidades de agua de mezcla en el concreto (l/m^3)	111
Tabla 039: Volumen del agregado grueso compactado en seco por metro cúbico de concreto	112

INDICE DE FIGURAS

Figura 001: Consumo y Producción de Cemento a nivel mundial.....	16
Figura 002: Industria del cemento en Brasil	20
Figura 003: Industria del cemento en México	21
Figura 004: Industria del cemento en Colombia	22
Figura 005: Industria del cemento en Perú	23
Figura 006: Consumo Interno acumulado (12 meses), en miles de TM.	23
Figura 007: Generación Urbana de Residuos Sólidos del ámbito Municipal Según región (ton/día) - 2017	25
Figura 008: Generación per cápita y generación diaria de residuos sólidos de la Provincia de Trujillo.	26
Figura 009: Composición de residuos sólidos domiciliarios en Trujillo.	27
Figura 010: Composición física de residuos sólidos segregado del programa de recolección selectiva domiciliaria en Trujillo.....	28
Figura 011: Identificación del plástico PET.....	43
Figura 012: Partes de una Llanta	51
Figura 013: Circuito de procedimiento experimental	56
Figura 014: Material Plástico PET.....	58
Figura 015: Material de llanta.....	58
Figura 016: Pesado de los materiales para la mezcla, en la balanza electrónica	62
Figura 017: Mezclado de los materiales en la mezcladora eléctrica 4pie ³	62
Figura 018: Llenado de probetas	63
Figura 019: Desencofrado de probetas.....	64
Figura 020: Curado de Probetas.....	65
Figura 021: Materiales para determinar el asentamiento del concreto	65
Fuente de imagen: https://es.wikipedia.org/wiki/Cono_de_Abrams	65
Figura 022: Molde del cono de abrams.....	66
Fuente de imagen: https://es.wikipedia.org/wiki/Cono_de_Abrams	66
Figura 023: Procedimiento de la determinación del asentamiento del concreto.....	66
Fuente de imagen: https://es.wikipedia.org/wiki/Cono_de_Abrams	66
Figura 024: Medición del asentamiento del concreto	67
Figura 025: Prensa hidráulica	67
Figura 026: Curva granulométrica de la arena, bajo la norma NTP 400.037.....	72
Figura 027: Curva granulométrica del agregado grueso, bajo la norma NTP 400.037.....	74
Figura 028: Contenido de humedad de los agregados y residuos sólidos.....	79
Figura 029: Peso específico de los agregados.....	80
Figura 030: absorción de los agregados.....	81
Figura 031: Peso unitario suelto y compactado de los agregados.....	81

Figura 032: Resistencia a la compresión del concreto patrón.....	83
Figura 033: Resistencia a la compresión del concreto patrón Vs Concreto 5% PET	83
Figura 034: Resistencia a la compresión del concreto patrón Vs Concreto 10% PET	84
Figura 035: Resistencia a la compresión del concreto patrón Vs Concreto 15% PET	85
Figura 036: Resistencia a la compresión del concreto patrón Vs Concreto 5%, 10% y 15% PET	86
Figura 037: Resistencia a la compresión del concreto patrón Vs Concreto 5% Caucho.....	87
Figura 038: Resistencia a la compresión del concreto patrón Vs Concreto 10% Caucho.....	88
Figura 039: Resistencia a la compresión del concreto patrón Vs Concreto 15% Caucho.....	89
Figura 040: Resistencia a la compresión del concreto patrón Vs Concreto 15% Caucho.....	90
Figura 041: Resistencia a la compresión resumen (Kg/cm ²).....	91

INDICE DE ANEXOS

Anexo 001: Panel Fotográfico	98
Anexo 002: Determinación del contenido de humedad de los agregados (NTP 339.185)	103
Anexo 003: Determinación del peso específico y absorción de los agregados	104
Anexo 004: Determinación del peso unitario de los agregados (NTP 400.017)	106
Anexo 005: Determinación de la granulometría de los agregados (NTP 400.012).....	108
Anexo 006: Paso para la determinar el diseño de mezcla	110
Anexo 007: Elaboración del diseño de mezcla patrón.....	115
Anexo 008: Ficha técnica del cemento Pacasmayo Tipo ICo.	120
Anexo 009: Certificado de ensayos de laboratorio	121
Anexo 010: Costo unitario de preparación de 4 pie ³ de concreto elaborado en la Universidad Nacional de Trujillo.	122

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo calcular la influencia en la resistencia a la compresión de un concreto convencional al sustituir agregado fino por plástico PET y caucho de llantas recicladas. La sustitución es en volumen al 0%, 5%, 10% y 15%.

