



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

“EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UN CONCRETO TRADICIONAL, CON RESPECTO A UN CONCRETO TRASLUCIDO, REEMPLAZANDO EL AGREGADO FINO POR VIDRIO MOLIDO EN DIFERENTES PORCENTAJES”.

Presentado por:

Bach. Aucca Cruz, Bryan

Bach. Carbajal Arriola, Daniel Enrique.

Para optar el Título de Profesional de Ingeniero Civil

Asesor:

Ing. Heiner Soto Flórez.

CUSCO – PERÚ

2021



Dedicatoria

A Dios, por darme una maravillosa familia. A mis padres, Wilbert y Adelma, mis grandes héroes, por haberme brindado durante toda esta etapa, su apoyo incansable y desmedido, por el amor y fortaleza que me dan. A mis Hermanos Isharina, Miguel y Adriano; por apoyarme en todo momento; por la verdadera amistad que me brindan. A mis 2 pequeños sobrinos, Zoe Adela y Liam Daniel, a mi novia Luz Canela y a todos mis familiares y amigos, en el apoyarme, darme consejos y cariño siempre me brindan.

Bryan Auca Cruz

Dios, nuestro creador..., por darme la fuerza, para lograr mis objetivos, a mis abuelos Oscar y Josefina que están en el cielo siempre cuidándome, mi abuela Chepita y mis padres por ser parte fundamental en toda mi formación personal, en toda mi educación, tanto en académico, la vida, en especial a Daniel Lino Carbajal Zegarra por nunca haberme dejado de brindar su apoyo hasta este momento. A mi madre Irma Arriola Lazarte por haberme impulsado y motivado para nunca dejar este reto propuesto, mi hermano Julio Cesar y a todos mis familiares y amigos, contando siempre del apoyo, muchos consejos y amor brindado.

Daniel Enrique Carbajal Arriola



Agradecimiento

Al grupo de educadores que son de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil - UAC; por ser autores en la formación Profesional de sus alumnos, por habernos compartido sus conocimientos y experiencias.

Al Ingeniero Heiner Soto (nuestro Asesor), por el apoyo y consejos en la creación hasta el fin del trabajo de investigación.

Al Ing. Adriel Ramírez Vargas de la Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas y al Físico Rolando Lozano Cusi, Coordinador del Departamento de Física, de la Universidad Andina del Cusco. Por la ayuda en el desarrollo de un aparato de medición, de Temperatura y Transmisión de Luz, aparato de similares características a un Espectrofotómetro, además del apoyo en la codificación y toma de datos de la investigación.

Al Ingeniero Abel Auca Bárcena, por brindarnos sus consejos, experiencia y gran apoyo al habernos facilitado las instalaciones de su empresa Premezclados y Maquinarias Cusco S.A.C, para la realización de esta investigación.

A Nuestros padres, por habernos brindado su apoyo económico y emocional, a lo largo del tiempo de nuestra formación profesional, sin su apoyo esto no hubiera podido lograrse.

Bryan Auca Cruz y Daniel E. Carbajal Arriola.



Resumen

En la presente investigación, se realizó un análisis comparativo de las propiedades físicas - mecánicas de un Concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, aditivado con un plastificante HP 300 de la marca ULMEN, en adelante denominado Concreto Patrón; respecto a otros Concretos, también aditivados, pero con sustitución del Agregado Fino (Arena), por Vidrio Reciclado Molido (VRM) en diferentes porcentajes de sustitución (50%, 75% y 100%). Los concretos fueron elaborados con Cemento Portland Tipo I y Según el diseño de mezclas DIM 1045 (Metodología alemana).

El Ensayo de Conductividad Térmica, se realizó bajo la norma ASTM C177-13, norma que detalla el procedimiento y el aparato de medición, el cual fue diseñado y elaborado por los investigadores, para los bloques de concreto a ensayar. De igual manera para el Ensayo de Transmitancia de luz (Traslucidez), se diseñó y desarrolló un equipo que nos permita la medición. Para los demás ensayos, como Resistencia a la Compresión, Revenimiento y Peso Volumétrico, se realizaron bajo la normativa nacional vigente, y con los equipos y herramientas del laboratorio de Premezclados y Maquinarias Cusco.

Con la sustitución del Agregado Fino, por el Vidrio Reciclado Molido, se demuestra una clara modificación de las propiedades físico - mecánicas del concreto. Para la Resistencia a la Compresión se evidencia un incremento en un punto máximo, cuando la sustitución se hace al 50%. Para la Conductividad Térmica se evidencia una disminución, a medida que se incrementa la sustitución del agregado fino, por lo tanto, el material presenta mayor capacidad de aislamiento térmico. Para la Transmitancia de Luz, se evidencia un ligero paso de luz, cuando la sustitución se realiza al 100%. Para el Peso Volumétrico se evidencia una disminución, a medida que se incrementa la sustitución del agregado fino, por lo que lo convierte en un material más ligero.

La investigación nos permitió apreciar los grandes beneficios que nos brinda trabajar con Vidrio Reciclado Molido, al sustituir por uno de los principales componentes del concreto, como es el Agregado Fino (La Arena). Con ello queda demostrado que el uso del vidrio reciclado en la fabricación de concreto, es una práctica viable y sostenible, además que se logra importantes ahorros de energía y grandes beneficios ambientales y económicos.

Palabras Claves: Vidrio Reciclado Molido, Conductividad Térmica, Transmitancia de Luz, Traslucidez, Concreto Traslucido.



Abstract

In the present research, a comparative analysis of the physical-mechanical properties of a Concrete $f'c = 210 \text{ kg / cm}^2$, added with a HP 300 plasticizer from the ULMEN brand, hereinafter called Standard Concrete; with respect to other Concretes, also additives, but with substitution of Fine Aggregate (Sand), by Ground Recycled Glass (VRM) in different substitution percentages (50%, 75% and 100%). The concretes were made with Type I Portland Cement and according to the mix design DIM 1045 (German Methodology).

The Thermal Conductivity Test was carried out under the ASTM C177-13 standard, a standard that details the procedure and the measuring device, which was designed and prepared by the researchers, for the concrete blocks to be tested. Similarly, for the Light Transmittance Test (Translucency), an equipment was designed and developed that allows us to measure. For the other tests, such as Compression Resistance, Revenue and Volumetric Weight, they were carried out under current national regulations, and with the equipment and tools of the Cusco Pre-mixed and Machinery laboratory.

With the substitution of Fine Aggregate, by Ground Recycled Glass, it is shown that there is a clear modification of the physical-mechanical properties of concrete. For Compressive Strength, an increase is evidenced at a maximum point, when the replacement is made at 50%. For Thermal Conductivity, a decrease is evidenced, as the substitution of fine aggregate increases, therefore, the material has a greater thermal insulation capacity. For Light Transmittance, a slight passage of light is evidenced, when the replacement is made at 100%. For the Volumetric Weight, a decrease is evidenced, as the substitution of the fine aggregate increases, making it a lighter material.

The research allowed us to appreciate the great benefits that working with Ground Recycled Glass offers us, by substituting one of the main components of concrete, such as Fine Aggregate (La Arena). This shows that the use of recycled glass in the manufacture of concrete is a viable and sustainable practice, in addition to achieving significant energy savings and great environmental and economic benefits.

Keywords: Recycled Ground Glass, Thermal Conductivity, Light Transmittance, Translucency, Translucent Concrete.



Introducción

La conciencia ambiental está en aumento cada día, y con la poca información sobre el tratamiento del vidrio reciclado y escaso estudio sobre concretos con sustitución de Agregado Fino por Vidrio Reciclado Molido, por estas razones decidimos realizar la presente investigación en nuestro entorno.

Las pruebas fueron realizadas con agregado fino de la cantera de Huasaqmayo – Vilcabamba Caicay y agregado grueso de la cantera de Vicho – Cuenca del Vilcanota, con cemento Portland tipo I y con vidrio reciclado proveniente de la Vidriería más grande de la ciudad del Cusco, Vidriería Universo, el cual luego fue procesado por dos tipos: desgaste por máquina de los ángeles en la Universidad Andina del Cusco y con la chancadora de minerales de la Facultad de Ingeniería Metalúrgica de la Universidad San Antonio Abad del Cusco.

La finalidad de esta investigación es usar el vidrio reciclado como agregado no natural en un concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, que según las consideraciones mostradas en el marco teórico, además de las tesis tomadas como antecedentes, este concreto tendría las características positivas como: una mayor resistencia a la compresión, un menor peso, un menor costo de producción, una mejor trabajabilidad, una baja conductividad Térmica, por lo tanto ser un aislante térmico; una material que permita el paso de luz, es decir ser translucido.

En la investigación se determina la resistencia a la compresión, la conductividad Térmica, la translucidez, el peso volumétrico y la trabajabilidad del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ Patrón, y de los concretos con diferentes porcentajes de sustitución del agregado fino por el Vidrio Reciclado Molido, haciendo uso de las Normativas Técnicas Peruanas, así como también normativas internacionales, que nos permitan el correcto desarrollo de la investigación.

Esta investigación pretende afirmar y demostrar que es posible utilizar el vidrio reciclado molido, y si es mejor tamizado y dosificado dentro de la curva granulométrica de los agregados finos. Para sustituir parcial o totalmente al agregado fino y así alcanzar mejoras en la Propiedades Físico – mecánicas del concreto. Y así buscar materiales funcionales, alternativos y diferentes a los materiales tradicionales, que permitan elaborar un concreto con mejores propiedades, de alta calidad y a menores costos, además de reducir la contaminación del medio ambiente, al hacer uso de materiales reciclados.



Índice general

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Resumen	iv
Abstract	v
Introducción	vi
Índice general	vii
Índice de Tablas	xi
Índice de Figuras	xvi
Capítulo I: Planteamiento del problema.....	21
1.1. Identificación del Problema.....	21
1.1.1. Descripción del problema.....	21
1.1.2. Formulación interrogativa del problema:	23
1.2. Justificación e Importancia de la investigación.....	24
1.2.1. Justificación técnica.	24
1.2.2. Justificación social.	24
1.2.3. Justificación por viabilidad.	25
1.2.4. Justificación por relevancia.	25
1.3. Limitaciones de la Investigación.	26
1.3.1. Limitación geográfica:	26
1.3.2. Limitación de materiales y ensayos:	26
1.4. Objetivo de la investigación:	27
1.4.1. Objetivo General:	27
1.4.2. Objetivos Específicos:	28
Capitulo II: Marco Teórico	29
2.1. Antecedentes de la tesis o Investigación Actual.....	29



2.1.1.	Antecedentes a Nivel Nacional.....	29
2.1.2.	Antecedentes a Nivel Internacional.....	30
2.2.	Aspectos Teóricos Pertinentes:.....	32
2.2.1.	El concreto.....	32
2.2.2.	Concreto Translúcido	44
2.2.3.	El vidrio.....	52
2.2.4.	Diseños de Mezclas	59
2.2.5.	Propiedades Mecánicas	67
2.2.6.	Propiedades Físicas	69
2.2.7.	Criterio de Exclusión de Chauvenet.....	84
2.3.	Hipótesis.....	85
2.3.1.	Hipótesis general	85
2.3.2.	Sub hipótesis.....	85
2.4.	Definición de Variables	86
2.4.1.	Variables Independientes	86
2.4.2.	Variables Dependientes	86
2.4.3.	Cuadro de Operacionalización de variables	87
	Capitulo III: Metodología.....	88
3.1.	Metodología de la Investigación	88
3.1.1.	Enfoque de la investigación	88
3.1.2.	Nivel o alcance de la investigación	88
3.1.3.	Método de investigación	88
3.2.	Diseño de la Investigación.....	88
3.2.1.	Diseño metodológico.....	88
3.2.2.	Diseño de Ingeniería.....	89
3.3.	Población y Muestra	90
3.3.1.	Población	90



3.3.2.	Muestra.....	90
3.3.3.	Criterios de inclusión.....	93
3.4.	Instrumentos	93
3.4.1.	Instrumentos metodológicos o Instrumentos de Recolección de Datos (Fichas Técnicas de Recolección de Datos).....	94
3.4.2.	Instrumentos de Ingeniería	106
3.5.	Procedimientos de Recolección de Datos.....	106
3.5.1.	Muestreo de los agregados	106
3.5.2.	Granulometría de los Agregados	109
3.5.3.	Peso Específico y Absorción de los Agregados.	115
3.5.4.	Contenido de humedad de los Agregados	122
3.5.5.	Elaboración de Muestras (Probetas Cilíndricas y Placas Rectangulares).	125
3.5.6.	Revenimiento del Concreto (Slump Test).....	131
3.5.7.	Peso Volumétrico de Muestras.....	134
3.5.8.	Resistencia a la Compresión de Probetas Cilíndricas	139
3.5.9.	Transmitancia de Luz	144
3.5.10.	Conductividad térmica	156
3.5.11.	Análisis de costos unitarios de nuestro concreto.....	243
3.6.	Procedimientos de Análisis de datos	163
3.6.1.	Análisis de Granulometría de los Agregados:.....	163
3.6.2.	Análisis Peso Específico y Absorción de los Agregados.....	175
3.6.3.	Análisis del Contenido de humedad de los Agregados	180
3.6.4.	Análisis del Diseño de mezclas	183
3.6.5.	Análisis del Revenimiento del Concreto (Slump Test).....	196
3.6.6.	Análisis de Peso Volumétrico de Muestras	199
3.6.7.	Análisis del Ensayo de Resistencia a la Compresión de Probetas Cilíndricas	219
3.6.8.	Análisis de Transmitancia de Luz, de placas Rectangulares.....	230



3.6.9.	Análisis de Conductividad térmica de placas Rectangulares	235
	Capítulo IV: Resultados	243
4.1.	Resultados del Revenimiento del Concreto (Slump Test).....	247
4.2.	Resultados del Peso Volumétrico	249
4.3.	Resultados de Resistencia a la Compresión de Probetas Cilíndricas.	251
4.4.	Resultados de Transmitancia de Luz.....	254
4.5.	Resultados de Conductividad Térmica.....	254
	Capítulo V: Discusión	258
5.1.	Contraste de resultados con referentes del marco teórico	258
5.2.	Interpretación de los resultados encontrados en la investigación.....	259
5.3.	Aporte de la investigación	259
5.4.	Incorporación de temas nuevos que se han presentado durante el proceso de la investigación que no estaba considerado dentro de los objetivos de la investigación	259
5.5.	Comentario de la demostración de la hipótesis	260
	Glosario	261
	Conclusiones	263
	Recomendaciones.....	265
	Referencias	266
	Anexos.....	271
	Apéndices	312



Índice de Tablas

<i>Tabla 1</i> Composición de los residuos sólidos por distritos.....	22
Tabla 2 Características Técnicas - Requerimientos Químicos.....	34
Tabla 3 Características Técnicas - Requerimientos Físicos.....	35
Tabla 4 Granulometría del agregado fino.....	39
Tabla 5 Valores Máximos de Sustancias Disueltas.....	40
Tabla 6 Propiedades de los Concretos Traslucidos Comercializados.....	52
Tabla 7 Componentes Químicos del Vidrio Sódico.....	52
Tabla 8 PLAN DE DESARROLLO URBANO CUSCO – GENERADORES DE DESECHOS.....	54
Tabla 9 Resultados otros investigadores c/r al estudio del vidrio por agregado fino.....	58
Tabla 10 Relación Agua/Cemento (A/C) vs. Resistencia Compresión $f'c$	60
Tabla 11 Consistencia vs. Asentamiento.....	61
Tabla 12 Diferentes Slump, tamaño máximo de agregado y contenido de aire, cantidades con aproximación de agua.....	61
Tabla 13 Módulos de Fineza (MF) totales óptimos establecidos para mezclas de arena y piedra por Walter y Bartel.....	Error! Bookmark not defined.
Tabla 14 Clasificación por Consistencia.....	71
Tabla 15 Coeficiente $k(n)$ del criterio de Chauvenet.....	84
Tabla 16 Operacionalización de Variables.....	87
Tabla 17 Cuantificación de la Población.....	90
Tabla 18 Cuantificación de la muestra.....	91
Tabla 19 Granulometría del Agregado Fino.....	110
Tabla 20 Granulometría del Vidrio Reciclado.....	113
Tabla 21 Granulometría del Agregado Grueso.....	115
Tabla 22 Recolección de datos de Peso Específico de Arena Gruesa.....	118
Tabla 23 Datos de Peso Específico de VRM.....	120
Tabla 24 Datos del Peso Específico del Agregado Grueso.....	122
Tabla 25 Datos Del Contenido de Humedad Arena Gruesa.....	123
Tabla 26 Datos Del Contenido de Humedad Vidrio Molido Reciclado.....	124
Tabla 27 Datos Del Contenido de Humedad Vidrio Molido Reciclado.....	125
Tabla 28 Toma de Datos de Slump Test de las Tandas, para el Concreto Patrón.....	133
Tabla 29 Toma de Datos de Slump Test de las Tandas, para el Concreto Sustituido al 50%.....	133
Tabla 30 Toma de Datos de Slump Test de las Tandas, para el Concreto Sustituido al 75%.....	133
Tabla 31 Toma de Datos de Slump Test de las Tandas, para el Concreto Sustituido al 100%.....	133



<i>Tabla 32</i> Datos de Peso Volumétrico de Probetas Cilíndricas con Concreto Patrón (0%).	135
<i>Tabla 33</i> Datos de Peso Volumétrico de Probetas Cilíndricas con Concreto Sustituido (50%).	135
<i>Tabla 34</i> Datos de Peso Volumétrico de Probetas Cilíndricas con Concreto Sustituido (75%).	136
<i>Tabla 35</i> Datos de Peso Volumétrico de Probetas Cilíndricas con Concreto Sustituido (100%).	136
<i>Tabla 36</i> Datos de Peso Volumétrico de Placas Rectangulares con Concreto Patrón (0%).	137
<i>Tabla 37</i> Datos de Peso Volumétrico de Placas Rectangulares con Concreto Sustituido (50%).	138
<i>Tabla 38</i> Datos de Peso Volumétrico de Placas Rectangulares con Concreto Sustituido (75%).	138
<i>Tabla 39</i> Datos de Peso Volumétrico de Placas Rectangulares con Concreto Sustituido (100%).	139
<i>Tabla 40</i> Toma de Datos de la Resistencia a la Compresión de Probetas Cilíndricas del Concreto Patrón (0%).	143
<i>Tabla 41</i> Toma de Datos de la Resistencia a la Compresión de Probetas Cilíndricas del Concreto Sustituido (50%).	143
<i>Tabla 42</i> Toma de Datos de la Resistencia a la Compresión de Probetas Cilíndricas del Concreto Sustituido (75%).	144
<i>Tabla 43</i> Toma de Datos de la Resistencia a la Compresión de Probetas Cilíndricas del Concreto Sustituido (100%).	144
<i>Tabla 44</i> Toma de Datos del Ensayo de Transmitancia de Luz de Placas de Concreto – Ensayo N° 1	147
<i>Tabla 45</i> Toma de Datos del Ensayo de Transmitancia de Luz de Placas de Concreto – Ensayo N° 2	148
<i>Tabla 46</i> Toma de Datos del Ensayo de Transmitancia de Luz de Placas de Concreto – Ensayo N° 3	149
<i>Tabla 47</i> Toma de Datos del Ensayo de Transmitancia de Luz de Placas de Concreto – Ensayo N° 4	150
<i>Tabla 48</i> Toma de Datos del Ensayo de Transmitancia de Luz de Placas de Concreto – Ensayo N° 5	151
<i>Tabla 49</i> Toma de Datos del Ensayo de Transmitancia de Luz de Placas de Concreto – Ensayo N° 6	152
<i>Tabla 50</i> Toma de Datos del Ensayo de Transmitancia de Luz de Placas de Concreto – Ensayo N° 7	153
<i>Tabla 51</i> Toma de Datos del Ensayo de Transmitancia de Luz de Placas de Concreto – Ensayo N° 8	154
<i>Tabla 52</i> Toma de Datos del Ensayo de Transmitancia de Luz de Placas de Concreto – Ensayo N° 9	155
<i>Tabla 53</i> Toma de Datos del Ensayo de Transmitancia de Luz de Placas de Concreto – Ensayo N° 10	156



<i>Tabla 54 Toma de Datos del Ensayo de Conductividad Termica de Placas Rectangulares del Concreto Patrón (0%).....</i>	<i>159</i>
<i>Tabla 55 Toma de Datos del Ensayo de Conductividad Termica de Placas Rectangulares del Concreto Sustituido (50%).....</i>	<i>160</i>
<i>Tabla 56 Toma de Datos del Ensayo de Conductividad Termica de Placas Rectangulares del Concreto Sustituido (75%).....</i>	<i>161</i>
<i>Tabla 57 Toma de Datos del Ensayo de Conductividad Termica de Placas Rectangulares del Concreto Sustituido (100%).....</i>	<i>162</i>
<i>Tabla 58 Análisis de Granulometría del Agregado Fino.....</i>	<i>163</i>
<i>Tabla 59 Análisis de Granulometría del Vidrio Reciclado Molido (VRM).</i>	<i>165</i>
<i>Tabla 60 Análisis de Granulometría del Agregado Grueso.</i>	<i>166</i>
<i>Tabla 61 Husos definidos por la Norma DIM 1045.....</i>	<i>168</i>
<i>Tabla 62 Participación de Agregados y Fineza Global Concreto Patrón.....</i>	<i>169</i>
<i>Tabla 63 Granulometría Combinada Concreto Patrón.....</i>	<i>169</i>
<i>Tabla 64 Participación de Agregados y Fineza Global Concreto 50%.....</i>	<i>170</i>
<i>Tabla 65 Granulometría Combinada del Concreto 50%.....</i>	<i>171</i>
<i>Tabla 66 Participación de Agregados y Fineza Global Concreto 75%.....</i>	<i>172</i>
<i>Tabla 67 Granulometría Combinada del Concreto 75%.....</i>	<i>172</i>
<i>Tabla 68 Participación de Agregados y Fineza Global Concreto 100%.....</i>	<i>174</i>
<i>Tabla 69 Granulometría Combinada Concreto 100%.....</i>	<i>174</i>
<i>Tabla 70 Datos de la Muestra de Agregado Fino (Arena Gruesa).....</i>	<i>176</i>
<i>Tabla 71 Datos de la Muestra del Vidrio (VRM).....</i>	<i>177</i>
<i>Tabla 72 Datos de la Muestra del Agregado Grueso..</i>	<i>179</i>
<i>Tabla 73 Contenido de Humedad Agregado Fino.</i>	<i>180</i>
<i>Tabla 74 Contenido de Humedad Vidrio Reciclado Molido.....</i>	<i>181</i>
<i>Tabla 75 Contenido de Humedad Agregado Grueso.....</i>	<i>182</i>
<i>Tabla 76 Datos Necesarios para Diseño de mezclas – Concreto Patrón.....</i>	<i>183</i>
<i>Tabla 77 Dosificación del Diseño de Mezclas, para 1m³ – Concreto Patrón.....</i>	<i>183</i>
<i>Tabla 78 Dosificación Diseño de mezclas por Tanda – Concreto Patrón.....</i>	<i>184</i>
<i>Tabla 79 Datos Necesarios para Diseño de mezclas – Concreto sustituido, en un 50%.....</i>	<i>187</i>
<i>Tabla 80 Dosificación Diseño de mezclas por Tanda – Concreto sustituido, en un 50%.</i>	<i>187</i>
<i>Tabla 81 Dosificación Diseño de mezclas por Tanda – Concreto sustituido, en un 50%.</i>	<i>188</i>
<i>Tabla 82 Datos Necesarios para Diseño de mezclas – Concreto sustituido, en un 75%.....</i>	<i>190</i>
<i>Tabla 83 Dosificación Diseño de mezclas por Tanda – Concreto sustituido, en un 75%.</i>	<i>190</i>
<i>Tabla 84 Dosificación Diseño de mezclas por Tanda – Concreto sustituido, en un 50%.</i>	<i>191</i>
<i>Tabla 85 Datos Necesarios para Diseño de mezclas – Concreto sustituido, en un 100%.....</i>	<i>193</i>
<i>Tabla 86 Dosificación Diseño de mezclas por Tanda – Concreto sustituido, en un 100%.</i>	<i>193</i>



Tabla 87 Dosificación Diseño de mezclas por Tanda – Concreto sustituido, en un 50%.	194
Tabla 88 Análisis del Revenimiento del Concreto (Slump Test).....	196
Tabla 89 Análisis de Datos de Peso Volumétrico (PC), mediante Criterio de Chauvenet, para el Concreto Patrón – 1ra Verificación.....	199
Tabla 90 Análisis de Datos de Peso Volumétrico (PC), mediante Criterio de Chauvenet, para el Concreto Patrón – 2da Verificación.	200
Tabla 91 Análisis de Datos de Peso Volumétrico (PC), mediante Criterio de Chauvenet, para el Concreto Sustituido por (VMR), en un 50% – 1ra Verificación.	202
Tabla 92 Análisis de Datos de Peso Volumétrico (PC), mediante Criterio de Chauvenet, para el Concreto Sustituido por (VRM), en un 50% – 2da Verificación.	203
Tabla 93 Análisis de Datos de Peso Volumétrico (PC), mediante Criterio de Chauvenet, para el Concreto Sustituido por (VRM), en un 75%. – 1ra Verificación.	205
Tabla 94 Análisis de Datos de Peso volumétrico (PC), mediante Criterio de Chauvenet, para el Concreto Sustituido por (VRM), en un 100%. – 1ra Verificación.	207
Tabla 95 Análisis de Datos de Peso Volumétrico (PC), mediante Criterio de Chauvenet, para el Concreto Sustituido por (VRM), en un 100%. – 2da Verificación.	208
Tabla 96 Análisis de Datos de Peso Volumétrico (PC), mediante Criterio de Chauvenet, para el Concreto Sustituido por (VRM), en un 100%. – 3ra Verificación.	209
Tabla 97 Análisis de Datos de Peso Volumétrico (PR), mediante Criterio de Chauvenet, para el Concreto Patrón – 1ra Verificación.....	211
Tabla 98 Análisis de Datos de Peso volumétrico (PR), mediante Criterio de Chauvenet, para el Concreto Sustituido por (VRM), en un 50%. – 1ra Verificación.	213
Tabla 99 Análisis de Datos de Peso volumétrico (PR), mediante Criterio de Chauvenet, para el Concreto Sustituido por (VRM), en un 75%. – 1ra Verificación.	215
Tabla 100 Análisis de Datos de Peso volumétrico (PR), mediante Criterio de Chauvenet, para el Concreto Sustituido por (VRM), en un 75%. – 2da Verificación.	216
Tabla 101 Análisis de Datos de Peso volumétrico (PR), mediante Criterio de Chauvenet, para el Concreto SUSTITUIDO, por (VRM), en un 100%. – 1ra Verificación.....	218
Tabla 102 Análisis de Datos de Resistencia a la Compresión de Probetas Cilíndricas, mediante Criterio de Chauvenet, para el Concreto Patrón – 1ra Verificación.....	220
Tabla 103 Análisis de Datos de Resistencia a la Compresión de Probetas Cilíndricas, mediante Criterio de Chauvenet, para el Concreto Patrón – 2da Verificación.	221
Tabla 104 Análisis de Datos de Resistencia a la Compresión de Probetas Cilíndricas, mediante Criterio de Chauvenet, para el Concreto Patrón – 3ra Verificación.....	222
Tabla 105 Análisis de Datos de Resistencia a la Compresión de Probetas Cilíndricas, mediante Criterio de Chauvenet, para el Concreto SUSTITUIDO, por (VRM), en un 50%. – 1ra Verificación.....	224



Tabla 106 <i>Análisis de Datos de Resistencia a la Compresión de Probetas Cilíndricas, mediante Criterio de Chauvenet, para el Concreto SUSTITUIDO, por (VRM), en un 75% – 1ra Verificación.....</i>	226
Tabla 107 <i>Análisis de Datos de Resistencia a la Compresión de Probetas Cilíndricas, mediante Criterio de Chauvenet, para el Concreto SUSTITUIDO, por (VMR), en un 75% – 2da Verificación.</i>	227
Tabla 108 <i>Análisis de Datos de Resistencia a la Compresión de Probetas Cilíndricas, mediante Criterio de Chauvenet, para el Concreto SUSTITUIDO, por (VRM), en un 100% – 1ra Verificación.....</i>	229
Tabla 109 <i>Resumen de datos del ensayo de Transmitancia de Luz.....</i>	231
Tabla 110 <i>Porcentaje de Transmitancia de Luz que pasa, respecto al Sensor Ambiente.....</i>	231
Tabla 111 <i>Resumen de datos recolectados de temperatura.....</i>	234
Tabla 112 <i>Análisis de Datos de Conductividad Termica de Placas Rectangulares, mediante Criterio de Chauvenet, para el Concreto Patrón – 1ra Verificación.</i>	235
Tabla 113 <i>Análisis de Datos de Conductividad Termica de Placas Rectangulares, mediante Criterio de Chauvenet, para el Concreto SUSTITUIDO, por (VRM), en un 50%. – 1ra Verificación.</i>	237
Tabla 114 <i>Análisis de Datos de Conductividad Termica de Placas Rectangulares, mediante Criterio de Chauvenet, para el Concreto SUSTITUIDO, por (VRM), en un 75%. – 1ra Verificación.</i>	239
Tabla 115 <i>Análisis de Datos de Conductividad Termica de Placas Rectangulares, mediante Criterio de Chauvenet, para el Concreto SUSTITUIDO, por (VRM), en un 100%. – 1ra Verificación.</i>	241
Tabla 116 <i>Análisis de Datos de Conductividad Termica de Placas Rectangulares, mediante Criterio de Chauvenet, para el Concreto SUSTITUIDO, por (VRM), en un 100%. – 2da Verificación.....</i>	242
Tabla 117 <i>Resumen de Resultados del Revenimiento del Concreto (Slump Test), de las dos tandas de los concretos fabricados.....</i>	247
Tabla 118 <i>Resultados finales del Revenimiento del Concreto.....</i>	247
Tabla 119 <i>Resumen de Resultados de Peso Volumetrico, de las probetas Cilindricas y de las placas rectangulares de los concretos fabricados.....</i>	249
Tabla 120 <i>Resultados finales de Peso Volumetrico.....</i>	249
Tabla 121 <i>Resultados finales de Resistencia a la Compresion.....</i>	252
Tabla 122 <i>Resultados de Transmitancia de Luz.....</i>	254
Tabla 123 <i>Resultados finales de Conductividad Termica.....</i>	256
Tabla 124 <i>Matriz de Consistencia.</i>	271



Índice de Figuras

Figura 1 Laboratorio de Suelos y Tecnología del Concreto – PYMAC	23
Figura 6 Concreto Litracon, gama de colores	45
Figura 7 Concreto Litracon Clásico.....	45
Figura 8 Concreto Litracon pXL.....	46
Figura 9 Lámpara Litracube	46
Figura 10 Joya con Litracon Clásico	47
Figura 11 Fachada con Concreto Luccon.....	47
Figura 12 Luccotherm	48
Figura 13 Luccon Veneer	48
Figura 14 Pabellón Italiano	49
Figura 15 Panel Prefabricado de Concreto I-light	49
Figura 16 Resumen de características del I-Light.....	50
Figura 19 Proceso de selección del vidrio reciclado, según el color.....	53
Figura 20 Molienda y almacenaje del vidrio reciclado	56
Figura 21 Según el tamaño, aplicación del vidrio reciclado.....	57
Figura 22 Criterio del balance VA.	60
Figura 23 Curvas teóricas de gradación óptima.....	Error! Bookmark not defined.
Figura 24 Husos Granulométricos para mezclas de arena y piedra $TM=30mm$ (Norma DIN 1045). 64	
Figura 25 Husos Granulométricos Británicos de Mezclas de Arena y Piedra T.M. = 19 mm.....	64
Figura 26 Máquina de compresión axial de Premezclados y Maquinarias Cusco	68
Figura 27 Tipos de fracturas o fallas.	69
Figura 28 Molde para ensayo de revenimiento	70
Figura 29 Proceso de medición y pesaje de Muestras	71
Figura 30 Absorción: dos elementos diferentes	72
Figura 31 Ley de Lambert	72
Figura 32 Ley de Beer	73
Figura 33 Elaboración del aparato para el ensayo de Transmitancia – Armado y conexión de dispositivos electrónicos.....	76
Figura 34 Ingeniero Adriel Ramirez V., Realizando la Programación.....	77
Figura 35 Ubicación de los Sensores Luz y Calor.	78
Figura 36 Disposición de componentes, del equipo, ensayo conductividad térmica.....	81
Figura 37 El flujo de Calor (Vertical).....	81
Figura 38 Equipo de conductividad térmica	82
Figura 39 Aluminio (placa), como Fuente de Calor	82
Figura 40 Termocupla Tipo K - Sensor de temperatura digital.....	83



Figura 41 <i>Instalación de Termocuplas en Placas frías y caliente</i>	83
Figura 43 <i>Diseño de Ingeniería</i>	89
Figura 44 <i>Ficha Técnica N° 01 - Granulometría del Agregado Fino</i>	94
Figura 45 <i>Ficha Técnica N° 02 - Granulometría del Agregado Grueso</i>	95
Figura 46 <i>Ficha Técnica N° 03 – Peso Específico y Absorción del Agregado Fino (Arena)</i>	96
Figura 47 <i>Ficha Técnica N° 04 – Peso Específico y Absorción del Agregado Fino (VRM)</i>	97
Figura 48 <i>Ficha Técnica N° 05 – Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso</i>	98
Figura 51 <i>Ficha Técnica N° 08 – Contenido de Humedad del Agregado Fino (Arena)</i>	99
Figura 52 <i>Ficha Técnica N° 09 – Contenido de Humedad del Agregado Fino (VRM)</i>	100
Figura 53 <i>Ficha Técnica N° 10 – Contenido de Humedad del Agregado Grueso</i>	101
Figura 54 <i>Ficha Técnica N° 11 – Consistencia del Concreto (Slump Test)</i>	102
Figura 55 <i>Ficha Técnica N° 12 – Resistencia a la Compresión de Testigos Cilíndricos</i>	103
Figura 56 <i>Ficha Técnica N° 13 – Peso Unitario de Placas Rectangulares de 20x15x5 cm</i>	104
Figura 57 <i>Ficha Técnica N° 14 – Medición de Temperatura y Transmisión de Luz de Placas</i>	105
Figura 58 <i>Proceso De Muestreo de Agregado Grueso y Fino</i>	107
Figura 59 <i>Proceso De Muestreo Final de Agregado Grueso y Fino</i>	107
Figura 60 <i>Proceso De Selección del Vidrio Reciclado A Utilizar</i>	108
Figura 61 <i>Cuarteo Y Secado De Agregado Fino Para Ensayo De Granulometría</i>	109
Figura 62 <i>Proceso De Chancado De Vidrio Por Máquina De Los Ángeles</i>	110
Figura 63 <i>Vidrio Tamizado y Almacenado en bolsas</i>	112
Figura 64 <i>Vidrio Tamizado y Almacenado en bolsas</i>	112
Figura 65 <i>Cantidad de la muestra de agregado mínimo</i>	114
Figura 66 <i>Peso de Agregado Grueso Para el ensayo</i>	114
Figura 67 <i>Muestra de Agregado Fino (Arena Gruesa) Para Realizar el Ensayo</i>	116
Figura 68 <i>Prueba de Humedad Superficial del Agregado Fino (Arena Gruesa)</i>	117
Figura 69 <i>Estado de Superficie Seca del Agregado Fino</i>	117
Figura 70 <i>VRM en prueba de superficie seca</i>	119
Figura 71 <i>Ensayo Peso Específico, Peso de picnómetro + Agua + VRM</i>	119
Figura 72 <i>Agregado Grueso Sumergido por 24 horas</i>	121
Figura 73 <i>Peso Específico - Agregado Grueso Sumergido</i>	121
Figura 79 <i>Contenido de Humedad del Agregado Fino, pesaje de Muestra</i>	123
Figura 80 <i>Contenido de Humedad del Agregado Grueso</i>	125
Figura 81 <i>Herramientas y Equipos Para Elaborar las Muestras de Concreto</i>	126
Figura 82 <i>Mezcla de componentes del Concreto, en Trompo</i>	127
Figura 83 <i>Inicio de Fabricación del Concreto, Con Supervisión del Encargado del Laboratorio</i> . ..	127
Figura 84 <i>Ensayo de Revenimiento (Slump test)</i>	128
Figura 85 <i>Moldeo de Muestras (Probetas y Placas), concreto Patrón</i>	129



Figura 86 Rotulado de Especímenes, Placas Patrón y al 75% de Vidrio Molido Reciclado.	129
Figura 87 Curado de las Muestras (Briquetas Cilíndricas y Placas Rectangulares) por 28 días.	130
Figura 88 Rotulado de muestras – Placas Rectangulares.....	130
Figura 89 Muestra y materiales para realizar el ensayo de revenimiento (slump test).	131
Figura 90 Slump test, enrasado de la superficie del molde para retirar verticalmente.	132
Figura 91 Ensayo de Revenimiento (Slump Test), Toma de Datos del Slump.....	132
Figura 92 Recolección de datos con vernier y peso de cada muestra.....	134
Figura 93 Medición de Muestras.....	137
Figura 94 Máquina de Compresión con Testigo Cilíndrico.....	140
Figura 95 Máquina de compresión con testigo cilíndrico, colocando muestra para ser ensayada... 141	
Figura 96 Máquina de Compresión con Testigo Cilíndrico, Falla o Ruptura de la Briqueta	141
Figura 97 Máquina de compresión con testigo cilíndrico, supervisión en la ruptura de briquetas... 142	
Figura 98 Testigos cilíndricos ensayados y con resistencias registradas.....	142
Figura 99 Aparato diseñado para el ensayo de Transmitancia de Luz.....	145
Figura 100 Muestras para el Ensayo de Transmitancia de Luz.....	145
Figura 101 Transmitancia de Luz de Placas Rectangulares.....	146
Figura 102 Evaluación y Toma de Datos del ensayo de Transmitancia de luz en Placas	146
Figura 103 Aparato para el ensayo de Conductividad Térmica.	157
Figura 104 Medición de la resistencia de nuestra fuente de calor.....	158
Figura 105 Medición del voltaje con el que se inició la prueba	158
Figura 106 Ensayo de conductividad Térmica de las Placas Rectangulares.....	159
Figura 107 Comparación de los parámetros de la Curva Granulométrica y la Curva de nuestro agregado.....	164
Figura 108 Comparación de los parámetros de la Curva Granulométrica y la Curva de Nuestro Vidrio.	165
Figura 109 Comparación de los parámetros de la Curva Granulométrica y la Curva de Nuestro Agregado Grueso.	167
Figura 110 Análisis Granulométrico Global de los Agregados, según norma DIN 1045.....	168
Figura 111 Análisis Granulométrico Global de los Agregados del Concreto Patrón.	170
Figura 112 Análisis Granulométrico Global de los Agregados del Concreto al 50%.	171
Figura 113 Análisis Granulométrico Global de los Agregados del Concreto al 75%.	173
Figura 114 Análisis Granulométrico Global de los Agregados del Concreto al 100%.	175
Figura 115 Análisis del Peso Específico y Absorción del Agregado Fino (Arena Gruesa).....	176
Figura 116 Análisis del Peso Específico y Absorción del Vidrio (VRM).	178
Figura 117 Análisis del Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso.....	179
Figura 122 Contenido de Humedad Agregado Fino.	180
Figura 123 Contenido de Humedad Vidrio Reciclado Molido.....	181



Figura 124 <i>Contenido de Humedad Agregado Grueso.</i>	182
Figura 125 <i>Proporción de Agregados, del Concreto Patrón</i>	185
Figura 126 <i>Composición en VOLUMEN de Materiales, del Concreto Patrón</i>	185
Figura 127 <i>Dosificación en PESO de Materiales, del Concreto Patrón</i>	186
Figura 128 <i>Proporción de Agregados, del Concreto Sustituido por VRM, en un 50%</i>	188
Figura 129 <i>Composición en VOLUMEN de Materiales, del Concreto Sustituido por VRM, en un 50%.</i>	189
Figura 130 <i>Dosificación en PESO de Materiales, del Concreto Sustituido por VRM, en un 50%. ...</i>	189
Figura 131 <i>Proporción de Agregados, del Concreto Sustituido por VRM, en un 75%</i>	191
Figura 132 <i>Composición en VOLUMEN de Materiales, del Concreto Sustituido por VRM, en un 75%.</i>	192
Figura 133 <i>Dosificación en PESO de Materiales, del Concreto Sustituido por VRM, en un 75%. ...</i>	192
Figura 134 <i>Proporción de Agregados, del Concreto Sustituido por VRM, en un 100%</i>	194
Figura 135 <i>Composición en VOLUMEN de Materiales, del Concreto Sustituido por VRM, en un 100%.</i>	195
Figura 136 <i>Dosificación en PESO de Materiales, del Concreto Sustituido por VRM, en un 100%. .</i>	195
Figura 137 <i>SLUMP TEST - Concreto PATRON</i>	197
Figura 138 <i>SLUMP TEST - Concreto SUSTITUIDO, por Vidrio Reciclado Molido (VRM), en un 50%.</i>	197
Figura 139 <i>SLUMP TEST - Concreto SUSTITUIDO, por Vidrio Reciclado Molido (VRM), en un 75%.</i>	198
Figura 140 <i>SLUMP TEST - Concreto SUSTITUIDO, por Vidrio Reciclado Molido (VRM), en un 100%.</i>	198
Figura 141 <i>Peso Volumétrico (PC) - Concreto PATRON.</i>	201
Figura 142 <i>Peso Volumétrico (PC) - Concreto SUSTITUIDO, por (VRM), en un 50%.</i>	204
Figura 143 <i>Peso Volumétrico (PC) - Concreto SUSTITUIDO, por (VRM), en un 75%.</i>	206
Figura 144 <i>Peso Volumétrico (PC) - Concreto SUSTITUIDO, por (VRM), en un 100%.</i>	210
Figura 145 <i>Peso Volumétrico (PR) - Concreto PATRON</i>	212
Figura 146 <i>Peso Volumétrico (PR) - Concreto SUSTITUIDO, por (VRM), en un 50%.</i>	214
Figura 147 <i>Peso Volumétrico (PR) - Concreto SUSTITUIDO, por (VRM), en un 75%.</i>	217
Figura 148 <i>Peso Volumétrico (PR) - Concreto SUSTITUIDO, por (VRM), en un 100%.</i>	219
Figura 149 <i>Análisis de Resistencia a la Compresión de Probetas Cilíndricas - Concreto PATRON.</i>	223
Figura 150 <i>Análisis de Resistencia a la Compresión de Probetas Cilíndricas - Concreto SUSTITUIDO, por (VRM), en un 50%.</i>	225
Figura 151 <i>Análisis de Resistencia a la Compresión de Probetas Cilíndricas - Concreto SUSTITUIDO, por (VRM), en un 75%.</i>	228



Figura 152 <i>Análisis de Resistencia a la Compresión de Probetas Cilíndricas - Concreto SUSTITUIDO, por (VRM), en un 100%.</i>	230
Figura 153 <i>Resumen de datos del ensayo de Transmitancia de Luz</i>	232
Figura 154 <i>Porcentaje de Transmitancia de Luz que pasa, respecto al Sensor Ambiente</i>	233
Figura 155 <i>Resumen de datos de la medición de Temperatura</i>	234
Figura 156 <i>Análisis de Conductividad Termica de Placas Rectangulares - Concreto PATRON.</i>	236
Figura 157 <i>Análisis de Conductividad Termica de Placas Rectangulares - Concreto SUSTITUIDO, por (VRM), en un 50%.</i>	238
Figura 158 <i>Análisis de Conductividad Termica de Placas Rectangulares - Concreto SUSTITUIDO, por (VRM), en un 50%.</i>	240
Figura 159 <i>Análisis de Conductividad Termica de Placas Rectangulares - Concreto SUSTITUIDO, por (VRM), en un 50%.</i>	243
Figura 164 <i>Resultados finales del Revenimiento del concreto</i>	248
Figura 165 <i>Incremento del revenimiento, respecto al concreto Patrón.</i>	248
Figura 170 <i>Variación del Peso, respecto al concreto patrón, expresado en Porcentaje.</i>	250
Figura 171 <i>Variación del Peso, respecto al concreto patrón, expresado en kilogramos</i>	250
Figura 172 <i>Resumen de resultados de Resistencia a la Compresion, analizados según el criterio de exclusión de Chauvenet.</i>	251
Figura 173 <i>Resultados finales de Resistencia a la Compresion</i>	252
Figura 174 <i>Variación de la Resistencia a la Compresión, respecto al concreto patrón, expresado en porcentaje</i>	253
Figura 175 <i>Variación de la Resistencia a la Compresión, respecto al concreto patrón, expresado en kilogramos/cm²</i>	253
Figura 176 <i>Resultados de Transmitancia de Luz</i>	254
Figura 178 <i>Resumen de resultados de Conductividad Termica, analizados según el criterio de exclusión de Chauvenet.</i>	255
Figura 179 <i>Resultados finales de Conductividad Termica</i>	256
Figura 180 <i>Variación de la Conductividad Termica, respecto al concreto patrón, expresado en porcentaje</i>	257
Figura 181 <i>Variación de la Conductividad Térmica, respecto al concreto patrón, expresado en W(m.°K)</i>	257



Capítulo I: Planteamiento del problema

1.1. Identificación del Problema

1.1.1. Descripción del problema.

Nuestra ciudad es golpeada por fuertes temporadas de friaje. Ante este contexto, la industria de la construcción, se encuentra en la búsqueda de nuevos materiales que les den un valor agregado a nuestras construcciones, es así que se propone nuestro concreto con vidrio reciclado molido, como una alternativa sustentable ante este problema, con su uso se brinda una mayor confortabilidad y habitabilidad, en las viviendas, debido a los fríos extremos por los que atravesamos.

En esta búsqueda de nuevos materiales, se propone trabajar el concreto con vidrio reciclado molido, el concreto representa gran porcentaje dentro de una construcción, además este material puede ser usado para distintas derivaciones como, por ejemplo, en elementos no portantes como lo son las unidades de Albañilería, logrando así abarcar un mayor porcentaje de participación del concreto dentro de una construcción. Que además este nuevo material, brinda mayores beneficios como aumento de la resistencia mecánica, es más ligero en peso, tiene la capacidad de ser un aislante térmico, por su baja conductividad térmica y puede llegar a tener un grado de translucidez.

Sobre la situación de los residuos sólidos en nuestra ciudad. La Municipalidad Provincial del Cusco, en el PLAN DE DESARROLLO URBANO CUSCO AL 2023, con respecto a los residuos sólidos nos indica que, se estima una generación domiciliaria total de 277.55 toneladas/día donde consideramos la población urbana de cada uno de los 8 distritos. Donde el distrito del Cusco es el mayor generador y Poroy es su contraparte.



Tabla 1

Composición de los residuos sólidos por distritos.

Composicion de residuos solidos en la provincia de cusco									
N°	Componente	Cusco	Ccorca	Poroy	San jeronimo	San sebastian	Santiago	Saylla	Wanchaq
1	Residuos no peligrosos	91.1	93.38	89.54	90.34	90.63	91.96	97.52	64.55
1.1	Papel	4.22	1.88	0.83	3.41	2.67	4.34	0	5.55
1.2	Carton	3.18	1.38	1.4	2.72	1.82	2.25	1.97	3.1
1.3	Vidrio	2.01	5.52	6.35	1.98	2.76	3.39	9.87	4.42
1.4	Metales	2.18	7.58	1.9	3.42	2.95	2.71	0.95	2.38
1.5	Plasticos	10.76	24.73	10.62	13.88	11.17	12.58	22.74	8.33
1.6	Residuos organicos compostables	61.25	30.62	58.56	55.43	66.61	64.49	54.51	62.76
	Estiercol	1.77	13.92	6.63	3.99	2.62	3.88	9.68	5.88
1.8	Otros	6.56	16.17	8.03	7.72	1.57	1.38	7.37	6.55

Fuente: Consorcio GETINSA

Con todo ello se lograría un mayor aprovechamiento de las fuentes naturales y también se ayuda a combatir la contaminación del ambiente, ya que se trabaja con un material reciclado, reaprovechando este residuo solido (Vidrio), que mediante un proceso de transformación lo convierte en materia prima para la fabricación de nuevos materiales.

Según La Nueva ley de gestión integral de residuos sólidos, D.L. N°1278; considerar el residuo sólido como un insumo para otras industrias. La nueva Ley deja de concebirlo como basura para pensarlo como materia prima en otras industrias que pueden darle valor al desperdicio de otras industrias. Este es el primer cambio conceptual que propone la nueva ley.

La presente investigación se desarrolló en la ciudad del Cusco, dentro de las instalaciones del Laboratorio de Suelos y Tecnología del Concreto – Premezclados y Maquinarias Cusco S.A.C. Psje. Pisac A-17. Ubicado en la Urbanización Manuel Prado, Pasaje Pisac A-17, en el Distrito, Provincia y Departamento del Cusco.



Figura 1

Laboratorio de Suelos y Tecnología del Concreto – PYMAC



Fuente: Google Earth Pro – 2020

1.1.2. Formulación interrogativa del problema:

1.1.2.1. Formulación interrogativa del problema general:

¿Como sera la evaluación comparativa de las propiedades físicas y mecánicas de un concreto tradicional, con respecto a un concreto traslucido, reemplazando el agregado fino por vidrio molido en diferentes porcentajes?

1.1.2.2. Formulación interrogativa de los problemas específicos:

➤ Problema Especifico N° 1:

¿Cómo varían las propiedades físicas del concreto Traslucido (Revenimiento y Peso Volumétrico), reemplazando el agregado fino por vidrio molido en diferentes porcentajes (50%, 75% y 100%), con respecto a un Concreto Tradicional?

➤ Problema Especifico N° 2:

¿Cómo varía la Resistencia a Compresión del Concreto Traslucido, reemplazando el agregado fino por vidrio molido en diferentes porcentajes (50%, 75% y 100%), con respecto a un Concreto Tradicional?



➤ **Problema Especifico N° 3:**

¿Cuál es la translucidez de los concretos, reemplazando el agregado fino por vidrio molido en diferentes porcentajes (50%, 75% y 100%) y del Concreto Tradicional?

➤ **Problema Especifico N° 4:**

¿Cuál es la Conductividad Térmica del Concreto Traslucido, reemplazando el agregado fino por vidrio molido en diferentes porcentajes (50%, 75% y 100%) y del Concreto Tradicional?

1.2. Justificación e Importancia de la investigación.

1.2.1. Justificación técnica.

Existe una gran demanda de concreto en el ámbito de la construcción, siendo el concreto para el desarrollo, uno de los principales componentes. Con ese interés buscamos materiales como opciones que son diferentes a los concretos comunes, que permiten mejorar y adicionar propiedades que carece un concreto tradicional, sabemos que el uso del vidrio ayudaría significativamente a reducir las grandes cantidades de vidrio destinados a los vertederos residuales, generando el reciclaje de residuo sólido.

La presente investigación fue desarrollado en el contexto de Ingeniería Civil, para la rama de especialidad de Concreto y línea de investigación de construcciones; en ella se estudió el comportamiento de sus Propiedades Físicas-Mecánicas, del Concreto sustituyendo el Agregado Fino, por el Vidrio Reciclado Molido como material alternativo; pues esta es una opción que brindara notables mejoras al concreto tradicional, y además de dar a conocer la composición del concreto con el vidrio reciclado molido, más óptimo para los requerimientos que se demande.

1.2.2. Justificación social.

La investigación será gran beneficio en primer lugar para los alumnos y/o estudiantes de la UAC, siendo un antecedente, el aporte teórico y experimental, para futuras investigaciones semejantes a esta, sobre el uso del vidrio en el concreto.

La investigación tiene un impacto social ambiental, ya que, al usar residuos de vidrio, se desea lograr que la población tome responsabilidad del manejo de los residuos sólidos como el vidrio, reaprovechando su uso y convertirlo en un nuevo material, como agregado no-natural



del concreto, siendo para nosotros un agregado más. Ayudando a la Reducción del Impacto Ambiental, generados del residuo de vidrio en la ciudad del Cusco.

En un informe del Ministerio del Ambiente (2018), indica que, en Perú – 2016, la cantidad de residuos sólidos generados son igual a 7'005,576 toneladas (municipales urbanos), reciclando el 1.9% del total como: plástico, vidrio, cartón, entre otros. Dándonos cuenta que en el Perú existe mucho que hacer en ese sentido.

1.2.3. Justificación por viabilidad.

Es viable porque en la nuestra ciudad, generan toneladas de residuos de vidrio, dicho vidrio tiene que ser transportado hasta la ciudad de Lima para ser fundido, y solo se conoce de una empresa que se dedica a reciclar el vidrio de botellas, pero no vidrio de construcción, para lo cual nosotros planteamos una mejor opción para reutilizar dicho vidrio. Ejecutando obras con un concreto de mejor calidad y asociado a la reducción de volumen de residuos generados, ayudando a reducir el impacto ambiental.

La investigación es posible realizar, los ensayos requeridos son prácticos y sencillos realizarlos, pero con un mucho cuidado y con el EPP's necesario. Teniendo disposición del tiempo, recursos financieros, laboratorios, instrumentos, materiales y equipos. Asimismo, facilidad de acceder al área de estudio, a un inicio se trabajó en el laboratorio de Concreto y Materiales de construcción de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la UAC, pero por motivos de seguridad y mayor acceso y horarios de trabajo nos trasladamos a las instalaciones del Laboratorio de Suelos y Tecnología del Concreto – Premezclados y Maquinarias Cusco S.A.C.

1.2.4. Justificación por relevancia.

La presente investigación es de mucha relevancia, puesto que mejora las propiedades físico- mecánico del concreto tradicional. Obteniendo un concreto con capacidades como aislante térmico, de ser translucido, más ligero, más duradero, resistente al agua y con incremento de la Resistencia a la Compresión; así mismo reducir los impactos ambientales, generados por los residuos de vidrio en la Ciudad y en el País.



1.3. Limitaciones de la Investigación.

1.3.1. Limitación geográfica:

La presente investigación se realizó en nuestra ciudad del Cusco; obteniendo los materiales, procedimientos y pruebas que son necesarias, en el desarrollo de la Tesis.

1.3.2. Limitación de materiales y ensayos:

Esta investigación, tuvo las siguientes limitaciones, en cuanto a materiales y ensayos:

- 1) Se limitó a la evaluación de la resistencia a compresión del concreto, así como también a la evaluación del Revenimiento, Peso Volumétrico, Traslucidez y Conductividad Térmica; para cada evaluación con sus respectivos materiales y equipos.
- 2) Se limitó al uso de los desechos de vidrio blanco o transparente (Vidrio Reciclado Molido), de la Vidriería Universo del Cusco.
- 3) Se limitó, uso del Cemento Portland tipo I.
- 4) Limitamos el uso de Agregado Fino de la cantera de Huasaqmayo – Vilcabamba Caicay y Agregado Grueso es de cantera de Vicho – Cuenca del Vilcanota.
- 5) Se limitó al uso del agua potable que brinda la empresa prestadora de servicios.
- 6) Se limitó al uso del Aditivo Súper plastificante.
- 7) Se limitó a analizar solo las propiedades físicas mecánicas de los agregados, requeridas para el Diseño de Mezclas por el Método de curvas empíricas (Carbajal Pasquel, 1998), con uso de curvas o ábacos de la Metodología alemana DIN 1045.
- 8) Se limitó al uso del Método de curvas empíricas (Carbajal Pasquel, 1998), con uso de curvas o ábacos de la Metodología alemana DIN 1045., para realizar el Diseño de Mezclas del Concreto, para la determinación de la dosificación y resistencia, fue mediante prueba y error, analizando los testigos a los 3 días. Ya que esta metodología nos permite realizar las combinaciones de los agregados, y un fácil ajuste. Logrando desarrollar los requerimientos de la investigación.
- 9) Se limitó al uso del Vidrio Reciclado Molido, pasante a partir de la Malla N° 4, hasta la Malla N° 100.
- 10) Se limitó al uso del método de curado por interposición de un medio húmedo formado por cúmulos de agua.



