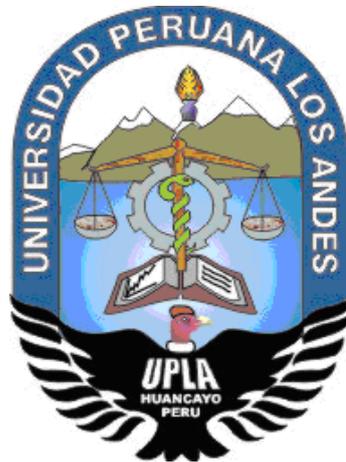


UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**INCIDENCIA DEL VIDRIO TRITURADO COMO AGREGADO
FINO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE UN
CONCRETO CONVENCIONAL**

Presentado por:

Bach. QUISPE SÁNCHEZ, ERIK

Bach. RAMÓN VÁSQUEZ, ERIC SAMIR

**Línea de Investigación Institucional:
Nuevas Tecnologías y procesos.**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE

INGENIERO CIVIL

Huancayo – Perú

2020

Ing. López Corilloclla, Luis Omar.
ASESOR

Dedicatoria y agradecimiento

Quiero agradecer a Dios por no dejarme caer en los peores momentos de mi vida y darme las fuerzas para poder levantarme nuevamente y llegar al final con salud.

Quiero dedicar esta investigación a mis padres, quienes fueron y serán los pilares de mi vida, gracias papá Julio Quispe Curo y mamá Martha Catalina Sánchez Guillen por sus enseñanzas y valores que me inculcaron desde niño y si para mi es mucha felicidad, imagino que para Uds. También.

Las líneas quedan cortas para poder agradecer a cada uno de las personas que me apoyaron y no quiero dejar de lado a mis hermanos, quienes fueron los que creyeron y apostaron por mí y tal vez en lo que más falta que me hacía me estuvieron ahí, brindándome un techo, alimentación y la parte económica; por otra parte quiero agradarte a ti Erika Malú Vargas Navarro mi esposa amada que llegaste a mí para darle sentido a mi vida e insistirme, empujarme a concluir esta investigación.

Y para terminar agradecer a infinitamente a mis docentes de la universidad y a todas las personas que me acompañan en esta bonita etapa, aportando de alguna forma mi formación personal y como ser humano.

Erik Quispe Sánchez.

A Dios, quien ha estado con migo a cada paso que doy, cuidándome, guiándome y dándome fortaleza para continuar, a mis tres pilares en mi vida (Mi hijo, mi esposa y mis padres), quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo en todo momento, depositando su entera confianza en cada reto que se me presentaba sin dudar ni un solo momento en mi capacidad, es por ello que soy lo que soy ahora, los amo con mi vida.

La presente investigación es el resultado del esfuerzo conjunto de los que formamos el grupo de trabajo, quienes a lo largo de este tiempo hemos puesto a prueba nuestras capacidades y conocimientos en el desarrollo de este nuevo proyecto de tesis, el cual ha finalizado llenando todas nuestras expectativas. A mis tres pilares en mi vida (Mi hijo, mi esposa y mis padres), quienes a lo largo de toda mi vida han apoyado y motivado mi formación académica, creyeron en mí en todo momento y no dudaron de mis habilidades.

A mis docentes a quienes les debo gran parte de mis conocimientos, gracias a su paciencia, enseñanzas y finalmente un eterno agradecimiento a esta prestigiosa Universidad Peruana Los Andes, la cual abrió y abre sus puertas a jóvenes como nosotros preparándonos como personas de bien.

Eric Samir Ramón Vásquez.