Para ello se realizó un diseño de mezcla patrón para obtener un concreto convencional de 175 kg/cm², a base de Cemento Portland Compuesto Tipo I Co de la empresa Pacasmayo, arena gruesa y gravilla de la cantera “Los Mellizos”, una relación agua/cemento constante de 0.62. La caracterización de los agregados naturales y de los residuos de botellas de plástico PET así como de caucho de llantas recicladas se realizaron bajo las Normas Técnicas Peruanas: contenido de humedad (NTP 399.185), peso específico y absorción (NTP 400.022 y NTP 400.021), peso unitario (NTP 400.017) y granulometría (NTP 400.012).

Se conformaron probetas cilíndricas de 15 cm de diámetro y 30 cm de alto; curadas en una poza de agua con hidróxido de calcio (NTP 339.183). Para determinar su resistencia a la compresión se empleó la norma NTP 339.034.

Los resultados obtenidos fueron: Probeta patrón 0% de sustitución: 128.26 (Kg/cm²), 163.71 (Kg/cm²), 172.69 (Kg/cm²); a los 7, 14 y 28 días de curado respectivamente. Con 5% de caucho: 97.00 (Kg/cm²), 134.16 (Kg/cm²), 140.04 (Kg/cm²); a los 7, 14 y 28 días de curado respectivamente. Probeta con 10% de caucho: 72.81 (Kg/cm²), 80.15 (Kg/cm²), 118.90 (Kg/cm²); a los 7, 14 y 28 días de curado respectivamente. Con 15% de sustitución de caucho 45.80 (Kg/cm²), 64.17 (Kg/cm²), 86.62 (Kg/cm²); a los 7, 14 y 28 días de curado respectivamente. Con 5% de plástico PET: 125.96 (Kg/cm²), 153.51 (Kg/cm²), 163.24 (Kg/cm²); a los 7, 14 y 28 días de curado respectivamente. Probeta con 10% de plástico PET: 87.47 (Kg/cm²), 137.97 (Kg/cm²), 150.76 (Kg/cm²); a los 7, 14 y 28 días de curado respectivamente. Con 15% de sustitución de plástico PET 72.29 (Kg/cm²), 111.47 (Kg/cm²), 137.26 (Kg/cm²); a los 7, 14 y 28 días de curado respectivamente.

ABSTRACT

The objective of the present investigation was to calculate the influence on the compressive strength of conventional concrete, replacing fine aggregate with PET plastic and recycled rubber. The replacement is in volume at 0%, 5%, 10% and 15%

For this, a standard mix design was made to obtain a conventional concrete of 175 kg / cm², based on Composite Portland Cement Type I Co from Pacasmayo, coarse sand and gravel from the "Los Mellizos" quarry, a water cement ratio constant of 0.62. The characterization of the natural aggregates and waste from PET plastic bottles as well as rubber from recycled tires were carried out under the Peruvian Technical Standards: moisture content (NTP 399.185), specific weight and absorption (NTP 400.022 and NTP 400.021), unit weight (NTP 400.017) and granulometry (NTP 400.012).

Cylindrical specimens of 15 cm in diameter and 30 cm in height were formed; cured in a pool of water with calcium hydroxide (NTP 339.183). To determine its compressive strength, the NTP 339.034 standard was used.