- 11) Se limitó a realizar el reemplazo parcial del Agregado Fino, por el Vidrio Reciclado Molido en función al Volumen del Agregado Fino en distintos porcentajes: 0%, 50%, 75%, y 100%.
- 12) Se limitó al uso de probetas cilíndricas de 4 x 8 pulgadas (100 x 200 mm) según la NTP 339.033, donde también nos indica la norma ASTM C 470 para la evaluación de la Resistencia a la Compresión; debido al fácil uso y la fácil reutilización de las mismas siendo también más económicas que las probetas convencionales; además también por la cantidad de vidrio requerido.
- 13) Se limitó al uso de Placas de 20 x 15 x 5 cm., para la evaluación de la Traslucidez y Conductividad Térmica; debido al fácil uso, economía y además también por la cantidad de vidrio requerido.
- 14) Se limitó a realizar el molido del vidrio, en la Maquina de Abrasión de los Ángeles de la Universidad Andina del Cusco, además también en él un molino de tipo quijada, en las instalaciones de la Facultad de Metalúrgica de la UNSAAC.
- 15) Se limitó a evaluar los testigos de concreto a una única edad de 28 días para la Resistencia a la Compresión, Peso Volumétrico, Traslucidez y Conductividad Térmica.
- 16) Se limitó a evaluar el peso volumétrico (peso/volumen) de las briquetas y placas rectangulares, fabricadas en la investigación.
- 17) Los ensayos de agregados, diseño de Mezclas, elaborado y curado de muestras y rotura de Briquetas fueron realizados en el Laboratorio de Suelos y Tecnología del Concreto – Premezclados y Maquinarias Cusco S.A.C.
- 18) Se limitó la relación $A/C = 0.4$, para el diseño de mezclas del concreto tradicional y de los concretos con sustitución de agregado fino por VRM. Este dato fue obtenido, después de experimentaciones en diseños de mezclas realizados, en donde se realizó modificaciones de la combinación de los agregados, la granulometría de los agregados(MF), el tipo y cantidad de cemento y la dosis de aditivo.

1.4. Objetivo de la investigación:

1.4.1. Objetivo General:

Evaluar comparativa las propiedades físicas y mecánicas de un concreto tradicional, con respecto a un concreto translucido, reemplazando el agregado fino por vidrio molido en diferentes porcentajes.



1.4.2. Objetivos Específicos:

➤ **Objetivo Especifico N° 1:**

Evaluar las propiedades físicas del concreto Traslucido (Revenimiento y Peso Volumétrico), reemplazando el agregado fino por vidrio molido en diferentes porcentajes (50%, 75% y 100%), con respecto a un Concreto Tradicional.

➤ **Objetivo Especifico N° 2:**

Evaluar la Resistencia a Compresión del Concreto Traslucido, reemplazando el agregado fino por vidrio molido en diferentes porcentajes (50%, 75% y 100%), con respecto a un Concreto Tradicional.

➤ **Objetivo Especifico N° 3:**

Determinar la translucidez de los concretos, reemplazando el agregado fino por vidrio molido en diferentes porcentajes (50%, 75% y 100%) y del Concreto Tradicional.

➤ **Objetivo Especifico N° 4:**

Determinar la Conductividad Térmica del Concreto Traslucido, reemplazando el agregado fino por vidrio molido en diferentes porcentajes (50%, 75% y 100%) y del Concreto Tradicional.



Capítulo II: Marco Teórico

2.1. Antecedentes de la tesis o Investigación Actual.

2.1.1. Antecedentes a Nivel Nacional.

a) **Autor:** Carmen, CCORIMANYA SOTA; Cristian, CABRERA VILCA.

Título: “Determinación Del Efecto De Sustitución Del Agregado Fino Por Vidrio Molido, En El Ensayo De Resistencia A La Compresión Del Concreto $f'c$: 210 Kg/Cm², Utilizando Agregado Grueso De La Cantera De Vicho Y Agregado Fino De Las Canteras De Cunyac Y Mana Roja”

Institución: Universidad Andina del Cusco.

Lugar: Cusco – Perú.

Año: 2016

Conclusión:

En esta tesis se demostró que el vidrio como sustitución del agregado fino en los porcentajes de 15%, 20%, 25%, 30%, 40% y 60%, mejora la resistencia a la compresión. siendo la dosificación optima el sustituir el agregado fino por vidrio molido en un 25%, generando un incremento de 15.82% + 2.64%

Aporte:

Este antecedente nos permitió evaluar el concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ en dosificaciones de vidrio más grandes, al sustituir al 50%, 75% y 100% de vidrio reciclado molido, con valores granulométricos semejantes al del agregado fino.

b) **Autor:** José Frank, ROJAS LUJAN.

Título: “Estudio Experimental Para Incrementar La Resistencia De Un Concreto De $f'c=210 \text{ Kg/Cm}^2$ Adicionando Un Porcentaje De Vidrio Sódico Cálcico”.

Institución: Universidad Privada Antenor Orrego.

Lugar: Trujillo – Perú.

Año: 2015



Conclusión:

Esta tesis nos indica que los autores afirman el incremento en la resistencia a la compresión, utilizando en su dosificación la presencia de un porcentaje mínimo de vidrio molido. También nos revela que el asentamiento (slump) en dicha mezcla, realizada la dosificación resultó 8cm, por lo que el autor de la tesis afirma que la adherencia del vidrio molido a la mezcla no genera problemas de consistencias en su estado fresco.

Aporte:

Este valor de resistencia nos motivó a sustituir más vidrio reciclado molido, en proporciones de 50%, 75% y 100%. Para así tener un concreto más liviano, económico y que tenga propiedades especiales como translucidez y conductividad térmica. Pues se obtuvo favorables resultados en la resistencia a la compresión, conductividad Térmica, lo que permite que el material tenga la capacidad de ser un aislante térmico.

2.1.2. Antecedentes a Nivel Internacional

- a) **Autor:** Dina, FRANCO DURAN; Ricardo, CRUZ HERNANDEZ; Edwin, PEREZ SANCHEZ.

Título: “Uso De Meta caolín, Vidrio Reciclado Y Fibra Óptica En La Elaboración De Un Concreto Translúcido”.

Institución: ITECKNE

Lugar: Santander – Colombia.

Año: 2013

Conclusión:

Concluye que el concreto con vidrio, para ser utilizado como material reciclado. Se trata de un material homogéneo, con porosidad de 22%. La transmisión de luz, con los ensayos de Transmitancia y Espectrofotometría, indican que la cantidad mínima de luz que atraviesa (menor al 1%); pero, para que el ojo humano la capte. En este caso, el vidrio no ayuda a la translucidez y solo se usa como agregado para obtener una superficie agradable a la vista.

Aporte:

En la investigación, se logró obtener un concreto modificado y adicionado para uso estructural, además que, a este concreto, obtiene un mayor porcentaje de porosidad, esto se



puede mejorar con un mejor proceso de vibrado. En el análisis de la Traslucidez, se diseñó y desarrollo un aparato de similares características a la de un espectrofotómetro. Donde los resultados nos indican que la luz que atraviesa es mínima, concordando con la tesis tomada de antecedente, que el vidrio no aporta a la translucidez del concreto, sin embargo, resulta más agradable en apariencia respecto al concreto tradicional.

b) Autor: Adan, SILVESTRE GUTIERREZ.

Título: “Análisis De Mezclas De Concreto Con Proporciones De Vidrio Molido, Tamizado Y Granular Como Aditivo, A Fin De Aumentar La Resistencia A La Compresión Del Hormigón”.

Institución: Universidad Libre Seccional Pereira.

Lugar: Pereira – Colombia.

Año: 2017

Conclusión:

concluyen también que las probetas que contenían vidrio en cualquiera de las presentaciones y los porcentajes de estudio, alcanzaron una resistencia mayor a las probetas testigo de mezcla común, también se concluye que la adición de vidrio en diferentes porcentajes genera un leve aumento en el peso del concreto, lo que se entiende como un comportamiento normal por tratarse de un material adicional a la mezcla común.

Aporte:

El vidrio, tanto con adición o sustitución en el concreto, en composiciones optimas, produce incrementos en la resistencia a la compresión, cabe resaltar en nuestra investigación se observó que el concreto sustituido al 100% del agregado fino, reduce ligeramente la resistencia a la compresión, respecto al concreto patrón. Analizamos los resultados de los pesos de los concretos desarrollados, se observa una disminución en el peso del concreto, porque nosotros sustituimos el vidrio y no lo tomamos como adición.



2.2. Aspectos Teóricos Pertinentes:

2.2.1. El concreto

2.2.1.1. Definición del Concreto

El autor, (Rivva López, 2000), indica que es un ligante artificial, lo podemos llamar: “pasta, que se encuentra mezcladas partículas, de un medio ligado denominado agregado.”

2.2.1.2. Importancia del concreto.

En Perú, Cusco es un material de construcción con mayor utilidad. Sabiendo, el resultado en la calidad final de este, depende del conocimiento de los materiales y de la profesionalidad del ingeniero, donde dicho ingeniero debe tener en cuenta de estos aspectos: su naturaleza, materiales y propiedades, dosificaciones, transporte y puesto en obra, control de calidad e inspección, y mantenimiento en elementos estructurales. (Rivva López, 2000).

2.2.1.3. Componentes del Concreto

Según (Carbajal Pasquel, 1998, pág. 13): Define que el concreto tiene los componentes: Cemento, agua, agregados, aditivos (pasivo) y el aire (pasivo). Los aditivos tomamos como elemento opcional en la práctica actual estos constituyen un ingrediente normalizado, siendo comprobado científicamente de su empleo, mejora la trabajabilidad, resistencia y durabilidad, dando una buena solución (económica), tomando en cuenta: ahorrar en mano de obra y equipos, mantenimiento, reparación y en menos uso de cemento.

2.2.1.3.1. Cemento Portland

a) Definición

(Carbajal Pasquel, 1998, pág. 17) , dice: “Ser un aglomerante que absorbe el agua con facilidad, siendo producto de la calcinación: rocas calizas, areniscas y arcillas, hasta obtener un polvillo demasiado fino y en combinación con agua endurece adquiriendo propiedades de adherencia y resistencia”.



b) Fabricación

Según (Abanto Castillo, 2009): Las materias primas (molidas y mezcladas), son calentadas a (1400-1450C°), en hornos giratorios de gran capacidad.

“Este material fundido saliente del horno se nombra “Clinker”. El Clinker enfriado y molido a polvo muy fino, es dicho cemento portland que es el más comercial Y para regular la fragua en la molienda se adiciona una pequeña cantidad de yeso (entre 3 % o 4%).” (Abanto Castillo, 2009)

c) Mecanismos de hidratación del cemento

Según (Carbajal Pasquel, 1998, pág. 27): Llamamos hidratación al conjunto de reacciones químicas entre el agua y sus componentes del cemento, que realizan el cambio del estado plástico al endurecido. Dependiendo de: temperatura, tiempo, también depende de la relación agua y cemento, se pueden definir los siguientes estados o etapas del proceso de hidratación. El autor define en:

a) Plástico: conformación de polvo de cemento y agua, formando una pasta moldeable. Debemos saber que menor es la relación Agua/Cemento, mayor es la concentración de partículas de cemento (mayor resistencia). (Carbajal Pasquel, 1998, pág. 27),

b) Fraguado inicial: Es donde se aceleran las reacciones químicas, empieza el endurecimiento y la pérdida de la plasticidad, midiéndose en términos de la resistencia a deformarse. (Carbajal Pasquel, 1998, pág. 27),

c) Fraguado Final: Produciéndose al término de la etapa de fraguado inicial. (Carbajal Pasquel, 1998, pág. 27),

d) Endurecimiento: Donde se mantienen y aumenta con el tiempo las características de resistentes. (Carbajal Pasquel, 1998, pág. 27),

d) Clasificación

“Nos dice que los cementos portland, son fabricados en 05 tipos, donde sus propiedades se han normalizado, viendo en la especificación ASTM, normas para el Cemento Portland(C150).” (Abanto Castillo, 2009, pág. 17)

a. Tipo I: Para obras de concreto en general.



- b. Tipo II: Para obras de concreto comunes y obras con exposición moderada de sulfatos.
- c. Tipo III: Tiene alta resistencia a edades tempranas, normalmente una semana o menos.
- d. Tipo IV: usados para minimizar la tasa y cantidad de calor generado por la hidratación.
- e. Tipo V: Utilizado, concretos expuestos a la acción severa de sulfatos. (Abanto Castillo, 2009, pág. 17)

e) Cemento Portland YURA Tipo I

- a. Descripción: “Su elaboración es como materia prima: Clinker de gran calidad con yeso, molidos en un proceso industrial, que está en los estándares de la norma NTP 334.009 y la ASTM C150”. (Yura, 2012).
- b. Usos y Aplicaciones: Puede ser usado en construcciones que no especifique propiedades especiales.
- c. Características Técnicas:

Tabla 2

Características Técnicas - Requerimientos Químicos

Requerimientos químicos	Cemento portland Yura tipo I	Norma técnica NTP 334.009 - Astm C150
Óxido de Magnesio, MgO, %	2.55	6.00 Máximo
Trióxido de Azufre, SO ₃ , %	2.10	3.00 Máximo
Pérdida por Ignición o al Fuego P.F %	0.60	3.00 Máximo
Residuos Insolubles, R.I. %	0.55	0.75 Máximo

Fuente: Ficha Técnica Cemento Portland Yura Tipo I (Yura, 2012).



Tabla 3

Características Técnicas - Requerimientos Físicos

Requerimientos físicos	Cemento portland Yura tipo I	Norma técnica NTP 334.009 - Astm C150
Finura (Superficie Especifica - Blaine), cm ² / g	3150	2600 Mínimo
Expansión en Autoclave, %	0.07	0.80 Máximo
Tiempo de Fraguado, Ensayo Vitcat, minutos:		
Tiempo de Fraguado (Inicial)	140	45 Mínimo
Tiempo de Fraguado (Final)	160	420 Máximo
Contenido de Aire del Mortero, %	5.55	12.00 Máximo
Resistencia a la compresión, Kgf/cm ²		Mínimo:
01 día	135	-
03 día	240	122.36
07 día	330	193.75
28 día	430	-

Fuente: Ficha Técnica Cemento Portland Yura Tipo I (Yura, 2012).

2.2.1.3.2. Agregados

a) Definición

(Abanto Castillo, 2009, pág. 23), Los llama: “Áridos, que son materiales inertes que se combinan con agua y aglomerantes formando concretos y/o morteros. La importancia es por constituir alrededor del 75% en volumen, de una mezcla típica de concreto.”

b) Clasificación

I. Clasificación por Origen.

- Agregados Naturales.

El autor, (Rivva Lopez, 2013), dice: “Vienen de la formación de procesos geológicos naturales ocurridos en el planeta desde hace miles de años.”

- Agregados Artificiales.



(Carbajal Pasquel, 1998, pág. 70), afirma que: “Provenientes del proceso llamado transformación de materiales naturales y con tratamiento adicional son habilitados a emplearse en el concreto”.

II. Clasificación por Tamaño.

➤ Agregados Finos.

(Abanto Castillo, 2009, pág. 23), los considera como: “a la arena o piedra natural finamente triturada, de dimensiones reducidas y que pasan el tamiz 9.5 mm (3/8) y que cumple con los límites establecidos en la norma ITINTEC 400.037.”

➤ Agregado Grueso:

(Abanto Castillo, 2009, pág. 26), considera como: “al material retenido en el tamiz ITINTEC 4.75 mm (N° 4) proveniente de la desintegración (ya sea natural o mecánica) de las rocas y cumpliendo los límites establecidos en la norma ITINTEC 400.037”.

c) **Características físicas**

i. Condiciones de Saturación:

(Abanto Castillo, 2009, pág. 38), dice que los agregados que son puestos en obra, se encuentran con respecto a la humedad, en 4 condiciones de saturación y son: 1° secos totalmente, 2° semi-secos (algo de humedad, pero no saturado), 3° saturados, pero superficialmente secos (la mejor condición de agregado, no es necesario agregar ni quitar el agua), 4° mojados y/o húmedos (sus partículas con demasiada agua que la necesaria para saturarse).

ii. Peso Especifico

(Carbajal Pasquel, 1998, pág. 74), define como función de dividir el peso de las partículas entre el volumen del mismo obviando los vacíos que existe entre ellas. Las normas ASTM C-127 y C-128 indica los pasos correctos para su determinación en un laboratorio, dando tres maneras de expresar en función: condiciones de saturación de las partículas.



iii. Peso Unitario

Se obtiene de: “dividir el peso de las partículas entre el volumen total incluyendo los vacíos.” (Carbajal Pasquel, 1998, pág. 74)

iv. Porcentaje de vacíos

(Carbajal Pasquel, 1998, pág. 76) , dice: “Es la medida del volumen expresado en porcentajes de los espacios entre las partículas de agregados”.

v. Absorción

(Carbajal Pasquel, 1998, pág. 76), dice: “La capacidad de los agregados acumular agua dentro de los vacíos al interior de dichas partículas. Capilaridad es el proceso por el cual acumula el agua, no se llena absolutamente los poros, puesto que siempre queda aire atrapado.”

vi. Porosidad

“Se refiere al volumen con respecto a los espacios encontradas dentro de las partículas de un agregado.” (Carbajal Pasquel, 1998, pág. 77)

vii. Humedad

(Carbajal Pasquel, 1998, pág. 77), nos dice que: la cantidad de agua superficial retenida en un tiempo determinado por las partículas de agregado. Siempre se debe tomar en cuenta junto con la absorción ya que es una característica muy importante y es utilizado para efectuar la corrección adecuada en el diseño de las mezclas.

d) Características resistentes

Según (Carbajal Pasquel, 1998, pág. 78), son:” Propiedades que le confieren la capacidad de soportar esfuerzos o tensiones producidos por agentes externos. Las Principales son:”

- a) Resistencia: (Carbajal Pasquel, 1998, pág. 78), dice: “Es la capacidad de soportar la aplicación de fuerzas de compresión, corte, tracción y flexión. La resistencia en compresión está directamente con el peso específico e inversamente relacionada con la porosidad y la absorción.”
- b) Tenacidad: “Es la Resistencia al impacto”. (Carbajal Pasquel, 1998, pág. 78)
- c) Dureza: (Carbajal Pasquel, 1998, pág. 78), dice: “Es la resistencia al desgaste, siendo acción de unas partículas sobre otras o por agentes externos.”



e) Propiedades térmicas

El autor, (Carbajal Pasquel, 1998, pág. 79), dice: “Estas propiedades tienen importancia básica en el concreto pues el calor de hidratación generado por el cemento, además de los cambios térmicos ambientales actúan sobre los agregados provocan dilataciones, expansiones, retención o disipación del calor según sea el caso.”

- a) Coeficiente de Expansión: “Calculo de la capacidad de aumento de dimensiones de los agregados que están en función de la temperatura.” (Carbajal Pasquel, 1998, pág. 79)
- b) Calor Específico: “Cantidad de calor que se necesita para incrementar en 1 °C la temperatura.” (Carbajal Pasquel, 1998, pág. 80)
- c) Conductividad Térmica: “Como el material (menor o mayor), apoya a conducir el calor. Donde la porosidad influye en esta propiedad.” (Carbajal Pasquel, 1998, pág. 80)
- d) Difusividad: (Carbajal Pasquel, 1998, pág. 80), afirma: “Es la velocidad que pueden producir cambios térmicos dentro de una masa.”

f) Análisis granulométrico

i. Definición:

“Clasificación por tamaños de las partículas de agregado. Para lograrlo tenemos que separar el material en un proceso mecánico utilizando tamices normalizados.” (Rivva López, 2000, pág. 80)

ii. Granulometría continua y discontinua:

(Rivva López, 2000, pág. 80) dice: Son aquellas en las que el tamaño de las partículas varía siguiendo una ley uniforme del más fino al más grueso (óptimos). La experiencia ha demostrado que, agregados con granulometrías discontinuas, es posible obtener concretos de calidad. Con una desventaja de que estas tienen la posibilidad de mayor segregación.

iii. Combinación de agregados:

Combinando agregados separados con tamices se considera:

- Las proporciones son seleccionados para que la granulometría de los agregados combinados esté dentro de los límites deseados o se aproxime a la granulometría considerada ideal para el concreto a ser utilizado en la obra. (Rivva López, 2000)



- La granulometría ideal es respaldada por experiencia y/o ensayos que representa, para condiciones dadas (tamaño máximo del agregado y clase, contenido de cemento y consistencia) con resultado de óptima calidad. (Rivva López, 2000)
- El módulo de fineza de los agregados combinados debe estar dentro de los límites que se ha considerado aceptables mediante ensayos. (Rivva López, 2000)

iv. Agregado grueso, tamaño máximo:

“Se determinad durante el análisis por tamices, es el tamiz superior a aquel en el cual queda mayor o igual al 15% de material acumulado retenido.” (Rivva López, 2000)

- (Rivva López, 2000) dice que:” Según la norma NTP 400.012, el agregado fino cumple los límites de la Figura 5.”

Tabla 4

Granulometría del agregado fino

TAMIZ	PORCENTAJE QUE PASA
9.5 mm (3/8 pulg)	100
4.75 mm (N°4)	95 a 100
2.36 mm (N°8)	80 a 100
1.18 mm (N° 16)	50 a 85
600 mm (N° 30)	25 a 60
300 mm (N° 50)	05 a 30
150 mm (N° 100)	0 a 10

Fuente: (NTP 400.037, 2014)

- (Rivva López, 2000) también dice: “Si existe estudios comprobados y óptimos se puede usar agregados que no cumplan con la NTP, así se puede dar seguridad al material para elaborar concreto con calidad requerida.”

g) Módulo de fineza (MF)

Sumatoria de los porcentajes retenidos acumulados, le los tamices estandarizados hasta el tamiz N° 100 y donde esa cantidad es dividida entre 100, la arena varía entre 2.3 y 3.1 (Carbajal Pasquel, 1998, pág. 30).

i. Módulo de fineza de agregados combinados:



(Abanto Castillo, 2009, pág. 30) dice: en la combinación de materiales de diferentes medidas (arena y grava), la forma correcta para determinar el módulo de fineza de agregados combinados es:

- Por separado es el cálculo del MF de los agregados.
- Se calcula el factor de MF en cada uno de los agregados entra en la combinación.
- El módulo de fineza de la combinación de agregados será igual a la suma del producto de factores indicados por MF de cada agregado.

2.2.1.3.3. Agua

a) Definición

(Abanto Castillo, 2009, pág. 21), dice: “Para la preparación del concreto es un elemento fundamental, vinculado con la: resistencia, trabajabilidad y propiedades del concreto endurecido.”

b) Requisitos que debe cumplir

“Para elaborar un concreto, tiene que estar limpia y sin materiales sin efecto negativo como son: aceites, ácidos, álcalis, sales, material orgánico y otras nocivas al concreto y si es concreto armado, al acero.” (Abanto Castillo, 2009, pág. 21).

Tabla 5

Valores Máximos de Sustancias Disueltas

SUSTANCIAS DISUELTAS	VALOR MAXIMO ADMISIBLE
Cloruros	300 ppm
Sulfatos	300 ppm
Sales de magnesio	150 ppm
Sales Solubles	1500 ppm
P.H.	Mayor de 7
Sólidos en suspensión	1500 ppm
Materia Orgánica	10 ppm

Fuente: (Abanto Castillo, 2009)



c) Agua de Mezcla

El autor, (Carbajal Pasquel, 1998, pág. 59) indica que: El agua de mezcla en el concreto tiene tres funciones principales:

- Reaccionar con el cemento para hidratarlo.
- Actuar como lubricante para contribuir a la trabajabilidad del conjunto
- Procurar la estructura de vacíos necesaria en la pasta para que los productos de hidratación tengan espacio para desarrollarse.

d) Agua de Curado

“Son idénticos los requisitos requeridos para el agua de mezcla que para las aguas para curado.” (Carbajal Pasquel, 1998, pág. 65)

2.2.1.3.4. Aditivos para Concreto

(Carbajal Pasquel, 1998, pág. 113), indica: materiales orgánicos o inorgánicos, que siendo adicionados a la mezcla durante el proceso o después, en la elaboración de la pasta, realizan una modificación diferente del proceso de hidratación, endurecimiento e incluso de la estructura interna del concreto.

a) Tipos de aditivos

El autor, (Abanto Castillo, 2009, pág. 44): Los aditivos son clasificados en:

- i. Plastificante, disminuye el agua.
- ii. Retardador, el concreto tiene más tiempo de fraguado.
- iii. Acelerador, en el concreto reduce, tiempo de fraguado y desarrollo de la resistencia inicial.
- iv. Plastificante y retardador, menos cantidad de agua de mezclado para la producción de un concreto con una consistencia requerida y retrasa el fraguado.
- v. Plastificante y acelerador, menor cantidad de agua de mezclado para la producción de un concreto con una consistencia requerida y adelanta el fraguado y crecimiento de su resistencia.
- vi. Incorporadores de aire, mayor resistencia del concreto con presencia de las heladas por introducir burbujas pequeñísimas en la mezcla de cemento endurecida. Las



burbujas actúan como amortiguadores (colchones), por ser sometidos a esfuerzos por la congelación y descongelación.

- vii. Adhesivos, mayor agarre con los refuerzos.
- viii. Impermeabilizante e inhibidor de corrosión.

b) Aditivo Usado en la investigación – SUPER PLASTIFICANTE ULMEN HP 300

- i. Descripción: HP-300 siendo familia GAIA NANOSILICE, dichas reacciones químicas en la mezcla cementicia son nano partículas de sílice que se convierten en nano partículas de cemento.
- ii. Aspectos Técnicos: Diseñado especialmente para conseguir resistencias de 300 kg/cm² a 18 horas, sin necesidad de utilizar curado al vapor.
- iii. Reducción de costo: Permite disminuir la cantidad de cemento para cumplir con la resistencia del diseño. Elimina el uso de vapor y acorta los tiempos de desmolde.
- iv. Dosis: Recomendamos la dosis es entre 0.2% a 2.0% sobre peso del cemento.
- v. Clasificación: HP-300 se clasifica como aditivo tipo F, según la norma ASTM C494.

2.2.1.4. Propiedades del Concreto

2.2.1.4.1. Propiedades del Concreto Fresco.

- a) Trabajabilidad: “Facilidad que presenta el concreto fresco para ser mezclado, colocado, compactado y acabado sin exudación y segregación durante un tiempo determinado, según sea la calidad del cemento.” (Abanto Castillo, 2009, pág. 47).
- b) Consistencia: “El grado de humedecimiento de la mezcla, depende principalmente de la cantidad de agua usada. Se determina mediante el ensayo de Revenimiento - SLUM mediante la utilización del cono de Abrams.” (Abanto Castillo, 2009, pág. 47)
- c) Segregación: “Las diferencias de densidades entre los componentes del concreto provocan una tendencia natural a que las partículas más pesadas descendan.” (Carbajal Pasquel, 1998, pág. 139)
- d) Exudación: “Propiedad por la cual una parte del agua de la mezcla se separa de la masa y sube hacia la superficie del concreto. Caso típico de sedimentación en que los sólidos se asientan dentro de la masa plástica. Está influenciada por la cantidad de finos en los agregados y la finura del cemento.” (Carbajal Pasquel, 1998, pág. 141)



- e) Contracción: “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 por secado. Este proceso no es irreversible, ya que, si repone el agua perdida por secado, se recupera gran parte de la contracción acaecida.” (Carbajal Pasquel, 1998, pág. 142)

2.2.1.4.2. Propiedades en Estado Endurecido.

- a) Elasticidad: “Es la capacidad del concreto de deformarse bajo carga, sin tener deformación permanente.” (Carbajal Pasquel, 1998, pág. 142)
- b) 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.” (Carbajal Pasquel, 1998, pág. 145)
- c) Impermeabilidad: “Es una importante propiedad del concreto que puede mejorarse, con frecuencia, reduciendo la cantidad de agua en la mezcla.” (Abanto Castillo, 2009, pág. 58)
- d) Resistencia: “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.” (Carbajal Pasquel, 1998, pág. 143).
- e) Durabilidad: El concreto debe ser capaz de resistir la intemperie, acción de productos químicos y desgaste, a los cuales estará sometido en el servicio.” (Abanto Castillo, 2009, pág. 57).

2.2.1.5. Tipos de concreto.

- a. Concreto Simple: “Es una mezcla de cemento portland, agregado fino, agregado grueso y agua.” (Abanto Castillo, 2009, pág. 12).
- b. Concreto Armado: Es el concreto simple cuando éste lleva armaduras de acero como refuerzo y que está diseñado bajo la hipótesis de que los dos materiales trabajan conjuntamente, actuando la armadura para soportar los esfuerzos de tracción o incrementar la resistencia a la compresión del concreto (Abanto Castillo, 2009, pág. 13).
- c. Concreto Premezclado: Es el concreto que se dosifica en planta, que puede ser mezclado en la misma o en camiones mezcladores y que es transportado a obra. (Abanto Castillo, 2009, pág. 14).



- d. Concreto Bombeado: Concreto que es impulsado por bombeo a través de tuberías hacia su ubicación final (Abanto Castillo, 2009, pág. 14).
- e. Concreto Ciclópeo: Es el concreto simple en cuya masa se incorporan piedras grandes, de tamaño máximo de 10”, cubriendo hasta el 30% como máximo, del volumen total. (Abanto Castillo, 2009, pág. 13)

2.2.2. Concreto Translúcido

2.2.2.1. Reseña Histórica.

La invención de este material, remonta al año 1999, cuando Bill Price, arquitecto y profesor de la Universidad de Houston, presenta esta propuesta innovadora, el hormigón translucido, este desarrollado a base de polímeros, pedazos de vidrio y plástico transparente.

Luego de Price, encontramos a Will Witting, arquitecto y profesor de la Universidad de Detroit Mercy en Michigan, Witting diseño un panel prototipo de hormigón translucido a base de arena blanca, cemento portland blanco y hebras cortas de vidrio.

En 2001, se inició con la comercialización del hormigón translucido, bajo la marca “LitraCon”; esta mezcla de hormigón y fibra óptica, fue diseñado por el arquitecto húngaro, Aron Losonczy.

En 2004, la compañía Alemana Heidelberg Cement AG, creó otra variante similar a LitraCon, llamado “Luccon”; para su fabricación, se redujo la cantidad de fibras ópticas, pero se incrementó el espesor y se dispusieron en forma de cadena, dando como resultado líneas de luz.

2.2.2.2. Definición del Concreto Translucido

El concreto translucido, es resultado de la combinación de materiales convencionales, como el cemento portland, agua, agregados y aditivos que permiten el paso de la luz y desarrollan características mecánicas superiores a los concretos tradicionales.

2.2.2.3. Tipos de Concretos Translucidos comercializados actualmente

2.2.2.3.1. Litracon

Es una combinación de fibras ópticas y micro-hormigón. Con respecto a su forma es en bloques prefabricados, con 96 % de hormigón y 4 % de fibra óptica, una densidad de 2100 –



2400 kg/m³, resistencia a la compresión de 50 MPa, resistencia a la tracción doblado de 7 MPa. Con respecto al tamaño, un máximo de 1200 mm x 400 mm, un espesor entre los 25 mm y los 500 mm. (Buchelli Luisi, 2015).

Figura 2

Concreto Litracon, gama de colores



Fuente: (Buchelli Luisi, 2015)

Litracon comercializa 4 tipos de productos:

✓ Litracon Clásico:

Es una combinación de fibras ópticas y hormigón fino. Puede producirse como bloques de construcción prefabricados. Litracon Clásico fue incluido entre los inventos más importantes del año 2004 por la revista TIME (Litracon, 2001).

Figura 3

Concreto Litracon Clásico



Fuente: (Litracon, 2001)

✓ Litracon pXL:

El Litracon pXL no posee fibras ópticas para generar luz, sino una unidad de plástico patentada y especialmente formada. (Litracon, 2001).



Figura 4

Concreto Litracon pXL



Fuente: (Litracon, 2001)

✓ Lámpara Litracube:

Es una lámpara de mesa, prismático como diseño, utilizado vidrio y acero inoxidable junto con Litracon Clásico, teniendo un peso de 10kg, (Buchelli Luisi, 2015).

Figura 5

Lámpara Litracube



Fuente: (Litracon, 2001)

✓ Litracon Jewellery:

Es una joya de hormigón con LitraCon clásico.



Figura 6

Joya con Litracon Clásico



Fuente: (Litracon, 2001)

2.2.2.3.2. Lucon

Según (Buchelli Luisi, 2015, pág. 130): En resumen, la patente presenta la forma de producir bloques moldeados realizados con materiales aglomerantes hidráulicos, fibras, esterillas, telas unidas y tejidos embebidos en el mismo. Lucon comercializa 4 productos:

✓ **Lucon clásico:**

Paneles con micro hormigón de alta resistencia, contiene fibras ópticas tejidas. Con aplicación en muros y decoraciones que sean interiores, con una resistencia a la compresión mayor a 90 MPa. (Buchelli Luisi, 2015, pág. 130).

Figura 7

Fachada con Concreto Lucon



Fuente: (Lucon, 2009)



✓ **Luccotherm:**

Hechos de micro hormigón, siendo aislante térmico, con agregado muy fino, Con utilidad en muros exteriores y losas. Con propiedades de resiste a bajas temperaturas (helada). La colocación del producto consiste en pegado, cortado, lijado, perforación, lustrado, dando como resultado, conducción térmica de hasta $0,18 \text{ W/m}^2$. (Buchelli Luisi, 2015, pág. 130).

Figura 8

Luccotherm



Fuente: (Buchelli Luisi, 2015)

✓ **Lucon veneer:**

Es un hormigón translúcido con fibra (óptica o cuarzo), sus dimensiones son: hasta 100 cm x 50 cm y con 8 mm de espesor. Utilizado en barcos y yates (decorativo). (Buchelli Luisi, 2015, pág. 131).

Figura 9

Lucon Veneer



Fuente: (Buchelli Luisi, 2015)



2.2.2.3.3. I-light

✓ Descripción:

Son polímeros de gran resistencia. Con capacidad de que la luz atraviesa el material orgánico con un porcentaje mínimo de dispersión y con alta resistencia (estructural). Con un costo menor a los anteriores mencionados. (Arquitectura Fachadas, 2013, pág. 138).

Figura 10

Pabellón Italiano



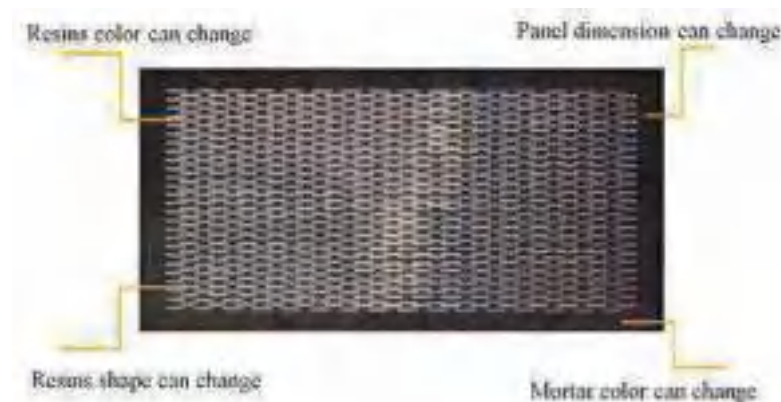
Fuente: (Italcementi,2013)

✓ Aplicaciones:

Elementos no estructurales, Fachadas, cubiertas, elementos decorativos, paredes y particiones, en balcones y terrazas, escaleras y elementos de diseño interior. (Buchelli Luisi, 2015, pág. 139)

Figura 11

Panel Prefabricado de Concreto I-light





Fuente: (Italcementi,2013)

Figura 12

Resumen de características del I-Light

Composición		
Cemento	52,5 R de tipo I	Para asegurar un rápido endurecimiento y alta resistencia.
Selección de arena / grava con tamaño de partícula adecuada	Silicio / calcárea	Para obtener un esqueleto granular compacto.
Fibras de acero inoxidable	Para proporcionar alta tenacidad (ductilidad)	
Fibras de polipropileno	Para minimizar el riesgo de craqueo en edades tempranas	
	Para atenuar fenómenos lentos de deformación	
Propiedades mecánicas:		
Resistencia a la compresión	65 MPa	EN 12390-3
Resistencia a la flexión	10 MPa	EN 12390-5
Módulo de elasticidad	39000 MPa	UNI 9771
Características con la incorporación de resina:		
Resistencia a la tracción	65 MPa	ISO 527-1/-2
Módulo de tracción	3200 MPa	ISO 527-1/-2
Elongación a la rotura	3 %	ISO 527-1/-2
Factor de transmisión (óptica)	92 %	DIN 5036
Resistencia al fuego	Clase B2	DIN 4102
Resistencia a los rayos UV	Buena	Ensayo propio
Resistencia química	Buena a los ácidos y álcalis	Ensayo propio

Fuente: (Buchelli Luisi, 2015)

2.2.2.3.4. Ilum

Conocido como hormigón polimérico por ser mezcla de: óxidos metálicos, polímeros, agregados finos y agregados gruesos, con ventajas de propiedades mecánicas (resistencia), con una translucidez igual 80 %, con resistencia a la compresión mayor a 60 MPa y como mínimo de 45 MPa, la resistencia a la flexión es de 2,55 MPa. (Buchelli Luisi, 2015).

2.2.2.4. Propiedades

(Sobrado Maucaylle, 2012) indica que el concreto traslucido tiene dichas propiedades:

- **Trabajabilidad.** – Por tener una fragua rápida (contenido de agua mínimo), es poco trabajable en su estado fresco (cemento blanco e Ilum (aditivo))
- **Resistencia.** – Aproximadamente 10 veces más resistente.
- **Exudación.** – Es parecida a un concreto tradicional.
- **Durabilidad.** – Es parecida a un concreto tradicional.



- **Translucidez.** – Porque deja pasar la luz de manera que las formas se hacen irreconocibles, y que es opaco cuando no deja pasar apreciablemente la luz.
- **Conductividad Térmica.** – Esta propiedad varía de acuerdo a la dosificación del concreto o al incremento de fibra de vidrio y/o óptica.

2.2.2.5. Ventajas y desventajas de un concreto traslucido

(Sobrado Maucaylle, 2012) indica que el concreto traslucido tiene:

Ventajas

- i. **Alta Cohesividad.** - los agregados y polímeros utilizados tienen la capacidad de adherirse a otros.
- ii. **Alta Resistencia y Durabilidad.** – Posee una alta resistencia a compresión entre los 450 kg/cm² a los 600 kg/cm² lo que nos permite crear elementos más esbeltos para soportar las mismas cargas.
- iii. **Su Aspecto.** - estético y uniforme sin necesidad de emplear acabados.
- iv. **Disminuye Gastos de Iluminación.** - 80% de paso de la luz solar, lo cual disminuye la necesidad del uso de luminarias durante el día.
- v. **Utilidad.** - Interiores como exteriores, por su durabilidad y estética.
- vi. **Menor probabilidad de fisuración.** - Por su composición, poca porosidad y su gran cohesión son más resistente a fisuras.
- vii. **Desencofrado.** - 24 horas con un 70% de su resistencia total, (fraguado mucho más acelerado).
- viii. **No absorbe agua.** - Menor porosidad.
- ix. Minimiza costos de mantenimiento.

Desventajas

- i. Aproximadamente es 60% más costo.
- ii. Al ser más resistente, más dificultoso en la demolición o reparación.
- iii. No está normado para el uso estructural.
- iv. No es recomendable usar el armado tradicional ya que al ser traslucido dejaría visible el armado lo cual resulta poco estético.



2.2.2.6. Resumen de Características

Las Figura 18 y 19, mostraran un resumen de las propiedades más importantes, de los diferentes tipos de concretos Traslucidos comercializados actualmente.

Tabla 6

Propiedades de los Concretos Traslucidos Comercializados

UNIDAD	LitraCon	Lucon	I-light	Illum
Densidad Kg/m ³	2100 - 2400	2100 - 2300	no disponible	no disponible
Resist. Compresión MPa	50	90	65	60 - 45
Resist. Flexión Mpa	no disponible	no disponible	10	2.55
Resist. Rayos UV	no disponible	Muy buena	no disponible	buena

Fuente: (Buchelli Luisi, 2015)

2.2.3. El vidrio

2.2.3.1. Definición

Material compacto, homogéneo, transparentes y muy resistente a la acción de los agentes atmosféricos, muy utilizados en la construcción, siendo cristales mezclados de: silicatos de sodio, potasio, magnesio, aluminio y óxidos de hierro y manganeso”. (Gutierrez, 2003).

2.2.3.2. Tipos de Vidrio

2.2.3.2.1. Vidrios Sódicos (Silicatos de Sodio y Calcio)

Utilizado en elaboración de: vidrios planos, botellas, frascos y otros. De color verdusco por el hierro proveniente de los materiales primarios. (Gutierrez, 2003)

Tabla 7

Componentes Químicos del Vidrio Sódico

Elemento	Composición
Sílice	75% - 75%
Sodio	12% - 18%
Potasio	0% - 1%
Calcio	5% - 14%
Aluminio	0.5% - 3%
Magnesio	0% - 4%



Fuente: (Gutierrez, 2003)

Este es el vidrio utilizado en el desarrollo de la investigación. Se usaron vidrios reciclados de vidrios planos, frascos de botellas y parabrisas de automóviles, todos ellos con la singularidad de ser vidrios blancos, no tiene color, más que el natural que es un ligero color verde. Esta distinción del color se realizó para que pueda aportar mayor grado de traslucidez al concreto fabricado.

Figura 13

Proceso de selección del vidrio reciclado, según el color.



Fuente: Elaboración Propia (2019)

2.2.3.2.2. Vidrios Potásicos (Silicato de Potasio y Calcio)

Creado por reemplazo del sodio por el potasio. Con mayor dureza a comparación del anterior, resistentes a la temperatura. (Gutierrez, 2003).

2.2.3.2.3. Vidrios Plúmbicos (Silicato de Potasio y Plomo)

Reemplazo del potasio por el plomo. Esplendorosos y elevado peso específico transparentes y refractantes con la luz. (Gutierrez, 2003)

2.2.3.3. Reciclaje del Vidrio

Según (Mari, 1995), nos manifiesta: Que tiene 02 ciclos naturales: Rehúso y Reciclado, sin restricciones y con una recuperación completa del material. Siendo materiales renovables. En estos tiempos, a nivel mundial se recicla millones de toneladas y asume un porcentaje de por encima del 50%. Requiriendo un 26% menos de energía a comparación de su fabricación,



reduciendo en 20% emisiones a la atmósfera y con una contaminación de 40% menos de agua que la fabricación de vidrio.

2.2.3.4. Tratamiento de los desechos de vidrio

La Municipalidad Provincial del Cusco, en el PLAN DE DESARROLLO URBANO CUSCO AL 2023, con respecto a los residuos sólidos nos indica que, se estima una generación domiciliar total de 277.55 toneladas/día donde consideramos la población urbana de cada uno de los 8 distritos. Donde el distrito del Cusco es el mayor generador y Poroy es su contraparte.

Tabla 8

PLAN DE DESARROLLO URBANO CUSCO – GENERADORES DE DESECHOS.

DISTRITO	2012		
	GPC DOMICILIARIO (KG7HB7DIA)	POBLACION URBANA	GPC (TON/DIA)
CUSCO	0.85	118,052	100.34
CCORCA	0.21	2,346	0.5
POROY	0.495	6,800	3.37
SAN JERONIMO	0.403	41,617	16.77
SAN SEBASTIAN	0.61	100,585	61.35
SANTIAGO	0.62	90,296	56.89
SAYLLA	0.3	4,383	1.31
WANCHAQ	0.58	63,825	37.02
TOTAL		427,904	277.55

Fuente: consorcio GETINSA

El MINAM (Ministerio del Ambiente), La institución encargada de dar permisos y de fiscalizar las Empresas Operadoras de Residuos Sólidos la cual es el Artículo 87 del reglamento de la ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos, Aprobado por el Decreto Supremo N°007-2018-MINAM, en la Ciudad del Cusco solo hay dos o tres empresas que se dedican a reciclar el vidrio de botellas de todo color, como la empresa JC GLASS INGENIERIAS Y SOLUCIONES S.A.C. Que es la encargada de reciclar y mandar todo el residuo de vidrio a la única empresa que se dedica a fundir y reutilizar dicho vidrio OWENS – ILLINOIS. Empresa especialista en la producción de envases de vidrio. Fabricante de los productos de embalaje y el mayor en envases de vidrio a nivel mundial.

Según la empresa JC GLASS INGENIERIAS Y SOLUCIONES S.A.C. Nos indica que, el vidrio pasa por un proceso de clasificación y luego va a la ciudad de Lima clasificado en camiones de 30 toneladas cumpliendo con todos los procedimientos establecidos por el MINAM.



Hablando en costos de todo este proceso, son muy variados y la cantidad que producen en residuos sólidos de vidrio en la ciudad del Cusco son:

- Plantas Industriales.....10 mil toneladas anuales.
- Municipios.....600 toneladas anuales.

Ahora hablando sobre los precios, aproximadamente estamos hablando de S/. 160.00 soles por tonelada de residuo de vidrio.

Por eso esta investigación es viable porque quiere reutilizar y reciclar el vidrio, para disminuir el Impacto Ambiental que este produce y reducir costos en el tratamiento de desechos de vidrio.

2.2.3.5.Experiencias en la utilización del vidrio reciclado

Según (CASTILLO PAZMIÑO, 2010), nos indica que es ideal para reciclarse, ya que se puede obtener un 100%, las veces que se desee. Ahorrando energía, bajos costos y en especial reducir residuos y consumir materias primas. Reciclando obtenemos calcin, fundiendo obtenemos nuevos productos de vidrio, aparte podemos darle estos usos:

- Reemplazando la arena, en pintura de automóviles (abrasión).
- Construcción de carreteras (base y sub-base).
- Pavimentación de vías.
- Filtros lentos de agua, vidrio por arena.
- Agregado, sustituyendo agregado fino por vidrio.
- Fabricación de baldosas, bloques, adoquines, etc.
- Reemplazo de la arena, para actividades de limpieza de superficies de acero o llamado también “Arenado” para limpiar las piezas de los puentes de acero antes de su pintado.



Figura 14

Molienda y almacenaje del vidrio reciclado



Fuente: (CASTILLO PAZMIÑO, 2010)

Según (Silvestre Gutierrez, 2017), nos indica lo siguiente respecto al tema de Reutilización de vidrio, en mezclas de concreto:

Hablando de la reutilización, como ambientalista, apreciamos mejores beneficios, en ahorro de energía por utilizarlo varias veces para reciclarlo, que darle un solo uso. en la fabricación del vidrio es necesario más cantidad de material del necesario, para mayor resistencia y así tener más usos, para que producto tenga mayor vida. En cuanto a la industria vidriera, sus residuos son de polvillo, luego del proceso de lavado también en la etapa de producción, siendo desechado y este tiene una gran utilidad para fabricar concretos.

2.2.3.6.El vidrio, en agregado del concreto:

Como objetivo es conseguir el balance positivo con respecto al medio ambiente, agregando el vidrio y residuos de construcciones con un conglomerado cementicio ya sea triturando los residuos, siendo las industrias de la construcción los encargados de recolectar dichos residuos. Teniendo una mayor recuperación y numerosas posibilidades de reutilización. Y al combinarlo en morteros de cemento estudiamos el comportamiento como un sustituyente, dando propiedades de cambiar el producto final. (Vicente Flores, 2018).

En los sesenta se estudió por primera vez, con malos resultados por la sílice que al interaccionar con agregados y con la pasta de cemento (siendo alcalina). Genero una expansión del concreto, esta causa agrietamientos del concreto a lo largo de los años, generando baja seguridad estructural. (Schwarz, Cam, & Neithalath, 2008).

Luego en 2010, se estudiaron la trabajabilidad del vidrio sustituyendo cemento, agregado fino y grueso, y las propiedades puzolánicas. (De Castro & De Brito, 2013)

(Cassar & Camilleri, 2012) dice: Como el Vidrio tiene una gran cantidad de sílice y de calcio se desea incluir en la Industria de Fabricación del cemento, por que en teoría podría ser un compuesto como la puzolana o propio del cemento, El vidrio posee características similares a las arenas que son utilizadas como agregado fino.

Figura 15

Según el tamaño, aplicación del vidrio reciclado



Fuente: (Ling, Poon, & Wong, 2013)

Esta investigación es el análisis, de modificaciones de las propiedades físico – mecánicas que produce en un concreto con una sustitución parcial y total de la arena por Vidrio Reciclado Molido (VRM), en proporciones: 50%, 75% y 100% c/r al volumen de cada diseño de mezclas de lo concretos.

En la Tabla 3 es un resumen de resultados (varios autores) realizando estudios en similares con respecto a nuestra investigación.



Tabla 9

Resultados otros investigadores c/r al estudio del vidrio por agregado fino.

Autor(es)	Observaciones	Resultados
(de Castro & de Brito, 2013)	Utilizó vidrio de ventanas de edificaciones y carros. Utilizó cemento CEM II A-L 42.5R	No especifican los resultados, solo que a una proporción de 20-80 vidrio y arena la mezcla obtuvo una resistencia a la compresión 0,85% menor que la mezcla patrón
(Emam Ali & Al-Tersawy, 2012)	Utilizó cemento CEM I 42.5N. Realizaron pruebas a distintas proporciones de agregados y variando la cantidad de cemento utilizado. El vidrio utilizado fue una mezcla de vidrio de botellas con vidrio plano incoloro.	A una proporción del 50-50 obtuvieron un valor de resistencia a la compresión de 363 kg/cm ²
(Ismail & Al-Hashmi, 2009)	Se utilizó cemento Tipo I. Realizó el agregado fino sustituyendo la arena por el vidrio en proporciones de 10, 15 y 20%	Para la proporción de sustitución del 20% la resistencia a la compresión fue de 468 kg/cm ²
(Shayan & Xu, 2004)	Utilizó cemento Tipo I y se agregaron aditivos, Superplastificantes y aire comprimido.	Resistencia a la compresión obtenida de 407 kg/cm ²

Fuente: (Vargas Castro, 2015)

2.2.3.7. Vidrio Molido Reciclado VMR

Por molienda y trituración de esta, utilizando equipos entre estos están: 1. el molino de bolas o máquina de los ángeles y 2. molienda tipo quijada; por apisonamiento con esferas o por la estructura dentada es triturado, obteniendo partículas de tamaño pequeño, luego se realizó el tamizado y la clasificación del material, de acuerdo a cada tamiz, según la granulometría de un agregado fino; después se realizó la búsqueda de un proporcionamiento ideal y acorde a nuestras pretensiones para el concreto, para que el concreto pueda tener la capacidad de ser trasmisor de luz, sin afectar la resistencia.

2.2.3.8. Reacciones expansivas en el Concreto, por la inclusión de Vidrio

Según (Silvestre Gutierrez, 2017), nos manifiesta lo siguiente:

Incluir un nuevo material en la mezcla de hormigón tal como el vidrio cuya composición química es en su mayoría la sílice, obliga a estudiar la posible reacción que se genera, que en la teoría se conoce como reacción expansiva álcali-silicato.



Según el ingeniero Carlos Javier Catalán Arteaga, la reacción álcali-silicato dentro de una mezcla de hormigón se da al combinar 04 condiciones simultaneas:

- El agregado con alta presencia de silicatos no cristalinos.
- Presencia de gran cantidad álcalis suficiente para desencadenar la reacción que tiene el cemento.
- Humedad necesaria para una reacción química.
- Existiendo la reacción ésta debe existir un tiempo para generar gel, para después expandirse.

(Shao, Lefort, Moras, & Rodriquez, 2000), señala que: “Esta reacción es propenso mayormente cuando el vidrio es de tamaño grande, en cambio el vidrio finamente molido presenta propiedades puzolánicas evitando la reacción álcali – silica.”

“Utilizando, vidrio, este agregado fino recomienda el autor por ayudar en las propiedades del concreto, presenta tendencia en elevar a largo plazo la resistencia a la compresión, desarrolla mejoras térmicas del concreto, sin afectar su durabilidad.” (Shi & Zheng, 2007).

2.2.4. Diseños de Mezclas

2.2.4.1. Definición

(Carbajal Pasquel, 1998), dice: para obtener un producto de construcción optimo, debemos utilizar y aplicar conocimientos científicos que interactúen entre ellos, para tener un concreto eficiente.

2.2.4.2. Los Parámetros básicos

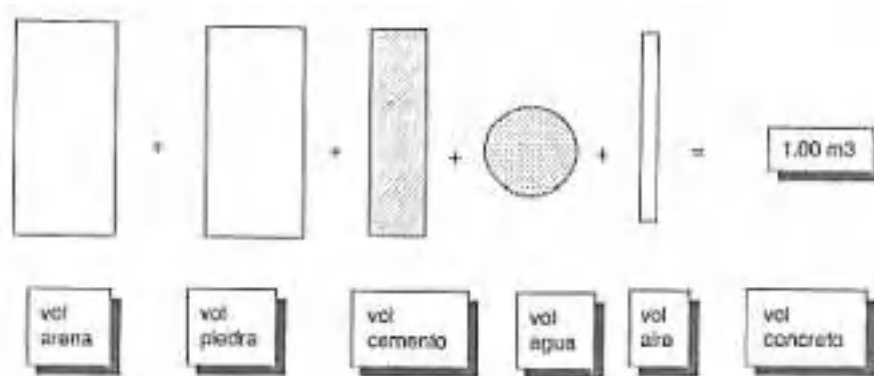
a) Volúmenes Absolutos:

(Carbajal Pasquel, 1998), afirma: utilizamos una unidad de medida, (1m³), que, sumados en el cálculo, consideramos los volúmenes de testigos sin toma en cuenta los vacíos existentes, sumados estos nos dan 1m³, siendo exactos.



Figura 16

Criterio del balance VA.



Fuente: (Carbajal Pasquel, 1998)

b) La Resistencia en compresión RC y la relación Agua/Cemento A/C:

(Carbajal Pasquel, 1998), define: para proyectos estructurales la RC es muy fundamental y que la relación Agua/Cemento está sujeto al empleo de distintas propiedades de durabilidad.

Tabla 10

Relación Agua/Cemento (A/C) vs. Resistencia Compresión $f'c$

$f'c$ a 28 Dias (kg/cm ²)	Sin Aire Incorporado	Con Aire incorporado
150	0.79	0.7
200	0.69	0.6
250	0.61	0.52
300	0.54	0.45
350	0.47	0.39
400	0.42	0
450	0.38	0

Fuente: (Carbajal Pasquel, 1998)

c) Granulometría en los agregados y tamaño máximo (TM) de la piedra:

Según (Carbajal Pasquel, 1998), en su libro, nos manifiesta lo siguiente: Para el acomodo entre las partículas (estructura resistente, densa, trabajable e impermeable), ya está normalizado alrededor del mundo dichos criterios de granulometría. El Tamaño Máximo del agregado y su forma es importante en la granulometría. De esta depende la cantidad de agua que requiere la mezcla por la trabajabilidad, y cuanto es mayor el Tamaño y más redondeado, menos será requerimos de agua.



d) Trabajabilidad y trascendencia:

Al elaborar y producir concreto, los diseñadores manejan la trabajabilidad, pero no se puede cuantificar, definir y calificar en términos absolutos. Definiendo como en los diferentes procesos de fabricación, transporte, colocación, compactación, acabado y estado fresco, es más fácil o difícil el trabajo del concreto. (Carbajal Pasquel, 1998)

Tabla 11

Consistencia vs. Asentamiento

CONSISTENCIA	ASENTAMIENTO
Seca	0'' a 2''
Plástica	3'' a 4''
Fluida	>= 5''

Fuente: (Abanto Castillo, 2009)

2.2.4.3. Pasos Generales, en Diseño de Mezclas

Según (Carbajal Pasquel, 1998), Ya conociendo las propiedades de agregados (peso específico, granulometría, humedad, etc.) tipo de cemento y las condiciones de obra, seguimos estos pasos:

- 1) Cálculo de la cantidad de agua, m³, para el concreto según: trabajabilidad, el Tamaño Máximo de los agregados y ocasionalmente el Tipo de Cemento.

Tabla 12

Diferentes Slump, tamaño máximo de agregado y contenido de aire, cantidades con aproximación de agua.

Agua en l/m³, para los tamaños máximos nominales de agregado grueso y consistencia indicada								
Concreto sin Aire Incorporado								
Asentamientos	3/8 "	1/2 "	3/4 "	1 "	1.5 "	2 "	3 "	4 "
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	----
Concreto con Aire Incorporado								
Asentamientos	3/8 "	1/2 "	3/4 "	1 "	1.5 "	2 "	3 "	4 "
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	----

Fuente: (Carbajal Pasquel, 1998)



- 2) Con respecto a la Durabilidad (Resistencia a la compresión), calculamos: relación Agua/Cemento (A/C). (Carbajal Pasquel, 1998)
- 3) Cantidad de Cemento evaluado con respecto Relación Agua/Cemento descritas en las anteriores (1 y 2). (Carbajal Pasquel, 1998)

$$Cemento (Kg) = \frac{\text{Peso agua (kg)}}{\text{Relac. A/C}}$$

- 4) Volúmenes absolutos, agua y cemento:

$$Vol. Abs. Cemento (m3) = \frac{\text{Peso cemento (Kg)}}{\text{Peso Espec. del Cemento } \left(\frac{Kg}{m3}\right)}$$

$$Vol. Abs. Agua (m3) = \frac{\text{Peso agua (kg)}}{\text{Peso Espec. del Agua } \left(\frac{kg}{m3}\right)}$$

- 5) Cálculo del % aire en m3, considerando el volumen absoluto, el concreto contiene en relación de características granulométricas de los agregados. (Carbajal Pasquel, 1998)
- 6) Cálculo del volumen absoluto de agregados, sabiendo que: 1.00 m3 se restan, volúmenes: cemento, aire y agua. (Carbajal Pasquel, 1998)
- 7) Volumen Abs. Agreg. = 1.00 m3 – Vol. Abs. de Cemento – Vol. Abs. de Agua – Vol. de Aire
- 8) Elección del Volumen Absoluto, agregado fino y grueso con relación a la mezcla. (Por el método preferido). (Carbajal Pasquel, 1998)

K = % conveniente - piedra.