HOJA DE CONFORMIDAD DE MIEMBROS DEL JURADO

Dr. Casio Aurelio Torres López
Presidente

Ing. Henry Gustavo Pautrat Egoavil
Jurado

Ing. Rando Porras Olarte
Jurado

Ing. Vladimir Ordoñez Camposano
Jurado

Mg. Miguel Ángel Carlos Canales
Secretario Docente

ÍNDICE

ÍNDICE	vi
ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv
INTRODUCCIÓN	xv
CAPÍTULO I	17
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	17
1.1. Planteamiento del problema	17
1.2. Formulación del problema	19
1.2.1. Problema general	19
1.2.2. Problemas específicos	19
1.3. Justificación de la investigación	20
1.3.1. Práctica	20
1.3.2. Teórica	¡Error! Marcador no definido.
1.3.3. Metodológica	20
1.3.4. Ambiental	20
1.4. Delimitación	21
1.4.1. Espacial.....	21
1.4.2. Temporal	21
1.4.3. Económica	21
1.5. Limitaciones.....	22
1.6. Objetivos de la investigación	22
1.6.1. Objetivo general	22
1.6.2. Objetivos específicos	22
CAPÍTULO II	23
MARCO TEÓRICO	23
2.1. Antecedentes de la investigación	23
2.1.1. Antecedentes internacionales	23
2.1.2. Antecedentes nacionales	24
2.2. Marco Conceptual.....	25

2.2.1. Ciclo de vida útil de las estructuras en concreto	25
2.2.2. El medio ambiente influye en el concreto	29
2.2.3. El estado del tiempo.....	30
2.2.4. Factores que afectan el proceso de deterioro	36
2.2.5. Estructura y microestructura del concreto	38
2.2.6. Selección y calidad de los componentes del concreto	45
2.2.7. Diseño y dosificación de mezclas de concreto	54
2.2.8. Concepto de durabilidad del concreto	56
2.2.9. Producción y control de calidad del concreto	58
2.2.10. Muestreo del concreto	59
2.2.11. Patología del concreto	61
2.2.12. Luz y arquitectura	62
2.3. Definición de términos	63
2.4. Formulación de Hipótesis	65
2.4.1. Hipótesis general.....	65
2.4.2. Hipótesis específicas.....	65
2.5. Variables.....	65
2.5.1. Definición conceptual de las variables	65
2.5.2. Definición operacional de las variables	66
2.5.3. Operacionalización de las variables	67
CAPÍTULO III.....	68
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	68
3.1. Método de investigación	68
3.2. Tipo de investigación	68
3.3. Nivel de la investigación	68
3.4. Diseño de la investigación	68
3.5. Población y muestra	69
3.5.1. Población	69
3.5.2. Muestra	69
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	69
3.6.1. La técnica de recolección de datos	69
3.6.2. Instrumentos recolección de datos.....	69
3.7. Procedimiento de recolección de datos	70

3.7.1. Fase de planteamiento y organización (pre campo).....	70
3.7.2. Fase de trabajo de campo o recolección de datos	70
3.7.3. Fase de gabinete.....	71
3.7.4. Informe de investigación	71
3.8. Técnicas y análisis de datos	71
CAPÍTULO IV	73
RESULTADOS	73
4.1. Descripción y metodología del trabajo experimental	73
4.1.1. Ejecución de la Investigación	74
4.1.2. Clasificación por su composición	77
4.1.3. Vidrio sódico cálcico.....	79
4.1.4. Cemento.....	79
4.2. Agregados	80
4.2.1. Agregado fino	80
4.2.2. Agregado grueso.....	80
4.3. El Agua	81
4.4. Normas de los ensayos Empleados	81
4.5. Propiedades de los materiales.....	83
4.5.1. Vidrio	83
4.5.2. Cemento.....	83
4.5.3. Agregados.....	84
4.5.4. Diseño de mezclas	94
4.6. Tiempo de Fraguado para un a/c = 0.40.....	103
4.7. Tiempo de fraguado para un a/c = 0.60.....	105
4.8. Resistencia a la compresión a/c 0.40	106
4.9. Resistencia a la compresión a/c 0.60	107
CAPÍTULO V	109
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	109
5.1. Prueba de hipótesis general	109
5.1.1. Análisis de la exudación vs % de vidrio triturado.....	109
5.1.2. Análisis de contenido de aire vs relación agua/cemento.....	113
5.1.3. Análisis de slump vs relación agua/cemento.....	117
5.1.4. Análisis de la exudación vs relación agua-cemento	120