The results obtained were: 0% substitution test sample: 128.26 (Kg / cm²), 163.71 (Kg / cm²), 172.69 (Kg / cm²); at 7, 14 and 28 days of curing respectively. With 5% rubber: 97.00 (Kg / cm²), 134.16 (Kg / cm²), 140.04 (Kg / cm²); at 7, 14 and 28 days of curing respectively. Test tube with 10% rubber: 72.81 (Kg / cm²), 80.15 (Kg / cm²), 118.90 (Kg / cm²); at 7, 14 and 28 days of curing respectively. With 15% rubber replacement 45.80 (Kg / cm²), 64.17 (Kg / cm²), 86.62 (Kg / cm²); at 7, 14 and 28 days of curing respectively. With 5% PET plastic: 125.96 (Kg / cm²), 153.51 (Kg / cm²), 163.24 (Kg / cm²); at 7, 14 and 28 days of curing respectively. Test tube with 10% PET plastic: 87.47 (Kg / cm²), 137.97 (Kg / cm²), 150.76 (Kg / cm²); at 7, 14 and 28 days of curing respectively. With 15% PET plastic replacement 72.29 (Kg / cm²), 111.47 (Kg / cm²), 137.26 (Kg / cm²); at 7, 14 and 28 days of curing respectively.

NOTA DE ACCESO

No se puede acceder al texto completo pues contiene datos confidenciales.

CAPÍTULO 8. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- AASHTO. (1993). Guía AASHTO. Diseño de estructuras de pavimentos , 4-7.
- Abarca, R. (2014). Determinación de los pesos unitarios. de <http://documents.tips/documents/peso-unitario-leshdocx.html>.
- Alesmar, R. K. (2008). Realización de un diseño de mezcla utilizando el plástico tereftalato de polietileno (PET) – cemento, para la elaboración de la mezcla agregaron porcentajes de plástico PET de 5%, 10% y 15% reemplazándolo por la arena y 100% de agregado grueso natural,200.
- ASOCEM. (2013). Asociación de Productores de Cemento. Lima.
- ASOCEM. (2018). Asociación de Productores de Cemento. Lima.
- ASOCEM. (Febrero 2017). Informe mensual febrero 2017.
- Barra y Royano . (2016). estudio de propiedades físico mecánicas y de durabilidad del hormigón con caucho. Barcelona: Universidad Politecnica de Cataluña.
- BID. (2015). residuos solidos en america latina y el caribe.
- Carbajal, E. P. (1998). Topicos de Tecnologia del Concreto. Lima, Perú: CIP- Consejo Nacional.
- De La Sotta, J. (2010). Análisis comparativo entre mortero de junta para albañilería fabricado en obra y mortero premezclado húmedo para albañilería. (Tesis de Licenciatura). UA, Región de los Ríos, Valdivia, Chile. Valdivia, Chile.
- Fraternali. (2011). Experimental study of the thermo-mechanical properties of recycled PET fiber-reinforced concrete.
- Ganjian E, K. M. (2009). Scrap-tyre-rubber replacement for aggregate and filler in concrete. Construction and Building Materials,.
- García, I. (2015). Tecnología del concreto. Recuperado de <http://teconoconcreto2015irvingarcia.blogspot.pe>.
- Glace, A. (2014). Concreto Endurecido. Recuperado de <https://prezi.com/xwtykdmbzfin/concreto-endurecido>.
- Hernández. (2011). estudio comparativo de la resistencia a la compresión en mezclas de concreto elaboradas con materiales de reciclaje: plástico y llantas. Guatemala.
- Hernández. (2013). Plan tecnológico del proceso de reciclado de llantas. Tesis para obtener el grado de Maestro en Gestión de la Tecnología. Mexico: Universidad Autónoma de Querétaro. México.