K-1 = % conveniente - arena.

- 9) Distribuir el volumen, indicado en el paso 6), con proporción indicada en el paso 7).

$$\text{Vol. Abs. de Piedra (m3)} = K \times \text{Vol. Abs. de Agregados (m3)}$$

$$\text{Vol. Abs. de Arena (m3)} = (K-1) \times \text{Vol. Abs. de Agregados (m3)}$$

- 10) Cálculo de los pesos que corresponden a los volúmenes de agregados obtenidos en utilizando los pesos específicos secos: (Carbajal Pasquel, 1998)

$$\text{Peso Piedra (Kg)} = \text{Vol. Abs. Piedra (m3)} \times \text{Peso. Espec. Piedra (Kg/m3)}$$

$$\text{Peso Arena (Kg)} = \text{Vol. Abs. Arena (m3)} \times \text{Peso. Espec. Arena (Kg/m3)}$$

- 11) Realizar correcciones de humedad y absorción del diseño elegido. (Carbajal Pasquel, 1998)



- a. $\text{Peso Piedra húmeda (Kg)} = \text{Peso seco Piedra (Kg)} \times (1 + \text{Humedad Piedra en valor absoluto})$
 - b. $\text{Peso Arena húmeda (Kg)} = \text{Peso seco Arena (Kg)} \times (1 + \text{Humedad Arena en valor absoluto})$
 - c. $\text{Balance Agua (Piedra)} = \text{Humedad Piedra} - \text{Absorción Piedra (Valores absolutos)}$
(Puede ser positivo o negativo)
 - d. $\text{Balance Agua (Arena)} = \text{Humedad Arena} - \text{Absorción Arena (Valores absolutos)}$
 - e. $\text{Contribución de Agua x Piedra (Kg)} = \text{Balance Agua (piedra)} \times \text{Peso Piedra húmeda (Kg)}$ (Puede ser positiva o negativa, es decir añadir o quitar agua)
 - f. $\text{Contribución de Agua por la Arena (Kg)} = \text{Balance Agua en la Arena} \times \text{Peso Arena húmeda (Kg)}$ (Puede ser positiva o negativa, es decir añadir o quitar agua) (Carbajal Pasquel, 1998)
 - g. $\text{Agua Final en el diseño} = \text{Agua (Kg)} - \text{Contrib. Agua Piedra (Kg)} - \text{Contrib. Agua Arena (Kg)}$ (Carbajal Pasquel, 1998)
- 12) Final de Diseño: es el: Agua Final, Peso Húmedo Piedra, Peso Húmedo Arena y Peso Cemento, todo en kg.
- 13) Elaboración del diseño final en laboratorio y a escala de obra para la verificación práctica de sus propiedades con objeto de confirmarlo o corregirlo. (Carbajal Pasquel, 1998)

2.2.4.4. Método de Diseño de Mezclas

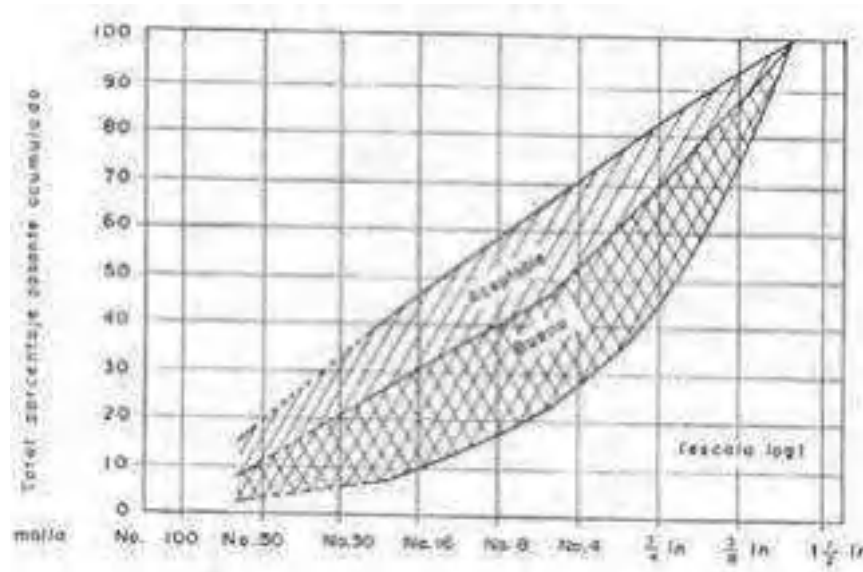
2.2.4.4.1. Métodos basados en Curvas empíricas

(Carbajal Pasquel, 1998), dice: facilita el ajuste en el Diseño de mezclas, según el rango o su uso del agregado y granulométrico, con base de una información estadística ya sea empírica. De mayor uso en el continente europeo por tener datos definidos de sus canteras. Son muy prácticos, ya que teniendo establecidos los usos, en distintos tamaños máximos de los agregados, sus tipos y condiciones al servicio del concreto.



Figura 17

Husos Granulométricos para mezclas de arena y piedra $T_M=30\text{mm}$ (Norma DIN 1045)

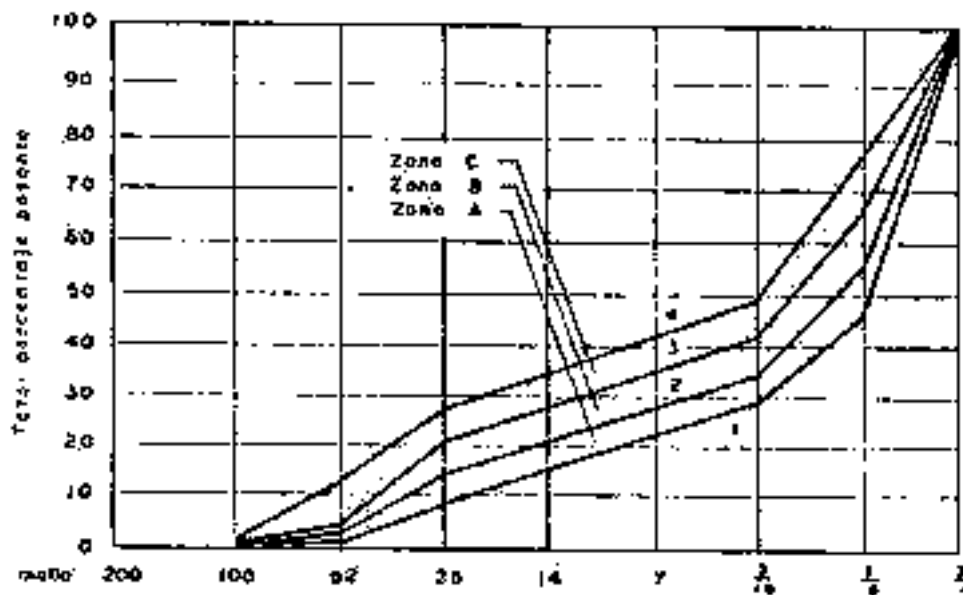


Fuente: (Carbajal Pasquel, 1998)

Este el método de Diseño de mezclas que se usó en la investigación, el método de Curvas Empíricas, haciendo uso de las curvas granulométricas para mezclas de arena y piedra de la Norma DIM 1045.

Figura 18

Husos Granulométricos Británicos de Mezclas de Arena y Piedra $T.M. = 19\text{ mm}$



Fuente: (Carbajal Pasquel, 1998)



Procedimiento, Método basado en curvas empíricas, haciendo uso de los ábacos granulométricos de la norma DIN 1045:

Los pasos a seguir para este método de diseño de mezclas, son similares a los pasos generales para cualquier otro diseño de mezcla, con la diferencia que se usa los ábacos granulométricos, para los agregados combinados, y se limita a los límites permisibles que nos indica la Norma DIM 1045.

Según (Carbajal Pasquel, 1998): Todos los métodos deben ser probados en obra. Debiendo probar varias veces el diseño y así llegar a la resistencia requerida, y podemos optimizarlos mediante otros diseños. Para que nuestro concreto sea optimo y barato, tenemos que hacer mínimo 03 diseños, como datos fijos: 1. granulometría de la mezcla de agregados y 2. cantidad de agua y la variable seria: relación A/C todo dentro de un rango para llegar a la resistencia requerida. Tomando muy en cuenta las conceptos, consideraciones y recomendaciones que nos manifiesta el Ingeniero Enrique Pascal Carbajal en su libro, exactamente en el capítulo de Diseño de Mezclas.

En nuestra investigación se realizó varios diseños de mezclas previos, donde se fue ajustando los valores de Cantidad de Cemento, Relación A/C, combinación de los agregados (Granulometría de la mezcla de los agregados) y la dosis del aditivo.

Es así como se obtuvo los valores finales, con los que se procedió a realizar el diseño de mezclas para nuestra investigación.

Pasos en el diseño de Mezclas:

- 1) Se determina propiedades físicas de componentes del concreto (Agregados, Cemento, Agua y Aditivo)
 - Tamaño Máximo/Tamaño Máximo Nominal
 - Módulos de Fineza
 - Pesos Específicos
 - % de Absorción
 - Contenidos de Humedad
- 2) Se determina la dosis del Aditivo (2% para todos los diseños)



- 3) Se determina el % de Aire en m³, que contiene el concreto en relación de características granulométricas de los agregados. (Carbajal Pasquel, 1998) (2.5% para todos los diseños)
- 4) Se determina la combinación de los agregados (80% Agregado Fino y 20% Agregado Grueso), y se verifica que se encuentren dentro de los límites indicados por los ábacos de la norma DIM 1045.
- 5) Con respecto a la Durabilidad (Resistencia a la compresión), por experimentaciones previas se calcula: relación Agua/Cemento (0.40).
- 6) Al igual que el paso anterior se determina la cantidad de cemento. (300 kg.)
- 7) Cálculo de la cantidad de agua, m³, con los pasos descritos en 5) y 6)
- 8) Volúmenes absolutos, agua y cemento. (Detallado en ítem 2.2.4.3.)
- 9) Cálculo del volumen absoluto de agregados, sabiendo que: 1.00 m³ se restan, volúmenes: cemento, aire y agua. (Carbajal Pasquel, 1998)
- 10) Cálculo de los pesos que corresponden a los volúmenes de agregados obtenidos en utilizando los pesos específicos secos: (Carbajal Pasquel, 1998)
- 11) Realizar correcciones de humedad y absorción del diseño elegido. (Carbajal Pasquel, 1998)
- 12) Final de Diseño: es el: Agua Final, Peso Húmedo Piedra, Peso Húmedo Arena, Peso húmedo vidrio, Peso Aditivo y Peso Cemento, todo en kg.
- 13) Elaboración del diseño final en laboratorio.

Diseños de Mezcla iniciales de Prueba para Llegar al Diseño de Mezclas Optimo usado.

Inicialmente se realizó el Diseño de Mezclas por el Método del ACI 211, como esta explicado en el CAPITULO II (2.2.4), la teoría de este método nos indica que los Diseños de mezclas son en la mayoría diseños con altos contenidos de piedras, y contrastando con nuestra experiencia verdaderamente, fue así, además de no lograr la resistencia requerida; así mismo una de las hipótesis de la investigación es lograr la traslucidez del concreto, sustituyendo el Agregado fino por Vidrio Reciclado Molido en diferentes porcentajes, por lo tanto no se estaba logrando, debido a que el método ACI nos da una composición de agregados, con porcentajes altos en piedra, y lo que nosotros necesitamos es mayor porcentaje de Agregado fino para el reemplazo con el vidrio, y así poder lograr un grado de traslucidez.



Es así que tuvimos que buscar otra opción, otro método en el que nosotros podamos variar y experimentar con distintas composiciones del agregado, para poder obtener el concreto más óptimo y el que sea está proponiendo en la investigación, Concreto que tenga la característica de poder transmitir luz, que sea un buen acogedor de calor, todo esto sin Sacrificar la Propiedad más importante que es la Resistencia a la Compresión.

En esta búsqueda del diseño más óptimo, se tuvo que realizar una cantidad de diseños previos, hasta encontrar el óptimo, los diseños fueron variando la composición de los agregados (Arena y Piedra Chancada), la granulometría del vidrio, la dosis de Aditivo HP-300 y el tipo y cantidad de cemento; se usó cemento portland tipo IP y cemento portland tipo I; los resultados de cada diseño fueron cada 3 días, encontrando así de manera rápida la tendencia de la resistencia y el aspecto físico de cada concreto. La dosis del aditivo está en razón a la necesidad o falta adherencia y trabajabilidad de concreto.

Para la elección de nuestro Diseño de Mezclas Optimo, se realizó más de 20 Diseños de Mezclas de prueba, donde se observó el comportamiento del concreto cuando se le reemplaza el Agregado Fino por el Vidrio Molido Reciclado.

2.2.5. Propiedades Mecánicas

2.2.5.1. Resistencia a la Compresión

Según las indicaciones, (INDECOPI - NTP 339.034, 2008), Es un ensayo aplicativo que con una carga axial de compresión, hasta que el testigo presente falla, son aplicados con una velocidad de carga prescrita.

2.2.5.1.1. Aparato

Según manifiesta (INDECOPI - NTP 339.034, 2008):

- La máquina tendrá una capacidad de velocidad de carga indicada.
- Con documento de calibración cada 3 meses aprox.
- La operación es mecánica y aplicándose carga continua.
- Con un porcentaje de error = + 1% de la carga indicada.
- Podemos incluir: escuadras metálicas, cinta métrica, vernier.



Figura 19

Máquina de compresión axial de Premezclados y Maquinarias Cusco



Fuente: Elaboración Propia, 2020.

2.2.5.1.2. Probetas o Muestras de Concreto

Según manifiesta (INDECOPI - NTP 339.034, 2008):

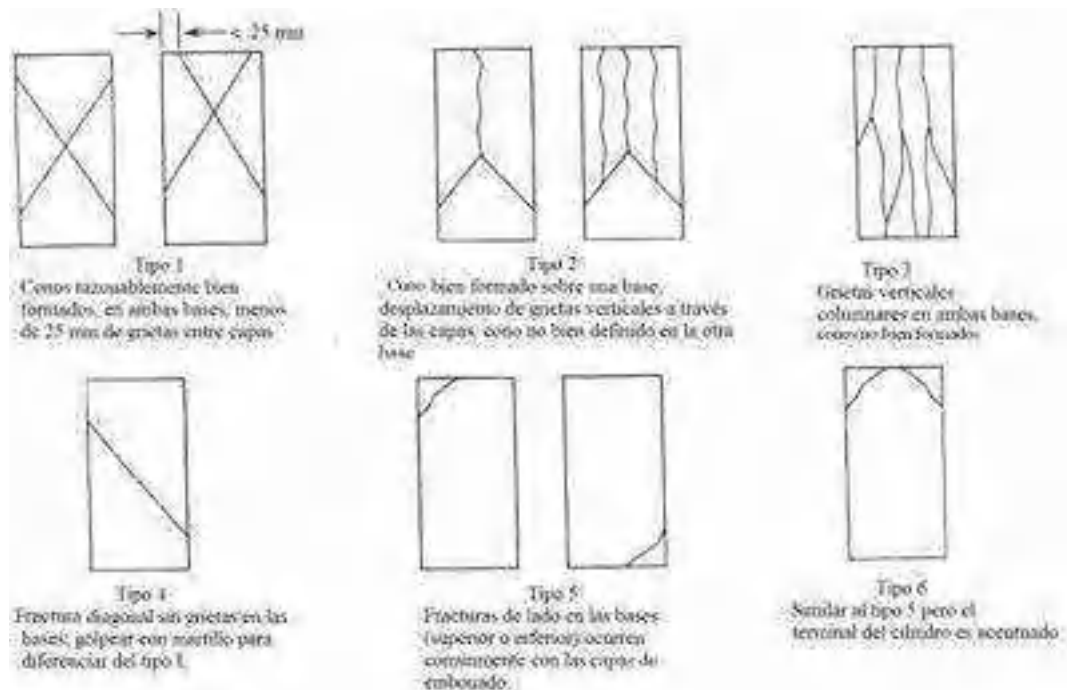
- Deben tener el mismo diámetro, siendo un cilindro y no exceder 2 % de diferencia.
- Para determinar el diámetro promedio, es de uno x 10 probetas o 3 probetas en un día.

2.2.5.1.3. Mecanismo para marcar falla de una probeta o testigo

Estas probetas están sometidas a compresión axial, midiendo con la prensa hidráulica y registrando su esfuerzo con una dirección, y con deformación en la misma dirección. (Abanto Castillo, 2009)

Figura 20

Tipos de fracturas o fallas.



Fuente: (INDECOPI - NTP 339.034, 2008)

2.2.6. Propiedades Físicas

2.2.6.1. Consistencia o Revenimiento

2.2.6.1.1. Resumen del método

A la muestra de concreto fresco es colocado un cono compactado con una varilla, al retirar el cono el concreto se asienta, siendo la diferencia vertical del concreto inicial y la asentada, esa diferencia se llama: el asentamiento del concreto. (INDECOPI - NTP 339.035, 2009)

2.2.6.1.2. Aparatos

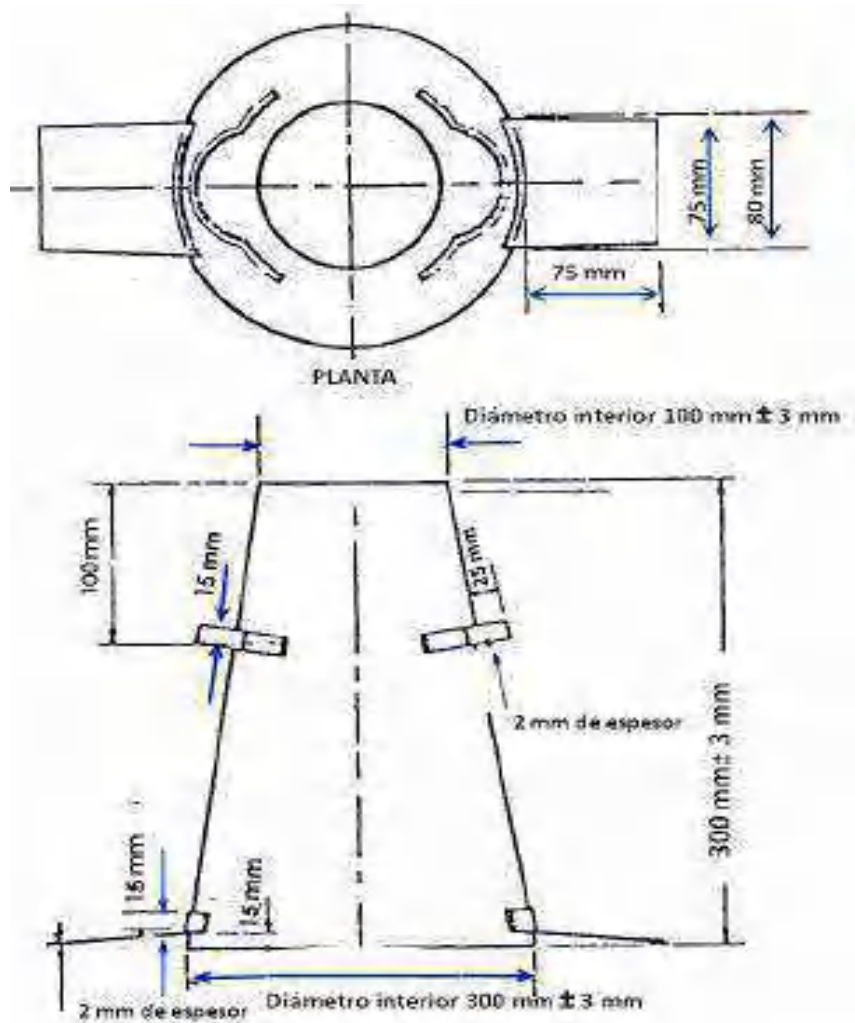
Según (INDECOPI - NTP 339.035, 2009):

a. El Molde:

De metal liso, con espesor mínimo de 1,5 mm.

Figura 21

Molde para ensayo de revenimiento



Fuente: (INDECOPI - NTP 339.035, 2009)

b. Barra de Compactación:

De acero liso, con forma cilíndrico, 16 mm de diámetro, 600 mm longitud, teniendo en ambas puntas una forma redondeada como esfera, diámetro 16 mm.

c. Dispositivo de medida:

En nuestro caso una Wincha.

d. Cucharón:

Metálico con capacidad de llevar material.

Tabla 13

Clasificación por Consistencia

Consistencia	SLUMP	Trabajabilidad	Método de Compactación
Seca	0" a 2"	Poco trabajable	Vibración normal
Plástica	3" a 4"	Trabajable	Vibración ligera chuseado
Fluida	>5"	Muy trabajable	Chuseado

Fuente: (Abanto Castillo, 2009)

2.2.6.2. Peso Volumétrico

Realizamos un análisis comparativo en peso de nuestros concretos; el peso de nuestro concreto Patrón endurecido, con respecto a los concretos sustituidos con vidrio reciclado molido y tamizado igualmente endurecido.

A los 28 días de fraguado de nuestros testigos fueron pesados y comparados para los cuales de acuerdo al volumen de nuestras muestras podremos comparar si con la ayuda del vidrio molido tamizado podremos aligerar el peso del concreto.

Figura 22

Proceso de medición y pesaje de Muestras



Fuente: Elaboración propia, 2020

2.2.6.3. Transmitancia de Luz

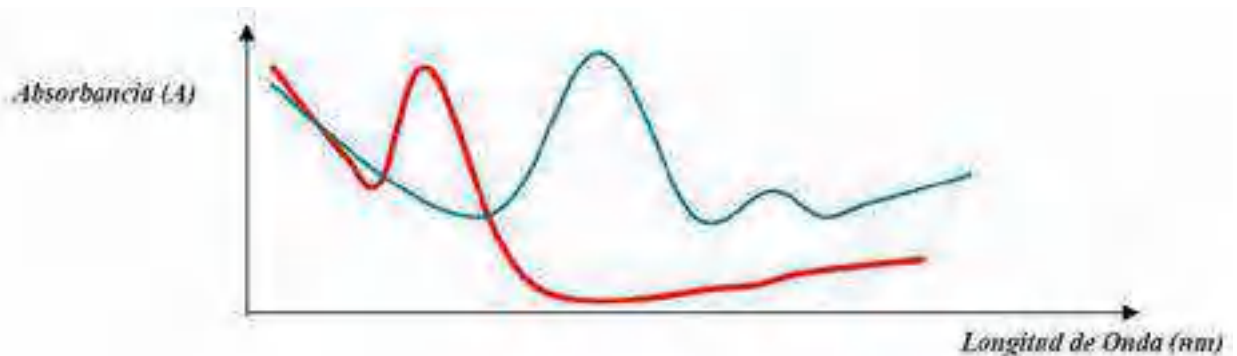
2.2.6.3.1. Conceptos de Transmitancia, Absorbancia y Espectrofotometría.

c) Espectrofotometría

(UPO, 2010), dice: La espectrofotometría, dice que es la relación entre la absorción de luz de un elemento y su concentración. Cuando incide, luz monocromática (una longitud de onda), en un medio homogéneo, la luz se absorbe, en el medio y por Transmitancia, dando P_0 y P , P_0 es intensidad de la luz incidente y P la intensidad del rayo de luz transmitido. Teniendo cada sustancia su capacidad de absorción.

Figura 23

Absorción: dos elementos diferentes



Fuente: (UPO, 2010).

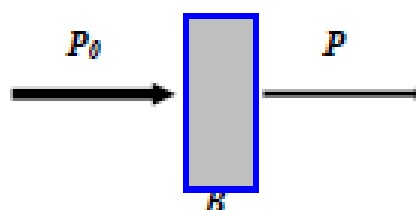
(UPO, 2010), indica que se basa en 2 leyes y son:

I. Ley de Lambert

(UPO, 2010), “indique que, al pasar luz monocromática en un cuerpo homogéneo, disminuye la intensidad de luz por el espesor de este cuerpo.”

Figura 24

Ley de Lambert



Fuente: (UPO, 2010)



Dando como fórmula: $\frac{P}{P_0} = e^{-kb}$

Donde:

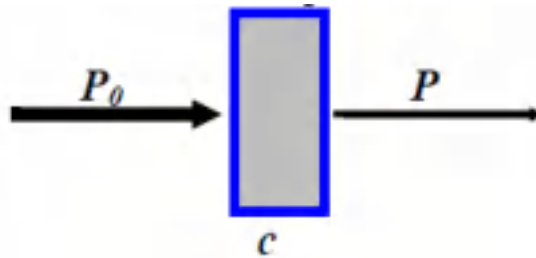
- P_0 : Intensidad - luz final.
- P : Intensidad - luz inicial.
- b : Espesor - cuerpo
- k : Es una constante, su valor varía según: naturaleza, longitud de onda, espesor del cuerpo y naturaleza del medio.

II. Ley de Beer

(UPO, 2010), Esta intensidad de luz disminuye por aumentar partículas que absorben luz en el cuerpo, al pasar el cuerpo de este.

Figura 25

Ley de Beer



Fuente: (UPO, 2010)

Dando como fórmula: $\frac{P}{P_0} = e^{-k'c}$

Donde:

- P_0 : Intensidad luz final
- P : Intensidad luz final
- c : Concentración del cuerpo
- k : Es una Constante, su valor varía según: naturaleza, longitud de onda, concentración del cuerpo, y naturaleza del medio.

d) Transmitancia

Según la guía de (UPO, 2010). Está en función a la luz monocromática transmitida (P) por un cuerpo y luz final (P_0) que pasa sobre ella.



$$T = \frac{P}{P_0} = 10^{-abc} \quad \text{ó} \quad \%T = 100P/P_0$$

La Transmitancia es siempre el 100%, la cual tenemos que comparar con la muestra patrón que sabemos que tiene Transmitancia = 0%.

e) Absorbancia

Según la guía de (UPO, 2010). “Lo define como la capacidad de absorber energía un cuerpo.”

$$A = -\log T = 2 - \log \%T$$

$$\text{Pero: } T = \frac{P}{P_0} = 10^{-abc}$$

dando: $A = (-\log (P / P_0) = -\log 10^{-abc})$

$$A = (a b c)$$

f) Medición de Transmitancia y absorbancia.

(UPO, 2010), Es por comparación con un estándar referencial, teniendo una referencia, Transmitancia = 100%, o una absorbancia de cero, En nuestra investigación la Transmitancia lo representaremos en porcentaje de luz que pasa y que el sensor de luz nos indicara.

2.2.6.3.2. Aparato para el ensayo de Traslucidez

Con la ayuda del Ingeniero de Sistemas Adriel Ramirez Vargas, de la Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas de la UAC. Y con el Físico Rolando Lozano Cusi Coordinador del Departamento de Física se hizo el prototipo de un DataLogger que pudiera almacenar datos requeridos para el desarrollo del ensayo de Transmitancia de luz. Realizamos un Diseño Experimental propio similar al funcionamiento de un Espectrofotómetro.

Para el armado de nuestro aparato de medición de Transmitancia de Luz se requirieron, dispositivos electrónicos, que se detallan a continuación:

- 01 Procesador ATMEGA328P
- 05 Sensores de Luz BH1750.
- 05 Sensores de Calor LM35.
- 01 Módulo RTC con Pila.
- 01 Modulo Lector de Tarjeta SD.
- 01 Adaptador a 5 Voltios



- 02 Protoboard.
- 02 Molex Hembra 40 x 1.
- 02 Moles Macho 40 x 1.
- 02 Metros Cinta Retractil.
- 07 Metros de Cable Asiliconado
- 30 conectores Macho – Hembra para Protoboard.
- Otros elementos adicionales.

La funcionalidad de Aparato, se utilizó sistema de desarrollo propio de la especialidad de Ingeniería de Sistemas que incluía diferentes etapas como el Prototipado, Simulación, Pruebas e Implementación.

- I. Requerimientos que tenía que cumplir nuestros Aparato fueron:
 - Procesar en paralelo hasta 4 muestras diferentes. Y una al ambiente
 - Registrar datos cada 5 minutos.
 - Registrar los datos en un dispositivo de almacenamiento que pueda ser fácilmente exportable a cualquier Software de procesamiento de datos.
 - Funcionar en condiciones ambientales naturales (clima, humedad)
 - Capacidad de autonomía de la energía eléctrica
 - Utilizar dispositivos y sensores disponibles en nuestro medio (facilidad para la adquisición de componentes)

2.2.6.3.3. Componentes del Aparato, para el ensayo de Transmitancia

- I. El núcleo del sistema es el procesador ATMEGA328P,
- II. Sensores de humedad se eligió al DH11 cuyas características más relevantes son:
 - 3,3 y 5V de alimentación
 - Tiene un rango en la temperatura: de 0.00° a 50.00° y 5.00% de error.
 - Tiene un rango en la humedad: de 20.00% a 80.00% y 5.00% preciso.
 - 1 dato x segundo
 - En °C como unidad.
- III. Control de los tiempos se utilizó un reloj de tiempo real, el controlador elegido fue el DS3231.



- IV. Una memoria: AT-24C32
- V. I2-C de interfaz.
- VI. Adicionalmente se requirió un multiplexor bidireccional de doble canal que permitiera conmutar entre las cuatro fuentes de sensores. Se eligió el CD4052 de la familia cmos, de bajo consumo y alta velocidad.

2.2.6.3.4. Características del Dispositivo construido:

- Tensión de alimentación de 5 voltios. Conector de entrada USB tipo B.
- Capacidad de procesamiento de 20 Mhz logrando el paralelismo en la lectura de los sensores.
- Genera lecturas cada 5 minutos, dado que está controlado por un Reloj de tiempo Real que provoca interrupciones precisas.
- Capacidad de almacenamiento de datos en una tarjeta SD Card extraíble. La verificación del correcto inicio (Crear un archivo con los campos correspondientes) se hace a través de un led que destella cuando esto ocurre. (señal de conformidad)

Figura 26

Elaboración del aparato para el ensayo de Transmitancia – Armado y conexión de dispositivos electrónicos.



Fuente: Elaboración Propia, 2020.

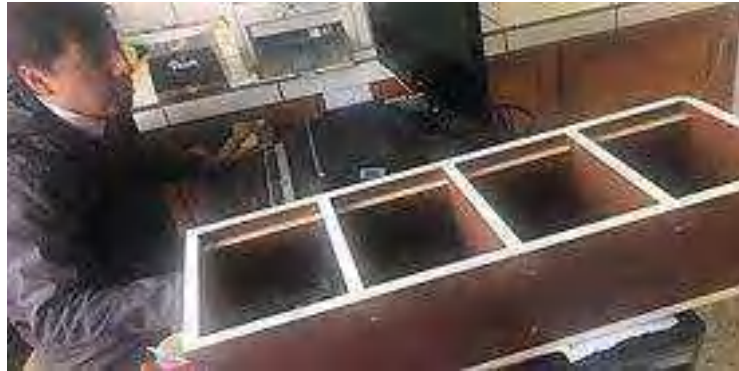


I. Programación

Seguidamente el Ingeniero Adriel Ramirez, Diseño una Programación de Microcontroladores en C, siendo un elemento de programación, editando códigos, con un compilador, un depurador y un constructor de interfaz gráfica.

Figura 27

Ingeniero Adriel Ramirez V., Realizando la Programación.



Fuente: Elaboración Propia, 2020

Donde toda la información es transferida a una memoria SD, dando lecturas de los 5 sensores en paralelo, para cada diseño de mezclas sometido a mismas condiciones ambientales al mismo tiempo. Son 4 espacios donde medirán las placas rectangulares de 15 x 20 x 5 cm. y tendrá en siguiente orden:

- Espacio N° 1: Concreto Patrón.
- Espacio N° 2: Concreto Sustituido, por Vidrio reciclado molido al 50%.
- Espacio N° 3: Concreto Sustituido, por Vidrio reciclado molido al 75%.
- Espacio N° 4: Concreto Sustituido, por Vidrio reciclado molido al 100%.

Cada espacio cuenta con 2 dispositivos:

- Sensor, Calor, Humedad y Temperatura. BH 1750.
- Sensor, Luz. LM - 35.



Figura 28

Ubicación de los Sensores Luz y Calor.



Fuente: Elaboración Propia, 2020.

2.2.6.4. Conductividad Térmica

Según (Yunus & Afshin, 2011), “Es la transferencia de calor por un espesor unitario del material por unidad de área por unidad de diferencia de temperatura, En el SIU, la conductividad térmica es medido en $W/(K \cdot m) = (J/s \cdot K \cdot m)$.”

2.2.6.4.1. Coeficiente de la Conductividad Térmica.

(Collieu, 1977) , “Es la capacidad de conducir el calor, con una simbología “ λ ”, $\lambda =$ valores elevados, significa que es un excelente conductor, $\lambda =$ valores inferiores, es un mal conductor (aislante térmico).”

(λ), Este coeficiente de conductividad térmica, se determina:

$$Pot = -\lambda * A \frac{\Delta T}{L} \quad \text{Ecuación 1}$$

(Kreith, Manglik, & Bohm, 2012), (ΔT) indica: temperatura final y temperatura inicial del material, (T_1) y (T_2):

$$Pot = -\lambda * A \frac{\{T(caliente) - T(fria)\}}{L} \quad \text{Ecuación 2}$$

$$\lambda = \frac{Pot * L}{A * \{T(caliente) - T(fria)\}} \quad \text{Ecuación 3}$$

Dónde:

- $\lambda =$ Es el coeficiente, conductividad térmica ($W/(m \cdot ^\circ K)$, $J/ (s \cdot m \cdot ^\circ K)$)



- Pot = Potencia de calor total por la pared (W, Joule/s)
- L = Espesor atravesado por el calor (m)
- A = Área, placa caliente (m²)
- T(caliente) = Temperatura, placa caliente °K
- T(fría) = Temperatura, placa fría °K

g) Potencia eléctrica (Pot).

Según (Nilsson W & Riedel A, 2005), la potencia está definida como el producto del potencial eléctrico por la corriente eléctrica.

Por lo tanto, la potencia eléctrica se puede expresar en función de la resistencia, el voltaje y la corriente eléctrica. (Morales G & Lopez A, 1997)

$$Pot = V * I = R * I^2 = \frac{V^2}{R} \quad \text{Ecuación 4}$$

Dónde:

P = potencia eléctrica (Watt, W)

V = voltaje alterno (Voltio, V)

I = Corriente alterna (Amperio, A)

R = resistencia eléctrica (Ohmio, Ω)

La ecuación 3, fue la que se utilizó en la presente investigación.

La resistencia está dada por:

$$R = \frac{\Delta V}{I} \quad \text{Ecuación 5}$$

Donde:

- R = resistencia (Ω)
- ΔV = diferencia de potencial entre dos puntos del conductor (V)
- I = intensidad que circula por el conductor (A)

Y el potencial eléctrico por:

Potencial Eléctrico (Voltio) = Resistencia Eléctrica * Corriente Eléctrica



$$\bullet \quad V = R * I$$

Ecuación 6

2.2.6.4.2. Ensayo de la conductividad térmica.

Para determinar la conductividad térmica de nuestro concreto, mediante placas rectangulares de 15 x 20 x 5 cm. de concreto, fabricando un equipo, con los estándares de la norma ASTM C177-13, para medir el flujo de calor, la población serán: planas y homogéneas, la forma de medición es: la superficie está en contacto con límites sólidos y paralelos estos están sometidos a temperatura constante, en el equipo, es una placa caliente protegida que funciona con un flujo de calor vertical u horizontal, esta conductancia, de nuestras muestras debe ser inferior a 16 W/(m.°K) (ASTM, 2013).

2.2.6.4.3. Efecto Joule.

“Llamado, a la producción de calor, circula una corriente eléctrica a través del mismo. Transformando energía eléctrica a térmica, por acción de choques de electrones con los iones metálicos de los conductores. Generando aumento de temperatura.” (Bouche, 2007)

2.2.6.4.4. Equipo de ensayo de conductividad térmica

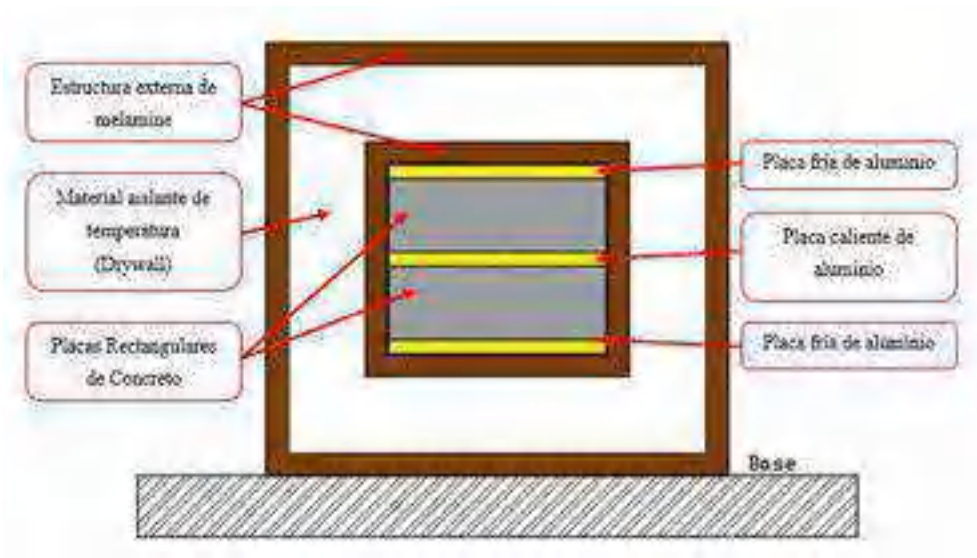
(ASTM, 2013), indica que: El equipo de placa caliente protegida, es un calentador protegido, formada, por un área de medición central y concéntrica con protectores calentados siendo por separado y otro de tamaño similar a la placa de enfriamiento. Se colocan las muestras en el espacio entre placa calefactora y placa de enfriamiento para pruebas. El guardado caliente de la placa se opera como un aparato de una o dos caras. Las propiedades térmicas del aislamiento se calculan a partir del área de medición, entrada de energía, temperaturas y grosor.

Como aislante de temperatura, se usa placas de yeso – cartón, evitando que la temperatura en el medio ambiente altere la temperatura en las placas de concreto (aislamiento total de las placas). El aparato está elaborado para el ensayo de conductividad térmica exclusivamente para las placas rectangulares, con medidas de 20 cm = ancho, 5 cm = espesor y 15 cm = profundidad. El equipo consiste en flujo de calor vertical con distintos componentes:



Figura 29

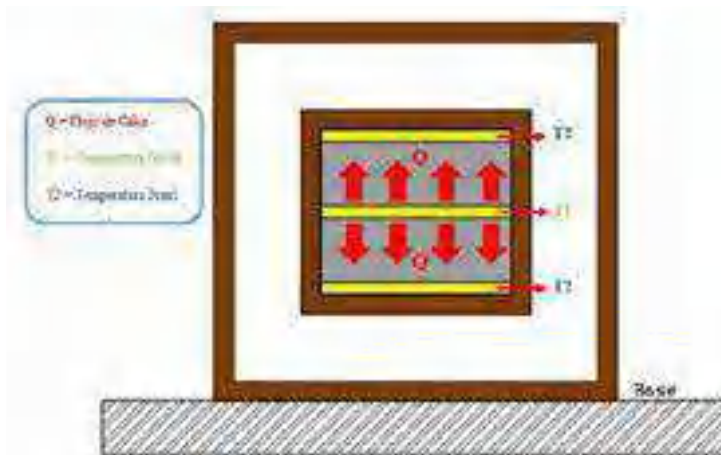
Disposición de componentes, del equipo, ensayo conductividad térmica



Fuente: Elaboracion Propia, 2020

Figura 30

El flujo de Calor (Vertical).



Fuente: Elaboración Propia, 2020

(ASTM, 2013), dice: “Los factores como; composición de un material, condiciones ambientales y humedad, etc. afectan a las propiedades de transmisión térmica. los valores requeridos para empezar la prueba son: energía eléctrica, temperatura superficial, área y espesor.”



Figura 31

Equipo de conductividad térmica



Fuente: Elaboración Propia, 2020

2.2.6.4.5. Componentes del aparato para el ensayo de conductividad térmica

h) Resistencia eléctrica como fuente de calor

La fuente de calor, consta de un par de planchas de aluminio, recomendado por la norma ASTM C 177; entre el par de planchas de aluminio se encuentra la resistencia, estas planchas de aluminio tienen las mismas dimensiones de las placas de concreto, para que el contacto entre ambas caras sea directo y uniforme. La resistencia que se usó en la conformación del aparato para el ensayo de conductividad térmica, fue la resistencia de una plancha de ropa. Esta resistencia es de un material llamado Nicrom. Esta resistencia se convierte en nuestra fuente de calor, cuando se conecta el equipo a nuestra fuente de voltaje de corriente alterna.

Figura 32

Aluminio (placa), como Fuente de Calor



Fuente: Elaboración Propia 2020



i) Medidor de magnitudes eléctricas.

(Pallas Areny, 2006), “Utilizamos multímetros, capaz de medir tensiones e intensidades de corriente continuas y alternas.”

j) Medidor de magnitudes térmicas.

(Staff USERS, 2014), Para obtener la magnitud térmica se utilizó la termocupla tipo K, con un recolector de datos en grados centígrados, haciendo su conversión a grados kelvin mediante el uso del SIU.

Su rango es: $-200\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $+1372\text{ }^{\circ}\text{C}$ y sensibilidad = $41\mu\text{V}/^{\circ}\text{C}$. Con resistencia a oxidarse. (Garcia Villareal, 2006)

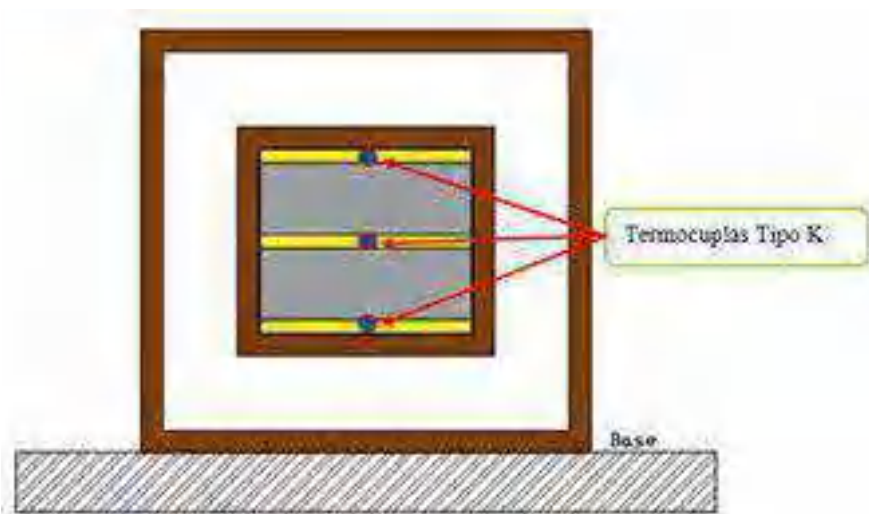
Figura 33

Termocupla Tipo K - Sensor de temperatura digital



Figura 34

Instalación de Termocuplas en Placas frías y caliente



Fuente: Elaboración Propia, 2020



2.2.7. Criterio de Exclusión de Chauvenet

Según (Lopez Rodriguez, 2011) nos indica que, el criterio de Chauvenet es un método que consiste en determinar si un dato experimental de un conjunto de mediciones es probable que sea un dato atípico. Entonces, antes de realizar un análisis, se procede a su filtrado previo, mediante la aplicación de dicho criterio

A continuación, se establecen unos límites inferior y superior en función a la desviación estándar muestra de datos, y todas las medidas que superen esos límites deben ser rechazadas.

$$\bar{x} - k(n).s \leq x_i \leq \bar{x} + k(n).s$$

\bar{x} = media del conjunto de datos.

$k(n)$ = Coeficiente de Chauvenet en función de la cantidad de datos a analizar.

s = desviación estándar de los datos.

x_i = resistencia de la briqueta de concreto.

Tabla 14

Coeficiente $k(n)$ del criterio de Chauvenet.

n	k(n)
2	1.15
3	1.38
4	1.54
5	1.65
6	1.73
7	1.8
8	1.86
9	1.92
10	1.96

Fuente: (Lopez Rodriguez, 2011)

Para todos los casos se trabajó con el valor de $k(n) = 1.96$ según la tabla anterior debido a que la cantidad de muestras inicial es 10.

Aplicación del Criterio de Chauvenet, para los datos de Peso Volumétrico de (PC), del Concreto Patrón y los Concretos sustituidos por Vidrio Molido reciclado.

- i. Se procede a calcular la media, la desviación estándar y los límites superior e inferior de los datos analizados.
- ii. Se verifican los datos que quedan fuera de los límites superior e inferior.



- iii. Se vuelve a calcular la nueva media, la desviación estándar y los límites superior e inferior de los datos que estén dentro del rango.
- iv. Se verifica hasta que todos los datos estén dentro de los Límites.

Este criterio de exclusión de datos fue utilizado, para el análisis de los datos obtenidos de Peso Volumétrico, Resistencia a la compresión y Conductividad térmica.

2.3. Hipótesis

2.3.1. Hipótesis general

El concreto reemplazando el agregado fino con vidrio molido en diferentes porcentajes, presentara una mejora de sus propiedades tanto físicas y mecánicas, con respecto a un Concreto Tradicional.

2.3.2. Sub hipótesis

- Sub Hipótesis N° 1:

El reemplazo de agregado fino, por vidrio molido, en porcentajes de 50%, 75% y 100%, en el concreto; presentara una alteración favorable, en las propiedades físicas (Revenimiento y Peso Volumétrico), con respecto a un Concreto Tradicional.

- Sub Hipótesis N° 2:

El reemplazo de agregado fino, por vidrio molido, en porcentajes de 50%, 75% y 100%, en el concreto; presenta un aumento en la Resistencia a Compresión del Concreto, con respecto a un Concreto Tradicional.

- Sub Hipótesis N° 3:

La traslucidez de los concretos varia debido al reemplazo de vidrio molido, a mayor porcentaje de vidrio molido, mayor será la traslucidez.

- Sub Hipótesis N° 4:

La Conductividad Térmica de los concretos estudiados, varia debido al reemplazo de vidrio molido, a mayor porcentaje de vidrio molido, brinda una mayor Conductividad Térmica.



2.4. Definición de Variables

2.4.1. Variables Independientes

VI_1 : Concreto con Vidrio Molido, en Diferentes porcentajes.

Concreto diseñado y fabricado, donde será sustituido el Agregado Fino por Vidrio Molido en distintos porcentajes de 50%, 75% y 100%.

2.4.1.1. Sub-VARIABLES Independiente:

SVI_1 : Vidrio Molido.

2.4.1.2. Indicador de Variable Independiente:

II_1 : Porcentaje de Vidrio Molido (%)

2.4.2. Variables Dependientes

VD_1 : Propiedades Físicas y Mecánicas del Concreto

Propiedades del concreto reemplazado por vidrio molido en porcentajes de 50%, 75% y 100% de agregado fino; que se determinarán, calcularán y compararán.

2.4.2.1. Sub-VARIABLES Dependiente:

SVD_1 : Revenimiento o Slump.

SVD_2 : Peso Volumétrico.

SVD_3 : Resistencia a la Compresión.

SVD_4 : Ensayo de Transmitancia y Espectrofotometría.

SVD_5 : Conductividad térmica.

2.4.2.2. Indicador de Variable Dependiente:

II_1 : Revenimiento o Slump (pulg. ó cm.)

II_2 : Peso Volumétrico (kg. /m³)

II_3 : Esfuerzo (kg. /cm²)

II_4 : Cantidad de Luz (%).

II_5 : Coeficiente de Conductividad Térmica (λ) [W/ (m.k)]



2.4.3. Cuadro de Operacionalización de variables

Tabla 15

Operacionalización de Variables

TIPO DE VARIABLE	DENOMINACION DE VARIABLE	DEFINICION	NIVEL O ALCANCE	DIMENSION O SUB VARIABLE	INDICADOR (UND)	EQUIPO O INSTRUMENTO
VARIABLES INDEPENDIENTES	Concreto con Vidrio Molido, en Diferentes porcentajes	Concreto diseñado y fabricado, donde será sustituido el Agregado Fino por Vidrio Molido en distintos porcentajes de 50%, 75% y 100%.	Reemplazo de Agregado Fino, por vidrio molido en diferentes porcentajes.	50% de Reemplazo de vidrio Molido	Porcentaje vidrio Molido (%)	1. Formatos de registro 2. Guías de ensayos en laboratorio
				75% de Reemplazo de vidrio Molido	Porcentaje vidrio Molido (%)	
				100% de Reemplazo de vidrio Molido	Porcentaje vidrio Molido (%)	
VARIABLES DEPENDIENTES	Propiedades Físicas y Mecánicas del Concreto	Propiedades del concreto reemplazado por vidrio molido en porcentajes de 50%, 75% y 100% de agregado fino; que se determinarán, calcularán y compararán.	Propiedades Físicas	Revenimiento o Slump	Revenimiento o Slump (pulg. ó cm.)	Hoja de Cálculo NTP 339.035. Hoja de Cálculo NTP 400.021. Ficha de recolección de datos. Formatos para la Evaluación del ensayo. Guías de Observación.
				Peso Volumetrico	Peso Volumetrico (kg./m3)	Hoja de Cálculo NTP 400.017. Ficha de recolección de datos. Formatos para la Evaluación del Ensayo. Guías de Observación.
				Traslucidez	Intensidad de Luz (lux)	Hoja de Cálculo Referido a Porcentajes. Ficha de recolección de datos. Formatos para la Evaluación del ensayo. Guías de Observación.
				Conductividad Termica	Coficiente de Conductividad Termica (λ)[W/(m.k)]	Hoja de Cálculo Referido a Conductividad Termica. Ficha de recolección de datos. Formatos para la Evaluación del ensayo. Guías de Observación.
				Resistencia a la Compresión	Esfuerzo (kg./cm2)	Esfuerzo a Compresión, hoja de cálculo NTP 339.034 Ficha de recolección de datos. Formatos para la Evaluación del ensayo. Guías de Observación.

Fuente: Elaboracion Propia, 2020



Capítulo III: Metodología

3.1. Metodología de la Investigación

3.1.1. Enfoque de la investigación

La presente investigación tiene un enfoque:

Cuantitativo. - Por estar orientada hacia la descripción, predicción y explicación, dirigido hacia datos mediables, debido a que se demostrara una hipótesis mediante el valor de las propiedades del concreto. (Hernandez Sampieri, Fernandez Collado, & Baptista Lucio, 2014)

3.1.2. Nivel o alcance de la investigación

El nivel o alcance de la presente investigación es Descriptivo con implicaciones Correlacional.

Descriptivo. - La investigación es de nivel “DESCRIPTIVO” investiga y determina las propiedades y características más representativas de los objetos de estudio como personas, viviendas, concreto armado, probetas o cualquier otro fenómeno que se quiera estudiar. (Borja, 2012)

Correlacional. – Porque evalúa el grado de asociación de dos o más variables, mediante un patrón predecible para un grupo o población, miden cada uno de ellas (presuntamente relacionadas) y después cuantificar y analizar la vinculación. (Hernandez Sampieri, Fernandez Collado, & Baptista Lucio, 2014).

3.1.3. Método de investigación

El método establecido para la investigación será el HIPOTÉTICO-DEDUCTIVO, el cual “Consiste en un procedimiento que parte de unas aseveraciones en calidad de hipótesis y busca refutar o falsear tales hipótesis, deduciendo de ellas conclusiones que deben confrontarse con los hechos” (Bernal, 2010, pág. 60)

3.2. Diseño de la Investigación

3.2.1. Diseño metodológico

El diseño metodológico de la investigación será CUASI EXPERIMENTAL, porque nuestro objetivo es comparar y conocer los fenómenos físicos, mecánicos y de traslucidez que

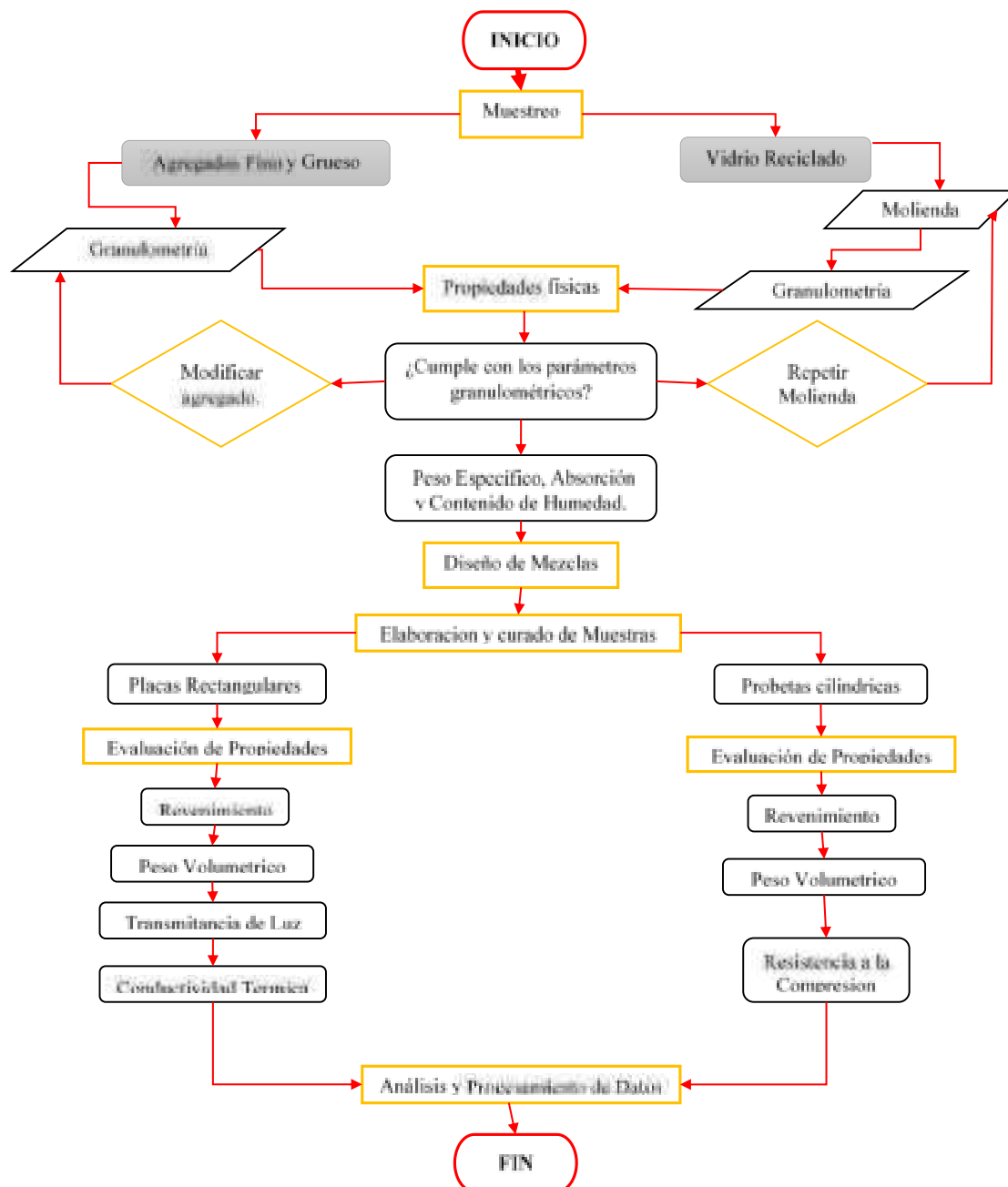


ocurrirán al sustituir el agregado fino con vidrio molido y analizar los cambios y variaciones que se producirán en el concreto comparando con un concreto patrón, existiendo parámetros que se podrán controlar en su totalidad. (Hernandez Sampieri, Fernandez Collado, & Baptista Lucio, 2014)

3.2.2. Diseño de Ingeniería

Figura 35

Diseño de Ingeniería



Fuente: Elaboracion Propia, 2020



3.3. Población y Muestra

3.3.1. Población

3.3.1.1. Descripción de la población

La población de la investigación está conformada por briquetas de 10 cm. de diámetro y 20 cm de altura; además de placas de concreto de 15 x 20 x 5 cm de espesor. Ambas muestras elaboradas con un concreto patrón y con los concretos sustituidos por vidrio reciclado molido (VMR), en diferentes porcentajes de 50%, 75% y 100%.