5.1.5. Contenido de aire vs % de vidrio triturado.....	121
5.2. Prueba de hipótesis específica A.....	122
5.2.1. Tiempo de fraguado vs relación agua cemento	122
5.2.2. Tiempo de fraguado vs % vidrio triturado	123
5.3. Prueba de hipótesis específica B.....	126
5.3.1. Resistencia a/c de 0.40 vs tiempo.....	126
5.3.2. Resistencia con 20% de vidrio triturado vs tiempo	127
5.4. Prueba de hipótesis específica C.....	130
5.4.1. Análisis del % de agua reducida vs relación agua/cemento.....	130
5.4.2. Análisis del agua reducida vs % de vidrio triturado	131
5.5. Prueba de hipótesis específica D	134
5.5.1. Slump vs % de vidrio triturado.....	134
5.6. Prueba de hipótesis específica E.....	137
5.6.1. Análisis de tiempo de fraguado vs relación agua/cemento	137
CONCLUSIONES	141
RECOMENDACIONES	143
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	144
ANEXOS	145
Anexo N° 1: Matriz de consistencia.....	146
Anexo N° 2: Certificados de ensayos.....	148
Anexo N° 3: Certificado de Calibración de Equipos	237
Anexo N° 4: Panel Fotográfico.....	256

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.- Ejemplo de mecanismo de daño del concreto.	37
Tabla 2.- Edad de la pasta fresca.	44
Tabla 3.- Tipo de curado.	45
Tabla 4.- Designación de cemento.	46
Tabla 5.- Deterioro por expansión por expansión.	47
Tabla 6.- Deterioro por carbonatación.	47
Tabla 7.- Impurezas.	48
Tabla 8.- Datos.	48
Tabla 9.- Porcentaje que pasa.	49
Tabla 10.- Porcentaje máximo permitido.	50
Tabla 11.- Criterios aceptables.	50
Tabla 12.- Ensayo resistencia mínima.	51
Tabla 13.- Material que pasa cada uno de los materiales.	52
Tabla 14.- Porcentaje que pasa para el tamaño máximo.	53
Tabla 15.- Porcentaje máximo permitido.	54
Tabla 16.- Operacionalización de las variables.	67
Tabla 17.- Población de la investigación.	69
Tabla 18.- Composición química del vidrio y del cemento.	76
Tabla 19. Composición del vidrio y del cemento.	78
Tabla 20.- Normas de los ensayos empleados.	81
Tabla 21.- Ensayos.	82
Tabla 22.- Parámetros en las propiedades del concreto endurecido.	82
Tabla 23.- Propiedades físicas del vidrio.	83
Tabla 24.- Propiedades físicas del cemento portland tipo I Andino.	84
Tabla 25.- Peso específico y absorción del agregado fino.	85
Tabla 26.- Peso específico y absorción del agregado fino.	85
Tabla 27.- Peso unitario suelto y peso unitario compactado del fino.	86
Tabla 28.- Peso Unitario Suelto y peso unitario compactado del grueso.	87
Tabla 29.- Contenido de humedad del agregado fino.	87
Tabla 30.- Contenido de humedad del agregado grueso.	88
Tabla 31.- Curva granulométrica del agregado fino.	89
Tabla 32.- Resultado de la granulometría del agregado fino.	89
Tabla 33.- Curva granulométrica del agregado grueso.	90
Tabla 34.- Resultado de la granulometría del agregado grueso.	90
Tabla 35.- Peso unitario seco vs % de vacíos.	91
Tabla 36.- Malla N° 200.	92
Tabla 37.- Malla N° 200 para el agregado grueso.	93
Tabla 38.- Resultado de impurezas del agregado.	94
Tabla 39.- Cantidad de Agua.	95
Tabla 40.- Dosificación de agregados.	96
Tabla 41.- Dosificación.	97