- Huamán, C. (2015). Influencia del porcentaje de agregado fino y módulo de finura sobre la resistencia a la compresión y absorción en morteros para la construcción. Trujillo, Perú: UNT.
- Lécator y Villareal. (2017). Utilización de materiales plásticos de reciclaje como adición en la elaboración de concreto en la ciudad de Nuevo Chimbote. Nuevo Chimbote: Universidad Nacional Del Santa.
- López. (2009). Situación actual del tratamiento de neumáticos fuera de uso y posibilidades de obtención de negro de humo de alta pureza. España.
- López, E. R. (2012). Diseño de Mezclas. Lima, Perú.
- Magallanes, R. C. (2014). Experiencias en el tratamiento de neumáticos fuera de uso en iberoamérica. Lima: Congreso De La República.
- Méndez, S. E. (2012). Propuesta para sustitución de agregados pétreos por agregados PET, en diseño de mezcla de concreto con resistencia $f'c=150\text{kg/cm}^2$, usado para banquetas, guarniciones y firmes. Mexico: universidad veracruzana, 2012.
- MINAM, M. d. (2017). Informe anual de residuos sólidos municipales en el Perú, gestión 2017. Lima.
- Moujir, Y. F. (Octubre de 2014). Proyecto. diseño y aplicación de concreto poroso para pavimentos. Cali, Cali, Colombia.
- N. I. Fattuhi, & L. (1996). Cement-based materials containing shredded scrap truck tyre rubber. Construction and Building Materials.
- Neil N. Eldin, & A. (1993). Rubber-Tire Particles as Concrete Aggregate. Journal of Materials in Civil Engineering,.
- NTC-31. (1982). Definiciones para el cemento, algunas de sus propiedades, subproductos y componentes.
- NTP 334.001. (2001). Definiciones y nomenclatura de los cementos. Lima, Perú.: Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad.
- NTP 339.088. (2006). Agua de mezcla utilizada en la producción de concreto de cemento Portland. Lima, Perú.: Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad.
- NTP 400.037. (2002). Especificaciones normalizadas para agregados en el concreto. Lima, Perú.: Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad.
- Osorio, y Rojas. (2010). Introducción al proceso de subproductos. Recuperado de <http://tirsomestre.blogspot.pe/2010/05/introduccion-al-proceso-de-subproductos.html>.
- Pasquel, E. (1998). Tópicos de tecnología del concreto. (2ª. ed.). Lima, Perú.
- PNUMA, I. (2015). Informe Global Waste Management Outlook. suiza: Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente.

- Rafat Siddique, J. K. (2007). Use of recycled plastic in concrete: A review. Waste management.
- Reyna, P. C. (2016). Reutilización de plástico pet, papel y bagazo de caña de azúcar, como materia prima en la elaboración de concreto ecológico para la construcción de viviendas de bajo costo. Trujillo.
- Rivva, L. E. (2000). Naturaleza y Materiales del Concreto. Lima, Peru.
- Sánchez. (2001). Tecnología del concreto y del mortero. México: Pontificia Universidad Javeriana.
- Sánchez. (2017). Comportamiento del aserrín sobre la resistencia a la compresión, absorción, densidad y asentamiento del concreto para bloques en la construcción. Trujillo, Perú: Universidad Privada del Norte.
- Sánchez, D. (2001). Tecnología del concreto y del mortero. (5ª. ed.). Bogotá, Colombia.
- SEGAT. (2013). Gestión Integral de Residuos Sólidos Municipales en la Provincia de Trujillo. Trujillo.
- Segre N, & J. (2000). Use of tire rubber particles as addition to cement paste. Cement and Concrete Research,.
- Silgado Y Villamizar. (2016). Aprovechamiento del plástico tereftalato de polietileno (PET) reciclado como agregado fino para el concreto. Colombia: Universidad Popular Del Cesar.
- Speranzini, F. (18 de julio 2016). Industria cementera de América Latina no tiene el camino pavimentado. S&P Global Ratings.
- Timothy Biel, & D. (1996). Magnesium Oxychloride Cement Concrete with Recycled Tire Rubber. Transportation research record journal of the transportation research board,.
- Topçu, I. (1995). The properties of rubberized concretes.
- Torres, O. H. (2014). Valoración de propiedades mecánicas y de durabilidad de concreto adicionado con residuos de llantas de caucho. Bogota - Colombia: Escuela Colombiana De Ingeniería Julio Garavito.
- Universidad Autónoma De Mexico. (2011). Feria de desarrollo Tecnológico. Mexico.
- Urra, C. I. (2006). Hormigon con Caucho: Determinación del módulo de elasticidad. Valdivia - Chile: Universidad Austral de Chile.
- Valencia e Ibarra. (2013). Estudio experimental para determinar patrones de correlación entre la resistencia a la compresión y la velocidad de pulso ultrasónico en concreto simple. (Tesis de Licenciatura). PUCP, Lima, Perú.
- Vásquez, C. (2009). Elaboración de concreto ligero con agregados PET utilizando agregados grueso plástico para remplazar el agregado grueso natural.