3.3.1.2. Cuantificación de la población

La población para la investigación realizada es finita y tiene 80 elementos de estudios, entre ellos son 40 briquetas cilíndricas y 40 placas rectangulares. Por que la norma ACI-318, ASTM C 172 indica que el mínimo de muestras para evaluar un tipo de concreto estructural es de 03 muestras, también según nuestros antecedentes internacionales, ellos utilizaron 03 por tipo de muestra donde nosotros usamos 10 por cada tipo para tener resultados mas confiables.

Tabla 16

Cuantificación de la Población

Tipo de Muestras	Muestra Patron	Muestras de concreto sustituyendo el agregado fino, por vidrio reciclado molido		
		50%	75%	100%
Probetas Cilindricas	10	10	10	10
Placas Rectangulares	10	10	10	10
Total (Unidades)	20	20	20	20
		80		

Fuente: Elaboración Propia, 2020

3.3.2. Muestra

3.3.2.1. Descripción de la muestra

Al ser objeto de estudio una población única como es el caso de la evaluación de la presente investigación, entonces la muestra debe ser coincidente con el total de la población, por lo tanto, para el presente estudio se considera una muestra censal es decir que la muestra considera todo el universo de estudio, la muestra es igual a la población.



3.3.2.2. Cuantificación de la muestra

La cantidad de nuestras muestras esta sustentadas en base a lo que nos indica la Norma E.060 Concreto armado, donde nos indica lo siguiente.

Se considera como un ensayo de resistencia al promedio de las resistencias de dos probetas cilíndricas de 6” de diámetro por 12” de altura (150 mm por 300 mm) o de tres probetas cilíndricas de 4” de diámetro por 8” de altura (100mm por 200 mm) moldeadas de la misma muestra de concreto y ensayadas a los 28 días o a la edad de ensayo establecida para la determinación de $f'c$.

Ademas también por nuestros antecedentes, donde se tomaron cantidades de muestras similares o iguales a nuestra cantidad de muestras, por ejemplo:

En la investigación de Ccorimanya Sota y Cabrera Vilca, se tomaron 10 muestras para el analisis de la resistencia a la compresión, a los 28 días de curado.

En la investigación de Franco Duran; Cruz Hernández; y Pérez Sánchez, se tomaron 5 muestras para el análisis de la transmitancia.

La presente investigación tiene un total de 80 muestras de estudio, de las cuales son 40 probetas cilíndricas y 40 placas rectangulares.

Tabla 17

Cuantificación de la muestra

Ensayos	Probeta Patrón	Placa Patrón	Muestras de concreto sustituyendo el agregado fino, por vidrio reciclado molido					
			Probetas Cilíndricas			Placas Rectangulares		
			50%	75%	100%	50%	75%	100%
Resistencia a la Compresión	10	-	10	10	10	-	-	-
Transmitancia y Conductividad Térmica	-	10	-	-	-	10	10	10
Total (Unidades)	10	10	10	10	10	10	10	10

Fuente: Elaboración propia, 2020

3.3.2.3. Método de muestreo

Es dirigido e intencional, no es probabilístico. Adoptando un método de muestreo dirigido por conveniencia, ya que sobre todos los elementos de estudio no habrá una selección



al azar ni probabilística, sino que realizaremos todos los elementos fabricados para nuestro estudio.

3.3.2.4. Criterios de evaluación de muestra

Los principales criterios de evaluación en la recolección y análisis de datos de la muestra, por el tipo de enfoque el cual es cuantitativo, son objetivos debido a que se trabajara los datos con imparcialidad y prescindiendo de consideraciones y criterios personales tienen confiabilidad y validez, y además, según (Hernandez Sampieri, Fernandez Collado, & Baptista Lucio, 2014) afirma “La validez, la confiabilidad y la objetividad no deben tratarse de forma separada. Sin alguna de las tres, el instrumento no es útil para llevar a cabo un estudio”

Para aplicar dichos criterios de evaluación, se realizará en función a tres ensayos: resistencia a la compresión axial aplicados a las muestras Probetas Cilíndricas (Briquetas), para ello, la composición de estas Probetas deberá cumplir los requisitos de la Norma Técnica Peruana (NTP), y para el ensayo de Transmitancia y Conductividad Térmica serán aplicados en las muestras Probetas Rectangulares (Placas).

Todas las muestras de concreto (Probetas Cilíndricas y Placas Rectangulares) fueron elaborados de forma controlada, cumpliendo los estándares establecidos en la norma para obtener consistencia en los resultados obtenidos de los ensayos.

Para el ensayo de Conductividad térmica las muestras (Placas Rectangulares), fueron evaluados con la norma ASTM C177 - 13, así como la elaboración del aparato para el ensayo, siguió los lineamientos de la misma norma.

Las muestras, deberán tener las medidas estandarizadas, en esta investigación utilizamos: briquetas cilíndricas de 10 cm de diámetro y altura de 20 cm, y para las placas fueron de 20 cm de largo por 15 cm de altura y 5 cm de espesor. Dichas muestras no deberán estar dañadas, rajadas ni tener alguna modificación u alteración caso contrario la probeta deberá ser descartado.

Las Probetas cilíndricas, deberá ser rigurosamente elaborado y curado a inmersión según estipula la Norma Técnica Peruana (N.T.P. 339.033, 2009), para seguidamente proceder con el ensayo de Resistencia a la Compresión, realizado en la máquina de compresión axial según indica la Norma técnica peruana (N.T.P. 339.034, 2013) y seguidamente las placas rectangulares se someterán a los ensayos de Transmitancia de luz y Conductividad Térmica.



3.3.3. Criterios de inclusión

- Que la resistencia del concreto sea de $f'c=210\text{kg/cm}^2$.
- Que el diseño en laboratorio sea $f'c=210\text{kg/cm}^2$.
- Todas las muestras (Briquetas y Placas), se elaboraron con cemento Portland Tipo I, con aditivo HP 300.
- Que todas las probetas Cilíndricas (Briquetas), tengan las dimensiones de 10 cm de Diámetro y 20 cm de altura.
- Que todas las probetas Rectangulares (Placas), tengan las dimensiones de 20 cm de largo, 15cm de altura y 5 cm de espesor.
- Que todas las muestras (Briquetas y Placas), se elaboraron con agregado grueso de la cantera de Vicho – Cuenca del Vilcanota, agregado fino de la cantera de Huasqmayo – Vilcabamba Caicay.
- Que todas las muestras (Briquetas y Placas), son evaluados con vidrios reciclados molido tamizado sin color, de la empresa VIDRIERIA UNIVERSO.
- EL tamaño máximo del Vidrio Molido Reciclado será pasante a la malla #4. Y separado por cada malla para cumplir la curva granulométrica de un agregado fino.
- Que todas las muestras (Briquetas y Placas), se elaboraron con agua potable – bebible.
- Que todas las muestras (Briquetas y Placas), son curados por inmersión (sumergimiento total en agua).
- Que todas las muestras (Briquetas y Placas), fueron analizados a los 28 días de inmersión o curado.

3.4. Instrumentos

El principal instrumento que utilizamos en la tesis, son las fichas técnicas de laboratorio, donde se ara el registro de los datos obtenidos procedimientos realizados en cada ensayo de laboratorio.



3.4.1. Instrumentos metodológicos o Instrumentos de Recolección de Datos (Fichas Técnicas de Recolección de Datos)

Figura 36

Ficha Técnica N° 01 - Granulometría del Agregado Fino.



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
"AÑO DE LA UNIVERSALIZACIÓN DE LA SALUD"



TESIS: "Evaluación Comparativa De Las Propiedades Físicas Y Mecánicas De Un Concreto Tradicional, Con Respecto A Un Concreto Traducción, Reemplazando El Agregado Fino Por Vidrio Molido En Diferentes Porcentajes".

LUGAR: Laboratorio de Tecnología de Concreto de Premezclados y Maquinarias Cusco SAC.; Ubicada en Urb. Manuel Prado Pje. Pisac A-17 - Cusco.

POR: Bach. Evelyn Autos Cruz
Bach. Daniel E. Carbajal Arriola

FECHA: ____/____/____
FICHA TECNICA: N° 01

GRANULOMETRIA - AGREGADO FINO
Ensayo de control de calidad según la NTP 400.012 (2001)

Procedencia del Agregado: Arena de la Cantara de HUASACOMAYO - VILCABAMBA CAICAY

Cantidad de muestra requerida por NTP 400.012: Mínima 300g

Peso de muestras: M1: _____ GR.
M2: _____ GR.

Arena de Huasacomaayo - Vilcabamba Caicay									
Tamices Estandarizados		PESO RETENIDO (gr)			FUISO- Arena Gruesa			Límites según NTP400.012	
Pulg.	mm.	M1	M2	Promedio	(%) RETENIDO	(%) RET. ACUM.	(%) Q' PASA	MIN	MAX
1/2"	12.700							100	100
3/8"	9.525							100	100
N°4	4.75							100	95
N°8	2.36							100	80
N°16	1.18							85	50
N°30	0.60							60	25
N°50	0.300							30	10
N°100	0.149							10	2
FONDO									
SUMA					100				

M.F. =

Observaciones: _____

Bach. Evelyn Autos Cruz
Técnica

Bach. Daniel E. Carbajal Arriola
Técnica


Ing. Miguel E. Rojas Gómez
Responsable del Laboratorio

Fuente: Elaboración Propia.




Figura 37

Ficha Técnica N° 02 - Granulometría del Agregado Grueso.



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
"PAÑO DE LA UNIVERSALIZACIÓN DE LA SALUD"



TESIS: "Evaluación Comparativa De Las Propiedades Físicas Y Mecánicas De Un Concreto Tradicional, Con Respecto A Un Concreto Traslucido, Reemplazando El Agregado Fino Por Vidrio Molido En Diferentes Porcentajes".

LUGAR: Laboratorio de Tecnología de Concreto de Premezclas y Maquinarias Cusco SAC.; Ubicada en Urb. Manuel Prado Pje. Pisac A-17 - Cusco.

POR: Bach. Bryan Auca Cruz
Bach. Daniel E. Carbajal Arriola

FECHA: ____/____/____
FICHA TECNICA: N° 02

GRANULOMETRIA - AGREGADO GRUESO
Ensayo desarrollado según la NTP 400.012 (2001)

Procedencia del Agregado: Piedra Chancada de la Cantera VICHU - CUENCA DEL RIO VILCANOTA.

Cantidad de muestra requerida por NTP 400.012 (TABLA 1): **TMN- 3M³** Cantidad Mínima: 5 kg.

Pesos de muestras: M1: _____ GR.
M2: _____ GR.

Piedra Chancada de la Cantera VICHU - CUENCA DEL RIO VILCANOTA									
Tamices Estandarizados		PESO RETENIDO (gr)			HUSO: 67			Límites según NPT 400.037	
Pulg.	mm.	M1	M2	Promedio	(%) RETENIDO	(%) RET. ACUM.	(%) Q' PASA	MIN	MAX
3/4"	19.05							100	90
1/2"	12.700							79	50
3/8"	9.625							55	20
N° 4	4.75							10	0
N° 8	2.36							5	0
N° 16	1.18							0	0
FONDO	0.000								
	SUMA				1.00				

M.F= _____

Observaciones: _____

Bach. Bryan Auca Cruz
Tesisista

Bach. Daniel E. Carbajal Arriola
Tesisista


Ing. Mijal E. Rojas Gomez
Responsable del Laboratorio

Fuente: Elaboración Propia.




Figura 38

Ficha Técnica N° 03 – Peso Específico y Absorción del Agregado Fino (Arena).



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
"AÑO DE LA UNIVERSALIZACIÓN DE LA SALUD"



TESIS: "Evaluación Comparativa De Las Propiedades Físicas Y Mecánicas De Un Concreto Tradicional, Con Respecto A Un Concreto Traasúcido, Reemplazando El Agregado Fino Por Vidrio Molido En Diferentes Porcentajes".

LUGAR: Laboratorio de Tecnología de Concreto de Promezclados y Maquinarias Cusco SAC.; Ubicada en Urb. Manuel Prado Pjo. Pisac A-17 – Cusco.

POR: Bach. Bryan Auca Cruz
Bach. Daniel E. Carbajal Arriola

FECHA: ____ / ____ / ____
FICHA TECNICA: N° 03

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION – AGREGADO FINO (ARENA)
Ensayo desarrollado según la NTP 400.022 (2013)
Procedimiento gravimétrico

Procedencia del Agregado: Arena de la Canteras de HUASQMAYO – VILCABAMBA CAICAY

Cantidad de muestra requerida: Cantidad Mínima: 500 gr.

Pesos de muestras: M1: _____ GR.
M2: _____ GR.

Arena de Huasqmayo - Vilcabamba Caicay					
DESCRIPCION	Símbolo	M1	M2	Promedio	UNID.
Peso del Recipiente	Pr				gr.
Peso de muestra SSS, seca al horno	A				gr.
Peso fiola + agua	B				gr.
Peso fiola + Muestra SSS + agua	C				gr.
Peso de muestra SSS	S				gr.
ANÁLISIS					
Peso Especifico De Masa (Pm)	$Pm = \frac{S}{B+C}$		Pm =		gr/cm ³
Peso Especifico De Una Masa Saturada Con Superficie Seca (PeSSS)	$PeSSS = \frac{S}{B+C}$		PeSSS =		gr/cm ³
Peso Especifico Aparente (Pea)	$Pea = \frac{A}{B+A-C}$		Pea =		gr/cm ³
Absorción (Ab)	$Ab = \frac{B-A}{S} \cdot 100$		Ab =		%

Observaciones: _____

Bach. Bryan Auca Cruz
Tesisista

Bach. Daniel E. Carbajal Arriola
Tesisista


Ing. Mijail E. Rojas Gomez
Responsable del Laboratorio

Fuente: Elaboración Propia.




Figura 39

Ficha Técnica N° 04 – Peso Específico y Absorción del Agregado Fino (VRM).



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
"AÑO DE LA UNIVERSALIZACIÓN DE LA SALUD"



TESIS: "Evaluación Comparativa De Las Propiedades Físicas Y Mecánicas De Un Concreto Tradicional, Con Respecto A Un Concreto Tradicional, Reemplazando El Agregado Fino Por Vidrio Molido En Diferentes Porcentajes".

LUGAR: Laboratorio de Tecnología de Concreto de Premezclados y Maquinarias Cusco SAC.; Ubicada en Urb. Manuel Prado Pje. Pisac A-17 - Cusco.

POR: Bach. Bryan Auca Cruz
Bach. Daniel E. Carbajal Arriola

FECHA: ____ / ____ / ____
FICHA TECNICA: N° 04

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION – AGREGADO FINO (VIDRIO RECICLADO)
Ensayo desarrollado según la NTP 400.022 (2013)
Procedimiento gravimétrico

Procedencia del Agregado: Vidrio Reciclado Molido - Vidriera Furukawa

Cantidad de muestras requerida: Cantidad Mínima: 500 gr.

Pesos de muestras: M1: _____ GR.
M2: _____ GR.

Vidrio Reciclado Molido - Vidriera Furukawa					
DESCRIPCION	Símbolo	M1	M2	Promedio	UNO.
Peso del Recipiente	Pr				gr.
Peso de muestra SSS, seca al horno	A				gr.
Peso fiola + agua	B				gr.
Peso fiola + Muestra SSS + agua	C				gr.
Peso de muestra SSS	S				gr.
ANÁLISIS					
Peso Específico De Masa (Pm)	$Pm = \frac{A}{B+A-C}$		Pm =		gr/cm ³
Peso Específico De Una Masa Saturada Con Superficie Seca (PeSSS)	$PeSSS = \frac{S}{B+S-C}$		PeSSS =		gr/cm ³
Peso Específico Aparente (Pea)	$Pea = \frac{A}{B+A-C}$		Pea =		gr/cm ³
Absorción (Ab)	$Ab = \frac{S-A}{A} * 100$		Ab =		%

Observaciones: _____

Bach. Bryan Auca Cruz
Tecnista

Bach. Daniel E. Carbajal Arriola
Tecnista


Ing. Mijail E. Rozas Gómez
Responsable del Laboratorio

Fuente: Elaboración Propia.




Figura 40

Ficha Técnica N° 05 – Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso.



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
"AÑO DE LA UNIVERSALIZACIÓN DE LA SALUD"



TESIS: "Evaluación Comparativa De Las Propiedades Físicas Y Mecánicas De Un Concreto Tradicional, Con Respecto A Un Concreto Translúcido, Reemplazando El Agregado Fino Por Vidrio Molido En Diferentes Porcentajes".

LUGAR: Laboratorio de Tecnología de Concreto de Premezclados y Maquinarias Cusco SAC; UNiceda en Urb. Manuel Prado Pto. Piso: A-17 – Cusco.

POR: Bach. Bryan Avoca Cruz
Bach. Daniel E. Carbajal Arriola

FECHA: ____/____/____
FICHA TÉCNICA: N° 05

PESO ESPECIFICO Y ABSORCIÓN – AGREGADO GRUESO
Ensayo desarrollado según la NTP 400.021 (2002)

Procedencia del Agregado: Piedra Chancada de la Cartera VICHU – CUENCA DEL RIO YLCANOTA.

Cantidad de muestra requerida por NTP 400.021 (TABLA 1): TMN: 30% Cantidad Mínima: 3 kg.

Peso de muestras: M1: _____ GR.
M2: _____ GR.

Piedra Chancada de la Cartera VICHU – CUENCA DEL RIO YLCANOTA					
DESCRIPCION	Símbolo	M1	M2	Promedio	UND
Peso del Recipiente	Pr				gr
Peso de la muestra seca en el aire	A				gr
Peso de la muestra saturada superficialmente seca en el aire	B				gr
Peso en el agua de la muestra saturada	C				gr
ANÁLISIS					
Peso Específico De Masa (Pm)	$Pm = \frac{A}{B-C}$		Pm =		gr/cm ³
Peso Específico De Una Masa Saturada Con Superficie Seca (PeSSS)	$PeSSS = \frac{B}{B-C}$		PeSSS =		gr/cm ³
Peso Específico aparente (Pea)	$Pea = \frac{A}{A-C}$		Pea =		gr/cm ³
Absorción (Ab)	$Ab = \frac{B-A}{A} \cdot 100$		Ab =		%

Observaciones: _____

Bach. Bryan Avoca Cruz
Técnico

Bach. Daniel E. Carbajal Arriola
Técnico

Ing. Mijael E. Rojas Gómez
Responsable del Laboratorio

Fuente: Elaboración Propia.



Figura 41

Ficha Técnica N° 08 – Contenido de Humedad del Agregado Fino (Arena).



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
"ASO DE LA UNIVERSALIZACION DE LA SALUD"



TESIS: "Evaluación Comparativa De Las Propiedades Físicas Y Mecánicas De Un Concreto Tradicional, Con Respecto A Un Concreto Traslucido, Reemplazando El Agregado Fino Por Vidrio Molido En Diferentes Porcentajes".

LUGAR: Laboratorio de Tecnología de Concreto de Premezclados y Maquinarias Cusco SAC; Ubicada en Urb. Manuel Prado Pje. Pisac A-17 – Cusco.

POR: Bach. Bryan Auca Cruz
Bach. Daniel E. Carbajal Arriola

FECHA: ____/____/____
FICHA TECNICA: N° 08

CONTENIDO DE HUMEDAD – AGREGADO FINO (ARENA)
Ensayo desarrollado según la NTP 339.185 (2013)

Procedencia del Agregado: Arena de la Cantera de HUASAQMAYO – VILCABAMBA CAICAY.

Cantidad de muestra requerida por NTP 339.185 (2013) (TABLA 1): TMN: N°4 Cantidad Mínima: 0.5kg.

Pesos de muestras: M1: _____ GR.
M2: _____ GR.

Arena de Huasqmayo - Vilcabamba Caicay				
DESCRIPCION	ABREV.	PESOS (GR)		
		M-1	M-2	PROMEDIO
Peso de Recipiente:	P recp			
Peso de Recipiente + Muestra: (Antes de entrar al horno)	P 1			
Peso de Recipiente + Muestra: (Después de salir del horno)	P 2			
ANALISIS				
Peso del Agua (Pagua):	$P_{agua} = P 1 - P 2$			gr.
Peso de Muestra Seca (Pms):	$P_{ms} = P 2 - P recp$			gr.
Contenido de Humedad (W):	$W = \frac{P_{agua}}{P_{ms}} \cdot 100$	W =		%

Observaciones: _____

Bach. Bryan Auca Cruz
Tecnista

Bach. Daniel E. Carbajal Arriola
Tecnista


Ing. Mijael E. Rozas Gómez
Responsable del Laboratorio

Fuente: Elaboración Propia.




Figura 42

Ficha Técnica N° 09 – Contenido de Humedad del Agregado Fino (VRM).



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
"AÑO DE LA UNIVERSALIZACION DE LA SALUD"



TESIS: "Evaluación Comparativa De Las Propiedades Físicas Y Mecánicas De Un Concreto Tradicional, Con Respecto A Un Concreto Traslucido, Reemplazando El Agregado Fino Por Vidrio Molido En Diferentes Porcentajes".

LUGAR: Laboratorio de Tecnología de Concreto de Premezclados y Maquinarias Cusco SAC; Ubicada en Urb. Manuel Prado Pje. Pisac A-17 – Cusco.

POR: Bach. Bryan Auoca Cruz
Bach. Daniel E. Carbajal Ariola

FECHA: ____ / ____ / ____
FICHA TECNICA: N° 09

CONTENIDO DE HUMEDAD – AGREGADO FINO (VIDRIO RECICLADO)
Ensayo desarrollado según la NTP 339.185 (2013)

Precedencia del Agregado: Vidrio Reciclado Molido - Vidriaria Furukawa

Cantidad de muestra requerida por NTP 339.185 (2013) (TABLA 1): TMN: N°4 Cantidad Mínima: 0.5kg.

Pesos de muestras: M1: _____ GR.
M2: _____ GR.

Vidrio Reciclado Molido - Vidriaria Furukawa				
DESCRIPCION	ABREV.	PESOS (GR)		
		M - 1	M - 2	PROMEDIO
Peso de Recipiente:	P _{recp}			
Peso de Recipiente + Muestra (Antes de entrar al horno)	P ₁			
Peso de Recipiente + Muestra (Después de salir del horno)	P ₂			
ANALISIS				
Peso del Agua (P _{agua}):	$P_{agua} = P_1 - P_2$			gr.
Peso de Muestra Seca (P _{ms}):	$P_{ms} = P_2 - P_{recp}$			gr.
Contenido de Humedad (W):	$W = \frac{P_{agua}}{P_{ms}} \times 100$	W =		%

Observaciones: _____

Bach. Bryan Auoca Cruz
Tecnista

Bach. Daniel E. Carbajal Ariola
Tecnista


Ing. Mijail E. Rojas Gómez
Responsable del Laboratorio

Fuente: Elaboración Propia.




Figura 43

Ficha Técnica N° 10 – Contenido de Humedad del Agregado Grueso.



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
"AÑO DE LA UNIVERSALIZACION DE LA SALUD"



TESIS: Evaluación Comparativa De Las Propiedades Físicas Y Mecánicas De Un Concreto Tradicional, Con Respecto A Un Concreto Tradicional, Reemplazando El Agregado Fino Por Vidrio Molido En Diferentes Porcentajes.

LUGAR: Laboratorio de Tecnología de Concreto de Promociones y Maquinarias Cusco SAC., ubicada en Urb. Manuel Prado Pj. Pisco 4-17 - Cusco.

POR: Bach. Bryan Auca Cruz **FECHA:** ____/____/____
Bach. Daniel E. Carbajal Arriola **FICHA TECNICA:** N° 10

CONTENIDO DE HUMEDAD – AGREGADO GRUESO
Ensayo desarrollado según la NTP 329.185 (2012)

Procedencia del Agregado: Piedra Chacada de la Carrera VCHO – CUENCA DEL RIO VILCANOTA.

Cantidad de muestra requerida por NTP 329.185 (2012) (TABLA 1): Tm: 30" Cantidad Mínima: 3 kg.

Pesos de muestras: M1: _____ GR.
M2: _____ GR.

Piedra Chacada de la Carrera VCHO – CUENCA DEL RIO VILCANOTA.				
DESCRIPCION	ABREV.	PESOS (G)		
		M-1	M-2	PROMEDIO
Peso de Recipiente	Prec			
Peso de Recipiente + Muestra [Antes de entrar al horno]	P1			
Peso de Recipiente + Muestra [Después de salir del horno]	P2			
Fórmulas				
Peso del Agua (Pagua):	$Pagua = P1 - P2$			g
Peso de Muestra Seca (Pm):	$Pm = P2 - Prec$			g
Contenido de Humedad (W):	$W = \frac{Pagua}{Pm} \times 100$	g		$\%$

Observaciones: _____

Bach. Bryan Auca Cruz
Tecnista

Bach. Daniel E. Carbajal Arriola
Tecnista


Ing. Miguel E. Rosas Gómez
Responsable del Laboratorio.

Fuente: Elaboración Propia.




Figura 44

Ficha Técnica N° 11 – Consistencia del Concreto (Slump Test).



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
"AÑO DE LA UNIVERSALIZACION DE LA SALUD"



TESIS: "Evaluación Comparativa De Las Propiedades Físicas Y Mecánicas De Un Concreto Tradicional, Con Respecto A Un Concreto Tradicional, Reemplazando El Agregado Fino Por Vidrio Molido En Diferentes Porcentajes".

LUGAR: Laboratorio de Tecnología de Concretos de Presesados y Mezclas de Cusco SAC, Unificada en Urb. Manuel Prado Pje. Pisco A-17 - Cusco.

POR: Bach. Bryan Auca Cruz
Bach. Daniel E. Carbajal Arriola

FECHA: ____/____/____
FICHA TECNICA: N° 11

ENSAYO DE CONSISTENCIA DEL CONCRETO (SLUMP TEST)
Ensayo desarrollado según la NTP 339.035 (2009)

Fe:		% DE SUSTITUCION			
TANDA	CANTIDAD DE MUESTRAS	ENSAYO N°1	ENSAYO N°2	ENSAYO N°3	PROMEDIO
		(cm)	(cm)	(cm)	(cm)
1	30 Probetas Cilíndricas				
2	30 Probetas Rectangulares				

Fe:		% DE SUSTITUCION			
TANDA	CANTIDAD DE MUESTRAS	ENSAYO N°1	ENSAYO N°2	ENSAYO N°3	PROMEDIO
		(cm)	(cm)	(cm)	(cm)
1	30 Probetas Cilíndricas				
2	30 Probetas Rectangulares				

Fe:		% DE SUSTITUCION			
TANDA	CANTIDAD DE MUESTRAS	ENSAYO N°1	ENSAYO N°2	ENSAYO N°3	PROMEDIO
		(cm)	(cm)	(cm)	(cm)
1	30 Probetas Cilíndricas				
2	30 Probetas Rectangulares				

Fe:		% DE SUSTITUCION			
TANDA	CANTIDAD DE MUESTRAS	ENSAYO N°1	ENSAYO N°2	ENSAYO N°3	PROMEDIO
		(cm)	(cm)	(cm)	(cm)
1	30 Probetas Cilíndricas				
2	30 Probetas Rectangulares				

En cada Tanda se elaboraron 30 muestras + un 30% adicional.
La capacidad de la olla es de 125 lt (1/4" bolsa de cemento).

Observaciones: _____

Bach. Bryan Auca Cruz
Técnico

Bach. Daniel E. Carbajal Arriola
Tesiista

Ing. Miguel E. Rojas Gómez
Responsable del Laboratorio.

Fuente: Elaboración Propia.




Figura 45

Ficha Técnica N° 12 – Resistencia a la Compresión de Testigos Cilíndricos.



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
"AÑO DE LA UNIVERSALIZACION DE LA SALUD"



TESIS: "Evaluación Comparativa De Las Propiedades Físicas Y Mecánicas De Un Concreto Tradicional, Con Respecto A Un Concreto Traslucido, Reemplazando El Agregado Fino Por Vidrio Molido En Diferentes Porcentajes".

LUGAR: Laboratorio de Tecnología de Concreto de Premezclados y Maquinarias Cusco SAC.; Ubicada en Urb. Manuel Prado Pje. Pisco A-17 – Cusco.

POR: Bach. Bryan Ascca Cruz
Bach. Daniel E. Carbajal Arriola

FECHA DE MOLDEO: ____/____/____
FECHA DE ROTURA: ____/____/____

FICHA TECNICA: N° 12

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION
Ensayo desarrollado según la NTP.339.034 (2008)

F.c.		TIPO DE MUESTRA:				% DE SUSTITUCION					
N°	EDAD (Días)	DIAMETRO (D) (cm)		DIAMETRO PROMEDIO (Dp) (cm)	ALTURAS (L) (cm)		VERIFICACION DE RELACION ALTURA/DIAMETRO		PESO (Pg)	CARGA DE LA ROTURA (Pg.f)	CARGA DE LA ROTURA (Kg/cm2)
		D Superior	D Inferior		Sup. L1 (cm)	Inf. L2 (cm)	Lp/Dp	Lp/Dp x 0,75			
1	28										
2	28										
3	28										
4	28										
5	28										
6	28										
7	28										
8	28										
9	28										
10	28										

Bach. Bryan Ascca Cruz
Tesis

Bach. Daniel E. Carbajal Arriola
Tesis

Ing. Mijail E. Rozas Gómez
Responsable del Laboratorio

Fuente: Elaboración Propia.



Figura 46

Ficha Técnica N° 13 – Peso Unitario de Placas Rectangulares de 20x15x5 cm.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
"AÑO DE LA UNIVERSALIZACIÓN DE LA SALUD"

TESIS: "Evaluación Comparativa De Las Propiedades Físicas Y Mecánicas De Un Concreto Tradicional, Con Respecto A Un Concreto Traslucido, Reemplazando El Agregado Fino Por Vidrio Molido En Diferentes Porcentajes".

LUGAR: Laboratorio de Tecnología de Concreto de Premezclados y Maquinarias Cusco SAC.; Ubicada en Urb. Manuel Prado Pje.: Piscac A-17 – Cusco.

POR: Bach. Bryan Auca Cruz
Bach. Daniel E. Carbajal Arriola

FECHA DE MOLDEO: ____/____/____
FECHA DE ROTURA: ____/____/____

FICHA TECNICA: N° 13

**PESO UNITARIO
PLACAS RECTANGULARES DE 20 X 15 X 5 cm.**

f _c		TIP. DE MUESTRA:				%		%		PESO (Kg)	PESO VOLUMETRICO (Kg/m ³)
N°	EDAD (Días)	ALTURAS (A)		ANCHOS (A)		ESPEORES (E)		DE SUSTITUCION			
		ALTERABLE (cm)		ALTURAS PROMEDIO (A-P) (cm)	ANCHOS (cm)		ANCHOS PROMEDIO (A-P) (cm)	ESPEORES (cm)		ESPEORES PROMEDIO (e-2) (cm)	VOLUMEN (m ³)
L1 (cm)	L2 (cm)	A1 (cm)	A2 (cm)		E1 (cm)	E2 (cm)					
1	28										
2	28										
3	28										
4	28										
5	28										
6	28										
7	28										
8	28										
9	28										
10	28										

Bach. Bryan Auca Cruz
Tesis

Bach. Daniel E. Carbajal Arriola
Tesis



Ing. Miguel E. Rosas Gómez
Responsable del Laboratorio

Fuente: Elaboración Propia.



Figura 47

Ficha Técnica N° 14 – Medición de Temperatura y Transmisión de Luz de Placas

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL "AÑO DE LA UNIVERSALIZACION DE LA SALUD"																
TESIS:	"Evaluación Comparativa De Las Propiedades Físicas Y Mecánicas De Un Concreto Tradicional, Con Respecto A Un Concreto Traslucido, Reemplazando El Agregado Fino Por Vidrio Molido En Diferentes Porcentajes".																
LUGAR:	Laboratorio de Tecnología de Concreto de Premezclados y Maquinarias Cusco SAC; Ubicada en Urb. Manuel Prado Pje. Pisco A-17 – Cusco.																
POR:	Bach. Bryan Aucua Cruz Bach. Daniel E. Carbajal Ariola	FECHA: ____ / ____ / ____ FICHA TECNICA: N° 14															
MEDICION DE TEMPERATURA E INTENSIDAD DE LUZ Placas rectangulares (20x15x5) cm.																	
Ensayo N°:																	
Sensación Térmica Ambiente:		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20px;"></td> <td style="width: 20px; text-align: center;">C°</td> <td style="width: 20px;"></td> <td style="width: 20px;">Fecha:</td> <td style="width: 40px; text-align: center;">__ / __ / 2020</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Hora Inicial:</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Hora Final:</td> <td></td> </tr> </table>		C°		Fecha:	__ / __ / 2020				Hora Inicial:					Hora Final:	
	C°		Fecha:	__ / __ / 2020													
			Hora Inicial:														
			Hora Final:														
Tipo de Muestra:		Placa Rectangular															
N° DE LECHUZAS	Hora	SENSORES DE TEMPERATURA				SENSORES DE LUZ											
		PATRON - 0%	80%	78%	100%	PATRON - 0%	80%	78%	100%	AMBIENTE							
		8T - 1	8T - 2	8T - 3	8T - 4	8L - 1	8L - 2	8L - 3	8L - 4	8L - 5							
		C°	C°	C°	C°	LUX	LUX	LUX	LUX	LUX							
1																	
2																	
3																	
4																	
5																	
6																	
7																	
8																	
9																	
10																	
11																	
12																	
13																	
14																	
15																	

Observaciones: _____

Bach. Bryan Aucua Cruz
Tesisista
Bach. Daniel E. Carbajal Ariola
Tesisista
Fis. Rubendo Cusi
Asesor

Fuente: Elaboración Propia.



3.4.2. Instrumentos de Ingeniería

Todos los instrumentos, herramientas y equipos utilizados en la presente investigación, fueron del Laboratorio Geotécnico – PREMEZCLADOS Y MAQUINARIAS CUSCO S.A.C., del laboratorio de tecnología de concreto de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Andina del Cusco y una chancadora de mandíbula de la Universidad San Antonio Abad de Cusco, de la Escuela Profesional de Ingeniería Metalúrgica; cumpliendo con los estándares de calidad y calibración para cada uno de los ensayos.

Los equipos y herramientas usados en cada ensayo, se detallan a continuación en cada procedimiento de Recolección de Datos.

3.5. Procedimientos de Recolección de Datos

3.5.1. Muestreo de los agregados

De acuerdo a la (INDECOPI - NTP 400.010, 2001):

3.5.1.1. Muestreo de los Agregados (Arena y Piedra Chancada ½")

A. Equipos utilizados en prueba

- Agregados
- Regla de madera
- Espátula
- Balanza de precisión
- Balde o saco
- Escoba o brocha

B. Procedimiento

- Se procedió a mezclar el material con una pala.
- Se formó una ruma del agregado, luego se extiende con una pala hasta darle una base circular de espesor uniforme.
- Se dividió entonces el material diametralmente en cuatro partes iguales.
- Se tomó como muestra representativa dos partes opuestas que tengan características aproximadamente semejantes desechando las otras dos.
- Se mezclaron las partes elegidas y nuevamente se repitió la operación antes indicada hasta que se obtenga la cantidad de muestra que se requiere para la ejecución de la prueba de laboratorio. Que tiene que ser no menor a 5000 gr. (5 Kg).

Figura 48

Proceso De Muestreo de Agregado Grueso y Fino.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 49

Proceso De Muestreo Final de Agregado Grueso y Fino.



Fuente: Elaboración Propia.

3.5.1.2. Muestreo de Agregado (Vidrio Reciclado)

Según (INDECOPI - NTP 400.010, 2001) podemos considerar nuestro vidrio como agregado fino para lo cual tomamos dicha norma y consideramos al vidrio como agregado fino.



Figura 50

Proceso De Selección del Vidrio Reciclado A Utilizar.



Fuente: Elaboración Propia.

Donde antes de realizar el proceso de Muestreo se realizó el Proceso de selección del material, chancado y tamizado para clasificar según las mallas retenidas, que serán explicadas más adelante en GRANULOMETRIA DEL AGREGADO FINO (VIDRIO).

A. Equipos utilizados en prueba

- Vidrio Sin Color Reciclado
- Regla de madera
- Espátula
- Balanza de precisión
- Balde o saco
- Escoba o brocha

B. Procedimiento

- Se procedió a echar el material (Vidrio Sin Color Reciclado).
- Se mezcló el material con una pala.
- Se formó una ruma del Vidrio, luego se extiende con una pala hasta darle una base circular de espesor uniforme.
- Se dividió entonces el material diametralmente en cuatro partes iguales.
- Se tomó como muestra representativa dos partes opuestas que tengan características aproximadamente semejantes desechando las otras dos.
- Se mezclaron las partes elegidas y nuevamente se repitió la operación antes indicada hasta que se obtenga la cantidad de muestra que se requiere para la ejecución de la prueba de laboratorio. Que tiene que ser no menor a 5000 gr. (5 Kg).



3.5.2. Granulometría de los Agregados

Según la Norma (INDECOPI - NTP 400.012, 2001), realizamos la Granulometría del Agregado Fino Y la Granulometría del Agregado Grueso según las mallas estandarizadas.

3.5.2.1. Granulometría del Agregado Fino

A. Equipos utilizados en prueba

- Serie de tamices N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100 y N°200
- Agregado fino
- Brocha
- Recipientes
- Regla de madera
- Balanza de precisión

B. Procedimiento

- Se toma el material sacado de la planta y se procede con respectivo cuarteo
- Se toma una muestra de aproximadamente de 3 kg. del agregado por el método del cuarteo.
- Secar la muestra a peso constante a una temperatura de $110\text{ }^{\circ}\text{C} + 5^{\circ}\text{C}$ y esperar a que seque. O también se puede ayudar de una hornilla de cocina a fuego lento.
- Se procede a la operación del tamizado, previniendo la sobrecarga de material en un tamiz. Para ello separar la muestra en dos o más porciones.
- La operación del tamizado se llevó a cabo mediante el empleo de una maquina tamizadora y también manualmente.
- Después del tamizado se tomó el material retenido en cada tamiz y se pesa.

Figura 51

Cuarteo Y Secado De Agregado Fino Para Ensayo De Granulometría.



Fuente: Elaboración Propia, 2020.

C. Toma de datos:

Tabla 18

Granulometría del Agregado Fino.

Recolección de datos de granulometría de agregado fino (arena de Huasqmayo - Vilcabamba Caicay)									
Tamices Estandarizados		Peso retenido (gr)			Huso: arena gruesa			Limites según ntp 400.012	
Pulg.	Mm.	M1	M2	Promedio	% retenido	% ret. Acum.	% q' pasa	Min	Max
1/2"	12.7	84.80	81.90	83.35				100	100
3/8 "	9.525	80.20	77.50	78.85				100	100
N° 4	4.75	247.40	238.90	243.15				95	100
N° 8	2.36	233.70	225.70	229.70				80	100
N° 16	1.18	239.20	231.10	235.15				50	85
N° 30	0.59	270.80	261.60	266.20				25	60
N° 50	0.297	266.10	257.10	261.60				10	30
N° 100	0.149	151.60	146.40	149.00				2	10
	FONDO	50.60	48.90	49.75					
	TOTAL	1624.40	1569.10	1596.75					

Fuente: Elaboración Propia, 2020.

3.5.2.2. Granulometría del Agregado Fino (Vidrio Molido Reciclado)

Para realizar el ensayo de granulometría del vidrio, Previamente realizamos el proceso de chancado y desgaste del vidrio por dos métodos.

- ❖ Por Maquina de los Ángeles. UAC
- ❖ Por Maquina Chancadora de mineral de Mandíbula. UNSAAC.

Figura 52

Proceso De Chancado De Vidrio Por Maquina De Los Ángeles.



Fuente: Elaboración Propia, 2020.



El proceso de desgaste con la Maquina de los Ángeles fue realizado en el Laboratorio de Concreto de la Universidad Andina Del Cusco, Pero por motivos de que el polvillo de vidrio es alto contaminante nos trasladamos a la Universidad San Antonio Abad Del Cusco, para realizar el proceso de Chancado con la Maquina de Mandíbula en el Laboratorio de la Facultad de Metalúrgica. Con las medidas de protección personal necesaria.

A. Equipos utilizados en prueba

- Máquina de los Ángeles.
- Billas metálicas 8 und.
- Maquina Chancadora de Mineral de Mandíbula.
- Equipos de Protección Personal.
- Serie de tamices N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100 y N°200
- Recipientes
- Brocha
- Regla de madera
- Balanza de precisión
- Baldes y bolsas grandes

B. Procedimiento

- Procedemos con el desgaste del vidrio por la Maquina de los Ángeles, poniendo cantidades pequeñas de vidrio en la máquina y con las billas metálicas, para luego gire la máquina.
- El otro método que utilizamos fue con la maquina chancadora de mineral de mandíbula colocamos igual en cantidades pequeñas de vidrio en la máquina para luego triture el vidrio.
- Todo el vidrio que fue sometido a la máquina de los ángeles o máquina de mandíbula es depositado en contenedores de plástico con tapa.
- Dicho vidrio es tamizado por mallas 3/8", el pasante es guardado para luego realizar la granulometría del vidrio como si fuera un agregado fino.
- El vidrio que es retenido, es de nuevo enviado a las máquinas para su trituración.
- Todo lo que paso la malla 3/8", se coloca en los tamices ordenados como indica la Norma Técnica Peruana N.T.P. 400.012 2001 para el proceso de granulometría de los agregados finos, poniendo en pequeñas cantidades en las mallas.
- Luego separamos según las mallas la cantidad de vidrio retenido, en baldes con tapa y forrados con bolsas.



Figura 53

Vidrio Tamizado y Almacenado en bolsas.



Fuente: Elaboración Propia, 2020.

- Por los diseños anteriores realizados, pruebas anteriores al del diseño que tomamos para la investigación, determinamos la granulometría más óptima (la más gruesa posible), porque esto nos ayuda a que el concreto tenga la posibilidad de ser un concreto con propiedades de translucidez, teniendo en cuenta siempre que sea un concreto estructural.

Figura 54

Vidrio Tamizado y Almacenado en bolsas.



Fuente: Elaboración Propia, 2020.

C. Toma de datos



Tabla 19

Granulometría del Vidrio Reciclado.

Recolección de datos de granulometría de agregado fino (vidrio molido reciclado)									
Tamices estandarizados		Peso retenido (gr)			Huso: arena gruesa			Limites según ntp 400.012	
Pulg.	Mm.	M1	M2	Promedio	% retenido	% ret. Acum.	% q' pasa	Min	Max
1/2"	12.7	0.00		0.00				100	100
3/8 "	9.525	0.00		0.00				100	100
N° 4	4.75	300.00		300.00				95	100
N° 8	2.36	250.00		250.00				80	100
N° 16	1.18	180.00		180.00				50	85
N° 30	0.59	140.00		140.00				25	60
N° 50	0.297	80.00		80.00				10	30
N° 100	0.149	50.00		50.00				2	10
	FONDO	0.00		0.00					
	TOTAL	1000.00	0.00	1000.00					

Fuente: Elaboración Propia, 2020.

3.5.2.3. Granulometría del Agregado Grueso

A. Equipos utilizados en prueba

- Juego de tamices N° 3 ½'', 3'', 2 ½'', 2'', 1 ½'', 1'', 1/2'', 3/4'' y 3/8''
- Agregado grueso
- Brocha
- Recipientes
- Regla de madera
- Balanza de precisión

B. Procedimiento

- Se toma el material sacado de la planta y se procede con respectivo cuarteo
- Se toma una muestra de aproximadamente de 5 kg. del agregado por el método del cuarteo y se procede a la operación del tamizado. (INDECOPI - NTP 400.012, 2001)

Figura 55

Cantidad de la muestra de agregado mínimo

Tamaño Máximo Nominal Abertura Cuadrada mm (pulg)	Cantidad de la Muestra de Ensayo Mínimo kg (lb)
9.5 (3/8)	1 (2)
12.5 (1/2)	2 (4)
19.0 (3/4)	5 (11)
25.0 (1)	10 (22)
37.5 (1 1/2)	15 (33)
50 (2)	20 (44)
68 (2 3/4)	35 (77)
75 (3)	60 (130)
90 (3 1/2)	100 (220)
100 (4)	150 (330)
125 (5)	300 (660)

Fuente: Elaboración Propia, 2020.

- Secar la muestra a peso constante a una temperatura de $110^{\circ}\text{C} + 5^{\circ}\text{C}$.
- Limitar las cantidades de material sobre el tamiz, para prevenir la sobrecarga de material.
- La operación del tamizado se llevó a cabo mediante el empleo de una maquina tamizadora y manualmente.
- Después del tamizado se tomó el material retenido en cada tamiz y se pesa.

Figura 56

Peso de Agregado Grueso Para el ensayo.



Fuente: Elaboración Propia, 2020.

C. Toma de datos



Tabla 20

Granulometría del Agregado Grueso.

Recolección de datos de granulometría de agregado grueso (piedra chancada de ½" de la cantera vicho – cuenca del rio Vilcanota.)									
Tamices estandarizados		Peso retenido (gr)			Huso: 67			Limites según ntp 400.037	
Pulg.	Mm.	M1	M2	Promedio	% retenido	% ret. Acum.	% q' pasa	Min	Max
1 "	0.00	0.00	0.00	0.00				100	100
3/4 "	399.56	399.04	399.30	215.72				90	100
1/2 "	2184.78	2184.05	2184.42	1180.08				50	79
3/8 "	1230.22	1218.90	1224.56	661.69				20	55
N° 4	1059.78	1071.61	1065.70	575.55				0	10
N° 8	0.00	0.00	0.00	0.00				0	5
N° 16	0.00	0.00	0.00	0.00				0	0
N° 30	0.00	0.00	0.00	0.00				0	0
N° 50	0.00	0.00	0.00	0.00				0	0
N° 100	0.00	0.00	0.00	0.00				0	0
FONDO		125.67	126.40	126.03					
TOTAL		5000.00	5000.00	5000.00					

Fuente: Elaboración Propia, 2020.

3.5.3. Peso Específico y Absorción de los Agregados.

3.5.3.1. Peso Específico y Absorción del Agregado Fino (Arena Gruesa).

Según la Norma (INDECOPI - NTP 400.022, 2013), quien establece un procedimiento para determinar la densidad promedio de partículas de agregado fino, la densidad relativa (gravedad específica) y la absorción del agregado fino.

A. Equipos utilizados en prueba

- Balanza con capacidad de acuerdo al peso de la muestra y sensible a 0.5gr.
- Picnómetro
- Molde cónico metálico
- Apisonador de metal
- Horno o Estufa
- Secadora de mano.

B. Preparación de la Muestra.

- La muestra es colocada en un recipiente adecuado y secar a estufa, hasta una masa constante a una temperatura 110°C + 5°C. dejar enfriar a temperatura apropiada o con la ayuda de una secadora de mano hasta una temperatura apropiada de



manipulación (50°C aproximadamente), luego cubrir con agua por inmersión dejando reposar durante 24 + 4h.

Figura 57

Muestra de Agregado Fino (Arena Gruesa) Para Realizar el Ensayo.



Fuente: Elaboración Propia, 2020.

- Decantar el exceso de agua con cuidado para evitar la pérdida de finos, extender sobre una superficie plana no absorbente expuesta a una corriente suave de aire caliente y moverla con frecuencia para garantizar el secado homogéneo.
- Prueba de humedad superficial: colocar el molde cónico metálico con el diámetro mayor hacia abajo. Colocar una porción del agregado fino suelto parcialmente seco en el molde llenando hasta el tope y amontonar material adicional por encima de la parte superior del molde sujetando con los dedos de la mano que sostiene el molde. Ligeramente apisonar el agregado fino con 25 golpes con la barra compactadora. Retirar la arena suelta en la base y levantar el molde verticalmente. Si la humedad de la superficie está presente, el agregado fino conservará la forma moldeada. La ligera caída del agregado fino moldeado indica que se ha llegado a un estado de superficie seca.

Figura 58

Prueba de Humedad Superficial del Agregado Fino (Arena Gruesa).



Fuente: Elaboración Propia, 2020.

Figura 59

Estado de Superficie Seca del Agregado Fino.



Fuente: Elaboración Propia, 2020.

C. Procedimiento

- Se pesó el picnómetro con agua hasta 1000 ml.
- Se pesó 500 gr. de muestra de agregado fino saturada seca superficialmente y se coloca en el picnómetro y llenar agua adicional hasta aproximadamente el 90% de su capacidad.
- Rodar, invertir o agitar manualmente el picnómetro (o utilizar una combinación de estas acciones) para eliminar las burbujas de aire visibles por aproximadamente 15 a 20 minutos. Colocar la punta de un papel toalla en el picnómetro para dispersar la espuma que a veces se acumula.
- Se aumenta agua hasta el nivel que el picnómetro indica la capacidad de calibración. Determinando la masa total del picnómetro, el espécimen y el agua.



- Retirar el agregado fino del picnómetro y llevar al horno, se anota el peso de la muestra secada en el horno.

D. Toma de datos.

Tabla 21

Recolección de datos de Peso Específico de Arena Gruesa.

DESCRIPCION	Simbolo	M1	M2	Promedio	UND.
Peso del Recipiente	Pr	0	0	0.00	gr.
Peso de muestra SSS, seca al horno	A	479.70	482.50	481.10	gr.
Peso fiola + agua	B	1297.80	1293.20	1295.50	gr.
Peso fiola + Muestra SSS + agua	C	1622.10	1598.50	1610.30	gr.
Peso de muestra SSS	S	500.00	500.00	500.00	gr.

Fuente: Elaboración Propia, 2020.

3.5.3.2. Peso Específico y Absorción del Agregado Fino (Vidrio Molido Reciclado).

A. Equipos utilizados en prueba

- Balanza con capacidad de acuerdo al peso de la muestra y sensible a 0.5gr.
- Picnómetro
- Molde cónico metálico
- Apisonador de metal
- Horno o Estufa
- Secadora de mano.

B. Preparación de la Muestra.

- La muestra es colocada en un recipiente adecuado y secar a estufa, hasta una masa constante a una temperatura $110^{\circ}\text{C} + 5^{\circ}\text{C}$. dejar enfriar a temperatura apropiada o con la ayuda de una secadora de mano hasta una temperatura apropiada de manipulación (50°C aproximadamente), luego cubrir con agua por inmersión dejando reposar durante 24 + 4h.
- Decantar el exceso de agua con cuidado para evitar la pérdida de finos, extender sobre una superficie plana no absorbente expuesta a una corriente suave de aire caliente y moverla con frecuencia para garantizar el secado homogéneo.
- Prueba de humedad superficial: colocar el molde cónico metálico con el diámetro mayor hacia abajo. Colocar una porción del agregado fino (Vidrio Molido Reciclado), suelto parcialmente seco en el molde llenando hasta el tope y amontonar material adicional por encima de la parte superior del molde sujetando con los dedos de la mano que sostiene el molde. Ligeramente apisonar el agregado fino con 25 golpes con la barra compactadora. Retirar el vidrio suelto en la base y levantar el molde verticalmente. Si la humedad de la superficie está presente, el agregado fino

(Vidrio Molido Tamizado) conservara la forma moldeada. La ligera caída del agregado fino moldeado indica que se ha llegado a un estado de superficie seca.

Figura 60

VRM en prueba de superficie seca



Fuente: Elaboración Propia, 2020.

C. Procedimiento

- Se pesó el picnómetro con agua hasta 500 ml.
- Se pesó 500 gr. de muestra de agregado fino (Vidrio Molido Reciclado) saturada seca superficialmente y se coloca en el picnómetro y llenar agua adicional hasta aproximadamente el 90% de su capacidad.

Figura 61

Ensayo Peso Específico, Peso de picnómetro + Agua + VRM



Fuente: Elaboración Propia, 2020.

- Rodar, invertir o agitar manualmente el picnómetro (o utilizar una combinación de estas acciones) para eliminar las burbujas de aire visibles por aproximadamente 15



a 20 minutos. Colocar la punta de un papel toalla en el picnómetro para dispersar la espuma que a veces se acumula.

- Se aumenta agua hasta el nivel que el picnómetro indica la capacidad de calibración. Determinando la masa total del picnómetro, el espécimen y el agua.
- Retirar el agregado fino (Vidrio Molido Reciclado) del picnómetro y llevar al horno, se anota el peso de la muestra secada en el horno.

D. Toma de datos

Tabla 22

Datos de Peso Específico de VRM.

DESCRIPCION	Simbolo	M1	M2	Promedio	UND.
Peso del Recipiente	Pr	0	0	0.00	gr.
Peso de muestra SSS, seca al horno	A	493.40	494.60	494.00	gr.
Peso fiola + agua	B	1294.60	1297.80	1296.20	gr.
Peso fiola + Muestra SSS + agua	C	1601.90	1589.50	1595.70	gr.
Peso de muestra SSS	S	500.00	500.00	500.00	gr.

Fuente: Elaboración Propia, 2020.

3.5.3.3. Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso.

Nos basamos en la Norma (INDECOPI - NTP 400.021, 2002), Esta Norma Técnica Peruana establece un procedimiento para determinar el peso específico seco, el peso específico saturado con superficie seca, el peso específico aparente y la absorción (después de 24 horas) del agregado grueso. El peso específico saturado con superficie seca y la absorción están basados en agregados remojados en agua después de 24 horas. Este método de ensayo no es aplicable para agregados ligeros.

A. Equipos utilizados en prueba

- Balanza
- Cesta metálica
- Balde o Depósito de Agua.
- Tamiz N° 4.
- Horno o Estufa.
- Franela

B. Procedimiento

- Se hizo secar la muestra a $110^{\circ}\text{C} + 5^{\circ}\text{C}$ en el horno
- Se sumergió la muestra en un balde por 24 horas.



Figura 62

Agregado Grueso Sumergido por 24 horas.



Fuente: Elaboración Propia, 2020.

- Se quitó la humedad usando una franela hasta que la superficie quede sin agua.
- Se colocó la muestra en el cestillo y se determinó el peso de la muestra sumergido.

Figura 63

Peso Específico - Agregado Grueso Sumergido.



Fuente: Elaboración Propia, 2020.

- Se colocó la muestra en el horno por 24 horas y se pesa.



C. Toma de datos

Tabla 23

Datos del Peso Específico del Agregado Grueso.

DESCRIPCION	Simbolo	M1	M2	Promedio	UND.
Peso del Recipiente	Pr	0	0	0	gr.
Peso de la muestra seca en el aire	A	3128.510	3112.670	3120.590	gr.
Peso de la muestra saturada superficialmente seca en el aire	B	3232.350	3207.050	3219.700	gr.
Peso en el agua de la muestra saturada	C	2182.235	1966.797	2074.516	gr.

Fuente: Elaboración Propia, 2020.

3.5.4. Contenido de humedad de los Agregados

Según la Norma (INDECOPI - NTP 339.185, 2013), establece el procedimiento para determinar el porcentaje total de humedad evaporable en una muestra de agregado fino o grueso por secado. La humedad evaporable incluye la humedad superficial y la contenida en los poros del agregado, pero no considera el agua que se combina químicamente con los minerales de algunos agregados y que no es susceptible de evaporación, por lo que no está incluida en el porcentaje determinado por este método.

3.5.4.1. Contenido de humedad Agregado Fino (Arena)

A. Equipos utilizados en prueba

- Balanza, sensible al 0.1% del peso de la muestra.
- Recipiente.
- Muestra del agregado fino.
- Horno.

B. Procedimiento

- Se pesó del recipiente.
- Se colocó el agregado fino en el recipiente.
- Se pesó el recipiente más el agregado fino.
- Se colocó el recipiente en el horno durante 24 horas.

- Se sacó y pesó la muestra.

Figura 64

Contenido de Humedad del Agregado Fino, pesaje de Muestra



Fuente: Elaboración Propia, 2020

C. Toma de datos

Tabla 24

Datos Del Contenido de Humedad Arena Gruesa.