Tabla 42.- Diseño dinámico.....	97
Tabla 43.- Dosificación de agregados a/c 0.60	99
Tabla 44.- Dosificación relación a/c 0.60	99
Tabla 45.- Diseño dinámico relación a/c 0.60	99
Tabla 46.- Diseño de mezcla para una relación a/c=0.40 + 20% de vidrio. ...	100
Tabla 47.- Dosificación de relación a/c=0.40 + 20% de vidrio.....	100
Tabla 48.- Diseño dinámico para una relación a/c=0.40 + 20% de vidrio	101
Tabla 49.- Dosificación de relación a/c=0.60 + 20% vidrio.....	102
Tabla 50.- Diseño estático de mezcla a/c=0.60 + 20% vidrio.....	102
Tabla 51.- Diseño dinámico de mezcla a/c=0.60 + 20% vidrio.....	103
Tabla 52.- Temperatura del concreto.	104
Tabla 53.- Tiempo de fraguado para un a/c = 0.60.	104
Tabla 54.- Temperatura del ambiente.	105
Tabla 55.- Tiempo de fraguado para un a/c = 0.60.	105
Tabla 56.- Tiempo de fraguado para un a/c = 0.60.	106
Tabla 57.- Resistencia a la compresión relación a/c=0.40.	106
Tabla 58.- Agregado fino con vidrio I a/c 0.40.....	106
Tabla 59.- Agregado fino con vidrio II a/c 0.40.....	107
Tabla 60.- Resistencia a la compresión relación a/c=0.60.....	108
Tabla 61.- Agregado fino con vidrio I a/c 0.60.....	108
Tabla 62.- Agregado fino con vidrio II a/c 0.60.....	108

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.- Ubicación del laboratorio.	21
Figura 2.-Ciclo de vida de una estructura de concreto.....	26
Figura 3.- Vida útil residual.....	29
Figura 4.- EL medio ambiente en el concreto.	29
Figura 5.- Vapor de agua.	30
Figura 6.- La temperatura.....	32
Figura 7.- Humedad.	34
Figura 8.- Presión Atmosférica.....	35
Figura 9.- Concreto con aire.....	39
Figura 10.- Durabilidad en el concreto.	42
Figura 11.- Granulométrica del agregado fino.....	89
Figura 12.- Granulométrica del agregado grueso.....	90
Figura 13.- Peso unitario compactado vs % arena.....	92
Figura 14.- Cantidad de agua (slump) a/c 0.40.....	94
Figura 15.- Cantidad de agua (slump) a/c 0.50.....	95
Figura 16.- Cantidad de agua (slump) a/c 0.60.....	95
Figura 17.- Ensayo de tiempo de fraguado.	104
Figura 18.- % Exudación vs % vidrio triturado.....	113
Figura 19.- Análisis de contenido de aire vs relación agua/cemento.	116
Figura 20.- Análisis de slump vs relación agua/cemento.	120
Figura 21.- Análisis de la exudación vs relación agua-cemento.	120
Figura 22. Contenido de aire vs % de vidrio triturado	121
Figura 23. Tiempo de fragua vs relación agua cemento.	122
Figura 24. Tiempo de fraguado vs % vidrio triturado.....	123
Figura 25.- Resistencia a/c de 0.40 vs tiempo.	126
Figura 26.- Resistencia con 20% de vidrio triturado vs tiempo.....	127
Figura 27. Análisis del % de agua reducida vs relación agua/cemento.	130
Figura 28.- Análisis del agua reducida vs % de vidrio triturado.....	131
Figura 29.- Slump vs % de vidrio triturado.	134
Figura 30.- Análisis de tiempo de fraguado vs relación agua/cemento.....	138

RESUMEN

La presente investigación tuvo como problema general: ¿De qué manera varía el vidrio triturado como agregado fino en las propiedades físico-mecánicas de un concreto convencional? y como objetivo general: Evaluar el vidrio triturado como agregado fino en las propiedades físico-mecánicas de un concreto convencional y la hipótesis general que se verificó fue: El vidrio triturado como agregado fino mejora las propiedades físico-mecánicas de un concreto convencional.

El método general de investigación fue el científico, el tipo de investigación fue aplicada de nivel explicativo y de diseño experimental. La población estuvo conformada por 216 probetas de concreto sin y con vidrio triturado (en 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70 y 80 % como reemplazo del agregado fino), bajo las relaciones de agua/cemento de 0.40, 0.50 y 0.60; mientras que la muestra correspondió a la totalidad de la población, por lo tanto, no se aplicó técnica de muestreo.