DESCRIPCION	ABREV.	PESOS (GR)		
		M - 1	M - 2	PROMEDIO
Peso de Recipiente:	P recp	0	0	0.00
Peso de Recipiente + Muestra: (Antes de entrar al horno)	P 1	800	800	800.00
Peso de Recipiente + Muestra: (Después de salir del horno)	P 2	762.6	763.827	763.21

Fuente: Elaboración Propia, 2020

3.5.4.2. Contenido de humedad Agregado Fino (Vidrio Molido Reciclado)

A. Equipos utilizados en prueba

- Balanza, sensible al 0.1% del peso de la muestra.
- Recipiente.
- Muestra del agregado fino.



- Horno.
- B. Procedimiento
- Se pesó del recipiente.
 - Se colocó el agregado fino en el recipiente.
 - Se pesó el recipiente más el agregado fino.
 - Se colocó el recipiente en el horno durante 24 horas.
 - Se sacó y pesó la muestra.
- C. Toma de datos

Tabla 25

Datos Del Contenido de Humedad Vidrio Molido Reciclado.

DESCRIPCION	ABREV.	PESOS (GR)		
		M - 1	M - 2	PROMEDIO
Peso de Recipiente:	P recp	0	0	0.00
Peso de Recipiente + Muestra: (Antes de entrar al horno)	P 1	800	800	800.00
Peso de Recipiente + Muestra: (Después de salir del horno)	P 2	799.2	799.6	799.40

Fuente: Elaboración Propia, 2020

3.5.4.3. Contenido de humedad Agregado Grueso.

- A. Equipos utilizados en prueba
- Balanza, sensible al 0.1% del peso de la muestra.
 - Recipiente.
 - Muestra del agregado grueso.
 - Horno.
- B. Procedimiento
- Se pesó del recipiente.
 - Se colocó el agregado grueso en el recipiente.
 - Se pesó el recipiente más el agregado grueso.
 - Se colocó el recipiente en el horno durante 24 horas.
 - Se sacó y pesó la muestra.

Figura 65

Contenido de Humedad del Agregado Grueso



Fuente: Elaboración Propia, 2020

C. Toma de datos

Tabla 26

Datos Del Contenido de Humedad Vidrio Molido Reciclado.

DESCRIPCION	ABREV.	PESOS (GR)		
		M - 1	M - 2	PROMEDIO
Peso de Recipiente:	P recp	0	0	0.00
Peso de Recipiente + Muestra: (Antes de entrar al horno)	P 1	2749.00	2689.00	2719.00
Peso de Recipiente + Muestra: (Después de salir del horno)	P 2	2709.00	2645.00	2677.00

Fuente: Elaboración Propia, 2020

3.5.5. Elaboración de Muestras (Probetas Cilíndricas y Placas Rectangulares).

Utilizamos como referencia la Norma (INDECOPI - NTP 339.034, 2008), Esta Norma establece los procedimientos para preparar y curar especímenes de forma cilíndrica y de viga, de muestras representativas de concreto fresco. El concreto utilizado para elaborar especímenes moldeados debe ser muestreado después de que hayan sido hechos todos los ajustes in situ de la dosificación de la mezcla, incluyendo la incorporación de agua de mezclado y aditivos.

A. Equipos utilizados en prueba

PARA PROBETAS CILINDRICAS

- Molde Cilíndrico de 10 x 20 cm.
- Varilla Compactadora.
- Martillo de Goma.



- Pala y Cucharon.
- Plancha de albañil.
- Trompo Giratorio de Concreto (Mezcladora 6 pies³).
- Guantes de jebe.
- Balde para agua.
- Carretilla.
- Equipo de Protección Personal.

PARA PLACAS RECTANGULARES

- Molde Rectangular de 20 x 15 x 5 cm.
- Varilla Compactadora.
- Martillo de Goma.
- Pala y Cucharon.
- Plancha de albañil.
- Trompo Giratorio de Concreto (Mezcladora 6 pies³).
- Guantes de jebe.
- Balde para agua.
- Carretilla.
- Equipo de Protección Personal.

Figura 66

Herramientas y Equipos Para Elaborar las Muestras de Concreto.



Fuente: Elaboración Propia, 2020

B. Procedimiento

Preparación de Mezcla de Diseño (Elaboración del Concreto)

- Según al Diseño de Mezclas Elegido, procedemos a pesar las cantidades de Agregado Fino, Agregado Grueso, Agua, HP 300 y Cemento.
- Alistamos los materiales y se colocó en el trompo los materiales para ser mezclado según el Diseño de Mezcla.



- Donde Primero se realizaron el Diseño del concreto patrón, luego el concreto con 50% de Vidrio Sustituido, luego el concreto con 75% de Vidrio Sustituido y al final el concreto con 100% de Vidrio Sustituido.

Figura 67

Mezcla de componentes del Concreto, en Trompo.



Fuente: Elaboración Propia, 2020

- La Presente Investigación se trabajó con un Grupo de 10 Briquetas Cilíndricas y 10 Placas Rectangulares por tanda de concreto. Incluyendo el concreto Patrón y el Concreto sustituido con Diferentes porcentajes de Vidrio Molido Reciclado (50%, 75% y 100%).

Figura 68

Inicio de Fabricación del Concreto, Con Supervisión del Encargado del Laboratorio.



Fuente: Elaboración Propia, 2020



Moldeo de Muestras

- Se realizó la prueba de Revenimiento del Concreto, para luego depositar en los moldes (Briquetas Cilíndricas y Placas Rectangulares) respectivos nuestro concreto.

Figura 69

Ensayo de Revenimiento (Slump test)



Fuente: Elaboración Propia, 2020

- Nuestros moldes Previamente fueron engrasados, Los moldes que utilizamos fueron: Para Briquetas Cilíndricas, moldes de PVC con dimensiones 10 x 20 cm. Y para Placas Rectangulares de 20 x 15 x 5 cm.
- Se llenó los moldes en 3 capas con un mismo volumen de concreto. Para luego compactar con la varilla lisa de 5/8" dando 25 golpes por cada capa (con el extremo redondeado) atravesando la profundidad de cada capa.
- Después de cada capa Varillada, golpeamos de 10 a 15 veces con el martillo de goma para acomodar la mezcla y eliminar el aire que pudo quedar atrapado, finalmente se enrasó en la parte superior del molde con la varilla y con la plancha de albañil para alisar la superficie.



Figura 70

Moldeo de Muestras (Probetas y Placas), concreto Patrón.



Fuente: Elaboración Propia, 2020

- Se colocaron los moldes en una superficie plana y firme hasta pasar a desmoldar las muestras.
- Almacenamos los especímenes por un periodo de 24 horas en un ambiente que prevenga la pérdida de humedad de los especímenes, para después desmoldarlos.
- Pasando las 24 horas, procedemos a desmoldar con el respectivo cuidado de no golpearlo ni dañarlo.
- Una vez desmoldados las muestras lo documentamos y marcamos cada espécimen para su posterior ensayo y comparación.

Figura 71

Rotulado de Especímenes, Placas Patrón y al 75% de Vidrio Molido Reciclado.



Fuente: Elaboración Propia, 2020

- Finalmente, las muestras (Briquetas Cilíndricas y Placas rectangulares) son sumergidas en las pozas para realizar el curado por 28 días y luego ser ensayados.

Figura 72

Curado de las Muestras (Briquetas Cilíndricas y Placas Rectangulares) por 28 días.



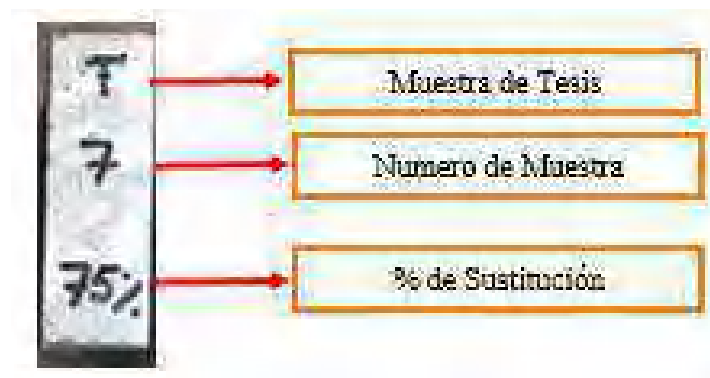
Fuente: Elaboración Propia, 2020

C. Toma de Datos

- Se Realiza el rotulado de cada muestra, para su posterior ensayo, identificándolas en la figura 90.

Figura 73

Rotulado de muestras – Placas Rectangulares



Fuente: Elaboración Propia, 2020



3.5.6. Revenimiento del Concreto (Slump Test)

Usaremos la Norma (INDECOPI - NTP 339.035, 2009), donde establece el método de ensayo para determinar el asentamiento del concreto de cemento Portland, tanto en el laboratorio como en el campo.

A. Equipos utilizados en prueba

- Cono de Abrams.
- Varilla de Acero Liso 5/8”.
- Cinta Métrica o Wincha.
- Cucharon o Pala.

Figura 74

Muestra y materiales para realizar el ensayo de revenimiento (slump test).



Fuente: Elaboración Propia, 2020

B. Procedimiento

- Humedecemos el molde metálico, para que no absorba agua durante el ensayo, ya que esto puede alterar el resultado durante el ensayo.
- Colocamos sobre una superficie plana, húmeda y no absorbente. Luego será sujetado por el operador firmemente en su lugar durante el llenado, pisando sobre las dos piezas para el pie.



- De cada muestra de diseño obtenido, se llenará inmediatamente el molde en tres capas, cada una un tercio aproximadamente del volumen del cono o molde.
- Apisonar cada capa con 25 golpes, distribuyendo uniformemente los golpes en la sección de cada capa.
- Al llenar y apisonar la capa superior, alisar la superficie de concreto con la varilla metálica. Limpiar la zona y retirar cuidadosamente el molde verticalmente.

Figura 75

Slump test, enrasado de la superficie del molde para retirar verticalmente.



Fuente: Elaboración Propia, 2020

- Medimos inmediatamente el revenimiento, determinando la diferencia vertical entre el borde del molde y el centro original desplazado de la cara superior del espécimen.

Figura 76

Ensayo de Revenimiento (Slump Test), Toma de Datos del Slump.



Fuente: Elaboración Propia, 2020

C. Toma de Datos



- En cada Tanda se elaboraron 10 muestras + un 10% adicional.
- La Capacidad de la mezcladora fue de 125lt. (1/4 de Bolsa de Cemento).

Tabla 27

Toma de Datos de Slump Test de las Tandas, para el Concreto Patrón.

Tanda	Cantidad de muestras	Essay n°1	Essay n°2	Essay n°3	Promedio
		(cm)	(cm)	(cm)	
1	10 Probetas Cilindricas	10.1	9.8	9.7	
2	10 Placas Rectangulares	9.5	10.3	9.4	

Fuente: Elaboración Propia, 2020

Tabla 28

Toma de Datos de Slump Test de las Tandas, para el Concreto Sustituido al 50%.

Tanda	Cantidad de muestras	Essay n°1	Essay n°2	Essay n°3	Promedio
		(cm)	(cm)	(cm)	
1	10 Probetas Cilindricas	12.6	12.2	12.4	
2	10 Placas Rectangulares	12.1	12.1	11.9	

Fuente: Elaboración Propia, 2020

Tabla 29

Toma de Datos de Slump Test de las Tandas, para el Concreto Sustituido al 75%.

Tanda	Cantidad de muestras	Essay n°1	Essay n°2	Essay n°3	Promedio
		(cm)	(cm)	(cm)	
1	10 Probetas Cilindricas	14.2	13.9	13.65	
2	10 Placas Rectangulares	13.6	13.7	13.2	

Fuente: Elaboración Propia, 2020

Tabla 30

Toma de Datos de Slump Test de las Tandas, para el Concreto Sustituido al 100%.

Tanda	Cantidad de muestras	Essay n°1	Essay n°2	Essay n°3	Promedio
		(cm)	(cm)	(cm)	
1	10 Probetas Cilindricas	15.4	15.5	14.8	
2	10 Placas Rectangulares	15.1	14.7	15.1	

Fuente: Elaboración Propia, 2020



3.5.7. Peso Volumétrico de Muestras

Realizamos la comparación de las muestras patrón con las muestras que fueron sustituidas el agregado fino por Vidrio Molido Reciclado, de acuerdo al volumen de cada testigo.

3.5.7.1. Peso Volumétrico de Probetas Cilíndricas.

A. Equipos utilizados en prueba.

- Vernier con Lector Digital.
- Wincha o Cinta Métrica.
- Balanza.

B. Procedimiento

- Con el Vernier, tomamos las medidas del Diámetro de las Briquetas Cilíndricas, tomando de diferentes puntos para sacar su promedio.
- De igual manera medimos Con la Wincha la altura de las Briquetas Cilíndricas, partiendo de diferentes lados para sacar su promedio.
- Finalmente, pesamos cada muestra para luego hacer el cálculo de su peso volumétrico y comparar con las Muestras que fueron Sustituidas con vidrio molido Reciclado en Diferentes porcentajes. (50%, 75% y 100%).

Figura 77

Recolección de datos con vernier y peso de cada muestra.



Fuente: Elaboración Propia, 2020



C. Toma de Datos

Tabla 31

Datos de Peso Volumétrico de Probetas Cilíndricas con Concreto Patrón (0%).

N°	Diametro (d) (cm).		Alturas (l) (cm).		Peso (Kg)	Vol (m3)	Area (m2)	Peso volumé- trico (Kg/m3)		
	D Superior	D Inferior	L1 (cm)	L2 (cm)						
1	10.1180	10.1180	10.4020	10.4020	20.70	20.60	3.9850	0.0017	0.0083	2334.12
2	10.1820	10.1380	10.4020	10.3480	20.70	20.70	4.0400	0.0017	0.0083	2357.17
3	10.4920	10.3340	10.1280	10.1030	20.60	20.60	3.9650	0.0017	0.0083	2326.12
4	9.8800	9.9380	10.2700	10.2320	20.40	20.50	3.7480	0.0016	0.0080	2296.65
5	10.1300	10.1300	10.3800	10.4300	20.70	20.80	4.0030	0.0017	0.0083	2329.96
6	10.1100	10.1180	10.3860	10.3080	20.70	20.80	4.0210	0.0017	0.0082	2357.40
7	10.1320	10.0000	10.3440	10.3600	20.60	20.50	3.9340	0.0017	0.0082	2338.66
8	10.1540	10.1360	10.3940	10.4000	20.60	20.90	4.0280	0.0017	0.0083	2342.91
9	10.1100	10.1100	10.3140	10.3940	20.70	20.60	3.9870	0.0017	0.0082	2348.09
10	10.1310	10.0900	10.3360	10.3610	20.50	20.60	3.9370	0.0017	0.0082	2331.07

Fuente: Elaboración Propia, 2020

Tabla 32

Datos de Peso Volumétrico de Probetas Cilíndricas con Concreto Sustituido (50%).

N°	Diametro (d) (cm).		Alturas (l) (cm).		Peso (Kg)	Vol (m3)	Area (m2)	Peso volumé- trico (Kg/m3)		
	D Superior	D Inferior	L1 (cm)	L2 (cm)						
1	10.1110	10.1050	10.4020	10.2970	20.95	20.65	4.0380	0.0017	0.0082	2362.48
2	10.1170	10.0950	10.3640	10.4240	20.80	20.70	3.9270	0.0017	0.0083	2293.53
3	9.8630	9.8830	10.2880	10.2320	20.50	20.50	3.7970	0.0016	0.0080	2327.23
4	10.0780	10.0800	10.3450	10.3520	20.70	20.60	3.8730	0.0017	0.0082	2289.11
5	10.1100	10.0900	10.2700	10.3920	20.80	20.90	3.9220	0.0017	0.0082	2295.05
6	10.0990	10.1070	10.3160	10.4250	20.70	20.90	3.9440	0.0017	0.0082	2303.88
7	10.0930	10.0940	10.3120	10.3800	20.90	20.70	3.9210	0.0017	0.0082	2298.07
8	10.1000	10.1150	10.3250	10.3660	20.90	20.90	4.0060	0.0017	0.0082	2333.57
9	10.1040	10.1120	10.3280	10.3760	20.80	20.70	3.9740	0.0017	0.0082	2330.07
10	10.1470	10.1380	10.3320	10.4100	20.90	20.80	3.9970	0.0017	0.0083	2320.16

Fuente: Elaboración Propia, 2020



Tabla 33

Datos de Peso Volumétrico de Probetas Cilíndricas con Concreto Sustituido (75%).

N ^o	Diametro (d) (cm).				Alturas (l) (cm).		Peso (Kg)	Vol (m3)	Area (m2)	Peso volum etrico (Kg/m ³)
	D Superior	D Inferior	L1 (cm)	L2 (cm)						
1	10.120	10.1030	10.3500	10.3000	20.80	20.70	3.9180	0.0017	0.0082	2302.52
2	10.128	10.1230	10.3690	10.3270	21.00	21.00	3.9770	0.0017	0.0082	2301.03
3	10.181	10.0990	10.3910	10.4050	20.80	20.90	3.9230	0.0017	0.0083	2271.78
4	9.8580	9.8610	10.3520	10.3420	20.60	20.50	3.7370	0.0016	0.0080	2268.29
5	10.091	10.0780	10.3530	10.3770	20.90	20.80	3.9020	0.0017	0.0082	2279.22
6	10.140	10.1350	10.3490	10.3900	21.20	20.90	4.0060	0.0017	0.0083	2304.75
7	10.088	10.0960	10.3420	10.3410	20.70	20.70	3.8960	0.0017	0.0082	2295.80
8	10.111	10.0410	10.3210	10.3690	20.60	20.70	3.8830	0.0017	0.0082	2296.48
9	10.048	10.1370	10.3170	10.3200	20.80	20.90	3.9540	0.0017	0.0082	2318.31
10	10.074	10.0970	10.2510	10.3300	20.70	20.70	3.9090	0.0017	0.0082	2316.47

Fuente: Elaboración Propia, 2020

Tabla 34

Datos de Peso Volumétrico de Probetas Cilíndricas con Concreto Sustituido (100%).

N ^o	Diametro (d) (cm).				Alturas (l) (cm).		Peso (Kg)	Vol (m3)	Area (m2)	Peso volume trico (Kg/m ³)
	D Superior	D Inferior	L1 (cm)	L2 (cm)						
1	10.1430	10.1460	10.4480	10.3890	21.00	21.10	3.9660	0.0017	0.0083	2269.33
2	10.1090	10.0900	10.3770	10.4550	20.90	20.80	3.8250	0.0017	0.0083	2219.89
3	10.1060	10.0620	10.4430	10.3210	20.80	20.70	3.8140	0.0017	0.0082	2234.94
4	10.1300	10.0950	10.4450	10.3910	21.00	21.00	3.8620	0.0017	0.0083	2222.10
5	9.8550	9.8970	10.4050	10.4410	20.50	20.40	3.4870	0.0017	0.0081	2107.56
6	10.1180	10.1030	10.3640	10.4610	20.90	20.90	3.8180	0.0017	0.0083	2208.91
7	10.1220	10.0860	10.4290	10.4050	20.70	21.00	3.8290	0.0017	0.0083	2221.02
8	10.1140	10.0910	10.4330	10.4080	21.00	20.90	3.9060	0.0017	0.0083	2254.43
9	10.0840	10.0970	10.4570	10.3000	20.90	20.70	3.8100	0.0017	0.0082	2226.58
10	10.1050	10.1160	10.3530	10.4880	21.00	21.00	3.7740	0.0017	0.0083	2171.36

Fuente: Elaboración Propia, 2020

3.5.7.2. Peso Volumétrico de Placas Rectangulares.

A. Equipos utilizados en prueba

- Wincha o Cinta Métrica.
- Vernier o Pie Derecho
- Balanza.

B. Procedimiento

- Medimos Con la Wincha la altura, su longitud y espesor de las Briquetas Rectangulares, partiendo de diferentes lados para sacar su promedio.
- Finalmente, pesamos cada muestra para luego hacer el cálculo de su peso volumétrico y comparar con las Muestras que fueron Sustituidas con vidrio molido Reciclado en Diferentes porcentajes. (50%, 75% y 100%).

Figura 78

Medición de Muestras.



Fuente: Elaboración Propia, 2020

C. Toma de Datos

Tabla 35

Datos de Peso Volumétrico de Placas Rectangulares con Concreto Patrón (0%).

N°	Alturas (l) (cm).		Anchos (a) (cm).		Espesor (e) (cm).		Volumen (m3)	Peso (Kg)	Peso volumetrico (Kg/m3)
	L1 (cm).	L2 (cm).	A1 (cm).	A2 (cm).	E1 (cm).	E2 (cm).			
1	19.70	19.80	14.80	14.90	5.10	5.00	0.0015	3.435	2319.22
2	19.50	19.70	14.80	14.70	5.00	5.10	0.0015	3.429	2348.70
3	20.00	19.80	14.80	14.90	5.00	5.00	0.0015	3.509	2374.84
4	19.70	19.80	14.80	14.80	5.00	5.10	0.0015	3.462	2345.35
5	20.00	20.00	14.80	14.90	5.00	5.00	0.0015	3.464	2332.66
6	19.90	19.90	14.90	14.80	5.00	5.00	0.0015	3.512	2376.87
7	19.60	19.70	14.90	14.80	4.90	5.00	0.0014	3.422	2369.11
8	19.60	19.80	14.70	14.90	4.90	4.90	0.0014	3.433	2402.98
9	19.90	19.80	14.80	14.90	5.00	5.00	0.0015	3.456	2344.86
10	19.90	20.00	15.00	14.90	4.90	5.00	0.0015	3.501	2371.39

Fuente: Elaboración Propia, 2020



Tabla 36

Datos de Peso Volumétrico de Placas Rectangulares con Concreto Sustituído (50%).

N°	Alturas (l) (cm).		Anchos (a) (cm).		Espesor (e) (cm).		Volumen (m3)	Peso (Kg)	Peso volumetrico (Kg/m3)
	L1 (cm).	L2 (cm).	A1 (cm).	A2 (cm).	E1 (cm).	E2 (cm).			
1	19.80	20.00	14.90	15.00	5.00	5.00	0.0015	3.430	2305.84
2	20.00	20.00	14.90	14.90	5.00	5.00	0.0015	3.364	2257.72
3	19.90	20.00	14.90	14.90	5.00	5.00	0.0015	3.423	2303.07
4	19.90	19.90	14.90	15.00	5.00	5.10	0.0015	3.466	2306.98
5	20.00	20.00	14.90	14.90	5.10	5.10	0.0015	3.433	2258.85
6	19.90	19.90	14.80	14.90	5.00	5.00	0.0015	3.462	2343.03
7	20.00	20.00	14.90	14.90	5.10	5.10	0.0015	3.426	2254.24
8	20.00	20.00	14.90	14.90	4.90	5.00	0.0015	3.425	2321.88
9	20.00	20.00	14.90	14.80	4.90	5.00	0.0015	3.412	2320.85
10	19.90	20.00	14.90	14.90	5.00	4.90	0.0015	3.415	2320.90

Fuente: Elaboración Propia, 2020

Tabla 37

Datos de Peso Volumétrico de Placas Rectangulares con Concreto Sustituído (75%).

N°	Alturas (l) (cm).		Anchos (a) (cm).		Espesor (e) (cm).		Volumen (m3)	Peso (Kg)	Peso volumetrico (Kg/m3)
	L1 (cm).	L2 (cm).	A1 (cm).	A2 (cm).	E1 (cm).	E2 (cm).			
1	19.90	19.90	14.70	14.80	5.10	5.10	0.0015	3.372	2252.54
2	19.90	20.00	14.70	14.80	5.00	5.00	0.0015	3.242	2203.47
3	20.10	20.00	14.90	14.90	4.90	5.00	0.0015	3.286	2222.09
4	19.80	19.90	14.60	14.70	5.00	5.00	0.0015	3.275	2252.39
5	19.90	19.90	14.80	14.80	5.00	5.00	0.0015	3.284	2230.07
6	20.00	20.00	14.90	14.80	5.00	5.00	0.0015	3.280	2208.75
7	20.00	19.90	14.80	14.80	5.00	5.00	0.0015	3.418	2315.25
8	20.00	20.00	14.90	14.90	5.00	5.00	0.0015	3.040	2040.27
9	19.90	19.90	14.90	14.90	4.90	5.00	0.0015	3.400	2316.51
10	19.90	19.90	14.80	14.90	5.00	5.00	0.0015	3.374	2283.47

Fuente: Elaboración Propia, 2020



Tabla 38

Datos de Peso Volumétrico de Placas Rectangulares con Concreto Sustituido (100%).

N°	Alturas (l) (cm).		Anchos (a) (cm).		Espesor (e) (cm).		Volumen (m3)	Peso (Kg)	Peso volumetrico (Kg/m3)
	L1 (cm).	L2 (cm).	A1 (cm).	A2 (cm).	E1 (cm).	E2 (cm).			
1	20.00	20.10	14.90	15.00	5.00	5.00	0.0015	3.259	2174.50
2	19.90	20.00	14.90	14.90	4.90	5.00	0.0015	3.103	2108.86
3	20.10	20.20	15.00	14.90	5.00	5.00	0.0015	3.112	2066.11
4	20.20	20.00	14.70	14.80	5.00	5.00	0.0015	3.295	2222.78
5	19.90	20.00	14.90	14.90	4.90	5.00	0.0015	3.168	2153.03
6	20.00	19.90	15.00	14.90	4.90	4.90	0.0015	3.247	2221.79
7	20.10	20.00	14.70	14.90	5.00	4.90	0.0015	3.213	2187.41
8	20.10	20.10	14.90	14.90	5.10	5.00	0.0015	3.340	2208.37
9	20.00	19.90	14.90	15.00	4.90	5.00	0.0015	3.359	2275.21
10	20.10	20.10	14.90	14.90	5.00	5.00	0.0015	3.241	2164.35

Fuente: Elaboración Propia, 2020

3.5.8. Resistencia a la Compresión de Probetas Cilíndricas

Como referencia Tomamos la Norma (INDECOPI - NTP 339.034, 2008), establece la determinación de la resistencia a la compresión en probetas cilíndricas y extracciones diamantinas de concreto.

A. Equipos utilizados en prueba

- Máquina de Compresión Axial Para Testigos Cilíndricos (Calibrado).
- Briquetas Cilíndricas de 10 x 20 cm.
- Vernier.
- Cinta Métrica o Wincha.
- Guantes.
- Equipo de Protección Personal (EPP's).



Figura 79

Máquina de Compresión con Testigo Cilíndrico.



Fuente: Elaboración Propia, 2020

B. Procedimiento

- Las Briquetas Cilíndricas, deben ser del tamaño que indica la norma.
- Se retiran las Probetas de la poza de curado pasado los 28 días de curado, trasladando a un lugar adecuado y llano.
- Se corrobora las medidas con el vernier y la cinta métrica. Donde el diámetro del cilindro se toma en dos sitios en ángulo recto. Y también la altura para promediar y calcular el área de la sección.
- En seguida se enciende el equipo de Compresión Axial, y Calibramos la dimensión de los testigos a ensayar y la velocidad de carga aplicada en forma constante.
- Los Cilindros deben centrar en la máquina de ensayo de compresión y someterlo a la carga hasta completar la ruptura (Máxima Resistencia), de ahí el testigo falla. Y anotamos los resultados.



Figura 80

Máquina de compresión con testigo cilíndrico, colocando muestra para ser ensayada.



Fuente: Elaboración Propia, 2020

Figura 81

Máquina de Compresión con Testigo Cilíndrico, Falla o Ruptura de la Briqueleta



Fuente: Elaboración Propia, 2020

- Al ensayar las briquetas se anotó, la fecha de la prueba, identificando la probeta, diámetro del cilindro, la edad, la máxima carga aplicada. En supervisión del Ingeniero Abel Auca Bárcena (Dueño Y Gerente del Laboratorio Geotécnico – PREMEZCLADOS Y MAQUINARIAS CUSCO S.A.C.)

Figura 82

Máquina de compresión con testigo cilíndrico, supervisión en la ruptura de briquetas.



Fuente: Elaboración Propia, 2020

Figura 83

Testigos cilíndricos ensayados y con resistencias registradas.



Fuente: Elaboración Propia, 2020



C. Toma de Datos

Tabla 39

Toma de Datos de la Resistencia a la Compresión de Probetas Cilíndricas del Concreto

Patrón (0%)

N°	Diámetro (d) (cm).		Alturas (l) (cm).		Verificación de relación altura/Diámetro		Carga de la rotura (Kg.f)	Area (cm ²)	Resisten cia a la compresi on (Kg/cm ²)		
	D Superior	D Inferior	L1 (cm).	L2 (cm).	Lp/Dp	Lp/Dp>1 .75					
1	10.12	10.12	10.40	10.40	20.70	20.60	2.01	OK	19052.00	82.68	230.44
2	10.18	10.14	10.40	10.35	20.70	20.70	2.02	OK	21976.60	82.80	265.42
3	10.49	10.33	10.13	10.10	20.60	20.60	2.01	OK	20991.30	82.75	253.69
4	9.88	9.94	10.27	10.23	20.40	20.50	2.03	OK	20879.70	79.80	261.65
5	10.13	10.13	10.38	10.43	20.70	20.80	2.02	OK	21346.90	82.80	257.82
6	10.11	10.12	10.39	10.31	20.70	20.80	2.03	OK	21175.00	82.20	257.60
7	10.13	10.00	10.34	10.36	20.60	20.50	2.01	OK	21108.20	81.86	257.87
8	10.15	10.14	10.39	10.40	20.60	20.90	2.02	OK	18561.10	82.85	224.02
9	10.11	10.11	10.31	10.39	20.70	20.60	2.02	OK	21055.20	82.23	256.06
10	10.13	10.09	10.34	10.36	20.50	20.60	2.01	OK	22116.60	82.19	269.10

Fuente: Elaboración Propia, 2020

Tabla 40

Toma de Datos de la Resistencia a la Compresión de Probetas Cilíndricas del Concreto

Sustituido (50%)

N°	Diámetro (d) (cm).		Alturas (l) (cm).		Verificación de relación altura/Diámetro		Carga de la rotura (Kg.f)	Area (cm ²)	Resisten cia a la compresi on (Kg/cm ²)		
	D Superior	D Inferior	L1 (cm).	L2 (cm).	Lp/Dp	Lp/Dp>1 .75					
1	10.11	10.11	10.40	10.30	20.95	20.65	2.03	OK	22428.40	82.17	272.94
2	10.12	10.10	10.36	10.42	20.80	20.70	2.02	OK	24103.80	82.52	292.11
3	9.86	9.88	10.29	10.23	20.50	20.50	2.04	OK	24931.00	79.59	313.25
4	10.08	10.08	10.35	10.35	20.70	20.60	2.02	OK	23627.80	81.93	288.38
5	10.11	10.09	10.27	10.39	20.80	20.90	2.04	OK	25009.60	81.96	305.14
6	10.10	10.11	10.32	10.43	20.70	20.90	2.03	OK	25337.70	82.30	307.86
7	10.09	10.09	10.31	10.38	20.90	20.70	2.04	OK	22432.10	82.03	273.46
8	10.10	10.12	10.33	10.37	20.90	20.90	2.04	OK	24069.70	82.14	293.04
9	10.10	10.11	10.33	10.38	20.80	20.70	2.03	OK	24782.50	82.19	301.51
10	10.15	10.14	10.33	10.41	20.90	20.80	2.03	OK	22989.40	82.62	278.24

Fuente: Elaboración Propia, 2020



Tabla 41

Toma de Datos de la Resistencia a la Compresión de Probetas Cilíndricas del Concreto Sustituido (75%)

N°	Diametro (d) (cm).		Alturas (l) (cm).		Verificación de relación altura/Diámetro		Peso (Kg)	Carga de la rotura (Kg.f)	Area (cm ²)	Resisten cia a la compres ion (Kg/cm ²)		
	D Superior	D Inferior	L1 (cm).	L2 (cm).	Lp/D p	Lp/Dp> 1.75						
1	10.12	10.10	10.35	10.30	20.80	20.70	2.03	OK	3.92	22917.70	82.01	279.47
2	10.13	10.12	10.37	10.33	21.00	21.00	2.05	OK	3.98	24221.50	82.30	294.30
3	10.18	10.10	10.39	10.41	20.80	20.90	2.03	OK	3.92	21558.70	82.82	260.30
4	9.86	9.86	10.35	10.34	20.60	20.50	2.03	OK	3.74	21149.70	80.17	263.81
5	10.09	10.08	10.35	10.38	20.90	20.80	2.04	OK	3.90	18342.20	82.11	223.39
6	10.14	10.14	10.35	10.39	21.20	20.90	2.05	OK	4.01	22552.40	82.57	273.12
7	10.09	10.10	10.34	10.34	20.70	20.70	2.03	OK	3.90	22847.60	81.98	278.69
8	10.11	10.04	10.32	10.37	20.60	20.70	2.02	OK	3.88	20769.20	81.88	253.65
9	10.05	10.14	10.32	10.32	20.80	20.90	2.04	OK	3.95	22177.20	81.80	271.11
10	10.07	10.10	10.25	10.33	20.70	20.70	2.03	OK	3.91	23588.00	81.52	289.35

Fuente: Elaboración Propia, 2020

Tabla 42

Toma de Datos de la Resistencia a la Compresión de Probetas Cilíndricas del Concreto Sustituido (100%)

N°	Diametro (d) (cm).		Alturas (l) (cm).		Verificación de relación altura/Diámetro		Peso (Kg)	Carga de la rotura (Kg.f)	Area (cm ²)	Resiste ncia a la compres ion (Kg/cm ²)		
	D Superior	D Inferior	L1 (cm).	L2 (cm).	Lp/D p	Lp/Dp> 1.75						
1	10.14	10.15	10.45	10.39	21.00	21.10	2.05	OK	3.97	18579.50	83.02	223.79
2	10.11	10.09	10.38	10.46	20.90	20.80	2.03	OK	3.83	16628.90	82.64	201.22
3	10.11	10.06	10.44	10.32	20.80	20.70	2.03	OK	3.81	17987.50	82.24	218.71
4	10.13	10.10	10.45	10.39	21.00	21.00	2.05	OK	3.86	17895.60	82.76	216.23
5	9.86	9.90	10.41	10.44	20.50	20.40	2.01	OK	3.49	16954.60	80.91	209.56
6	10.12	10.10	10.36	10.46	20.90	20.90	2.04	OK	3.82	16896.10	82.70	204.30
7	10.12	10.09	10.43	10.41	20.70	21.00	2.03	OK	3.83	16628.90	82.69	201.11
8	10.11	10.09	10.43	10.41	21.00	20.90	2.04	OK	3.91	18277.30	82.70	221.00
9	10.08	10.10	10.46	10.30	20.90	20.70	2.03	OK	3.81	17775.00	82.27	216.07
10	10.11	10.12	10.35	10.49	21.00	21.00	2.05	OK	3.77	17997.40	82.77	217.45

Fuente: Elaboración Propia, 2020

3.5.9. Transmitancia de Luz

Para este ensayo tuvimos la guía y apoyo del Ing. Adriel Ramírez Vargas y al Físico Rolando Lozano Cusi, para el control y toma de datos.

A. Equipos utilizados en prueba

- Aparato, para el ensayo de Transmitancia de luz.



- Placas Rectangulares de 20 x 15 x 5 cm.

Figura 84

Aparato diseñado para el ensayo de Transmitancia de Luz



Fuente: Elaboración Propia, 2020

Figura 85

Muestras para el Ensayo de Transmitancia de Luz.



Fuente: Elaboración Propia, 2020

B. Procedimiento

- Las Placas Rectangulares, a los 28 días de curado, que están cada una identificadas con su membrete, se ordena por tipo de muestra.
- Son sometidas al ensayo de Transmitancia de Luz, de forma paralela las 4 muestras (Patrón, 50% vidrio, 75% vidrio y 100% vidrio), cada uno con sus sensores respectivos y un sensor adicional que medirá la luz ambiente, bajo las mismas condiciones.



Figura 86

Transmitancia de Luz de Placas Rectangulares.



Fuente: Elaboración Propia, 2020

- El aparato de ensayo está diseñado con los sensores de luz, similares a los de un luxómetro y con sensor de temperatura.
- Las Placas fueron sometidas a evaluación una hora cada una. Y los datos fueron almacenados en la memoria SD que la caja descarga en ella la información para luego procesarla.

Figura 87

Evaluación y Toma de Datos del ensayo de Transmitancia de luz en Placas



Fuente: Elaboración Propia, 2020



C. Toma de Datos

Tabla 43

Toma de Datos del Ensayo de Transmitancia de Luz de Placas de Concreto – Ensayo N° 1

		Sensacion Termica Ambiente:				Fecha:		C/02/Abril/2020				
		20.8 C°				Hora Inicial:		10:48:00				
		Tipo de muestra: Placa rectangular				Hora final:		11:48:00				
Lecturas	Hora	Sensores de temperatura				Sensores de luz						
		Patron	50%	75%	100%	Patron	50%	75%	100%	Ambiente		
		ST-1	ST-2	ST-3	ST-4	SL-1	SL-2	SL-3	SL-4	SL-5		
		C°	C°	C°	C°	Lux	Lux	Lux	Lux	Lux		
1	10:48:00	18.80	19.20	20.30	21.80	0.00	0.00	0.00	20.00	1133.00		
2	10:53:00	18.40	19.80	19.90	21.30	0.00	0.00	0.00	46.00	1310.00		
3	10:58:00	18.60	19.80	20.50	21.40	0.00	0.00	0.00	20.00	1310.00		
4	11:03:00	20.80	21.00	21.40	22.00	0.00	0.00	0.00	23.00	1170.00		
5	11:08:00	21.90	20.70	20.50	22.60	0.00	0.00	0.00	16.00	1353.00		
6	11:13:00	20.40	21.30	21.80	23.20	0.00	0.00	0.00	16.00	1170.00		
7	11:18:00	21.10	21.90	22.20	23.70	0.00	0.00	0.00	16.00	1463.00		
8	11:23:00	21.20	22.50	22.90	24.30	0.00	0.00	0.00	20.00	1546.00		
9	11:28:00	22.30	23.10	23.50	25.00	0.00	0.00	0.00	36.00	1729.00		
10	11:33:00	22.40	23.70	24.00	26.00	0.00	0.00	0.00	26.00	1460.00		
11	11:38:00	23.00	24.40	24.70	26.90	0.00	0.00	0.00	20.00	1510.00		
12	11:43:00	23.80	25.00	25.50	27.70	0.00	0.00	0.00	20.00	1729.00		
13	11:48:00	23.90	25.40	25.90	28.10	0.00	0.00	0.00	23.00	1729.00		
14	11:53:00	24.10	25.60	26.10	28.30	0.00	0.00	0.00	25.00	1353.00		

Fuente: Elaboración Propia, 2020



Tabla 44

Toma de Datos del Ensayo de Transmitancia de Luz de Placas de Concreto – Ensayo N° 2

		Sensacion Termica Ambiente:		32.8 C°		Fecha:		C/02/Abril/2020		
		Tipo de muestra:		Placa rectangular		Hora Inicial:		11:56:00		
						Hora final:		12:51:00		
		Sensores de temperatura				Sensores de luz				
Lecturas	Hora	Patron	50%	75%	100%	Patron	50%	75%	100%	Ambiente
		ST-1	ST-2	ST-3	ST-4	SL-1	SL-2	SL-3	SL-4	SL-5
		C°	C°	C°	C°	Lux	Lux	Lux	Lux	Lux
1	11:56:00	30.60	33.30	30.20	34.30	0.00	0.00	0.00	23.00	1903.00
2	12:01:00	26.30	27.40	28.40	30.90	0.00	0.00	0.00	40.00	1729.00
3	12:06:00	24.80	25.40	27.50	29.40	0.00	0.00	0.00	20.00	1546.00
4	12:11:00	24.60	25.10	27.30	29.00	0.00	0.00	0.00	35.00	1353.00
5	12:16:00	23.90	25.30	27.00	28.90	0.00	0.00	0.00	16.00	1729.00
6	12:21:00	25.00	25.40	27.00	28.80	0.00	0.00	0.00	16.00	1732.00
7	12:26:00	25.10	26.20	27.20	28.90	0.00	0.00	0.00	30.00	1762.00
8	12:31:00	25.80	26.90	27.90	29.30	0.00	0.00	0.00	20.00	1796.00
9	12:36:00	26.10	27.30	27.70	29.40	0.00	0.00	0.00	20.00	1853.00
10	12:41:00	25.90	27.70	27.90	29.70	0.00	0.00	0.00	23.00	1783.00
11	12:46:00	27.50	28.30	28.40	30.30	0.00	0.00	0.00	16.00	1824.00
12	12:51:00	27.80	28.40	29.10	30.60	0.00	0.00	0.00	16.00	1826.00
13	12:56:00	27.90	28.60	29.30	30.70	0.00	0.00	0.00	18.00	1826.00
14	13:01:00	28.00	28.70	29.50	31.00	0.00	0.00	0.00	21.00	1893.00

Fuente: Elaboración Propia, 2020



Tabla 45

Toma de Datos del Ensayo de Transmitancia de Luz de Placas de Concreto – Ensayo N° 3

		Sensacion Termica Ambiente:		34.7 C°		Fecha:		C/02/Abril/2020			
		Tipo de muestra:		Placa rectangular		Hora Inicial:		14:00:00			
						Hora final:		00:00:00			
Lecturas	Hora	Sensores de temperatura				Sensores de luz				Ambiente	
		Patron	50%	75%	100%	Patron	50%	75%	100%		
		ST-1	ST-2	ST-3	ST-4	SL-1	SL-2	SL-3	SL-4		SL-5
		C°	C°	C°	C°	Lux	Lux	Lux	Lux		Lux
1	14:00:00	32.10	33.70	34.10	35.50	0.00	0.00	0.00	33.00	1952.00	
2	14:05:00	30.90	31.50	32.40	33.10	0.00	0.00	0.00	26.00	1926.00	
3	14:10:00	30.00	30.60	31.30	31.80	0.00	0.00	0.00	23.00	1908.00	
4	14:15:00	30.30	30.90	31.60	32.20	0.00	0.00	0.00	33.00	1902.00	
5	14:20:00	30.30	31.00	31.60	33.40	0.00	0.00	0.00	23.00	1902.00	
6	14:25:00	30.80	31.20	31.70	32.20	0.00	0.00	0.00	23.00	1911.00	
7	14:30:00	30.20	31.60	31.90	34.00	0.00	0.00	0.00	20.00	1902.00	
8	14:35:00	29.70	31.20	32.50	33.80	0.00	0.00	0.00	29.00	1896.00	
9	14:40:00	29.30	30.60	31.20	33.50	0.00	0.00	0.00	29.00	1853.00	
10	14:45:00	29.30	30.60	31.20	33.20	0.00	0.00	0.00	13.00	1853.00	
11	14:50:00	29.20	30.60	31.20	33.90	0.00	0.00	0.00	13.00	1824.00	
12	14:55:00	28.80	30.10	30.70	31.20	0.00	0.00	0.00	13.00	1807.00	
13	15:00:00	28.10	29.60	30.20	32.20	0.00	0.00	0.00	20.00	1826.00	
14	15:05:00	27.80	29.30	29.70	31.70	0.00	0.00	0.00	20.00	1729.00	

Fuente: Elaboración Propia, 2020



Tabla 46

Toma de Datos del Ensayo de Transmitancia de Luz de Placas de Concreto – Ensayo N° 4

		Sensacion Termica Ambiente:	21.8	C°	Fecha:		C/04/Abril/2020				
					Hora Inicial:		10:03:00				
Lecturas		Tipo de muestra:	Placa rectangular		Hora final:		11:03:00				
			Sensores de temperatura				Sensores de luz				
Hora		Patron	50%	75%	100%	Patron	50%	75%	100%	Ambiente	
		ST-1	ST-2	ST-3	ST-4	SL-1	SL-2	SL-3	SL-4	SL-5	
		C°	C°	C°	C°	Lux	Lux	Lux	Lux	Lux	
1	10:03:00	19.40	21.90	22.40	24.40	0.00	0.00	0.00	40.00	1123.00	
2	10:08:00	19.30	20.70	21.90	24.50	0.00	0.00	0.00	96.00	1300.00	
3	10:13:00	19.40	21.30	22.70	24.40	0.00	0.00	0.00	99.00	1310.00	
4	10:18:00	20.30	20.90	21.30	24.10	0.00	0.00	0.00	106.00	1130.00	
5	10:23:00	21.20	21.40	22.30	24.20	0.00	0.00	0.00	99.00	1346.00	
6	10:28:00	20.60	21.40	21.70	24.30	0.00	0.00	0.00	86.00	1150.00	
7	10:33:00	20.90	21.90	22.40	24.30	0.00	0.00	0.00	80.00	1263.00	
8	10:38:00	20.80	21.90	22.60	24.10	0.00	0.00	0.00	103.00	1346.00	
9	10:43:00	20.90	21.90	22.90	24.00	0.00	0.00	0.00	66.00	1529.00	
10	10:48:00	21.30	22.10	22.70	24.10	0.00	0.00	0.00	76.00	1350.00	
11	10:53:00	21.20	22.20	22.70	24.00	0.00	0.00	0.00	90.00	1310.00	
12	10:58:00	20.40	21.70	22.40	24.10	0.00	0.00	0.00	90.00	1329.00	
13	11:03:00	20.30	21.40	22.60	24.20	0.00	0.00	0.00	43.00	1329.00	
14	11:08:00	20.50	21.60	22.90	24.60	0.00	0.00	0.00	46.00	1353.00	

Fuente: Elaboración Propia, 2020



Tabla 47

Toma de Datos del Ensayo de Transmitancia de Luz de Placas de Concreto – Ensayo N° 5

Sensacion Termica Ambiente:		22.4 C°		Fecha:		C/04/Abril/2020				
				Hora Inicial:		11:22:00				
Tipo de muestra:		Placa rectangular		Hora final:		00:00:00				
Lecturas	Hora	Sensores de temperatura				Sensores de luz				
		Patron	50%	75%	100%	Patron	50%	75%	100%	Ambiente
		ST-1	ST-2	ST-3	ST-4	SL-1	SL-2	SL-3	SL-4	SL-5
		C°	C°	C°	C°	Lux	Lux	Lux	Lux	Lux
1	11:22:00	20.10	21.90	22.70	25.70	0.00	0.00	0.00	60.00	1132.00
2	11:27:00	20.80	22.00	22.60	26.40	0.00	0.00	0.00	63.00	1341.00
3	11:32:00	21.20	22.20	23.70	25.90	0.00	0.00	0.00	86.00	1329.00
4	11:37:00	22.10	22.50	23.20	25.90	0.00	0.00	0.00	83.00	1126.00
5	11:42:00	21.80	22.80	24.10	26.00	0.00	0.00	0.00	116.00	1346.00
6	11:47:00	23.10	23.90	24.70	25.90	0.00	0.00	0.00	150.00	1162.00
7	11:52:00	22.70	23.20	23.70	25.90	0.00	0.00	0.00	176.00	1271.00
8	11:57:00	22.00	23.40	24.00	26.00	0.00	0.00	0.00	199.00	1229.00
9	12:02:00	22.60	23.80	24.20	25.90	0.00	0.00	0.00	209.00	1237.00
10	12:07:00	22.90	24.00	25.10	26.20	0.00	0.00	0.00	206.00	1350.00
11	12:12:00	23.10	24.30	25.00	26.60	0.00	0.00	0.00	180.00	1374.00
12	12:17:00	23.20	24.30	25.90	27.30	0.00	0.00	0.00	153.00	1377.00
13	12:22:00	24.10	25.90	26.80	27.70	0.00	0.00	0.00	196.00	1380.00
14	12:27:00	24.90	26.40	27.40	28.40	0.00	0.00	0.00	203.00	1353.00

Fuente: Elaboración Propia, 2020



Tabla 48

Toma de Datos del Ensayo de Transmitancia de Luz de Placas de Concreto – Ensayo N° 6

		Sensación Termica Ambiente:		28.7 C°		Fecha:		C/04/Abril/2020		
		Tipo de muestra:		Placa rectangular		Hora Inicial:		12:52:00		
						Hora final:		13:57:00		
		Sensores de temperatura				Sensores de luz				
Lecturas	Hora	Patron	50%	75%	100%	Patron	50%	75%	100%	Ambiente
		ST-1	ST-2	ST-3	ST-4	SL-1	SL-2	SL-3	SL-4	SL-5
		C°	C°	C°	C°	Lux	Lux	Lux	Lux	Lux
1	12:52:00	26.20	27.70	28.30	29.50	0.00	0.00	0.00	60.00	1919.00
2	12:57:00	26.80	27.70	28.10	28.80	0.00	0.00	0.00	76.00	1926.00
3	13:02:00	26.60	27.70	28.10	28.80	0.00	0.00	0.00	93.00	1922.00
4	13:07:00	26.70	28.00	28.60	29.20	0.00	0.00	0.00	83.00	1922.00
5	13:12:00	27.10	28.30	28.90	30.20	0.00	0.00	0.00	59.00	1942.00
6	13:17:00	27.60	28.50	29.00	30.70	0.00	0.00	0.00	66.00	1945.00
7	13:22:00	27.40	28.50	29.00	29.90	0.00	0.00	0.00	86.00	1941.00
8	13:27:00	27.90	28.10	29.00	30.50	0.00	0.00	0.00	96.00	1944.00
9	13:32:00	27.40	28.00	28.60	29.80	0.00	0.00	0.00	93.00	1937.00
10	13:37:00	27.10	27.50	28.50	29.80	0.00	0.00	0.00	93.00	1926.00
11	13:42:00	26.50	27.60	28.20	29.70	0.00	0.00	0.00	103.00	1899.00
12	13:47:00	26.20	27.70	28.50	29.50	0.00	0.00	0.00	83.00	1882.00
13	13:52:00	26.70	28.00	28.50	29.60	0.00	0.00	0.00	76.00	1892.00
14	13:57:00	26.10	27.90	28.50	30.10	0.00	0.00	0.00	76.00	1879.00

Fuente: Elaboración Propia, 2020



Tabla 49

Toma de Datos del Ensayo de Transmitancia de Luz de Placas de Concreto – Ensayo N° 7

		Sensacion termica ambiente:		16.5 C°		Fecha:		C/05/abril/2020		
		Tipo de muestra:		Placa rectangular		Hora inicial:		11:23:00		
						Hora final:		00:00:00		
Lecturas	Hora	Sensores de temperatura				Sensores de luz				
		Patron	50%	75%	100%	Patron	50%	75%	100%	Ambiente
		ST-1	ST-2	ST-3	ST-4	SL-1	SL-2	SL-3	SL-4	SL-5
		C°	C°	C°	C°	Lux	Lux	Lux	Lux	Lux
1	11:23:00	14.30	15.10	16.60	20.30	0.00	0.00	0.00	23.00	1063.00
2	11:28:00	14.40	15.20	16.70	17.60	0.00	0.00	0.00	23.00	1066.00
3	11:33:00	15.70	16.10	16.70	17.70	0.00	0.00	0.00	26.00	1074.00
4	11:38:00	15.70	16.90	17.60	18.70	0.00	0.00	0.00	26.00	1074.00
5	11:43:00	16.20	17.80	18.10	19.90	0.00	0.00	0.00	26.00	1081.00
6	11:48:00	17.20	18.10	19.20	21.20	0.00	0.00	0.00	26.00	1094.00
7	11:53:00	17.80	19.20	20.30	22.40	0.00	0.00	0.00	26.00	1108.00
8	11:58:00	18.10	21.30	22.40	23.90	0.00	0.00	0.00	26.00	1121.00
9	12:03:00	18.20	22.50	22.80	24.70	0.00	0.00	0.00	26.00	1139.00
10	12:08:00	18.60	22.60	23.70	25.50	0.00	0.00	0.00	29.00	1135.00
11	12:13:00	19.10	23.20	24.70	26.60	0.00	0.00	0.00	40.00	1149.00
12	12:18:00	20.10	25.00	25.90	27.50	0.00	0.00	0.00	40.00	1162.00
13	12:23:00	22.10	26.00	26.90	27.90	0.00	0.00	0.00	29.00	1174.00
14	12:28:00	23.90	27.10	27.90	28.80	0.00	0.00	0.00	26.00	1209.00

Fuente: Elaboración Propia, 2020



Tabla 50

Toma de Datos del Ensayo de Transmitancia de Luz de Placas de Concreto – Ensayo N° 8

Sensacion termica ambiente:		33.5 C°		Fecha:		C/05/abril/2020				
				Hora inicial:		12:52:00				
Tipo de muestra:		Placa rectangular		Hora final:		13:57:00				
				Sensores de temperatura		Sensores de luz				
Lecturas	Hora	Patron	50%	75%	100%	Patron	50%	75%	100%	Ambiente
		ST-1	ST-2	ST-3	ST-4	SL-1	SL-2	SL-3	SL-4	SL-5
		C°	C°	C°	C°	Lux	Lux	Lux	Lux	Lux
1	12:52:00	31.80	32.70	34.90	36.10	0.00	0.00	0.00	70.00	1956.00
2	12:57:00	28.90	29.20	30.20	31.60	0.00	0.00	0.00	70.00	1928.00
3	13:02:00	28.00	28.40	29.20	31.40	0.00	0.00	0.00	70.00	1914.00
4	13:07:00	28.10	29.30	30.20	32.10	0.00	0.00	0.00	70.00	1916.00
5	13:12:00	28.60	29.40	30.20	32.10	0.00	0.00	0.00	70.00	1922.00
6	13:17:00	29.10	29.50	29.80	31.90	0.00	0.00	0.00	70.00	1933.00
7	13:22:00	29.60	29.70	30.30	32.10	0.00	0.00	0.00	70.00	1936.00
8	13:27:00	30.20	30.90	32.10	33.70	0.00	0.00	0.00	70.00	1940.00
9	13:32:00	30.60	31.10	32.10	33.40	0.00	0.00	0.00	70.00	1943.00
10	13:37:00	31.20	31.90	32.60	33.60	0.00	0.00	0.00	70.00	1949.00
11	13:42:00	31.60	32.20	33.30	34.90	0.00	0.00	0.00	70.00	1951.00
12	13:47:00	31.70	32.80	33.00	34.20	0.00	0.00	0.00	66.00	1954.00
13	13:52:00	32.20	32.80	34.20	35.90	0.00	0.00	0.00	66.00	1964.00
14	13:57:00	32.50	33.40	34.20	36.30	0.00	0.00	0.00	66.00	1965.00

Fuente: Elaboración Propia, 2020



Tabla 51

Toma de Datos del Ensayo de Transmitancia de Luz de Placas de Concreto – Ensayo N° 9

		Sensacion Termica Ambiente:		28.9 C°		Fecha:		C/05/Abril/2020		
		Tipo de muestra:		Placa rectangular		Hora Inicial:		12:54:00		
						Hora final:		00:00:00		
		Sensores de temperatura				Sensores de luz				
Lecturas	Hora	Patron	50%	75%	100%	Patron	50%	75%	100%	Ambiente
		ST-1	ST-2	ST-3	ST-4	SL-1	SL-2	SL-3	SL-4	SL-5
		C°	C°	C°	C°	Lux	Lux	Lux	Lux	Lux
1	12:54:00	27.00	27.90	29.90	31.20	0.00	0.00	0.00	60.00	1926.00
2	12:59:00	26.50	27.10	29.20	30.90	0.00	0.00	0.00	76.00	1918.00
3	13:04:00	25.60	26.70	28.50	30.70	0.00	0.00	0.00	93.00	1896.00
4	13:09:00	24.90	26.30	27.80	30.70	0.00	0.00	0.00	83.00	1887.00
5	13:14:00	24.40	25.70	27.20	36.10	0.00	0.00	0.00	59.00	1882.00
6	13:19:00	24.00	25.00	26.60	36.10	0.00	0.00	0.00	66.00	1879.00
7	13:24:00	23.80	24.70	25.90	31.60	0.00	0.00	0.00	86.00	1875.00
8	13:29:00	23.30	24.30	25.20	30.10	0.00	0.00	0.00	96.00	1870.00
9	13:34:00	22.90	24.00	24.80	30.00	0.00	0.00	0.00	93.00	1864.00
10	13:39:00	22.40	23.50	24.50	29.80	0.00	0.00	0.00	93.00	1860.00
11	13:44:00	21.90	23.20	23.90	29.80	0.00	0.00	0.00	103.00	1851.00
12	13:49:00	21.20	22.70	23.30	30.20	0.00	0.00	0.00	83.00	1849.00
13	13:54:00	20.60	22.30	22.70	30.20	0.00	0.00	0.00	76.00	1844.00
14	13:59:00	19.90	21.70	22.30	30.10	0.00	0.00	0.00	76.00	1838.00

Fuente: Elaboración Propia, 2020



Tabla 52

Toma de Datos del Ensayo de Transmitancia de Luz de Placas de Concreto – Ensayo N° 10

Sensacion Termica Ambiente:		26.3	C°	Fecha:		C/06/Abril/2020				
Tipo de muestra:		Placa rectangular		Hora Inicial:		12:54:00				
				Hora final:		13:59:00				
Lecturas	Sensores de temperatura					Sensores de luz				
	Hora	Patron	50%	75%	100%	Patron	50%	75%	100%	Ambiente
		ST-1	ST-2	ST-3	ST-4	SL-1	SL-2	SL-3	SL-4	SL-5
		C°	C°	C°	C°	Lux	Lux	Lux	Lux	Lux
1	12:54:00	24.20	25.70	26.30	27.40	0.00	0.00	0.00	61.00	1884.00
2	12:59:00	24.50	25.80	27.00	27.90	0.00	0.00	0.00	77.00	1891.00
3	13:04:00	24.70	25.70	27.10	28.00	0.00	0.00	0.00	95.00	1893.00
4	13:09:00	24.70	25.90	27.20	28.10	0.00	0.00	0.00	85.00	1893.00
5	13:14:00	25.10	26.30	26.90	29.20	0.00	0.00	0.00	62.00	1903.00
6	13:19:00	25.60	26.50	27.80	30.10	0.00	0.00	0.00	71.00	1908.00
7	13:24:00	26.10	26.60	27.20	29.40	0.00	0.00	0.00	88.00	1912.00
8	13:29:00	27.00	28.10	29.00	30.50	0.00	0.00	0.00	99.00	1918.00
9	13:34:00	27.40	28.20	28.90	29.80	0.00	0.00	0.00	97.00	1922.00
10	13:39:00	27.10	27.50	28.50	29.80	0.00	0.00	0.00	97.00	1918.00
11	13:44:00	26.40	27.50	28.00	29.50	0.00	0.00	0.00	106.00	1909.00
12	13:49:00	26.00	27.50	28.00	29.50	0.00	0.00	0.00	85.00	1901.00
13	13:54:00	26.70	28.00	28.50	29.60	0.00	0.00	0.00	80.00	1910.00
14	13:59:00	26.10	27.90	28.50	30.10	0.00	0.00	0.00	80.00	1902.00

Fuente: Elaboración Propia, 2020

3.5.10. Conductividad térmica

A. Equipos utilizados en prueba

- Aparato para el ensayo de la conductividad térmica según los lineamientos de la norma ASTM C177.
- Placas Rectangulares de 20 x 15 x 5 cm.
- Regla metálica milimetrada.



- Medidor de magnitudes eléctricas (multímetro).
- Medidor de magnitudes térmicas (termocupla tipo K).
- Fuente de voltaje de corriente alterna.

Figura 88

Aparato para el ensayo de Conductividad Térmica.



Fuente: Elaboración Propia, 2020

B. Procedimiento

- Se midió y registro las dimensiones de la muestra (Ancho, largo y espesor).
- Se revisan las conexiones de los sensores de temperatura (Termocuplas), hacia las placas de aluminio frías y caliente.
- Se colocan las placas de concreto en el equipo, siguiendo las indicaciones de la norma ASTM C177-13, colocándose primero la placa fría de aluminio, seguidamente de una placa de concreto, luego la placa caliente de aluminio, sobre esta, otra placa de concreto y finalmente la segunda placa fría de aluminio, como se muestra en la figura
- Se determinó el valor de la resistencia de nuestra fuente de calor, este valor se determinó con ayuda de nuestro multímetro, y se procede a realizar todas las conexiones eléctricas necesarias para el funcionamiento de nuestro equipo.



Figura 89

Medición de la resistencia de nuestra fuente de calor.



Fuente: Elaboración Propia, 2020

- Se regula la fuente de voltaje a un valor determinado, para poder iniciar la prueba, seguidamente se cierra la compuerta del equipo eléctrico para aislar térmicamente del medio ambiente, y no exista una fuga de calor.

Figura 90

Medición del voltaje con el que se inició la prueba



Fuente: Elaboración Propia, 2020

- Se inició con el calentamiento de la placa caliente hasta lograr el estado de equilibrio térmico.
- Se registra la hora de inicio y fecha de la prueba, además de los datos antes descritos

Figura 91

Ensayo de conductividad Térmica de las Placas Rectangulares.



Fuente: Elaboración Propia, 2020

C. Toma de Datos

Tabla 53

Toma de Datos del Ensayo de Conductividad Termica de Placas Rectangulares del Concreto Patrón (0%)

Muestra	Largo (l) (cm).		Anchos (a) (cm).		Espesores (e) (cm).		Potencial Electrica (v)	Resistencia (ohmio)	Potencia Electrica (watt)	T° placa fria (C°)	T° placa caliente (C°)
	L1 (cm).	L2 (cm).	A1 (cm).	A2 (cm).	E1 (cm).	E2 (cm).					
1	19.70	19.80	14.80	14.90	5.10	5.00	108.80	98.60	120.06	49.80 23.00	120.60 80.20
2	19.50	19.70	14.80	14.70	5.00	5.10	108.80	98.60	120.06	67.70 25.90	120.60 80.20
3	20.00	19.80	14.80	14.90	5.00	5.00	108.80	98.60	120.06	31.40 22.10	82.20 78.00
4	19.70	19.80	14.80	14.80	5.00	5.10	108.80	98.60	120.06	32.10 24.80	82.20 78.00
5	20.00	20.00	14.80	14.90	5.00	5.00	108.80	98.60	120.06	27.30 21.20	83.20 75.50
6	19.90	19.90	14.90	14.80	5.00	5.00	108.80	98.60	120.06	28.80 24.10	83.20 75.50
7	19.60	19.70	14.90	14.80	4.90	5.00	108.80	98.60	120.06	25.80 20.20	83.80 79.80
8	19.60	19.80	14.70	14.90	4.90	4.90	108.80	98.60	120.06	26.40 22.10	83.80 79.80
9	19.90	19.80	14.80	14.90	5.00	5.00	108.80	98.60	120.06	23.90 22.20	83.40 80.70
10	19.90	20.00	15.00	14.90	4.90	5.00	108.80	98.60	120.06	28.90 22.90	83.40 80.70

Fuente: Elaboración Propia, 2020



Tabla 54

Toma de Datos del Ensayo de Conductividad Termica de Placas Rectangulares del Concreto Sustituido (50%).

Muestra	Largo (l) (cm).		Anchos (a) (cm).		Espesores (e) (cm).		Potencial Electrica (v)	Resistencia (ohmio)	Potencia Electrica (watt)	T° placa fria (C°)	T° placa caliente (C°)
	L1 (cm).	L2 (cm).	A1 (cm).	A2 (cm).	E1 (cm).	E2 (cm).					
1	19.80	20.00	14.90	15.00	5.00	5.00	110.30	98.60	123.39	22.30	87.90
										22.40	80.70
2	20.00	20.00	14.90	14.90	5.00	5.00	110.30	98.60	123.39	23.00	87.90
										20.90	86.50
3	19.90	20.00	14.90	14.90	5.00	5.00	110.30	98.60	123.39	22.60	98.60
										22.40	86.50
4	19.90	19.90	14.90	15.00	5.00	5.10	110.30	98.60	123.39	24.40	98.60
										21.30	94.70
5	20.00	20.00	14.90	14.90	5.10	5.10	110.30	98.60	123.39	18.80	101.70
										23.00	94.70
6	19.90	19.90	14.80	14.90	5.00	5.00	110.30	98.60	123.39	20.70	101.70
										21.90	85.00
7	20.00	20.00	14.90	14.90	5.10	5.10	110.30	98.60	123.39	18.90	100.90
										24.30	85.00
8	20.00	20.00	14.90	14.90	4.90	5.00	110.30	98.60	123.39	20.70	100.90
										20.70	89.00
9	20.00	20.00	14.90	14.80	4.90	5.00	110.30	98.60	123.39	20.50	86.10
										23.10	89.00
10	19.90	20.00	14.90	14.90	5.00	4.90	110.30	98.60	123.39	21.90	86.10
										23.00	85.00

Fuente: Elaboración Propia, 2020



Tabla 55

Toma de Datos del Ensayo de Conductividad Termica de Placas Rectangulares del Concreto Sustituido (75%).

Muestra	Largo (l) (cm).		Anchos (a) (cm).		Espesores (e) (cm).		Potencial Electrica (V)	Resistencia (Ohmio)	Potencia Electrica (Watt)	T° Placa Fria (C°)	T° Placa Caliente (C°)
	L1 (cm).	L2 (cm).	A1 (cm).	A2 (cm).	E1 (cm).	E2 (cm).					
1	19.90	19.90	14.70	14.80	5.10	5.10	108.00	98.60	118.30	20.40	92.90
										21.90	89.30
2	19.90	20.00	14.70	14.80	5.00	5.00	108.00	98.60	118.30	21.90	92.90
										20.40	89.30
3	20.10	20.00	14.90	14.90	4.90	5.00	108.00	98.60	118.30	18.70	92.10
										19.90	88.00
4	19.80	19.90	14.60	14.70	5.00	5.00	108.00	98.60	118.30	20.00	92.10
										17.90	88.00
5	19.90	19.90	14.80	14.80	5.00	5.00	108.00	98.60	118.30	17.10	98.90
										18.50	91.50
6	20.00	20.00	14.90	14.80	5.00	5.00	108.00	98.60	118.30	19.30	98.90
										20.50	91.50
7	20.00	19.90	14.80	14.80	5.00	5.00	108.00	98.60	118.30	18.40	82.00
										17.90	88.90
8	20.00	20.00	14.90	14.90	5.00	5.00	108.00	98.60	118.30	19.90	82.00
										19.50	88.90
9	19.90	19.90	14.90	14.90	4.90	5.00	108.00	98.60	118.30	18.90	90.10
										19.00	94.70
10	19.90	19.90	14.80	14.90	5.00	5.00	108.00	98.60	118.30	20.70	90.10
										20.70	94.70

Fuente: Elaboración Propia, 2020



Tabla 56

Toma de Datos del Ensayo de Conductividad Termica de Placas Rectangulares del Concreto Sustituído (100%).

Muestra	Largo (l) (cm).		Anchos (a) (cm).		Espesores (e) (cm).		Potencial Electrica (V)	Resistencia (Ohmio)	Potencia Electrica (Watt)	T° Placa Fria (C°)	T° Placa Caliente (C°)
	L1 (cm).	L2 (cm).	A1 (cm).	A2 (cm).	E1 (cm).	E2 (cm).					
1	20.00	20.10	14.90	15.00	5.00	5.00	108.80	98.60	120.06	18.40	101.20
										19.80	100.90
2	19.90	20.00	14.90	14.90	4.90	5.00	108.80	98.60	120.06	21.90	101.20
										21.10	100.90
3	20.10	20.20	15.00	14.90	5.00	5.00	108.80	98.60	120.06	18.40	99.80
										17.50	89.90
4	20.20	20.00	14.70	14.80	5.00	5.00	108.80	98.60	120.06	21.40	99.80
										18.60	89.90
5	19.90	20.00	14.90	14.90	4.90	5.00	108.80	98.60	120.06	17.40	94.50
										19.00	94.20
6	20.00	19.90	15.00	14.90	4.90	4.90	108.80	98.60	120.06	18.10	94.50
										20.30	94.20
7	20.10	20.00	14.70	14.90	5.00	4.90	108.80	98.60	120.06	19.30	100.90
										20.40	95.30
8	20.10	20.10	14.90	14.90	5.10	5.00	108.80	98.60	120.06	20.20	100.90
										20.90	95.30
9	20.00	19.90	14.90	15.00	4.90	5.00	108.80	98.60	120.06	22.10	98.10
										21.90	95.80
10	20.10	20.10	14.90	14.90	5.00	5.00	108.80	98.60	120.06	22.70	98.10
										21.10	95.80

Fuente: Elaboración Propia, 2020



3.6. Procedimientos de Análisis de datos

3.6.1. Análisis de Granulometría de los Agregados:

La granulometría de nuestros agregados, estuvieron basados en el diseño de mezcla usado, el cual fue una combinación de los métodos de Módulos de fineza Total y el método basado en Curvas Empíricas, haciendo uso de las curvas granulométricas Establecidas por las normas DIN 1045. Así también para poder obtener la granulometría ideal usada en nuestro concreto, se tuvo que experimentar previamente con aproximadamente 20 diseños de mezclas desarrollados a pequeña escala a nivel de laboratorio, donde se varió las composición del agregado, es decir el porcentaje de participación del agregado fino y el agregado grueso dentro del concreto, además de modificación en los módulos de fineza, en el tipo de cemento y la cantidad de cemento en mezcla, así como también la dosis de aditivo. Se consideró que el porcentaje de participación del agregado fino sea mayor, para que, al reemplazar este agregado fino por el Vidrio Reciclado molido, aporte mayor grado de translucidez, pero sin afectaciones considerables en las otras propiedades.

3.6.1.1. Análisis de Granulometría del Agregado Fino (Arena Gruesa)

A. Procesamiento o cálculos de la prueba

Tabla 57

Análisis de Granulometría del Agregado Fino.

Tamices Estandarizados		Peso retenido (gr)			Huso: arena gruesa			Límites según ntp 400.012	
Pulg.	Mm.	M1	M2	Promedio	% retenido	% ret. Acum.	% q' pasa	Min	Max
1/2"	12.7	84.80	81.90	83.35	5.22	5.220	94.780	100	100
3/8 "	9.525	80.20	77.50	78.85	4.94	10.158	89.842	100	100
N° 4	4.75	247.40	238.90	243.15	15.23	25.386	74.614	100	95
N° 8	2.36	233.70	225.70	229.70	14.39	39.771	60.229	100	80
N° 16	1.18	239.20	231.10	235.15	14.73	54.498	45.502	85	50
N° 30	0.59	270.80	261.60	266.20	16.67	71.170	28.830	60	25
N° 50	0.297	266.10	257.10	261.60	16.38	87.553	12.447	30	10
N° 100	0.149	151.60	146.40	149.00	9.33	96.884	3.116	10	2
FONDO		50.60	48.90	49.75	3.12	100.000	0.000		
TOTAL		1624.40	1569.10	1596.75	100.000				



$$MF = \frac{\Sigma \% \text{RETENIDO ACUMULADO}}{100}$$

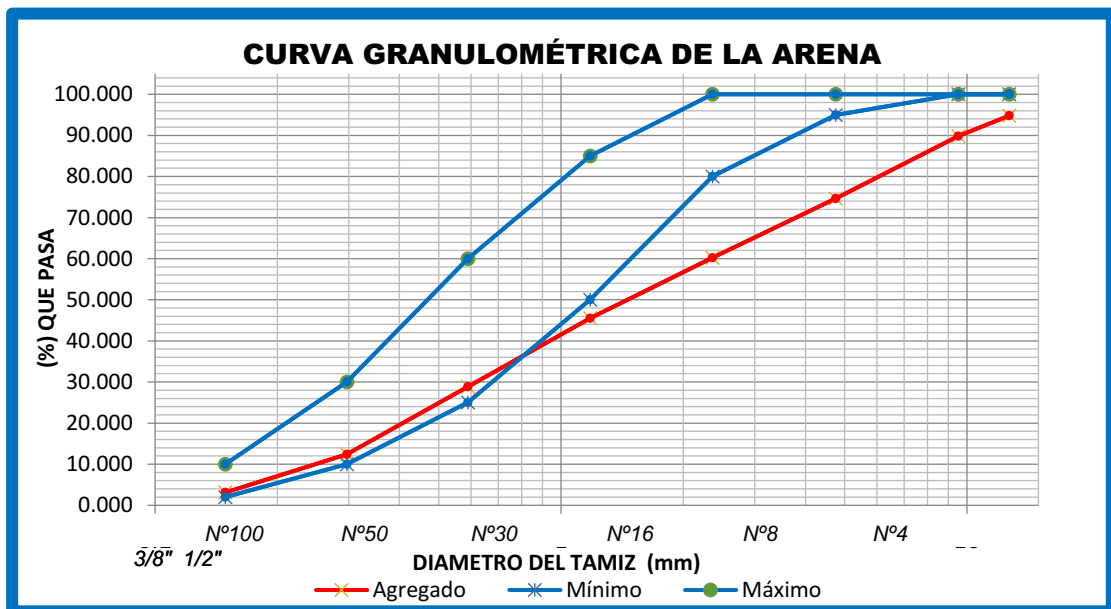
$$MF = 3.85$$

Fuente: Elaboración Propia, 2020

B. Diagramas, tablas (que permitan interpretar el ítem a)

Figura 92

Comparación de los parámetros de la Curva Granulométrica y la Curva de nuestro agregado.



Fuente: Elaboración Propia, 2020

C. Análisis de la prueba

Los resultados que fueron obtenidos en el ensayo de Granulometría del Agregado fino (Arena Gruesa), como indica el gráfico en la parte inicial hasta la malla N° 30 están dentro de los límites permisibles de las demás mallas se encuentra por debajo de los límites permisibles, que nos indica la (INDECOPI - NTP 400.012, 2001).

3.6.1.2. Análisis de Granulometría del Agregado Fino (Vidrio Molido Reciclado)

A. Procesamiento o cálculos de la prueba



Tabla 58

Análisis de Granulometría del Vidrio Reciclado Molido (VRM).

Tamices Estandarizados		Peso retenido (gr)			Huso: arena gruesa			Límites según ntp 400.012	
Pulg.	Mm.	M1	M2	Promedio	% retenido	% ret. Acum.	% q' pasa	Min	Max
1/2"	12.7	0.00		0.00	0.000	0.000	100.000	100	100
3/8 "	9.525	0.00		0.00	0.000	0.000	100.000	100	100
N° 4	4.75	300.00		300.00	30.000	30.000	70.000	95	100
N° 8	2.36	250.00		250.00	25.000	55.000	45.000	80	100
N° 16	1.18	180.00		180.00	18.000	73.000	27.000	50	85
N° 30	0.59	140.00		140.00	14.000	87.000	13.000	25	60
N° 50	0.297	80.00		80.00	8.000	95.000	5.000	10	30
N° 100	0.149	50.00		50.00	5.000	100.000	0.000	2	10
FONDO		0.00		0.00	0.000	100.000	0.000		
TOTAL		1000.00	0.00	1000.00	100.000				

$$MF = \frac{\Sigma \% \text{RETENIDO ACUMULADO}}{100}$$

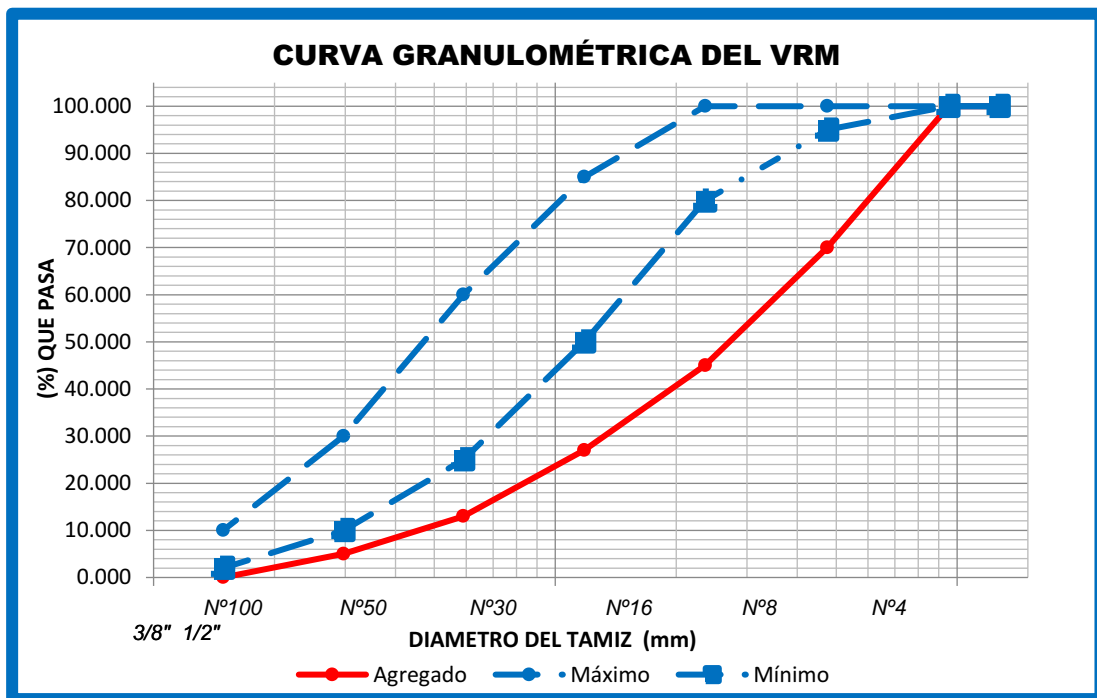
MF = 4.40

Fuente: Elaboración Propia, 2020

B. Grafico – Curva Granulométrica del Vidrio Reciclado Molido (VMR).

Figura 93

Comparación de los parámetros de la Curva Granulométrica y la Curva de Nuestro Vidrio.



Fuente: Elaboración Propia, 2020



C. Análisis de la prueba

En este ensayo, lo que realizamos es antes de hacer la granulometría, se trituro el vidrio de 2 métodos (Desgaste de los Ángeles y trituración con Maquina de Quijada de minerales), donde nos dio resultado diferentes tamaños de partículas.

Se puede evidenciar que bajo los límites permisibles de la Norma (INDECOPI - NTP 400.012, 2001), nuestra granulometría esta fuera de rango. Pero se tiene que considerar que nuestro agregado estará sujeto al Módulo de Fineza Global, por lo que se procede con esta granulometría.

3.6.1.3. Análisis de Granulometría del Agregado Grueso.

A. Procesamiento o cálculos de la prueba

Tabla 59

Análisis de Granulometría del Agregado Grueso.

Tamices Estandarizados		Peso retenido (gr)			Huso: 67			Límites según ntp 400.037	
Pulg.	Mm.	M1	M2	Promedio	% retenido	% ret. Acum.	% q' pasa	Min	Max
1 "	25.4	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	100.000	100	100
3/4 "	19.05	399.56	399.04	399.30	7.986	7.986	92.014	90	100
1/2 "	12.7	2184.78	2184.05	2184.42	43.688	51.674	48.326	50	79
3/8 "	9.525	1230.22	1218.90	1224.56	24.491	76.165	23.835	20	55
N° 4	4.75	1059.78	1071.61	1065.70	21.314	97.479	2.521	0	10
N° 8	2.36	0.00	0.00	0.00	0.000	97.479	2.521	0	5
N° 16	1.18	0.00	0.00	0.00	0.000	97.479	2.521	0	0
N° 30	0.59	0.00	0.00	0.00	0.000	97.479	2.521	0	0
N° 50	0.297	0.00	0.00	0.00	0.000	97.479	2.521	0	0
N° 100	0.149	0.00	0.00	0.00	0.000	97.479	2.521	0	0
FONDO		125.67	126.40	126.03	2.521	100.000	0.000		
TOTAL		5000.00	5000.00	5000.00	100.000				
Viene a ser el menor tamiz que produce el primer retenido mínimo 5%								TMN =	3/4 "
Viene a ser el menor tamiz por el que pasa todo el agregado								TM =	1 "
$MF = \frac{\Sigma \% \text{RETENIDO ACUMULADO}}{100}$								MF =	6.69

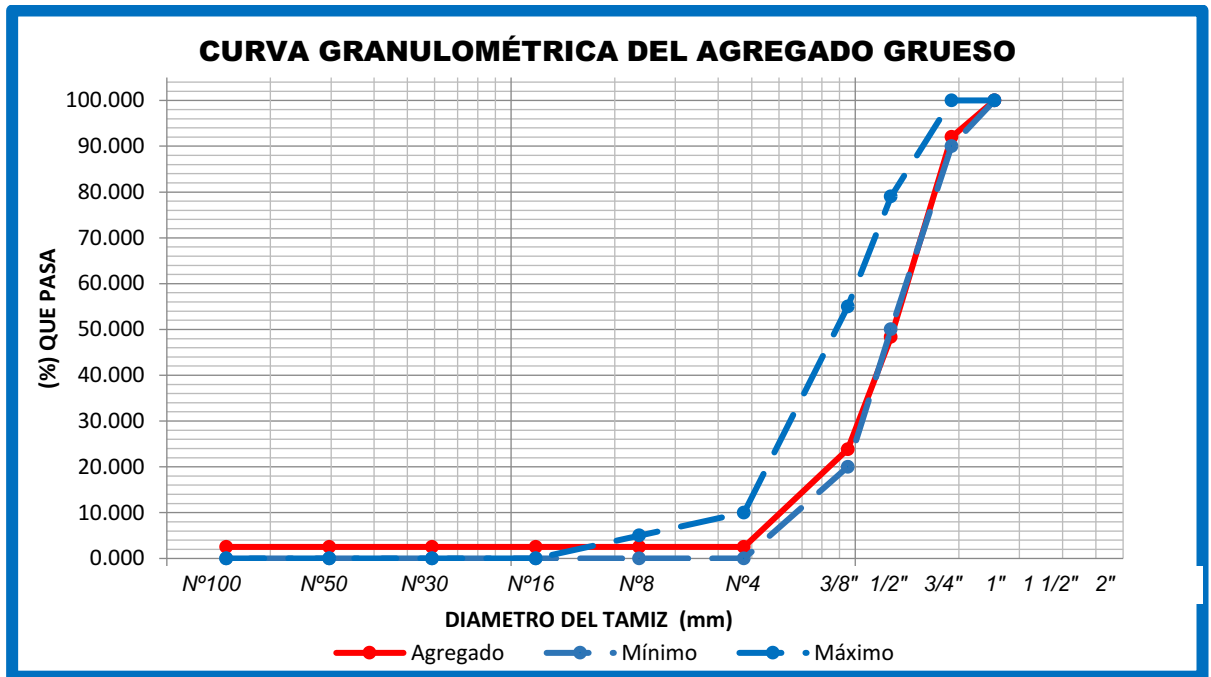
Fuente: Elaboración Propia, 2020



B. Grafico – Curva Granulométrica De La Piedra Chancada De Vicho, Cuenca Del Vilcanota

Figura 94

Comparación de los parámetros de la Curva Granulométrica y la Curva de Nuestro Agregado Grueso.



Fuente: Elaboración Propia, 2020

C. Análisis de la prueba

En comparación con el agregado fino, el agregado grueso se encuentra dentro de los límites permisibles, lo que nos indica que tiene buena dosificación según mallas, entonces según la norma técnica (INDECOPI - NTP 400.012, 2001), nuestro Agregado Grueso Procedente de la cantera de Vicho – Cuenca del Rio Vilcanota, es óptimo para usarse en el diseño de mezclas.

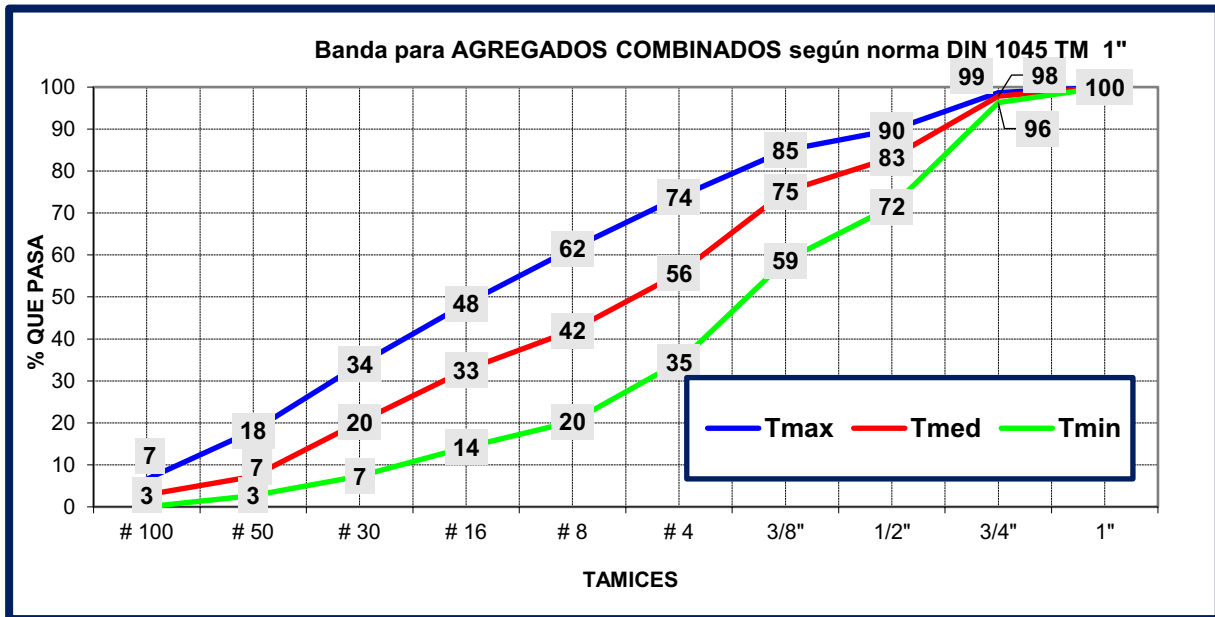
3.6.1.4. Análisis de Granulometría Global de los Agregados, para cada Diseño de Mezclas:

Para el análisis granulométrico global, se toma de referencia, tablas y gráficos, propuestos por la Norma Alemana de Diseño de Mezclas de Concreto DIN 1045, la información que se utilizó son curvas granulométricas para Agregados Combinados, para un TM (Tamaño Máximo) de 1"; debido a que nuestro material tiene es Tamaño Máximo.



Figura 95

Análisis Granulométrico Global de los Agregados, según norma DIN 1045



Fuente: Elaboración Propia, 2020

El gráfico nos muestra 3 curvas, donde la curva de color roja, viene a ser la granulometría IDEAL, la zona comprendida entre la curva azul y roja sería la zona de granulometría ACEPTABLE y la zona comprendida entre la curva verde y roja sería la zona de granulometría BUENA, en ese entender, procederemos con las granulometrías obtenidas para cada diseño de mezclas.

Tabla 60

Husos definidos por la Norma DIM 1045.

Husos Definidos por la Norma DIN - TM 1"			
Malla	T_{max}	T_{med}	T_{min}
1 1/2"	100	100	100
1"	100	100	100
3/4"	99	98	96
1/2"	90	83	72
3/8"	85	75	59
# 4	74	56	35
# 8	62	42	20
# 16	48	33	14
# 30	34	20	7
# 50	18	7	3
# 100	7	3	0

Fuente: Norma DIM 1045.



3.6.1.4.1. Análisis Granulométrico Global, para el Diseño de Mezclas del Concreto Patrón.

A. Procesamiento o cálculos de la prueba

Tabla 61

Participación de Agregados y Fineza Global Concreto Patrón.

Participación de Agregados y Modulo de Fineza Global		
	%	M.F
ARENA	80	3.85
VIDRIO	0	4.40
PIEDRA	20	6.69
GLOBAL	100	4.42

Fuente: Elaboración Propia, 2020

Tabla 62

Granulometría Combinada Concreto Patrón.

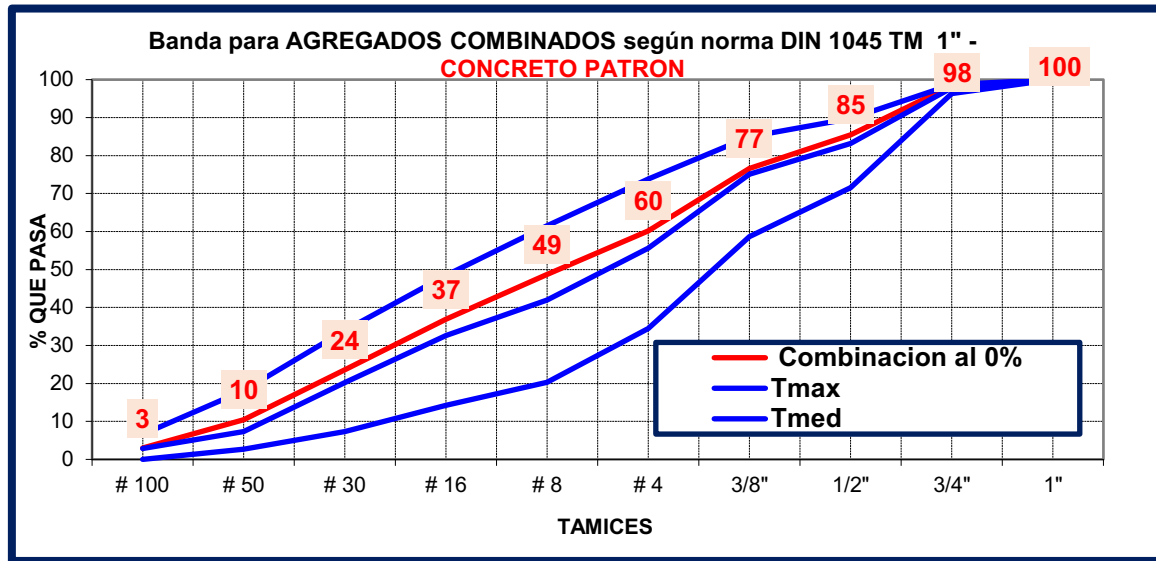
Malla	% Que Pasa - Combinacion al 0%	Limites de % que Pasa			% Que Pasa, de los Agregados		
		Tmax	Tmed	Tmin	Arena	Vidrio	Piedra
1 1/2"	100	100	100	100	100.0	100.0	100.0
1"	100	100	100	100	100.0	100.0	100.0
3/4"	98	99	98	96	100.0	100.0	92.0
1/2"	85	90	83	72	94.8	100.0	48.3
3/8"	77	85	75	59	89.8	100.0	23.8
# 4	60	74	56	35	74.6	70.0	2.5
# 8	49	62	42	20	60.2	45.0	2.5
# 16	37	48	33	14	45.5	27.0	2.5
# 30	24	34	20	7	28.8	13.0	2.5
# 50	10	18	7	3	12.4	5.0	2.5
# 100	3	7	3	0	3.1	0.0	2.5

Fuente: Elaboración Propia, 2020

B. Gráficos y Diagramas de Interpretación:

Figura 96

Análisis Granulométrico Global de los Agregados del Concreto Patrón.



Fuente: Elaboración Propia, 2020

C. Análisis de la Prueba.

La curva de color rojo, nos representa la granulometría de nuestra combinación de agregados, esta se encuentra en la zona de granulometría ACEPTABLE, con un apego a la curva de granulometría IDEAL.

Por lo tanto, nuestra granulometría si cumple con los rangos permisibles, que nos indica la Norma Alemana de Diseño de Mezclas de Concreto DIN 1045.

3.6.1.4.2. Análisis Granulométrico Global, para el Diseño de Mezclas del Concreto sustituido por VRM, en un 50%

A. Procesamiento o cálculos de la prueba:

Tabla 63

Participación de Agregados y Fineza Global Concreto 50%.

Participación de Agregados y Modulo de Fineza Global		
	%	M.F
ARENA	40	3.85
VIDRIO	40	4.40
PIEDRA	20	6.69
GLOBAL	100	4.64

Fuente: Elaboración Propia, 2020



Tabla 64

Granulometría Combinada del Concreto 50%.

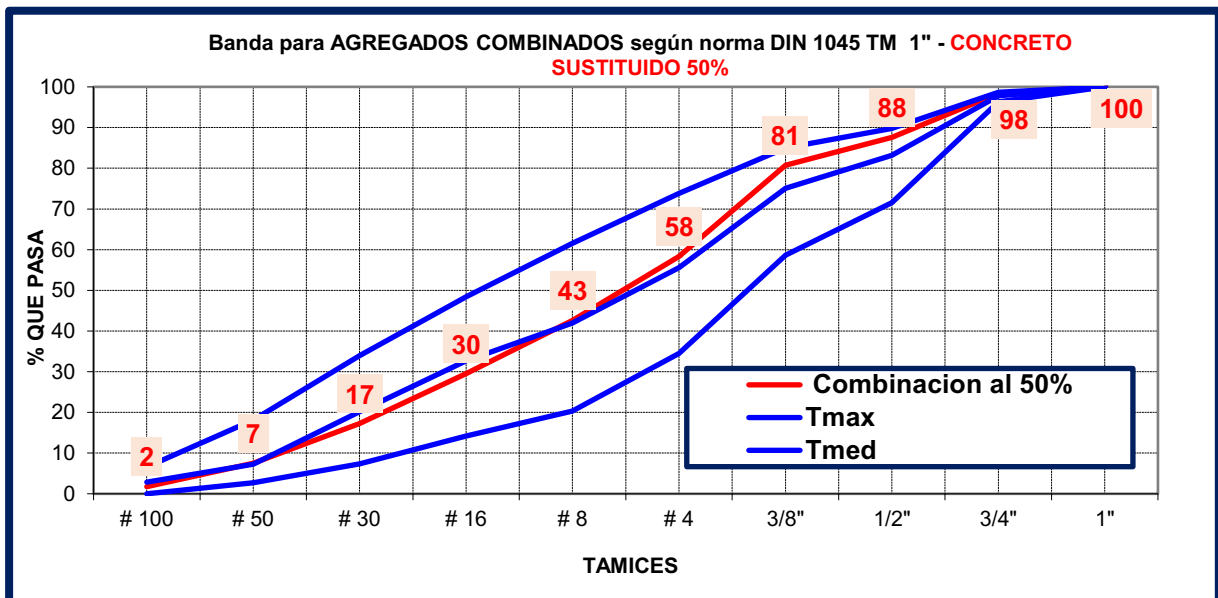
Malla	% Que Pasa	Límites de % que Pasa			% Que Pasa, de los Agregados		
	Combinacion al 50%	Tmax	Tmed	Tmin	Arena	Vidrio	Piedra
1 1/2"	100	100	100	100	100.0	100.0	100.0
1"	100	100	100	100	100.0	100.0	100.0
3/4"	98	99	98	96	100.0	100.0	92.0
1/2"	88	90	83	72	94.8	100.0	48.3
3/8"	81	85	75	59	89.8	100.0	23.8
# 4	58	74	56	35	74.6	70.0	2.5
# 8	43	62	42	20	60.2	45.0	2.5
# 16	30	48	33	14	45.5	27.0	2.5
# 30	17	34	20	7	28.8	13.0	2.5
# 50	7	18	7	3	12.4	5.0	2.5
# 100	2	7	3	0	3.1	0.0	2.5

Fuente: Elaboración Propia, 2020

B. Gráficos y Diagramas de Interpretación:

Figura 97

Análisis Granulométrico Global de los Agregados del Concreto al 50%.



Fuente: Elaboración Propia, 2020

C. Análisis de la Prueba.



La curva de color rojo, nos representa la granulometría de nuestra combinación de agregados, esta se encuentra en parte en la zona de granulometría ACEPTABLE y otra parte en la zona de granulometría BUENA, con un apego a la curva de granulometría IDEAL.

Por lo tanto, nuestra granulometría si cumple con los rangos permisibles, que nos indica la Norma Alemana de Diseño de Mezclas de Concreto DIN 1045.

3.6.1.4.3. Análisis Granulométrico Global, para el Diseño de Mezclas del Concreto sustituido por VRM, en un 75%

A. Procesamiento o cálculos de la prueba:

Tabla 65

Participación de Agregados y Fineza Global Concreto 75%.

Participación de Agregados y Modulo de Fineza Global		
	%	M.F
ARENA	20	3.85
VIDRIO	60	4.40
PIEDRA	20	6.69
GLOBAL	100	4.75

Fuente: Elaboración Propia, 2020

Tabla 66

Granulometría Combinada del Concreto 75%.

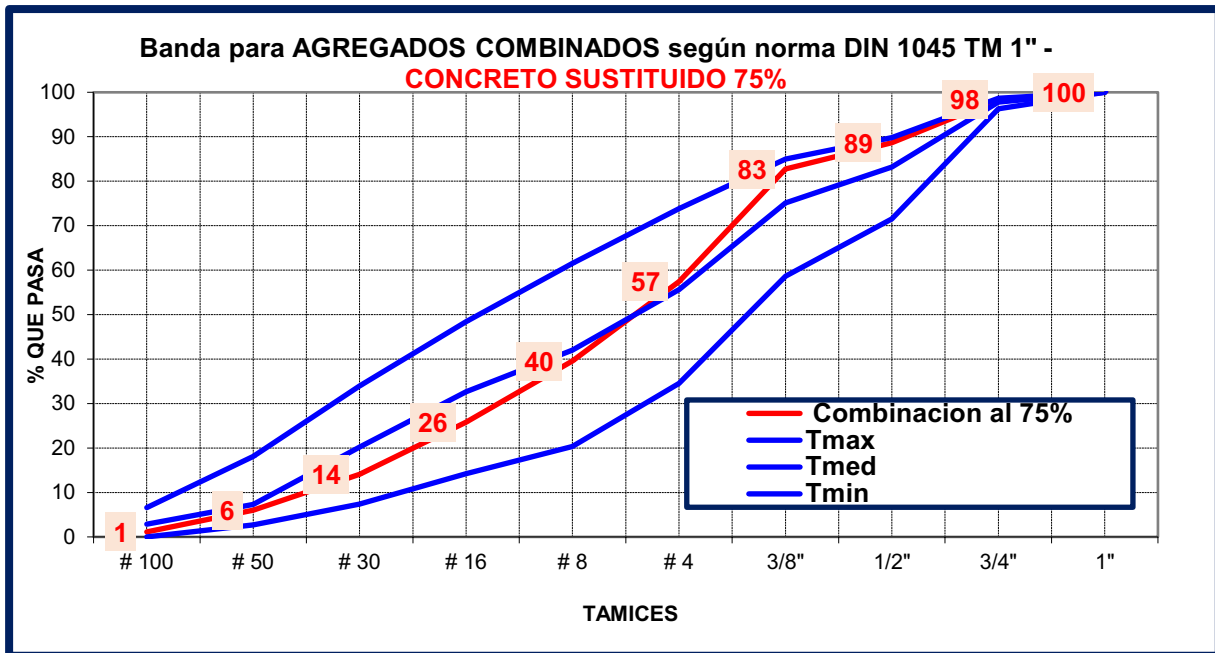
Malla	% Que Pasa	Limites de % que Pasa			% Que Pasa, de los Agregados		
	Combinacion al 75%	Tmax	Tmed	Tmin	Arena	Vidrio	Piedra
1 1/2"	100	100	100	100	100.0	100.0	100.0
1"	100	100	100	100	100.0	100.0	100.0
3/4"	98	99	98	96	100.0	100.0	92.0
1/2"	89	90	83	72	94.8	100.0	48.3
3/8"	83	85	75	59	89.8	100.0	23.8
# 4	57	74	56	35	74.6	70.0	2.5
# 8	40	62	42	20	60.2	45.0	2.5
# 16	26	48	33	14	45.5	27.0	2.5
# 30	14	34	20	7	28.8	13.0	2.5
# 50	6	18	7	3	12.4	5.0	2.5
# 100	1	7	3	0	3.1	0.0	2.5

Fuente: Elaboración Propia, 2020

B. Gráficos y Diagramas de Interpretación:

Figura 98

Análisis Granulométrico Global de los Agregados del Concreto al 75%.



Fuente: Elaboración Propia, 2020

C. Análisis de la Prueba.

La curva de color rojo, nos representa la granulometría de nuestra combinación de agregados, esta se encuentra en parte en la zona de granulometría ACEPTABLE y otra parte en la zona de granulometría BUENA, con un apego a la curva de granulometría IDEAL.

Por lo tanto, nuestra granulometría si cumple con los rangos permisibles, que nos indica la Norma Alemana de Diseño de Mezclas de Concreto DIN 1045.

3.6.1.4.4. Análisis Granulométrico Global, para el Diseño de Mezclas del Concreto sustituido por VRM, en un 100%



A. Procesamiento o cálculos de la prueba

Tabla 67

Participación de Agregados y Fineza Global Concreto 100%.

Participación de Agregados y Modulo de Fineza Global		
	%	M.F
ARENA	0	3.85
VIDRIO	80	4.40
PIEDRA	20	6.69
GLOBAL	100	4.86

Fuente: Elaboración Propia, 2020

Tabla 68

Granulometría Combinada Concreto 100%.

Malla	% Que Pasa	Limites de % que Pasa			% Que Pasa, de los Agregados		
	Combinación al 100%	Tmax	Tmed	Tmin	Arena	Vidrio	Piedra
1 1/2"	100	100	100	100	100.0	100.0	100.0
1"	100	100	100	100	100.0	100.0	100.0
3/4"	98	99	98	96	100.0	100.0	92.0
1/2"	89	90	83	72	94.8	100.0	48.3
3/8"	83	85	75	59	89.8	100.0	23.8
# 4	57	74	56	35	74.6	70.0	2.5
# 8	40	62	42	20	60.2	45.0	2.5
# 16	26	48	33	14	45.5	27.0	2.5
# 30	14	34	20	7	28.8	13.0	2.5
# 50	6	18	7	3	12.4	5.0	2.5
# 100	1	7	3	0	3.1	0.0	2.5

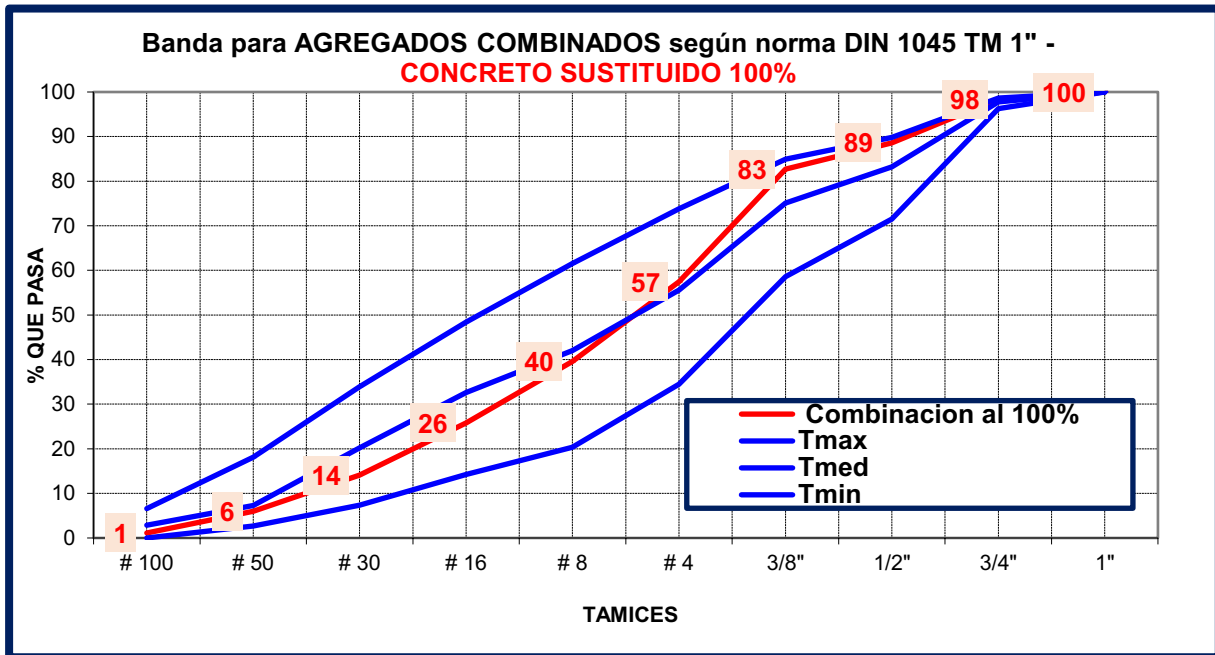
Fuente: Elaboración Propia, 2020

B. Gráficos y Diagramas de Interpretación:



Figura 99

Análisis Granulométrico Global de los Agregados del Concreto al 100%.



Fuente: Elaboración Propia, 2020

C. Análisis de la Prueba.

La curva de color rojo, nos representa la granulometría de nuestra combinación de agregados, esta se encuentra en parte en la zona de granulometría ACEPTABLE y otra parte en la zona de granulometría BUENA, con un apego a la curva de granulometría IDEAL.

Por lo tanto, nuestra granulometría si cumple con los rangos permisibles, que nos indica la Norma Alemana de Diseño de Mezclas de Concreto DIN 1045.

3.6.2. Análisis Peso Específico y Absorción de los Agregados.

Para el análisis del peso específico y absorción de los agregados, debemos tener en cuenta las formulas ya explicadas en el procedimiento de recolección de datos y las normas técnicas (INDECOPI - NTP 400.021, 2002) para agregado grueso y (INDECOPI - NTP 400.022, 2013), para agregado fino.

3.6.2.1. Análisis Peso Específico y Absorción del Agregado Fino (Arena Gruesa)

A. Procesamiento o cálculos de la prueba



Tabla 69

Datos de la Muestra de Agregado Fino (Arena Gruesa).

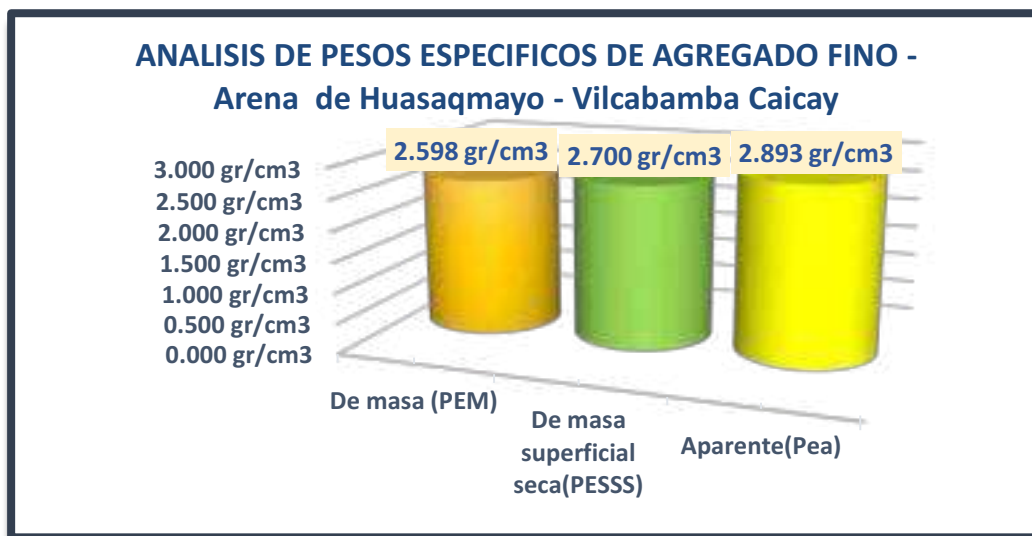
Descripción	Símbolo	M1	M2	Promedio	Und.
Peso del Recipiente	Pr	0	0	0.00	gr.
Peso de muestra SSS, seca al horno	A	479.70	482.50	481.10	gr.
Peso fiola + agua	B	1297.80	1293.20	1295.50	gr.
Peso fiola + Muestra SSS + agua	C	1622.10	1598.50	1610.30	gr.
Peso de muestra SSS	S	500.00	500.00	500.00	gr.
ANALISIS					
Peso Específico De Masa (Pem)	$Pem = \frac{A}{B+S-C}$	Pem =	2.598	gr/cm ³	
Peso Específico De Una Masa Saturada Con Superficie Seca (PeSSS)	$PeSSS = \frac{S}{B+S-C}$	PeSSS =	2.700	gr/cm ³	
Peso Específico Aparente (Pea)	$Pea = \frac{A}{B+A-C}$	Pea =	2.893	gr/cm ³	
Absorción (Ab)	$Ab = \frac{S-A}{A} * 100$	Ab =	3.928	%	

Fuente: Elaboración Propia, 2020

B. Gráfico de Resultados

Figura 100

Análisis del Peso Específico y Absorción del Agregado Fino (Arena Gruesa).



Fuente: Elaboración Propia, 2020



C. Análisis de la prueba

Estos datos son importantes al hacer nuestro diseño de Mezclas, el dato usado en nuestro diseño fue el Peso Específico de Masa superficialmente seca (PESss) = 2.700 gr/cm³ y con una Absorción de 3.93 %.

3.6.2.2. Análisis Peso Específico y Absorción del Agregado Fino (Vidrio Molido Reciclado)

A. Procesamiento o cálculos de la prueba

Tabla 70

Datos de la Muestra del Vidrio (VRM).

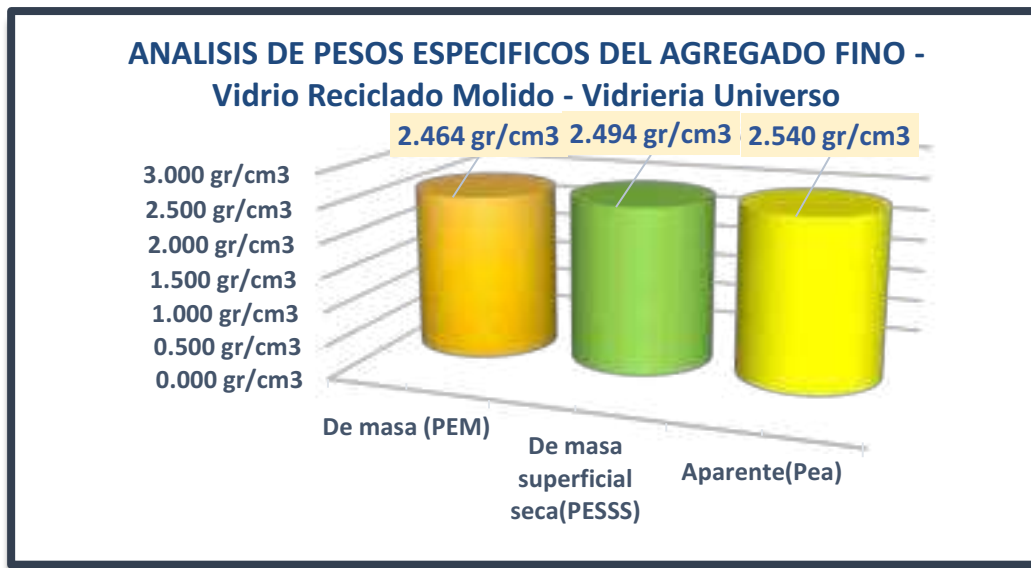
Descripción	Simbolo	M1	M2	Promedio	Und.
Peso del Recipiente	Pr	0	0	0.00	gr.
Peso de muestra SSS, seca al horno	A	493.40	494.60	494.00	gr.
Peso fiola + agua	B	1294.60	1297.80	1296.20	gr.
Peso fiola + Muestra SSS + agua	C	1601.90	1589.50	1595.70	gr.
Peso de muestra SSS	S	500.00	500.00	500.00	gr.
ANALISIS					
Peso Específico De Masa (Pem)	$Pem = \frac{A}{B+S-C}$	Pem =	2.464	gr/cm ³	
Peso Específico De Una Masa Saturada Con Superficie Seca (PeSSS)	$PeSSS = \frac{S}{B+S-C}$	PeSSS =	2.494	gr/cm ³	
Peso Específico Aparente (Pea)	$Pea = \frac{A}{B+A-C}$	Pea =	2.540	gr/cm ³	
Absorción (Ab)	$Ab = \frac{S-A}{A} \cdot 100$	Ab =	1.215	%	

Fuente: Elaboración Propia, 2020

B. Gráfico de Resultados

Figura 101

Análisis del Peso Específico y Absorción del Vidrio (VRM).



Fuente: Elaboración Propia, 2020

C. Análisis de la prueba

Estos datos son importantes para nuestro diseño de Mezclas, el dato usado en nuestro diseño fue el Peso Específico de Masa superficialmente seca (PESss) = 2.494 gr/cm³.

En este punto comparamos el porcentaje de Absorción del Agregado Fino (Arena Gruesa) = 3.93% con el Porcentaje de Absorción del Vidrio (VMR) = 1.21%, el cual se debe hacer un reajuste de agua al momento de hacer el diseño de mezcla.

3.6.2.3. Análisis Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso.

A. Procesamiento o cálculos de la prueba

Tabla 71

Datos de la Muestra del Agregado Grueso..