Como conclusión principal se obtuvo que, la adición de vidrio triturado como agregado fino en 20 % para las diferentes dosificaciones mejora en 10 % las propiedades físico - mecánicas del concreto en estado fresco y endurecido.

Palabras clave: Concreto, vidrio triturado, propiedades físicas, propiedades mecánicas.

ABSTRACT

The present investigation had as general problem: Which is the incidence of the crushed glass as fine aggregate in the physical-mechanical properties of a conventional concrete? and as general objective: To evaluate the incidence of crushed glass as a fine aggregate in the physical-mechanical properties of a conventional concrete and the general hypothesis that was verified was: Crushed glass as a fine aggregate has a direct proportional impact on the physical-mechanical properties of a conventional concrete.

The general research method was the scientific one, the type of research was applied of explanatory - correlational level and of experimental design. The population was conformed by 216 concrete samples without and with crushed glass (in 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70 and 80% as replacement of fine aggregate), under the water/cement relations of 0.40, 0.50 and 0.60; while the sample corresponded to the totality of the population, therefore, no sampling technique was applied.

As a main conclusion it was obtained that, the addition of crushed glass as fine aggregate in 20% for the different dosages improves in 10% the physical-mechanical properties of the concrete in fresh and hardened state.

Keywords: Concrete, crushed glass, physical properties, mechanical properties.

INTRODUCCIÓN

La presente tesis titulada: Incidencia del vidrio triturado como agregado fino en las propiedades físico-mecánicas de un concreto convencional, surge de la necesidad de utilizar nuevos materiales en el concreto que mejoren sus propiedades físico-mecánicas, pues hoy en día los materiales empleados en la construcción han ido adquiriendo nuevas formas de expresarse e instalarse en el mundo de la construcción. Muchos años atrás se pensaba en teoría que el concreto modificado era imposible de conseguir ya que no se podía contar con estudios como antecedentes, debido que no se encontraba materiales que tengan esa característica. No obstante, en la actualidad varios países como Alemania, México, Colombia han utilizado como adición de sílice vítrea, fibra óptica y otras adiciones que no comparten al público a fin de guardar sus derechos reservados. De lo cual, se tiene en cuenta que la adición del vidrio en la mezcla de concreto aumenta la resistencia y la durabilidad de una edificación o pavimento ya que en Estados Unidos utiliza el vidrio en veredas y pavimentos. Es así, que esta investigación consideró al vidrio triturado como sustituto parcial del agregado fino en 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70 y 80 %, además de optar con dosificaciones de agua y cemento, tales como 0.40, 0.50 y 0.60, esto para evaluar sus propiedades físico-mecánicas en comparación con un concreto sin adición de vidrio triturado y obtener con ello una dosificación óptima. Asimismo, es dable mencionar que esta investigación se desarrolló con la finalidad de aportar en la construcción de edificaciones empleando el vidrio triturado como agregado fino, con lo cual se da un segundo uso a este material.

El desarrollo de este estudio está compuesto por 5 capítulos, los cuales son:

El Capítulo I, trata sobre el problema de investigación, el planteamiento del problema, la formulación y sistematización del problema, la delimitación de la investigación, la justificación, las limitaciones y los objetivos.

El Capítulo II, muestra el marco teórico, los antecedentes de la investigación, el marco conceptual, la definición de términos, las hipótesis y variables.

El Capítulo III, desarrolla la metodología de la investigación, donde se explica el método de investigación, tipo de investigación, nivel, diseño, la población y muestra, técnicas e instrumentos de recolección de información, el procesamiento de la información y las técnicas y análisis de datos.

El Capítulo IV, trata sobre los resultados obtenidos en base a los problemas, objetivos y las hipótesis.

El Capítulo V, explica la discusión de resultados obtenidos en la investigación.

Finalmente se tiene las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos.

Bach. Quispe Sánchez, Erik y Bach. Ramón Vásquez, Eric Samir.