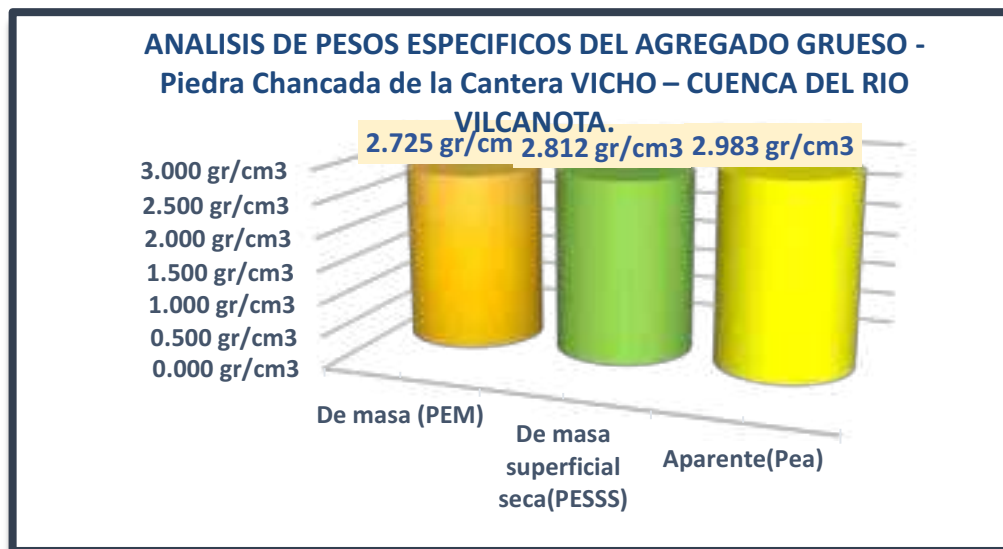
Descripcion	Simbolo	M1	M2	Promedio	Und.
Peso del Recipiente	Pr	0	0	0	gr.
Peso de la muestra seca en el aire	A	2844.1	2829.7	2836.9	gr.
Peso de la muestra saturada superficialmente seca en el aire	B	2938.5	2915.5	2927	gr.
Peso en el agua de la muestra saturada	C	1983.85	1787.99746	1885.92373	gr.
ANALISIS					
Peso Específico De Masa (Pem)	$Pem = \frac{A}{U.C}$	Pem =	2.725	gr/cm3	
Peso Específico De Una Masa Saturada Con Superficie Seca(PeSSS)	$PeSSS = \frac{B}{U.C}$	PeSSS =	2.812	gr/cm3	
Peso Específico Aparente(Pea)	$Pea = \frac{A}{A.C}$	Pea =	2.983	gr/cm3	
Absorción (Ab)	$Ab = \frac{U.S - U.A}{A} \cdot 100$	Ab =	3.176	%	

Fuente: Elaboración Propia, 2020

B. Gráfico de Resultados

Figura 102

Análisis del Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso.



Fuente: Elaboración Propia, 2020



C. Análisis de la prueba

Estos datos son importantes al hacer nuestro diseño de Mezclas, el dato usado en nuestro diseño fue el Peso Específico de Masa superficialmente seca (PES_{ss}) = 2.812 gr/cm³.

La Absorción del agregado Grueso como indica la Figura N° 119, tenemos un 3.18% y este debe ser considerado en el diseño de mezclas para tener un concreto óptimo.

3.6.3. Análisis del Contenido de humedad de los Agregados

3.6.3.1. Análisis del Contenido de humedad Agregado Fino (Arena Gruesa)

A. Procesamiento o cálculos de la prueba

Tabla 72

Contenido de Humedad Agregado Fino.

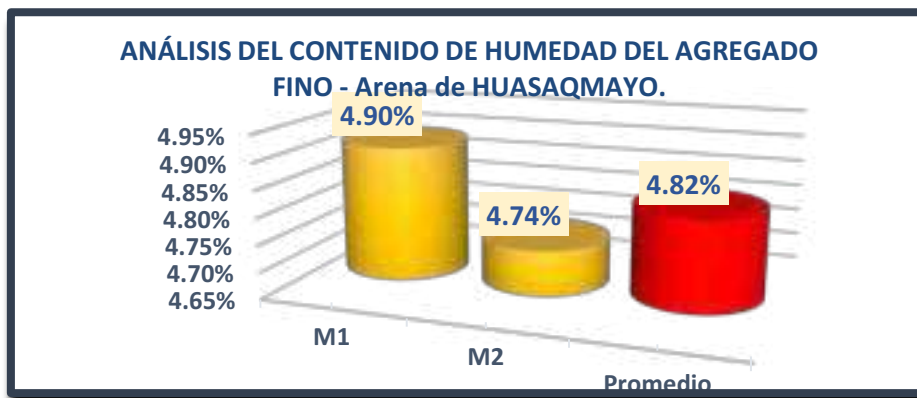
Descripcion	Abrev.	Pesos (gr)		
		M - 1	M - 2	Promedio
Peso de Recipiente:	P recp	0	0	0.00
Peso de Recipiente + Muestra: (Antes de entrar al horno)	P 1	800	800	800.00
Peso de Recipiente + Muestra: (Después de salir del horno)	P 2	762.6	763.827	763.21
ANALISIS				
Peso del Agua (Pagua):	Pagua = P 1 - P 2		36.79	gr.
Peso de Muestra Seca (Pms):	P ms = P 2 - P recp		763.21	gr.
Contenido de Humedad (W):	$W = \frac{P_{agua}}{P_{ms}} \times 100$	W =	4.82	%

Fuente: Elaboración Propia, 2020

B. Gráfico de resultados

Figura 103

Contenido de Humedad Agregado Fino.



Fuente: Elaboración Propia, 2020



C. Análisis de la prueba

Se realizó 2 ensayos de contenido de humedad para sacar el promedio de estas dando como resultado el contenido de Humedad del Agregado Fino (Arena Gruesa) = 4.82%.

3.6.3.2. Análisis del Contenido de humedad Agregado Fino (Vidrio Reciclado Molido)

A. Procesamiento o cálculos de la prueba

Tabla 73

Contenido de Humedad Vidrio Reciclado Molido.

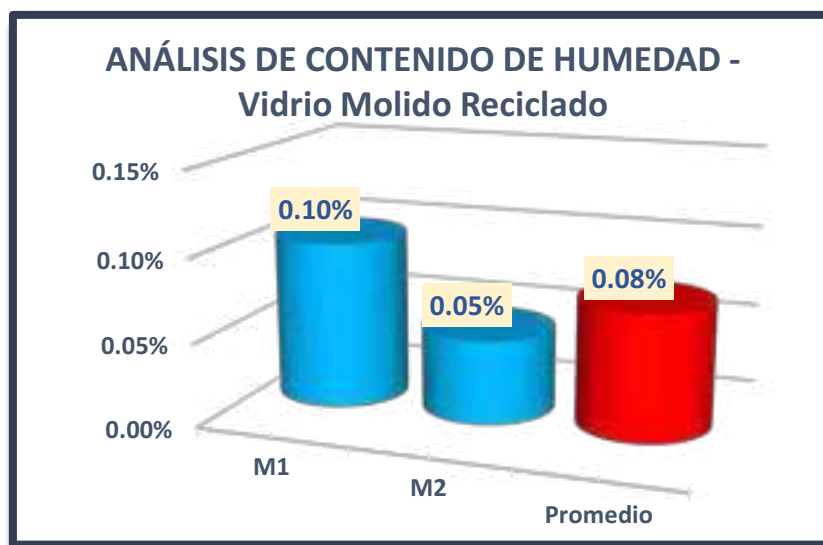
Descripcion	Abrev.	Pesos (gr)		
		M - 1	M - 2	Promedio
Peso de Recipiente:	P recp	0	0	0.00
Peso de Recipiente + Muestra: (Antes de entrar al horno)	P 1	800	800	800.00
Peso de Recipiente + Muestra: (Después de salir del horno)	P 2	799.2	799.6	799.40
ANALISIS				
Peso del Agua (Pagua):	Pagua = P 1 - P 2		0.60	gr.
Peso de Muestra Seca (Pms):	P ms = P 2 - P recp		799.40	gr.
Contenido de Humedad (W):	$W = \frac{P_{agua}}{P_{ms}} \times 100$	W =	0.08	%

Fuente: Elaboración Propia, 2020

B. Gráfico de Resultados

Figura 104

Contenido de Humedad Vidrio Reciclado Molido



Fuente: Elaboración Propia, 2020



C. Análisis de la prueba

Se realizo 2 ensayos para hallar el contenido de humedad, obtenemos un contenido de humedad de 0.08% que es mínimo, esto afectara en la cantidad de agua para el diseño, porque el vidrio no absorbe agua.

3.6.3.3. Análisis del Contenido de humedad Agregado Grueso.

A. Procesamiento o cálculos de la prueba

Tabla 74

Contenido de Humedad Agregado Grueso.

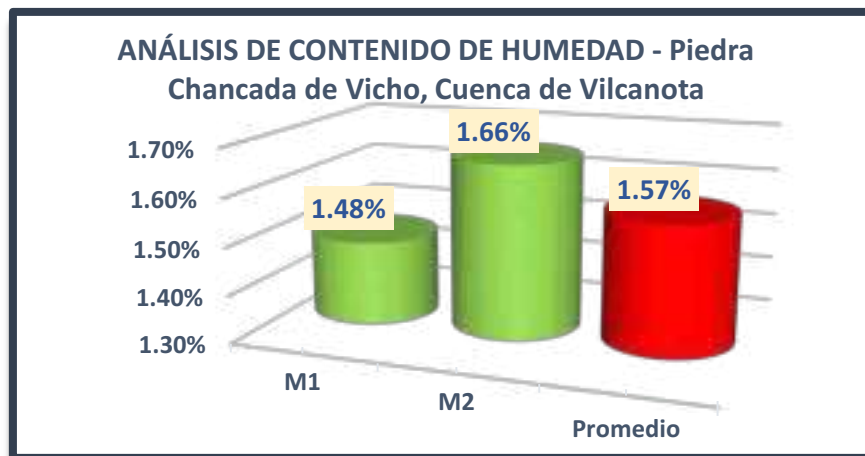
Descripcion	Abrev.	Pesos (gr)		
		M - 1	M - 2	Promedio
Peso de Recipiente:	P recp	0	0	0.00
Peso de Recipiente + Muestra: (Antes de entrar al horno)	P 1	2749.00	2689.00	2719.00
Peso de Recipiente + Muestra: (Después de salir del horno)	P 2	2709.00	2645.00	2677.00
	ANALISIS			
Peso del Agua (Pagua):	Pagua = P 1 - P 2		42.00	gr.
Peso de Muestra Seca (Pms):	P ms = P 2 - P recp		2677.00	gr.
Contenido de Humedad (W):	$W = \frac{P_{agua}}{P_{ms}} \times 100$	W =	1.57	%

Fuente: Elaboración Propia, 2020

B. Gráfico de Resultados

Figura 105

Contenido de Humedad Agregado Grueso.



Fuente: Elaboración Propia, 2020



C. Análisis de la prueba

Realizamos 2 ensayos, para luego sacar su promedio, dando 1.57% de contenido de humedad del Agregado Grueso.

3.6.4. Análisis del Diseño de mezclas

El propósito del diseño de mezclas es seleccionar las proporciones más económicas de cada uno de los materiales disponibles para producir un concreto en el estado endurecido, de la mínima calidad requerida, generalmente especificada en términos de esfuerzo de compresión y durabilidad, y en el estado plástico en términos de su trabajabilidad y cohesión. En la investigación el propósito era lograr una mayor participación del VRM dentro de la composición de los agregados, para con ello poder llegar a un mayor porcentaje de Transmitancia de luz.

3.6.4.1. Diseños de Mezcla Óptimo Elegido.

3.6.4.1.1. Dosificación de Mezcla para el Concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ – Concreto Patrón

A. Procesamiento o cálculos de la prueba

Tabla 75

Datos Necesarios para Diseño de mezclas – Concreto Patrón

DATOS				
CEMENTO	YURA TIPO I		Tanda	
Relación A/C =	0.4			
Dosis de Aditivo:	HP-300	2.00%		
PROPIEDADES FISICAS				
	%	M.F	%ABS.	%HUM.
ARENA	80	3.85	3.93	4.82
VIDRIO	0	4.40	1.21	0.08
PIEDRA	20	6.69	3.18	1.57
GLOBAL	100	4.42		

Fuente: Elaboración Propia, 2020

Tabla 76

Dosificación del Diseño de Mezclas, para 1m^3 – Concreto Patrón

Materiales	P.E (kg/m^3)	Volumen (m^3)	Diseño s.s.s para 1m^3	Diseño seco para 1m^3	Correc. por humed.	Diseño correg. para 1m^3
Cemento	3150.00	0.0952	300.0 Kg	300.0 Kg		300.0 Kg
Agua	1000.00	0.1200	120.0 Kg	197.1 Kg		112.4 Kg



Arena	2699.78	0.6232	1682.4 Kg	1618.8 Kg	14.43	1696.8 Kg
Vidrio	2493.77	0.0000	0.0 Kg	0.0 Kg	0.00	0.0 Kg
Piedra	2811.99	0.1558	438.1 Kg	424.6 Kg	-6.82	431.3 Kg
HP-300	1070.00	0.0056	6.0 Kg	6.0 Kg		6.0 Kg
Aire	100.00	0.0002	2%	2%	0.00	2%
Total		1.0000	2546.5 Kg	2546.5 Kg		2546.5 Kg

Fuente: Elaboración Propia, 2020

- Dosificación del Diseño de Mezclas, para cada Tanda:

Tanda 1, compuesta por 10 Probetas Cilíndricas (10 cm de diámetro) + 10%; haciendo un Volumen Total de 0.0173 m³.

Tanda 2, compuesta por 10 Placas Rectangulares (10 x 15 x 5 cm) + 10%; haciendo un Volumen Total de 0.0165 m³.

Tabla 77

Dosificación Diseño de mezclas por Tanda – Concreto Patrón

Materiales	Diseño correg. para 1m ³	Dosificación por TANDA	
		Tanda 1	Tanda 2
Cemento	300.0 Kg	5.18 Kg	4.95 Kg
Agua	112.4 Kg	1.94 Kg	1.85 Kg
Arena	1696.8 Kg	29.32 Kg	28.00 Kg
Vidrio	0.0 Kg	0.00 Kg	0.00 Kg
Piedra	431.3 Kg	7.45 Kg	7.12 Kg
HP-300	6.0 Kg	0.10 Kg	0.10 Kg
Aire	2%		
Total	2546.5 Kg		

Fuente: Elaboración Propia, 2020



B. Gráficos y Diagramas de Interpretación:

Figura 106

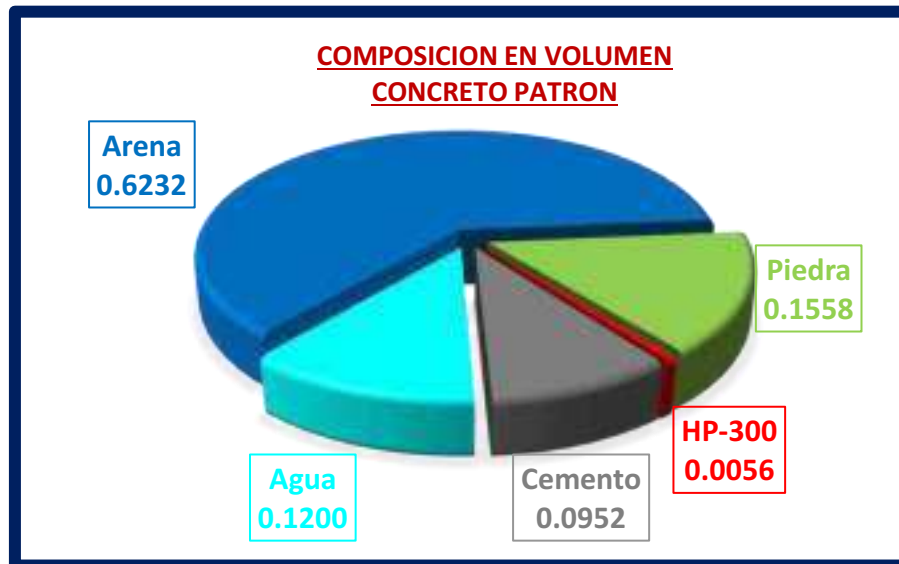
Proporción de Agregados, del Concreto Patrón



Fuente: Elaboración Propia, 2020

Figura 107

Composición en VOLUMEN de Materiales, del Concreto Patrón

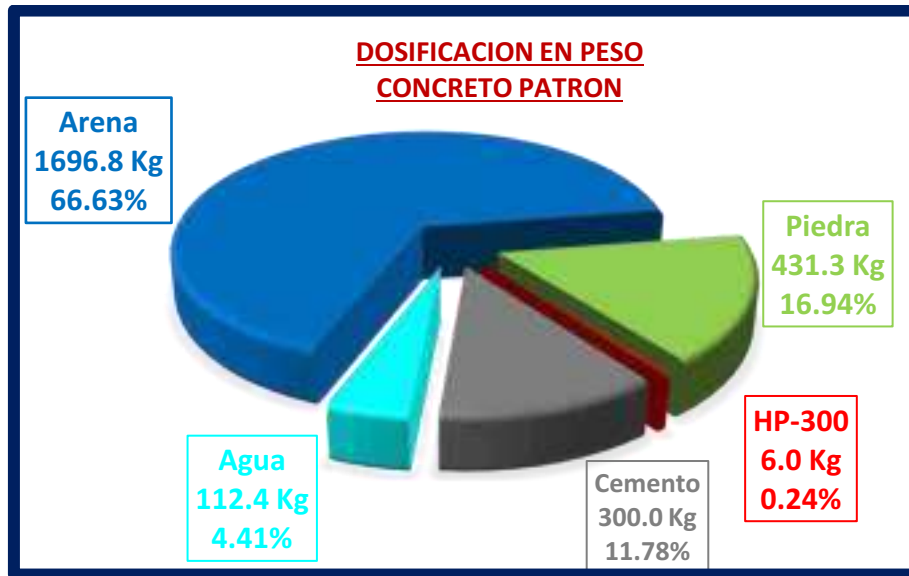


Fuente: Elaboración Propia, 2020



Figura 108

Dosificación en PESO de Materiales, del Concreto Patrón



Fuente: Elaboración Propia, 2020

C. Análisis de la Prueba.

Se puede observar que el mayor porcentaje de participación, lo tiene el Agregado Fino, esto con el propósito que el concreto sustituido más adelante tenga gran cantidad de VRM y puedan aportar otras características.

NO se realizó el reemplazo alguno la composición del agregado inicial es un 80% de agregado fino y un 20% de agregado grueso, el agregado fino representa el 0.6232 m³ de 1 m³ de concreto y en peso sería 1696.8 kg.

El reemplazo se hizo en el volumen y no en el peso.

3.6.4.1.2. Dosificación de Mezcla para el Concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$; para el Concreto Sustituido por Vidrio Molido Reciclado (VMR), en un 50%.



A. Procesamiento o cálculos de la prueba

Tabla 78

Datos Necesarios para Diseño de mezclas – Concreto sustituido, en un 50%.

DATOS				
CEMENTO	YURA TIPO I		Tanda	
Relación A/C =	0.4		0.0338	
Dosis de Aditivo:	HP-300	2.00%	m3	
PROPIEDADES FISICAS				
	%	M.F	%ABS.	%HUM.
ARENA	40	3.85	3.93	4.82
VIDRIO	40	4.40	1.21	0.08
PIEDRA	20	6.69	3.18	1.57
GLOBAL	100	4.64		

Fuente: Elaboración Propia, 2020

Tabla 79

Dosificación Diseño de mezclas por Tanda – Concreto sustituido, en un 50%.

Materiales	P.E	Volumen	Diseño	Diseño	Correc. por humed.	Diseño
	(kg/m ³)	(m ³)	s.s.s para 1m ³	seco para 1m ³		correg. para 1m ³
Cemento	3150.00	0.0952	300.0 Kg	300.0 Kg		300.0 Kg
Agua	1000.00	0.1200	120.0 Kg	174.6 Kg		128.3 Kg
Arena	2699.78	0.3116	841.2 Kg	809.4 Kg	7.24	848.4 Kg
Vidrio	2493.77	0.3116	777.0 Kg	767.7 Kg	-8.75	768.3 Kg
Piedra	2811.99	0.1558	438.1 Kg	424.6 Kg	-6.82	431.3 Kg
HP-300	1070.00	0.0056	6.0 Kg	6.0 Kg		6.0 Kg
Aire	100.00	0.0002	2%	2%	0.00	2%
Total		1.0000	2482.3 Kg	2482.3 Kg		2482.3 Kg

Fuente: Elaboración Propia, 2020

- Dosificación del Diseño de Mezclas, para cada Tanda:

Tanda 1, compuesta por 10 Probetas Cilíndricas (10 cm de diámetro) + 10%; haciendo un Volumen Total de 0.0173 m3.

Tanda 2, compuesta por 10 Placas Rectangulares (10 x 15 x 5 cm) + 10%; haciendo un Volumen Total de 0.0165 m3.

Tabla 80

Dosificación Diseño de mezclas por Tanda – Concreto sustituido, en un 50%.

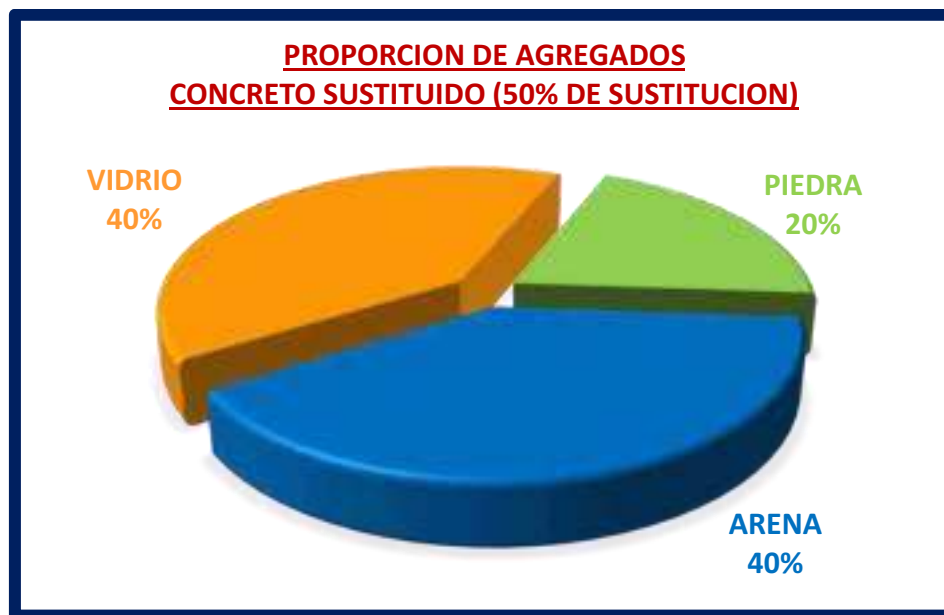
Materiales	Diseño correg. para 1m ³	Dosificación por TANDA	
		Tanda 1	Tanda 2
Cemento	300.0 Kg	5.18 Kg	4.95 Kg
Agua	128.3 Kg	2.22 Kg	2.12 Kg
Arena	848.4 Kg	14.66 Kg	14.00 Kg
Vidrio	768.3 Kg	13.27 Kg	12.68 Kg
Piedra	431.3 Kg	7.45 Kg	7.12 Kg
HP-300	6.0 Kg	0.10 Kg	0.10 Kg
Aire	2%		
Total	2482.3 Kg		

Fuente: Elaboración Propia, 2020

B. Gráficos y Diagramas de Interpretación:

Figura 109

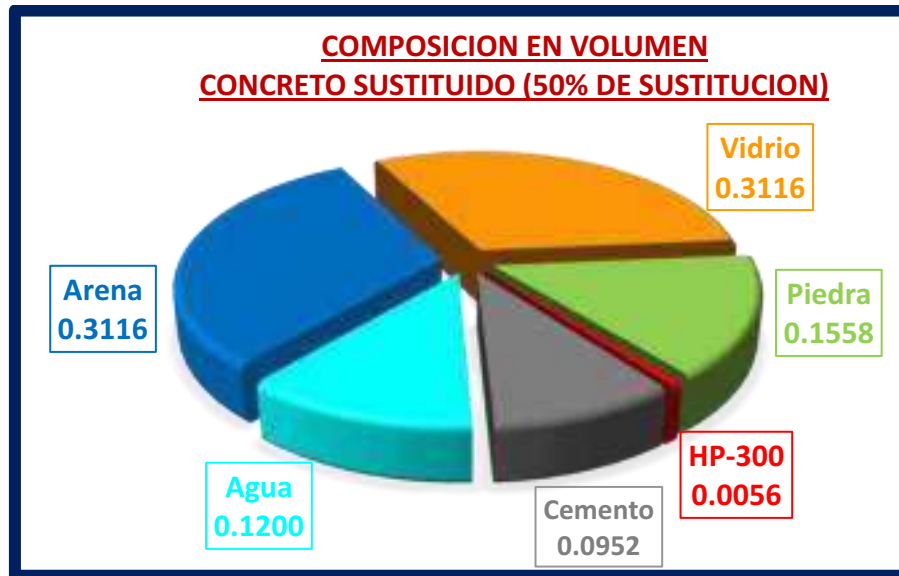
Proporción de Agregados, del Concreto Sustituido por VRM, en un 50%.



Fuente: Elaboración Propia, 2020

Figura 110

Composición en VOLUMEN de Materiales, del Concreto Sustituido por VRM, en un 50%.



Fuente: Elaboración Propia, 2020

Figura 111

Dosificación en PESO de Materiales, del Concreto Sustituido por VRM, en un 50%.



Fuente: Elaboración Propia, 2020

C. Análisis de la prueba

Se realizó el reemplazo del 50% de la composición del agregado fino, modificándose la composición del agregado a un 40% de vidrio, que representa el 0.3116 m³ de 1 m³ de concreto y en peso sería 768.3 kg.



3.6.4.1.3. Dosificación de Mezcla para el Concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$; para el Concreto Sustituido por Vidrio Molido Reciclado (VMR), en un 75%.

A. Procesamiento o cálculos de la prueba

Tabla 81

Datos Necesarios para Diseño de mezclas – Concreto sustituido, en un 75%.

DATOS				
CEMENTO	YURA TIPO I		Tanda	
Relación A/C =	0.4		0.0338	
Dosis de Aditivo:	HP-300	2.00%	m3	
PROPIEDADES FISICAS				
	%	M.F	%ABS.	%HUM.
ARENA	20	3.85	3.93	4.82
VIDRIO	60	4.40	1.21	0.08
PIEDRA	20	6.69	3.18	1.57
GLOBAL	100	4.75		

Fuente: Elaboración Propia, 2020

Tabla 82

Dosificación Diseño de mezclas por Tanda – Concreto sustituido, en un 75%.

Materiales	P.E (kg/m ³)	Volumen (m ³)	Diseño s.s.s para 1m ³	Diseño seco para 1m ³	Correc. por humed.	Diseño correg. para 1m ³
Cemento	3150.00	0.0952	300.0 Kg	300.0 Kg		300.0 Kg
Agua	1000.00	0.1200	120.0 Kg	163.4 Kg		136.3 Kg
Arena	2699.78	0.1558	420.6 Kg	404.7 Kg	3.62	424.2 Kg
Vidrio	2493.77	0.4674	1165.5 Kg	1151.5 Kg	-13.12	1152.4 Kg
Piedra	2811.99	0.1558	438.1 Kg	424.6 Kg	-6.82	431.3 Kg
HP-300	1070.00	0.0056	6.0 Kg	6.0 Kg		6.0 Kg
Aire	100.00	0.0002	2%	2%	0.00	2%
Total		1.0000	2450.2 Kg	2450.2 Kg		2450.2 Kg

Fuente: Elaboración Propia, 2020

- Dosificación del Diseño de Mezclas, para cada Tanda:

Tanda 1, compuesta por 10 Probetas Cilíndricas (10 cm de diámetro) + 10%; haciendo un Volumen Total de 0.0173 m³.

Tanda 2, compuesta por 10 Placas Rectangulares (10 x 15 x 5 cm) + 10%; haciendo un Volumen Total de 0.0165 m³.



Tabla 83

Dosificación Diseño de mezclas por Tanda – Concreto sustituido, en un 50%.

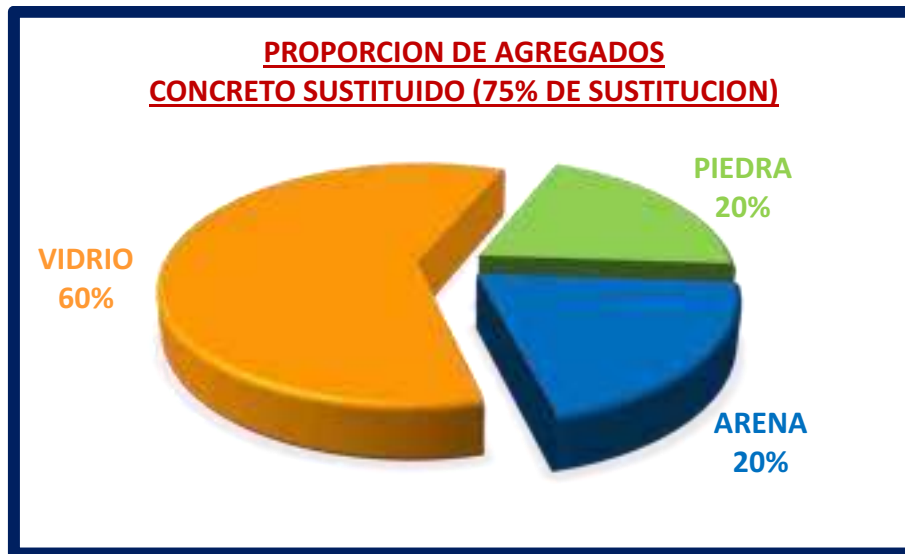
Materiales	Diseño correg. para 1m ³	Dosificación por TANDA	
		Tanda 1	Tanda 2
Cemento	300.0 Kg	5.18 Kg	4.95 Kg
Agua	136.3 Kg	2.36 Kg	2.25 Kg
Arena	424.2 Kg	7.33 Kg	7.00 Kg
Vidrio	1152.4 Kg	19.91 Kg	19.01 Kg
Piedra	431.3 Kg	7.45 Kg	7.12 Kg
HP-300	6.0 Kg	0.10 Kg	0.10 Kg
Aire	2%		
Total	2450.2 Kg		

Fuente: Elaboración Propia, 2020

B. Gráficos y Diagramas de Interpretación:

Figura 112

Proporción de Agregados, del Concreto Sustituido por VRM, en un 75%.

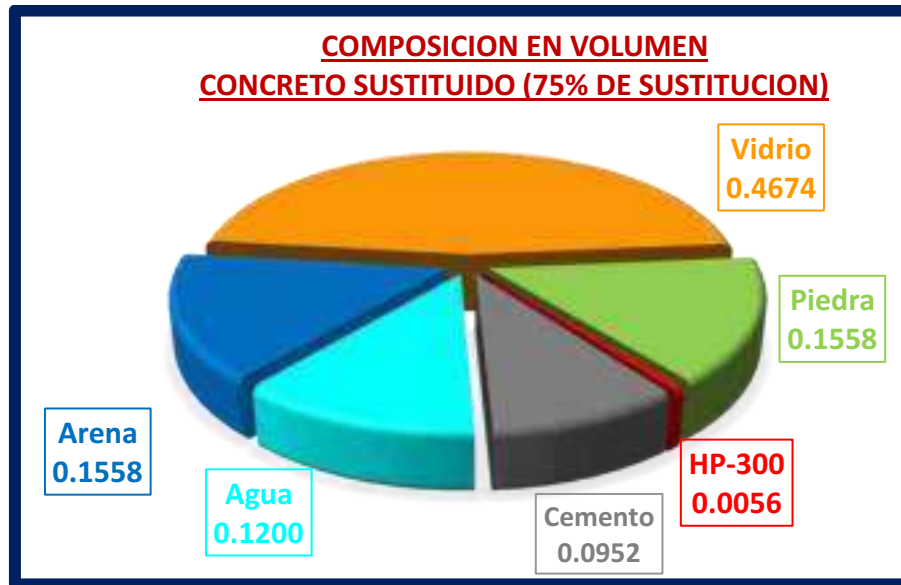


Fuente: Elaboración Propia, 2020



Figura 113

Composición en VOLUMEN de Materiales, del Concreto Sustituido por VRM, en un 75%.



Fuente: Elaboración Propia, 2020

Figura 114

Dosificación en PESO de Materiales, del Concreto Sustituido por VRM, en un 75%.



Fuente: Elaboración Propia, 2020

C. Análisis de la prueba.

Se realizó el reemplazo del 75% de la composición del agregado fino, modificándose la composición del agregado a un 60% de vidrio, que representa el 0.4674 m³ de 1 m³ de concreto y en peso sería 1152.4 kg.



3.6.4.1.4. Dosificación de Mezcla para el Concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$; para el Concreto Sustituido por Vidrio Molido Reciclado (VMR), en un 100%.

A. Procesamiento o cálculos de la prueba

Tabla 84

Datos Necesarios para Diseño de mezclas – Concreto sustituido, en un 100%.

DATOS				
CEMENTO	YURA TIPO I		Tanda	
Relación A/C =	0.4		0.0338	
Dosis de Aditivo:	HP-300	2.00%	m3	
PROPIEDADES FISICAS				
	%	M.F	%ABS.	%HUM.
ARENA	0	3.85	3.93	4.82
VIDRIO	80	4.40	1.21	0.08
PIEDRA	20	6.69	3.18	1.57
GLOBAL	100	4.86		

Fuente: Elaboración Propia, 2020

Tabla 85

Dosificación Diseño de mezclas por Tanda – Concreto sustituido, en un 100%.

Materiales	P.E (kg/m^3)	Volumen (m^3)	Diseño s.s.s para 1m^3	Diseño seco para 1m^3	Correc. por humed.	Diseño correg. para 1m^3
Cemento	3150.00	0.0952	300.0 Kg	300.0 Kg		300.0 Kg
Agua	1000.00	0.1200	120.0 Kg	152.1 Kg		144.3 Kg
Arena	2699.78	0.0000	0.0 Kg	0.0 Kg	0.00	0.0 Kg
Vidrio	2493.77	0.6232	1554.0 Kg	1535.4 Kg	-17.50	1536.5 Kg
Piedra	2811.99	0.1558	438.1 Kg	424.6 Kg	-6.82	431.3 Kg
HP-300	1070.00	0.0056	6.0 Kg	6.0 Kg		6.0 Kg
Aire	100.00	0.0002	2%	2%	0.00	2%
Total		1.0000	2418.1 Kg	2418.1 Kg		2418.1 Kg

Fuente: Elaboración Propia, 2020

- Dosificación del Diseño de Mezclas, para cada Tanda:

Tanda 1, compuesta por 10 Probetas Cilíndricas (10 cm de diámetro) + 10%; haciendo un Volumen Total de 0.0173 m^3 .

Tanda 2, compuesta por 10 Placas Rectangulares (10 x 15 x 5 cm) + 10%; haciendo un Volumen Total de 0.0165 m^3 .

Tabla 86

Dosificación Diseño de mezclas por Tanda – Concreto sustituido, en un 50%.

Materiales	Diseño correg. para 1m ³	Dosificación por TANDA	
		Tanda 1	Tanda 2
Cemento	300.0 Kg	5.18 Kg	4.95 Kg
Agua	144.3 Kg	2.49 Kg	2.38 Kg
Arena	0.0 Kg	0.00 Kg	0.00 Kg
Vidrio	1536.5 Kg	26.55 Kg	25.35 Kg
Piedra	431.3 Kg	7.45 Kg	7.12 Kg
HP-300	6.0 Kg	0.10 Kg	0.10 Kg
Aire	2%		
Total	2418.1 Kg		

Fuente: Elaboración Propia, 2020

B. Gráficos y Diagramas de interpretación:

Figura 115

Proporción de Agregados, del Concreto Sustituido por VRM, en un 100%.

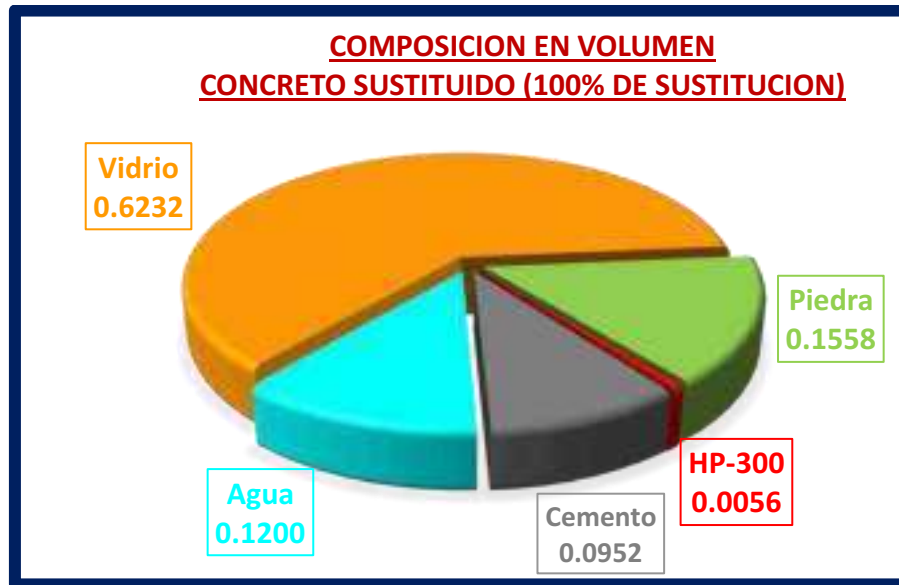


Fuente: Elaboración Propia, 2020



Figura 116

Composición en VOLUMEN de Materiales, del Concreto Sustituido por VRM, en un 100%.



Fuente: Elaboración Propia, 2020

Figura 117

Dosificación en PESO de Materiales, del Concreto Sustituido por VRM, en un 100%.



Fuente: Elaboración Propia, 2020

C. Análisis de la prueba.

Se realizó el reemplazo del 100% de la composición del agregado fino, modificándose la composición del agregado a un 80% de vidrio, que representa el 0.6232 m³ de 1 m³ de concreto y en peso sería 1535.5 kg.



3.6.5. Análisis del Revenimiento del Concreto (Slump Test)

Para el Análisis de la Consistencia del Concreto (Slump Test), se realizó la toma de datos de 3 ensayos realizados inmediatamente después de terminar con el proceso de mezclado del concreto, para cada tanda de concreto producido.

A. Procesamiento o cálculos de la prueba

Tabla 87

Análisis del Revenimiento del Concreto (Slump Test)

F'c:	210 kg/cm²	Concreto:			Patron	
Tanda	Cantidad de muestras	Ensayo n°1 (cm)	Ensayo n°2 (cm)	Ensayo n°3 (cm)	Promedio (cm) (pulg)	
1	10 Probetas Cilindricas	10.1	9.8	9.7	9.87	3.88
2	10 Placas Rectangulares	9.5	10.3	9.4	9.73	3.83
F'c:	210 kg/cm²	Concreto:			Sustituido, por (VRM), en un 50%.	
Tanda	Cantidad de muestras	Ensayo n°1 (cm)	Ensayo n°2 (cm)	Ensayo n°3 (cm)	Promedio (cm) (pulg)	
1	10 Probetas Cilindricas	12.6	12.2	12.4	12.40	4.88
2	10 Placas Rectangulares	12.1	12.1	11.9	12.03	4.74
F'c:	210 kg/cm²	Concreto:			Sustituido, por (VRM), en un 75%.	
Tanda	Cantidad de muestras	Ensayo n°1 (cm)	Ensayo n°2 (cm)	Ensayo n°3 (cm)	Promedio (cm) (pulg)	
1	10 Probetas Cilindricas	14.2	13.9	13.65	13.92	5.48
2	10 Placas Rectangulares	13.6	13.7	13.2	13.50	5.31
F'c:	210 kg/cm²	Concreto:			Sustituido, por (VRM), en un 100%.	
Tanda	Cantidad de muestras	Ensayo n°1 (cm)	Ensayo n°2 (cm)	Ensayo n°3 (cm)	Promedio (cm) (pulg)	
1	10 Probetas Cilindricas	15.4	15.5	14.8	15.23	6.00
2	10 Placas Rectangulares	15.1	14.7	15.1	14.97	5.89

En cada Tanda se elaboraron 10 muestras + un 10% adicional.
La capacidad de la olla es de 125 Lts (1/4 de bolsa de cemento).

Fuente: Elaboración Propia, 2020

B. Gráficos y Diagramas de Interpretación.

Figura 118

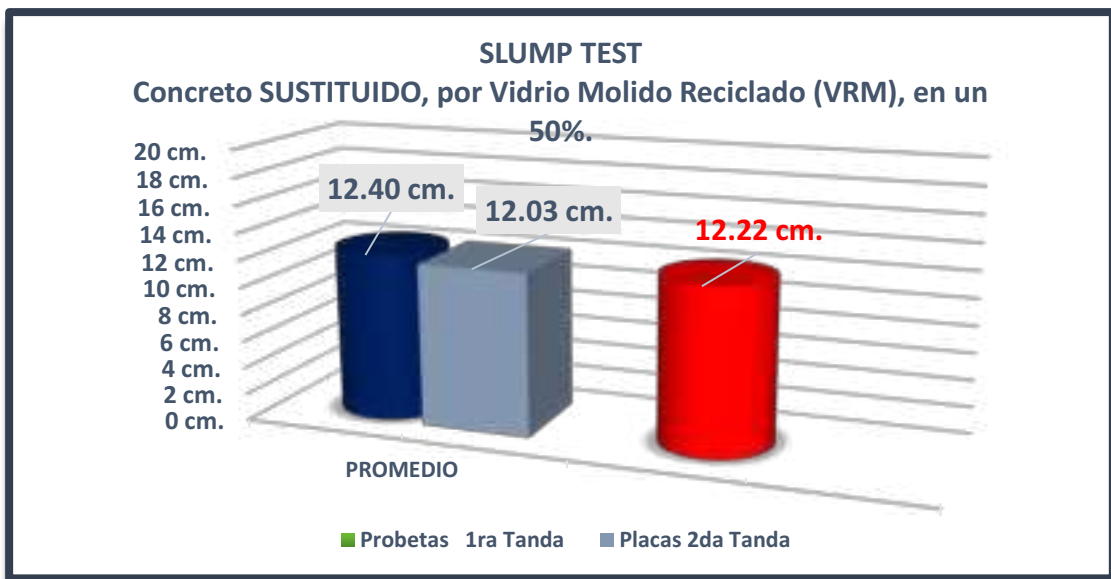
SLUMP TEST - Concreto PATRON



Fuente: Elaboración Propia, 2020

Figura 119

SLUMP TEST - Concreto SUSTITUIDO, por Vidrio Reciclado Molido (VRM), en un 50%.



Fuente: Elaboración Propia, 2020



Figura 120

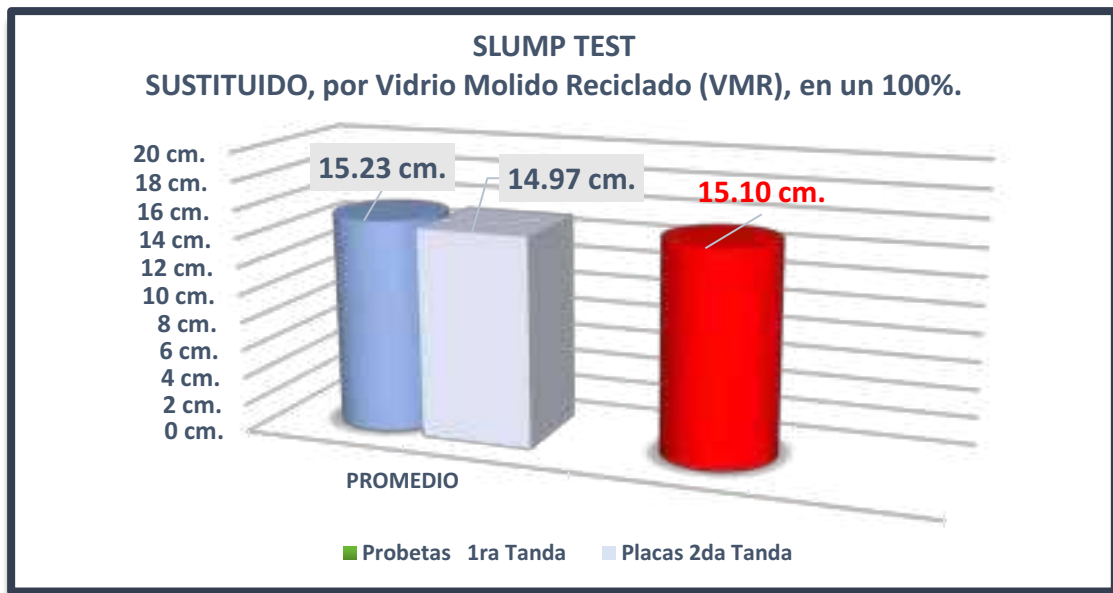
SLUMP TEST - Concreto SUSTITUIDO, por Vidrio Reciclado Molido (VRM), en un 75%.



Fuente: Elaboración Propia, 2020

Figura 121

SLUMP TEST - Concreto SUSTITUIDO, por Vidrio Reciclado Molido (VRM), en un 100%.



Fuente: Elaboración Propia, 2020

C. Análisis de la prueba

Se evidencia que a medida que incrementa la cantidad de vidrio en el concreto, el slump también incrementa. El concreto Patrón tiene un Slump igual a 9.80 cm equivalente a 3.86” el



reemplazado al 100%, tiene un Slump igual a 15.10 cm equivalente a 5.94” y esto demuestra que la mezcla es más inestable por que el vidrio no tiene la propiedad de absorber el agua, entonces la mezcla es más suelta, y también existe la perdida de adherencia entre las partículas.

3.6.6. Análisis de Peso Volumétrico de Muestras

Para el análisis de los valores obtenidos del Peso Volumétrico de Muestras, solo se usó los valores que cumplan con el Criterio de Rechazo de Chauvenet.

3.6.6.1. Análisis de Peso Volumétrico de Probetas Cilíndricas (PC)

3.6.6.1.1. Análisis de Peso Volumétrico de Probetas Cilíndricas, para el Concreto Patrón.

A. Procesamiento o cálculos de la prueba

Tabla 88

Análisis de Datos de Peso Volumétrico (PC), mediante Criterio de Chauvenet, para el Concreto Patrón – 1ra Verificación.

Concreto Patron - PROBETAS				P. VOL (Kg/m3)	Prom. P. Vol (Kg/m3)	Desv. Est. s	Criterio de Chauvenet k(n) n=10		1.96
Nº	A (m2)	V (m3)	P (Kg)				Lim. Inf. kg/m3	Lim. Sup. kg/m3	
				Xi	X				
1	0.0083	0.0017	3.99	2334.12	2336.21	17.69	2301.54	2370.89	OK
2	0.0083	0.0017	4.04	2357.17					OK
3	0.0083	0.0017	3.97	2326.12					OK
4	0.0080	0.0016	3.75	2296.65					NO _i
5	0.0083	0.0017	4.00	2329.96					OK
6	0.0082	0.0017	4.02	2357.40					OK
7	0.0082	0.0017	3.93	2338.66					OK
8	0.0083	0.0017	4.03	2342.91					OK
9	0.0082	0.0017	3.99	2348.09					OK
10	0.0082	0.0017	3.94	2331.07					OK

Fuente: Elaboración Propia, 2020

Después de la 1ra Verificación, los datos y resultados del Análisis son:

- Cantidad de Muestras: 10 Muestras
- Coeficiente k(n), del Criterio de Chauvenet: **1.96**
- Límite Inferior: 2301.54 kg/m3.
- Limite Superior: 2370.89 kg/m3.



- Valor Excluido: **2296.65 kg/m³**.
- Desviación estándar: 17.89
- Media o Promedio: 2336.21 kg/m³.

Tabla 89

Análisis de Datos de Peso Volumétrico (PC), mediante Criterio de Chauvenet, para el Concreto Patrón – 2da Verificación.

N°	Concreto Patron - PROBETAS			P. VOL (Kg/m ³) Xi	Prom. P. Vol (Kg/m ³) X	Desv. Est. s	Criterio de Chauvenet k(n) n=9		1.92 Aceptacion
	A	V	P				Lim. Inf. kg/m ³	Lim. Sup. kg/m ³	
	(m ²)	(m ³)	(Kg)						
1	0.0083	0.0017	3.99	2334.12					OK
2	0.0083	0.0017	4.04	2357.17					OK
3	0.0083	0.0017	3.97	2326.12					OK
4									Eliminado
5	0.0083	0.0017	4.00	2329.96	2340.61	11.61	2318.32	2362.90	OK
6	0.0082	0.0017	4.02	2357.40					OK
7	0.0082	0.0017	3.93	2338.66					OK
8	0.0083	0.0017	4.03	2342.91					OK
9	0.0082	0.0017	3.99	2348.09					OK
10	0.0082	0.0017	3.94	2331.07					OK

Fuente: Elaboración Propia, 2020

Después de la 2da Verificación, los datos y resultados del Análisis son:

- Cantidad de Muestras: 9 Muestras
- Coeficiente k(n), del Criterio de Chauvenet: **1.92**
- Límite Inferior: 2318.32 kg/m³.
- Limite Superior: 2362.90 kg/m³.
- Valor Excluido: **NINGUNO**.
- Desviación estándar: 11.61
- **Media o Promedio: 2340.61 kg/m³**.

B. Gráficos y Diagramas de Interpretación.

Figura 122

Peso Volumétrico (PC) - Concreto PATRON.



Fuente: Elaboración Propia, 2020

C. Análisis de la prueba

Según el criterio de Chauvenet, la muestra N°04 igual a 2296.65kg/m³, fue excluida en la primera verificación por no estar dentro de los límites, teniendo una desviación estándar de 17.89.

En la segunda verificación, no fue excluida ninguna muestra, así que trabajamos con dichos valores, obteniendo el valor promedio de 2340.61 kg/m³.

3.6.6.1.2. Análisis de Peso volumétrico de Probetas Cilíndricas, para el Concreto Sustituido por Vidrio Molido Reciclado (VMR), en un 50%.

A. Procesamiento o cálculos de la prueba



Tabla 90

Análisis de Datos de Peso Volumétrico (PC), mediante Criterio de Chauvenet, para el Concreto Sustituido por (VMR), en un 50% – 1ra Verificación.

N°	Concreto Sustituido (50%) - PROBETAS			P. VOL (Kg/m3)	Prom. P. Vol (Kg/m3)	Desv. Est.	Criterio de Chauvenet k(n) n=10		Aceptacion
	A	V	P				Lim. Inf.	Lim. Sup.	
	(m2)	(m3)	(Kg)				kg/m3	kg/m3	
1	0.0082	0.0017	4.038	2362.48					NO _i
2	0.0083	0.0017	3.927	2293.53					OK
3	0.0080	0.0016	3.797	2327.23					OK
4	0.0082	0.0017	3.873	2289.11					OK
5	0.0082	0.0017	3.922	2295.05	2315.32	23.43	2269.39	2361.24	OK
6	0.0082	0.0017	3.944	2303.88					OK
7	0.0082	0.0017	3.921	2298.07					OK
8	0.0082	0.0017	4.006	2333.57					OK
9	0.0082	0.0017	3.974	2330.07					OK
10	0.0083	0.0017	3.997	2320.16					OK

Fuente: Elaboración Propia, 2020

Después de la 1ra Verificación, los datos y resultados del Análisis son:

- Cantidad de Muestras: 10 Muestras
- Coeficiente k(n), del Criterio de Chauvenet: **1.96**
- Límite Inferior: 2269.39 kg/m3.
- Limite Superior: 2361.24 kg/m3.
- Valor Excluido: **2362.48 kg/m3.**
- Desviación estándar: 23.43
- Media o Promedio: 2315.32 kg/m3.



Tabla 91

Análisis de Datos de Peso Volumétrico (PC), mediante Criterio de Chauvenet, para el Concreto Sustituido por (VRM), en un 50% – 2da Verificación.

Concreto Sustituido (50%) - PROBETAS							Criterio de Chauvenet k(n) n=9		1.92
Nº	A	V	P	P. VOL (Kg/m3)	Prom. P. Vol (Kg/m3)	Desv. Est.	Lim. Inf.	Lim. Sup.	Aceptacion
	(m2)	(m3)	(Kg)	Xi	X	s	kg/m3	kg/m3	
1									Eliminado
2	0.0083	0.0017	3.927	2293.53					OK
3	0.0080	0.0016	3.797	2327.23					OK
4	0.0082	0.0017	3.873	2289.11					OK
5	0.0082	0.0017	3.922	2295.05	2310.08	17.57	2276.34	2343.81	OK
6	0.0082	0.0017	3.944	2303.88					OK
7	0.0082	0.0017	3.921	2298.07					OK
8	0.0082	0.0017	4.006	2333.57					OK
9	0.0082	0.0017	3.974	2330.07					OK
10	0.0083	0.0017	3.997	2320.16					OK

Fuente: Elaboración Propia, 2020

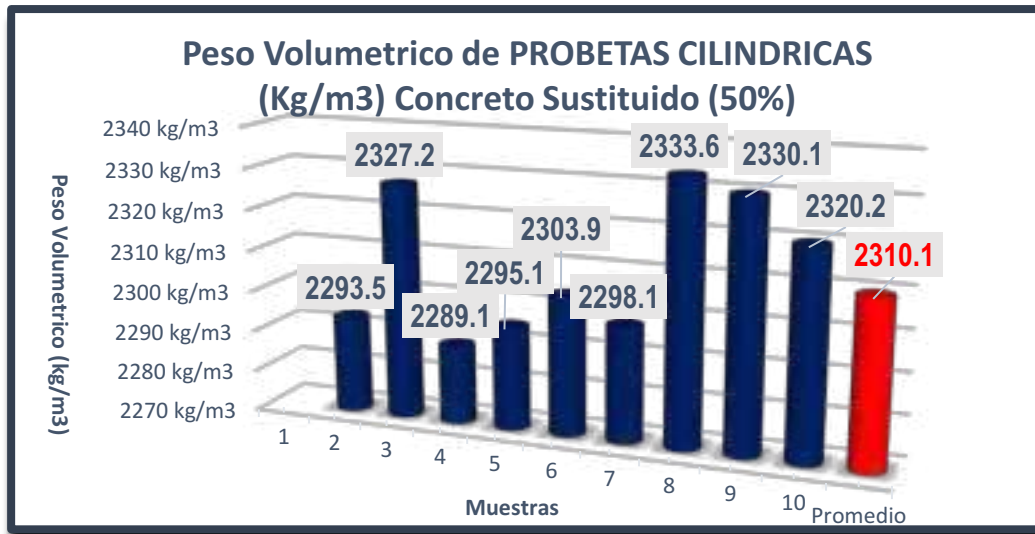
Después de la 2da Verificación, los datos y resultados del Análisis son:

- Cantidad de Muestras: 9 Muestras
- Coeficiente k(n), del Criterio de Chauvenet: **1.92**
- Límite Inferior: 2276.34 kg/m3.
- Limite Superior: 2343.81 kg/m3.
- Valor Excluido: **NINGUNO.**
- Desviación estándar: 17.57
- **Media o Promedio: 2310.08 kg/m3.**

B. Gráficos y Diagramas de Interpretación.

Figura 123

Peso Volumétrico (PC) - Concreto SUSTITUIDO, por (VRM), en un 50%.



Fuente: Elaboración Propia, 2020

C. Análisis de la prueba

En la evaluación de peso volumétrico de muestras con 50% de vidrio, la muestra N°01 es eliminado por no estar dentro de los límites que nos da el criterio de Chauvenet, en la segunda verificación no hay ningún valor excluido, dando un valor promedio de 2310.08 kg/m³.

3.6.6.1.3. Análisis de Peso Volumétrico de Probetas Cilíndricas, para el Concreto Sustituido por Vidrio Molido Reciclado (VMR), en un 75%.



A. Procesamiento o cálculos de la prueba

Tabla 92

Análisis de Datos de Peso Volumétrico (PC), mediante Criterio de Chauvenet, para el Concreto Sustituido por (VRM), en un 75%. – 1ra Verificación.

N°	Concreto Sustituido (75%) - PROBETAS			P. VOL (Kg/m ³) Xi	Prom. P. Vol (Kg/m ³) X	Desv. Est. s	Criterio de Chauvenet k(n) n=10		Aceptacion
	A	V	P				Lim. Inf.	Lim. Sup.	
	(m ²)	(m ³)	(Kg)				kg/m ³	kg/m ³	
1	0.0082	0.0017	3.918	2302.52					OK
2	0.0082	0.0017	3.977	2301.03					OK
3	0.0083	0.0017	3.923	2271.78					OK
4	0.0080	0.0016	3.737	2268.29					OK
5	0.0082	0.0017	3.902	2279.22	2295.47	17.30	2261.55	2329.38	OK
6	0.0083	0.0017	4.006	2304.75					OK
7	0.0082	0.0017	3.896	2295.80					OK
8	0.0082	0.0017	3.883	2296.48					OK
9	0.0082	0.0017	3.954	2318.31					OK
10	0.0082	0.0017	3.909	2316.47					OK

Fuente: Elaboración Propia, 2020

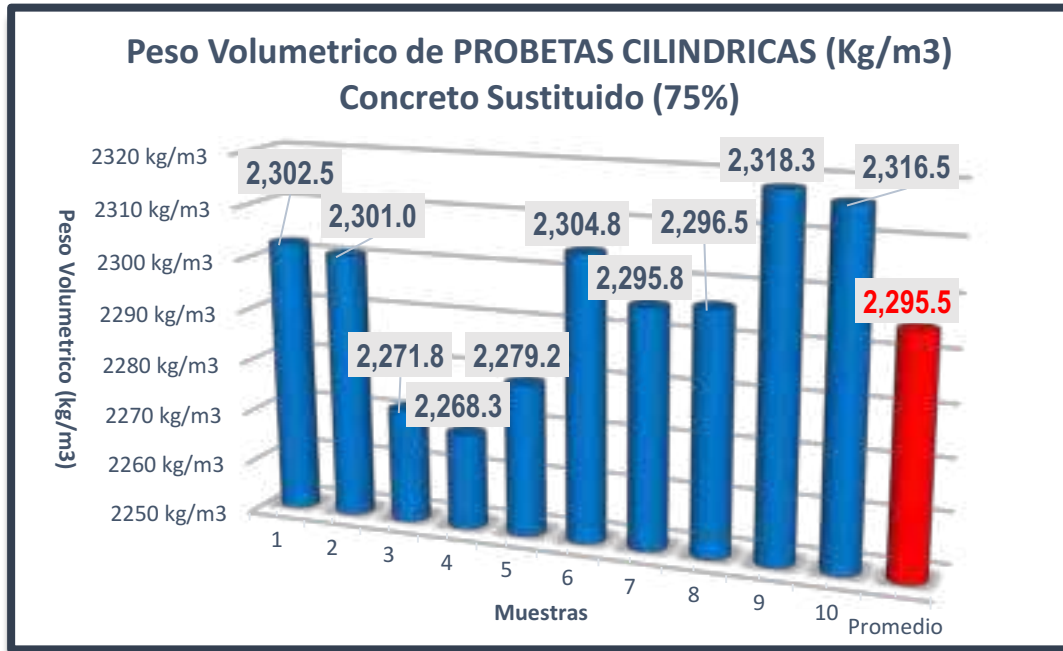
Después de la 1ra Verificación, los datos y resultados del Análisis son:

- Cantidad de Muestras: 10 Muestras
- Coeficiente k(n), del Criterio de Chauvenet: **1.96**
- Límite Inferior: 2261.55 kg/m³.
- Limite Superior: 2329.38 kg/m³.
- Valor Excluido: **NINGUNO**.
- Desviación estándar: 17.30
- Media o Promedio: **2295.47 kg/m³**.

B. Gráficos y Diagramas de Interpretación.

Figura 124

Peso Volumétrico (PC) - Concreto SUSTITUIDO, por (VRM), en un 75%.



Fuente: Elaboración Propia, 2020

C. Análisis de la prueba

Para las muestras de 75% de vidrio, aplicamos el criterio de Chauvenet dando como resultado, ninguna exclusión de datos, se evaluaron las 10 muestras dando un valor promedio de 2295.47 kg/m³.

3.6.6.1.4. Análisis de Peso Volumétrico de Probetas Cilíndricas, para el Concreto Sustituido por Vidrio Molido Reciclado (VMR), en un 100%.

A. Procesamiento o cálculos de la prueba



Tabla 93

Análisis de Datos de Peso volumétrico (PC), mediante Criterio de Chauvenet, para el Concreto Sustituido por (VRM), en un 100%. – 1ra Verificación.

Concreto Sustituido (100%) - PROBETAS				P. VOL (Kg/m ³)	Prom. P. Vol (Kg/m ³)	Desv. Est.	Criterio de Chauvenet k(n) n=10		1.96
N°	A	V	P				Lim. Inf.	Lim. Sup.	
	(m ²)	(m ³)	(Kg)	Xi	X	s	kg/m ³	kg/m ³	
1	0.0083	0.0017	3.966	2269.33					OK
2	0.0083	0.0017	3.825	2219.89					OK
3	0.0082	0.0017	3.814	2234.94					OK
4	0.0083	0.0017	3.862	2222.10					OK
5	0.0081	0.0017	3.487	2107.56	2213.61	45.48	2124.47	2302.75	NO _i
6	0.0083	0.0017	3.818	2208.91					OK
7	0.0083	0.0017	3.829	2221.02					OK
8	0.0083	0.0017	3.906	2254.43					OK
9	0.0082	0.0017	3.810	2226.58					OK
10	0.0083	0.0017	3.774	2171.36					OK

Fuente: Elaboración Propia, 2020

Después de la 1ra Verificación, los datos y resultados del Análisis son:

- Cantidad de Muestras: 10 Muestras
- Coeficiente k(n), del Criterio de Chauvenet: **1.96**
- Límite Inferior: 2124.47 kg/m³.
- Limite Superior: 2302.75 kg/m³.
- Valor Excluido: **2107.56 kg/m³**.
- Desviación estándar: 45.48
- Media o Promedio: 2213.61 kg/m³.



Tabla 94

Análisis de Datos de Peso Volumétrico (PC), mediante Criterio de Chauvenet, para el Concreto Sustituido por (VRM), en un 100%. – 2da Verificación.

N°	Concreto Sustituido (100%) - PROBETAS			P. VOL (Kg/m3) Xi	Prom. P. Vol (Kg/m3) X	Desv. Est. s	Criterio de Chauvenet k(n) n=9		Aceptacion
	A	V	P				Lim. Inf.	Lim. Sup.	
	(m2)	(m3)	(Kg)				kg/m3	kg/m3	
1	0.0083	0.0017	3.966	2269.33					OK
2	0.0083	0.0017	3.825	2219.89					OK
3	0.0082	0.0017	3.814	2234.94					OK
4	0.0083	0.0017	3.862	2222.10					OK
5					2225.40	27.65	2172.30	2278.49	Eliminado
6	0.0083	0.0017	3.818	2208.91					OK
7	0.0083	0.0017	3.829	2221.02					OK
8	0.0083	0.0017	3.906	2254.43					OK
9	0.0082	0.0017	3.810	2226.58					OK
10	0.0083	0.0017	3.774	2171.36					NO _i

Fuente: Elaboración Propia, 2020

Después de la 2da Verificación, los datos y resultados del Análisis son:

- Cantidad de Muestras: 9 Muestras
- Coeficiente k(n), del Criterio de Chauvenet: **1.92**
- Límite Inferior: 2172.30 kg/m3.
- Limite Superior: 2278.49 kg/m3.
- Valor Excluido: **2171.36 kg/m3.**
- Desviación estándar: 27.65
- Media o Promedio: 2225.40 kg/m3.



Tabla 95

Análisis de Datos de Peso Volumétrico (PC), mediante Criterio de Chauvenet, para el Concreto Sustituido por (VRM), en un 100%. – 3ra Verificación.

Concreto Sustituido (100%) - PROBETAS				P. VOL (Kg/m3)	Prom. P. Vol (Kg/m3)	Desv. Est.	Criterio de Chauvenet k(n) n=9		1.86
N°	A	V	P				Lim. Inf.	Lim. Sup.	
	(m2)	(m3)	(Kg)	Xi	X	s	kg/m3	kg/m3	
1	0.0083	0.0017	3.966	2269.33					OK
2	0.0083	0.0017	3.825	2219.89					OK
3	0.0082	0.0017	3.814	2234.94					OK
4	0.0083	0.0017	3.862	2222.10					OK
5					2232.15	20.12	2194.73	2269.57	Eliminado
6	0.0083	0.0017	3.818	2208.91					OK
7	0.0083	0.0017	3.829	2221.02					OK
8	0.0083	0.0017	3.906	2254.43					OK
9	0.0082	0.0017	3.810	2226.58					OK
10									Eliminado

Fuente: Elaboración Propia, 2020

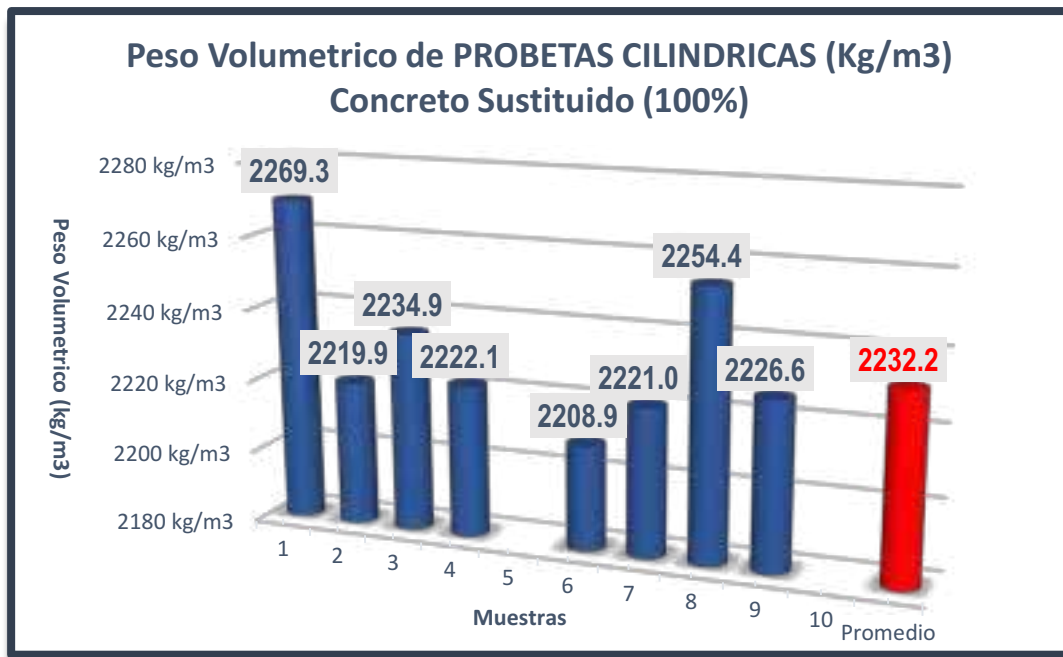
Después de la 3ra Verificación, los datos y resultados del Análisis son:

- Cantidad de Muestras: 8 Muestras
- Coeficiente k(n), del Criterio de Chauvenet: **1.86**
- Límite Inferior: 2194.73 kg/m3.
- Limite Superior: 2269.57 kg/m3.
- Valor Excluido: **NINGUNO.**
- Desviación estándar: 20.12
- Media o Promedio: **2232.15 kg/m3.**

B. Gráficos y Diagramas de Interpretación.

Figura 125

Peso Volumétrico (PC) - Concreto SUSTITUIDO, por (VRM), en un 100%.



Fuente: Elaboración Propia, 2020

C. Análisis de la prueba

Para los valores de las muestras con 100% de vidrio, se tuvieron que hacer 3 verificaciones de exclusión por no estar dentro de los límites que nos indica el criterio de Chauvenet, dando como la cantidad de muestras evaluadas al final de 08 y con un valor promedio de 2232.15 kg/m³.

3.6.6.2. Análisis de Peso Volumétrico de Placas Rectangulares (PR)

3.6.6.2.1. Análisis de Peso Volumétrico de Placas Rectangulares, para el Concreto Patrón.



A. Procesamiento o cálculos de la prueba

Tabla 96

Análisis de Datos de Peso Volumétrico (PR), mediante Criterio de Chauvenet, para el Concreto Patrón – 1ra Verificación.

Concreto Patron - PLACAS			P. VOL (Kg/m ³)	Prom. P. Vol (Kg/m ³)	Desv. Est.	Criterio de Chauvenet k(n) n=10		1.96
N°	V	P				Lim. Inf.	Lim. Sup.	
	(m ³)	(Kg)	Xi	X	s	kg/m ³	kg/m ³	
1	0.0015	3.435	2319.22					OK
2	0.0015	3.429	2348.70					OK
3	0.0015	3.509	2374.84					OK
4	0.0015	3.462	2345.35					OK
5	0.0015	3.464	2332.66	2358.60	24.78	2310.03	2407.17	OK
6	0.0015	3.512	2376.87					OK
7	0.0014	3.422	2369.11					OK
8	0.0014	3.433	2402.98					OK
9	0.0015	3.456	2344.86					OK
10	0.0015	3.501	2371.39					OK

Fuente: Elaboración Propia, 2020

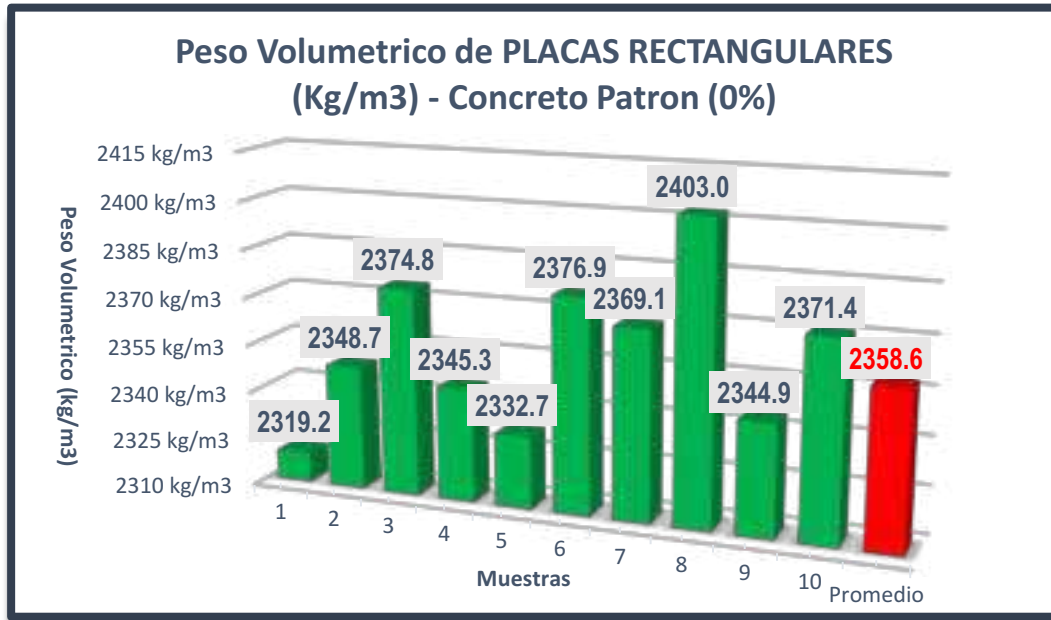
Después de la 1ra Verificación, los datos y resultados del Análisis son:

- Cantidad de Muestras: 10 Muestras
- Coeficiente k(n), del Criterio de Chauvenet: **1.96**
- Límite Inferior: 2310.03 kg/m³.
- Limite Superior: 2407.17 kg/m³.
- Valor Excluido: **NINGUNO.**
- Desviación estándar: 24.78
- Media o Promedio: **2358.60 kg/m³.**

B. Gráficos y Diagramas de Interpretación.

Figura 126

Peso Volumétrico (PR) - Concreto PATRON



Fuente: Elaboración Propia, 2020

C. Análisis de la prueba

No hubo ninguna muestra excluida, según el criterio de Chauvenet, se trabajó con la totalidad de las muestras, obteniendo un valor promedio de 2358.60 kg/m³.

3.6.6.2.2. Análisis de Peso Volumétrico de Placas Rectangulares, para el Concreto Sustituido por Vidrio Molido Reciclado (VMR), en un 50%.



A. Procesamiento o cálculos de la prueba

Tabla 97

Análisis de Datos de Peso volumétrico (PR), mediante Criterio de Chauvenet, para el Concreto Sustituido por (VRM), en un 50%. – 1ra Verificación.

Concreto Sustituido (50%) - PLACAS			Criterio de Chauvenet k(n) 1.96 n=10					1.96
N°	V	P	P. VOL (Kg/m3)	Prom. P. Vol (Kg/m3)	Desv. Est.	Lim. Inf.	Lim. Sup.	Aceptacion
	(m3)	(Kg)	Xi	X	s	kg/m3	kg/m3	
1	0.0015	3.430	2305.84					OK
2	0.0015	3.364	2257.72					OK
3	0.0015	3.423	2303.07					OK
4	0.0015	3.466	2306.98					OK
5	0.0015	3.433	2258.85	2299.34	31.38	2237.82	2360.85	OK
6	0.0015	3.462	2343.03					OK
7	0.0015	3.426	2254.24					OK
8	0.0015	3.425	2321.88					OK
9	0.0015	3.412	2320.85					OK
10	0.0015	3.415	2320.90					OK

Fuente: Elaboración Propia, 2020

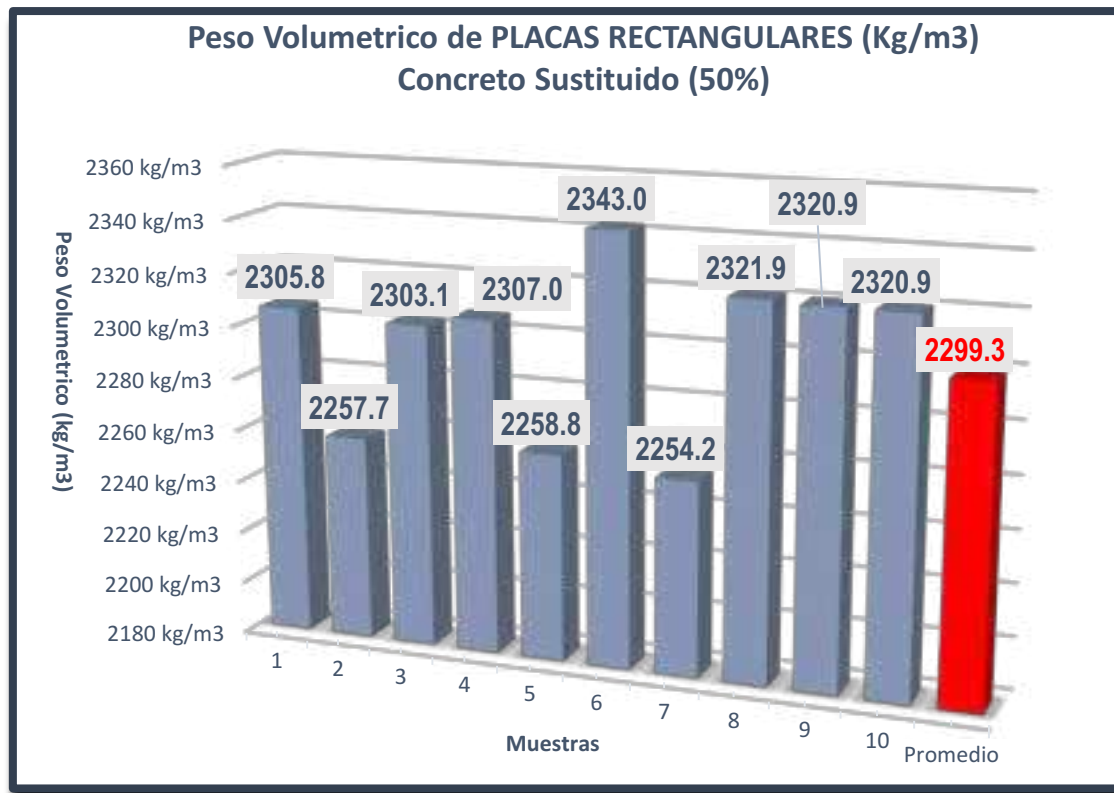
Después de la 1ra Verificación, los datos y resultados del Análisis son:

- Cantidad de Muestras: 10 Muestras
- Coeficiente k(n), del Criterio de Chauvenet: **1.96**
- Límite Inferior: 2237.82 kg/m3.
- Limite Superior: 2360.85 kg/m3.
- Valor Excluido: **NINGUNO.**
- Desviación estándar: 31.38
- Media o Promedio: **2299.34 kg/m3.**

B. Gráficos y Diagramas de Interpretación.

Figura 127

Peso Volumétrico (PR) - Concreto SUSTITUIDO, por (VRM), en un 50%.



Fuente: Elaboración Propia, 2020

C. Análisis de la prueba

Para las muestras de 50% de vidrio, no se excluyó a ninguna muestra por estar dentro de los límites que nos indica Chauvenet, obteniendo un valor promedio de 2299 kg/m³.

3.6.6.2.3. Análisis de Peso volumétrico de Placas Rectangulares, para el Concreto Sustituido por Vidrio Molido Reciclado (VMR), en un 75%.



A. Procesamiento o cálculos de la prueba

Tabla 98

Análisis de Datos de Peso volumétrico (PR), mediante Criterio de Chauvenet, para el Concreto Sustituido por (VRM), en un 75%. – 1ra Verificación.

Concreto Sustituido (75%) - PLACAS			P. VOL (Kg/m ³)	Prom. P. Vol (Kg/m ³)	Desv. Est.	Criterio de Chauvenet k(n) n=10		1.96
N°	V	P				Lim. Inf.	Lim. Sup.	
	(m ³)	(Kg)	Xi	X	s	kg/m ³	kg/m ³	
1	0.0015	3.372	2252.54					OK
2	0.0015	3.242	2203.47					OK
3	0.0015	3.286	2222.09					OK
4	0.0015	3.275	2252.39					OK
5	0.0015	3.284	2230.07	2231.73	77.86	2079.12	2384.34	OK
6	0.0015	3.280	2208.75					OK
7	0.0015	3.418	2315.25					OK
8	0.0015	3.040	2040.27					NO _i
9	0.0015	3.389	2309.02					OK
10	0.0015	3.374	2283.47					OK

Fuente: Elaboración Propia, 2020

Después de la 1ra Verificación, los datos y resultados del Análisis son:

- Cantidad de Muestras: 10 Muestras
- Coeficiente k(n), del Criterio de Chauvenet: **1.96**
- Límite Inferior: 2079.12 kg/m³.
- Limite Superior: 2384.34 kg/m³.
- Valor Excluido: **2040.27 kg/m³**.
- Desviación estándar: 77.86
- Media o Promedio: 2231.73 kg/m³.



Tabla 99

Análisis de Datos de Peso volumétrico (PR), mediante Criterio de Chauvenet, para el Concreto Sustituido por (VRM), en un 75%. – 2da Verificación.

Concreto Sustituido (75%) - PLACAS			P. VOL (Kg/m ³)	Prom. P. Vol (Kg/m ³)	Desv. Est.	Criterio de Chauvenet k(n) n=10		1.92
N°	V	P				Lim. Inf.	Lim. Sup.	
	(m ³)	(Kg)	Xi	X	s	kg/m ³	kg/m ³	
1	0.0015	3.372	2252.54					OK
2	0.0015	3.242	2203.47					OK
3	0.0015	3.286	2222.09					OK
4	0.0015	3.275	2252.39					OK
5	0.0015	3.284	2230.07	2253.01	41.58	2173.17	2332.85	OK
6	0.0015	3.280	2208.75					OK
7	0.0015	3.418	2315.25					OK
8								Eliminado
9	0.0015	3.389	2309.02					OK
10	0.0015	3.374	2283.47					OK

Fuente: Elaboración Propia, 2020

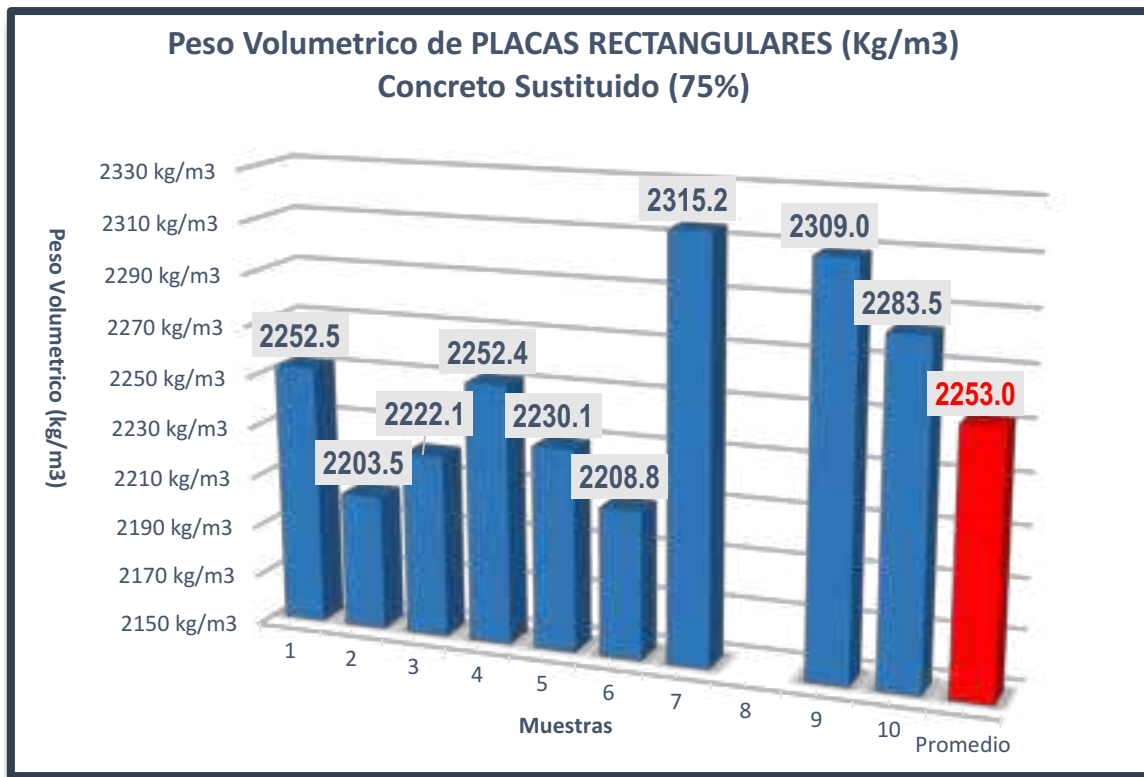
Después de la 2da Verificación, los datos y resultados del Análisis son:

- Cantidad de Muestras: 9 Muestras
- Coeficiente k(n), del Criterio de Chauvenet: **1.92**
- Límite Inferior: 2173.17 kg/m³.
- Limite Superior: 2332.85 kg/m³.
- Valor Excluido: **NINGUNO**.
- Desviación estándar: 41.58
- **Media o Promedio: 2253. 01 kg/m³.**

B. Gráficos y Diagramas de Interpretación.

Figura 128

Peso Volumétrico (PR) - Concreto SUSTITUIDO, por (VRM), en un 75%.



Fuente: Elaboración Propia, 2020

C. Análisis de la prueba

Para la evaluación de las muestras de 75% de vidrio, la muestra N°08 es excluida por no estar dentro del rango de valores según el criterio de Chauvenet, obteniendo al final un valor promedio de 2253.01 kg/m³.

3.6.6.2.4. Análisis de Peso volumétrico de Placas Rectangulares, para el Concreto Sustituido por Vidrio Molido Reciclado (VMR), en un 100%.



A. Procesamiento o cálculos de la prueba

Tabla 100

Análisis de Datos de Peso volumétrico (PR), mediante Criterio de Chauvenet, para el Concreto SUSTITUIDO, por (VRM), en un 100%. – 1ra Verificación.

N°	Concreto Sustituido (100%) - PLACAS		P. VOL (Kg/m3)	Prom. P. Vol (Kg/m3)	Desv. Est.	Criterio de Chauvenet k(n) n=10		1.96	Aceptacion
	V (m3)	P (Kg)				Lim. Inf. kg/m3	Lim. Sup. kg/m3		
			Xi	X	s				
1	0.0015	3.259	2174.50						OK
2	0.0015	3.103	2108.86						OK
3	0.0015	3.112	2066.11						OK
4	0.0015	3.295	2222.78						OK
5	0.0015	3.168	2153.03	2178.24	60.10	2060.45	2296.03		OK
6	0.0015	3.247	2221.79					OK	
7	0.0015	3.213	2187.41					OK	
8	0.0015	3.340	2208.37					OK	
9	0.0015	3.359	2275.21					OK	
10	0.0015	3.241	2164.35					OK	

Fuente: Elaboración Propia, 2020

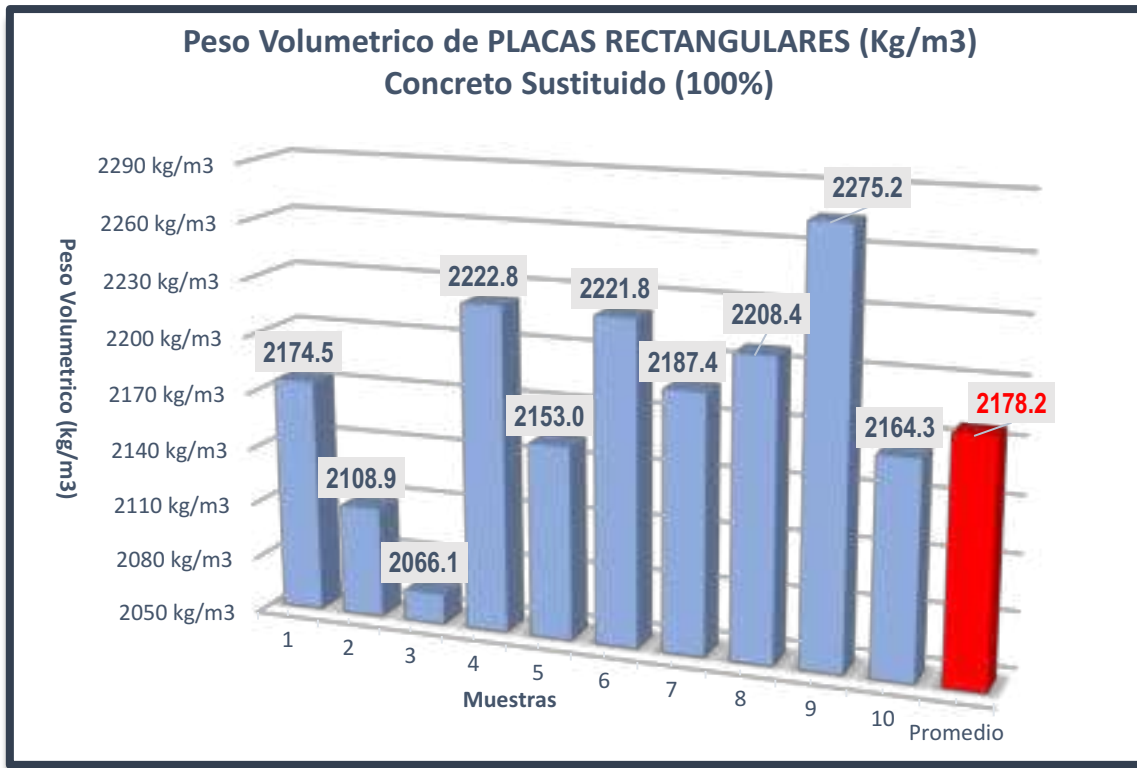
Después de la 1ra Verificación, los datos y resultados del Análisis son:

- Cantidad de Muestras: 10 Muestras
- Coeficiente k(n), del Criterio de Chauvenet: **1.96**
- Límite Inferior: 2060.45 kg/m3.
- Limite Superior: 2296.03 kg/m3.
- Valor Excluido: **NINGUNO.**
- Desviación estándar: 60.10
- **Media o Promedio: 2178.24 kg/m3.**

B. Gráficos y Diagramas de Interpretación.

Figura 129

Peso Volumétrico (PR) - Concreto SUSTITUIDO, por (VRM), en un 100%.



Fuente: Elaboración Propia, 2020

C. Análisis de la prueba

En la primera verificación, no se excluye a ningún valor, se analizó un total de 10 muestras, obteniendo un valor promedio de 2178.24 kg/m³.

3.6.7. Análisis del Ensayo de Resistencia a la Compresión de Probetas Cilíndricas

Para el análisis de los valores resultantes del Ensayo de Resistencia a la Compresión de Probetas Cilíndricas de 10 cm. de Diámetro, solo se usó de los valores que cumplan con el Criterio de Rechazo de Chauvenet.

3.6.7.1. Análisis de Resistencia a la Compresión de Probetas Cilíndricas con Concreto f'c = 210 kg/cm² – Concreto Patrón



A. Procesamiento o cálculos de la prueba

Tabla 101

Análisis de Datos de Resistencia a la Compresión de Probetas Cilíndricas, mediante Criterio de Chauvenet, para el Concreto Patrón – 1ra Verificación.

Concreto Patron (0%)			Criterio de Chauvenet k(n) n=10				1.96	
N°	A	Carga	Resistencia (Kg/cm2)	Resistencia Promedio X	Desv. Est. s	Lim. Inf.	Lim. Sup.	Aceptacion
						kg/cm2	kg/cm2	
1	82.677	19052.0	230.44					OK
2	82.798	21976.6	265.42					OK
3	82.745	20991.3	253.69					OK
4	79.801	20879.7	261.65					OK
5	82.798	21346.9	257.82	253.37	14.58	224.79	281.95	OK
6	82.202	21175.0	257.60					OK
7	81.857	21108.2	257.87					OK
8	82.854	18561.1	224.02					NO _i
9	82.226	21055.2	256.06					OK
10	82.186	22116.6	269.10					OK

Fuente: Elaboración Propia, 2020

Después de la 1ra Verificación, los datos y resultados del Análisis son:

- Cantidad de Muestras: 10 Muestras
- Coeficiente k(n), del Criterio de Chauvenet: **1.96**
- Límite Inferior: 224.79 kg/cm2.
- Limite Superior: 281.95 kg/cm2.
- Valor Excluido: **224.021 kg/cm2.**
- Desviación estándar: 14.58
- Media o Promedio: 253.37 kg/cm2.



Tabla 102

Análisis de Datos de Resistencia a la Compresión de Probetas Cilíndricas, mediante Criterio de Chauvenet, para el Concreto Patrón – 2da Verificación.

Concreto Patron (0%)			Resistencia		Desv. Est.	Criterio de Chauvenet k(n) n=9		1.92	Aceptacion
Nº	A	Carga	(Kg/cm2)	Promedio		Lim. Inf.	Lim. Sup.		
	(cm2)	(Kg.f)	Xi	X	s	kg/cm2	kg/cm2		
1	82.677	19052.0	230.44					NO _i	
2	82.798	21976.6	265.42					OK	
3	82.745	20991.3	253.69					OK	
4	79.801	20879.7	261.65					OK	
5	82.798	21346.9	257.82	256.63	10.94	235.63	277.63	OK	
6	82.202	21175.0	257.60					OK	
7	81.857	21108.2	257.87					OK	
								Eliminado	
9	82.226	21055.2	256.06					OK	
10	82.186	22116.6	269.10					OK	

Fuente: Elaboración Propia, 2020

Después de la 2da Verificación, los datos y resultados del Análisis son:

- Cantidad de Muestras: 9 Muestras
- Coeficiente k(n), del Criterio de Chauvenet: **1.92**
- Límite Inferior: 235.63 kg/cm2.
- Limite Superior: 277.63 kg/cm2.
- Valor Excluido: **230.439 kg/cm2.**
- Desviación estándar: 10.94
- Media o Promedio: 256.63 kg/cm2.



Tabla 103

Análisis de Datos de Resistencia a la Compresión de Probetas Cilíndricas, mediante Criterio de Chauvenet, para el Concreto Patrón – 3ra Verificación.

Concreto Patron (0%)			Resistencia	Resistencia Promedio	Desv. Est.	Criterio de Chauvenet k(n) n=8		1.86
Nº	A	Carga				Lim. Inf.	Lim. Sup.	
	(cm2)	(Kg.f)	(Kg/cm2) Xi	X	s	kg/cm2	kg/cm2	
								Eliminado
2	82.798	21976.60	265.425					OK
3	82.745	20991.30	253.685					OK
4	79.801	20879.70	261.646					OK
5	82.798	21346.90	257.819	259.90	5.15	250.33	269.47	OK
6	82.202	21175.00	257.596					OK
7	81.857	21108.20	257.866					OK
								Eliminado
9	82.226	21055.20	256.064					OK
10	82.186	22116.60	269.104					OK

Fuente: Elaboración Propia, 2020

Después de la 3ra Verificación, los datos y resultados del Análisis son:

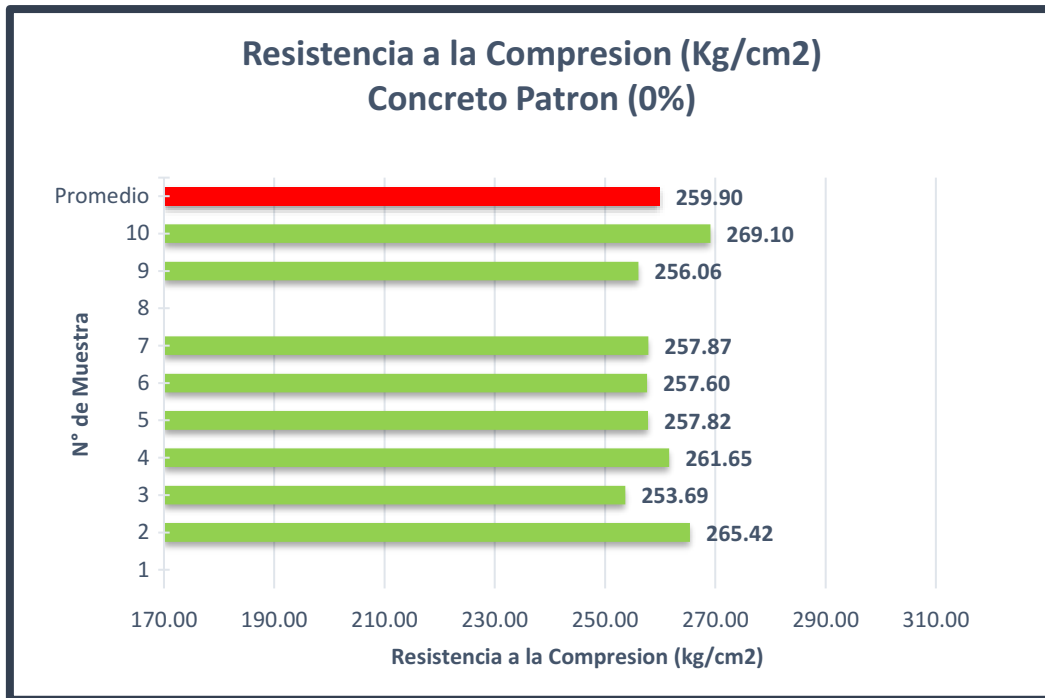
- Cantidad de Muestras: 8 Muestras
- Coeficiente k(n), del Criterio de Chauvenet: **1.86**
- Límite Inferior: 250.33 kg/cm2.
- Limite Superior: 269.47 kg/cm2.
- Valor Excluido: **NINGUNO.**
- Desviación estándar: 5.15
- **Media o Promedio: 259.90 kg/cm2.**



B. Gráficos y Diagramas de Interpretación.

Figura 130

Análisis de Resistencia a la Compresión de Probetas Cilíndricas - Concreto PATRON.



Fuente: Elaboración Propia, 2020

C. Análisis de la prueba

Se realizó hasta 3 verificaciones, según el criterio de exclusión de Chauvenet, las muestras excluidas fueron N°08 y N°01; al final se obtuvo un valor promedio de 259.90 kg/m³.

3.6.7.2. Análisis de Resistencia a la Compresión de Probetas Cilíndricas con Concreto f'c =210 kg/cm² – Concreto Sustituido por VRM, en un 50%.



A. Procesamiento o cálculos de la prueba

Tabla 104

Análisis de Datos de Resistencia a la Compresión de Probetas Cilíndricas, mediante Criterio de Chauvenet, para el Concreto SUSTITUIDO, por (VRM), en un 50%. – 1ra Verificación.

Concreto Sustituido (50%)			Criterio de Chauvenet k(n) n=10				1.96	
N°	A	Carga	Resistencia (Kg/cm2)	Resistencia Promedio X	Desv. Est. s	Lim. Inf.	Lim. Sup.	Aceptacion
						kg/cm2	kg/cm2	
	(cm2)	(Kg.f)	Xi	X	s	kg/cm2	kg/cm2	
1	82.174	22428.4	272.94					OK
2	82.516	24103.8	292.11					OK
3	79.588	24931.0	313.25					OK
4	81.933	23627.8	288.38					OK
5	81.961	25009.6	305.14	292.59	14.43	264.32	320.87	OK
6	82.303	25337.7	307.86					OK
7	82.030	22432.1	273.46					OK
8	82.138	24069.7	293.04					OK
9	82.194	24782.5	301.51					OK
10	82.625	22989.4	278.24					OK

Fuente: Elaboración Propia, 2020

Después de la 1ra Verificación, los datos y resultados del Análisis son:

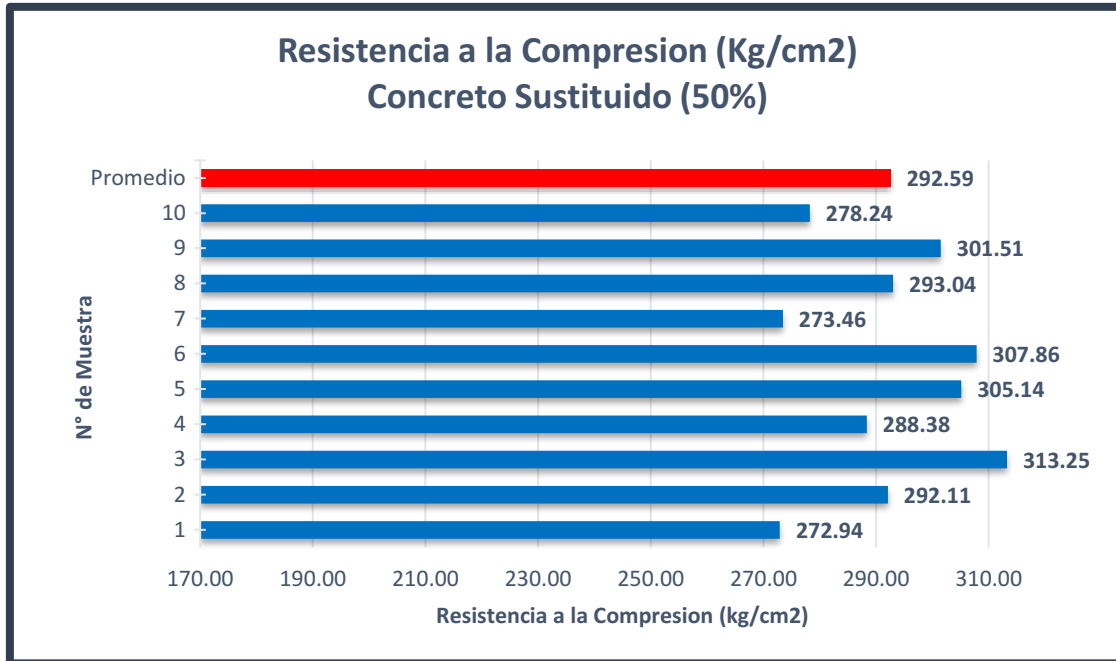
- Cantidad de Muestras: 10 Muestras
- Coeficiente k(n), del Criterio de Chauvenet: **1.96**
- Límite Inferior: 264.32 kg/cm2.
- Limite Superior: 320.87 kg/cm2.
- Valor Excluido: **NINGUNO.**
- Desviación estándar: 14.43
- **Media o Promedio: 292.59 kg/cm2.**



B. Gráficos y Diagramas de Interpretación.

Figura 131

Análisis de Resistencia a la Compresión de Probetas Cilíndricas - Concreto SUSTITUIDO, por (VRM), en un 50%.



Fuente: Elaboración Propia, 2020

C. Análisis de la prueba

En la evaluación según el criterio de Chauvenet, no hubo exclusión de muestras, se trabajó con la totalidad de las muestras, obteniendo un valor promedio 292.59 kg/cm².

Comparando la resistencia a la Compresión promedio de las muestras tenemos una variación de + 32.69 kg/cm². Donde observamos el aumento de la resistencia a la compresión.

3.6.7.3. Análisis de Resistencia a la Compresión de Probetas Cilíndricas con Concreto f'c =210 kg/cm² – Concreto Sustituido por VRM, en un 75%.



A. Procesamiento o cálculos de la prueba

Tabla 105

Análisis de Datos de Resistencia a la Compresión de Probetas Cilíndricas, mediante Criterio de Chauvenet, para el Concreto SUSTITUIDO, por (VRM), en un 75% – 1ra Verificación.

N°	Concreto Sustituido (75%)		Resistencia (Kg/cm ²)	Resistencia Promedio X	Desv. Est. s	Criterio de Chauvenet k(n) n=10		Aceptacion
	A	Carga				Lim. Inf.	Lim. Sup.	
	(cm ²)	(Kg.f)				kg/cm ²	kg/cm ²	
1	82.005	22917.7	279.47					OK
2	82.303	24221.5	294.30					OK
3	82.822	21558.7	260.30					OK
4	80.170	21149.7	263.81					OK
5	82.110	18342.2	223.39	268.72	20.27	228.99	308.44	NO _i
6	82.572	22552.4	273.12					OK
7	81.981	22847.6	278.69					OK
8	81.881	20769.2	253.65					OK
9	81.801	22177.2	271.11					OK
10	81.521	23588.0	289.35					OK

Fuente: Elaboración Propia, 2020

Después de la 1ra Verificación, los datos y resultados del Análisis son:

- Cantidad de Muestras: 10 Muestras
- Coeficiente k(n), del Criterio de Chauvenet: **1.96**
- Límite Inferior: 228.99 kg/cm².
- Limite Superior: 308.44 kg/cm².
- Valor Excluido: **223.386 kg/cm²**.
- Desviación estándar: 20.27
- Media o Promedio: 268.72 kg/cm².



Tabla 106

Análisis de Datos de Resistencia a la Compresión de Probetas Cilíndricas, mediante Criterio de Chauvenet, para el Concreto SUSTITUIDO, por (VMR), en un 75% – 2da Verificación.

Concreto Sustituido (75%)			Resistencia		Desv. Est.	Criterio de Chauvenet k(n) n=9		1.92	Aceptacion
Nº	A	Carga	(Kg/cm2)	Promedio		Lim. Inf.	Lim. Sup.		
	(cm2)	(Kg.f)	Xi	X	s	kg/cm2	kg/cm2		
1	82.005	22917.7	279.47						OK
2	82.303	24221.5	294.30						OK
3	82.822	21558.7	260.30						OK
4	80.170	21149.7	263.81						OK
6	82.572	22552.4	273.12	273.76	13.29	248.23	299.28		Eliminado
7	81.981	22847.6	278.69						OK
8	81.881	20769.2	253.65						OK
9	81.801	22177.2	271.11						OK
10	81.521	23588.0	289.35						OK

Fuente: Elaboración Propia, 2020

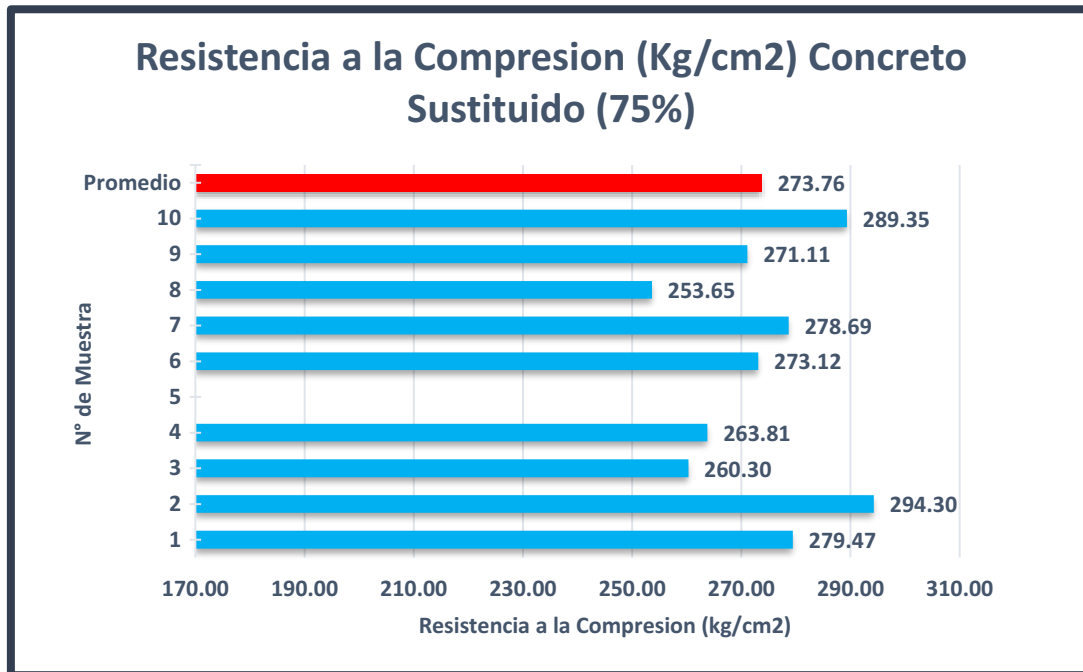
Después de la 2da Verificación, los datos y resultados del Análisis son:

- Cantidad de Muestras: 9 Muestras
- Coeficiente k(n), del Criterio de Chauvenet: **1.92**
- Límite Inferior: 248.23 kg/cm2.
- Limite Superior: 299.28 kg/cm2.
- Valor Excluido: **NINGUNO.**
- Desviación estándar: 13.29
- **Media o Promedio: 273.76 kg/cm2.**

B. Gráficos y Diagramas de Interpretación.

Figura 132

Análisis de Resistencia a la Compresión de Probetas Cilíndricas - Concreto SUSTITUIDO, por (VRM), en un 75%.



Fuente: Elaboración Propia, 2020

C. Análisis de la prueba

Con el criterio de Chauvenet excluimos la muestra N°05, sacando el promedio de las 09 muestras, obteniendo un valor promedio de 273.76 kg/cm2.

Comparando la resistencia a la Compresión promedio de las muestras tenemos una variación de + 13.86 kg/cm2. Donde observamos el aumento de la resistencia a la compresión.

3.6.7.4. Análisis de Resistencia a la Compresión de Probetas Cilíndricas con Concreto $f'c = 210$ kg/cm2 – Concreto Sustituido por VRM, en un 100%.



A. Procesamiento o cálculos de la prueba

Tabla 107

Análisis de Datos de Resistencia a la Compresión de Probetas Cilíndricas, mediante Criterio de Chauvenet, para el Concreto SUSTITUIDO, por (VRM), en un 100% – 1ra Verificación.

Concreto Sustituido (100%)			Resistencia		Desv. Est.	Criterio de Chauvenet k(n) n=10		1.96	Aceptacion
N°	A	Carga	(Kg/cm2)	Promedio		Lim. Inf.	Lim. Sup.		
	(cm2)	(Kg.f)	Xi	X	s	kg/cm2	kg/cm2		
1	83.024	18579.5	223.79						OK
2	82.641	16628.9	201.22						OK
3	82.242	17987.5	218.71						OK
4	82.762	17895.6	216.23						OK
5	80.906	16954.6	209.56	212.94	8.30	196.67	229.22		OK
6	82.701	16896.1	204.30						
7	82.685	16628.9	201.11						OK
8	82.701	18277.3	221.00						OK
9	82.267	17775.0	216.07						OK
10	82.766	17997.4	217.45						OK

Fuente: Elaboración Propia, 2020

Después de la 1ra Verificación, los datos y resultados del Análisis son:

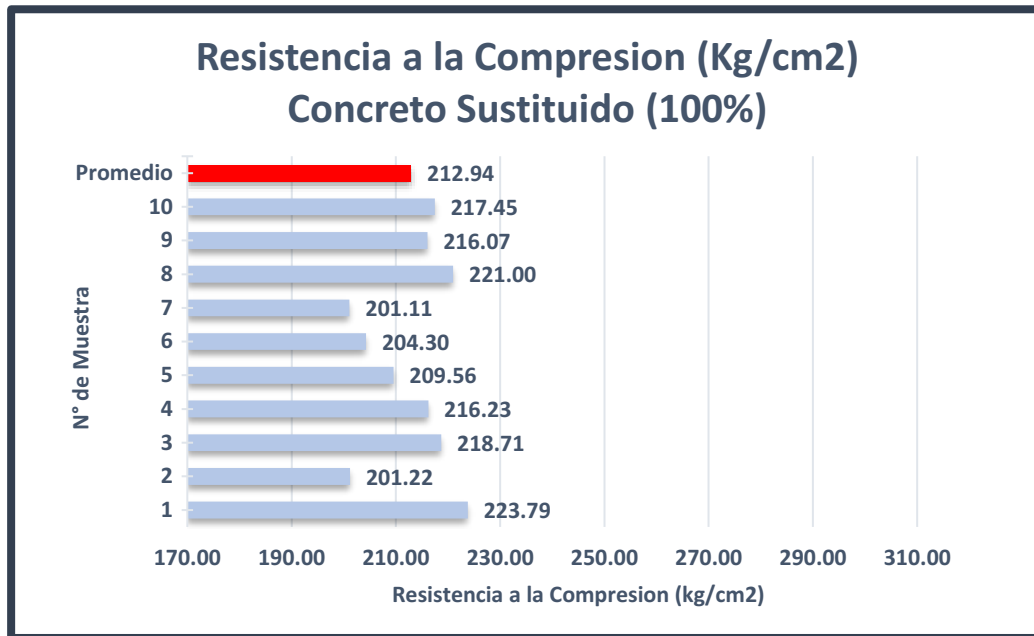
- Cantidad de Muestras: 10 Muestras
- Coeficiente k(n), del Criterio de Chauvenet: **1.96**
- Límite Inferior: 196.67 kg/cm2.
- Limite Superior: 229.22 kg/cm2.
- Valor Excluido: **NINGUNO.**
- Desviación estándar: 8.30
- **Media o Promedio: 212.94 kg/cm2**



B. Gráficos y Diagramas de Interpretación.

Figura 133

Análisis de Resistencia a la Compresión de Probetas Cilíndricas - Concreto SUSTITUIDO, por (VRM), en un 100%.



Fuente: Elaboración Propia, 2020

C. Análisis de la prueba.

Con el criterio de Chauvenet no existió exclusión de muestras, sacando el promedio de las 10 muestras, obteniendo un valor promedio de 212.94 kg/cm².

Comparando la resistencia a la Compresión promedio de las muestras tenemos una variación de – 46.96 kg/cm². Se observa una reducción de la resistencia a la compresión, pero aun así sigue siendo un concreto Estructural.

3.6.8. Análisis de Transmitancia de Luz, de placas Rectangulares

Se realizó la evaluación en paralelo de los cuatro tipos de muestras, el concreto patrón y los 3 concretos sustituidos por Vidrio Reciclado Molido (VRM); realizando un total de 10 ensayos, a continuación, se muestra el resumen de los datos, del ensayo realizado.



A. Procesamiento o cálculos de la prueba

Tabla 108

Resumen de datos del ensayo de Transmitancia de Luz

Ensayo	Patron	50%	75%	100%	Ambiente
	SL-1	SL-2	SL-3	SL-4	SL-5
1	0.00 lux	0.00 lux	0.00 lux	23.36 lux	1426.07 lux
2	0.00 lux	0.00 lux	0.00 lux	22.43 lux	1753.93 lux
3	0.00 lux	0.00 lux	0.00 lux	22.71 lux	1870.79 lux
4	0.00 lux	0.00 lux	0.00 lux	80.00 lux	1297.71 lux
5	0.00 lux	0.00 lux	0.00 lux	148.57 lux	1286.21 lux
6	0.00 lux	0.00 lux	0.00 lux	81.64 lux	1919.71 lux
7	0.00 lux	0.00 lux	0.00 lux	28.00 lux	1117.79 lux
8	0.00 lux	0.00 lux	0.00 lux	69.14 lux	1940.79 lux
9	0.00 lux	0.00 lux	0.00 lux	81.64 lux	1874.21 lux
10	0.00 lux	0.00 lux	0.00 lux	84.50 lux	1904.57 lux
Prom	0.00 lux	0.00 lux	0.00 lux	64.20 lux	1639.18 lux

Fuente: Elaboración Propia, 2020

Tabla 109

Porcentaje de Transmitancia de Luz que pasa, respecto al Sensor Ambiente

Ensayos	Ambiente	Patrón	50%	75%	100%
	SL-5	SL-1	SL-2	SL-3	SL-4
1	1426.07 LUX	0.00%	0.00%	0.00%	1.64 %
2	1753.93 LUX	0.00%	0.00%	0.00%	1.28 %
3	1870.79 LUX	0.00%	0.00%	0.00%	1.21 %
4	1297.71 LUX	0.00%	0.00%	0.00%	6.16 %
5	1286.21 LUX	0.00%	0.00%	0.00%	11.55 %
6	1919.71 LUX	0.00%	0.00%	0.00%	4.25 %
7	1117.79 LUX	0.00%	0.00%	0.00%	2.50 %
8	1940.79 LUX	0.00%	0.00%	0.00%	3.56 %
9	1874.21 LUX	0.00%	0.00%	0.00%	4.36 %
10	1904.57 LUX	0.00%	0.00%	0.00%	4.44 %
prom	1639.18 LUX	0.00%	0.00%	0.00%	4.10 %

Fuente: Elaboración Propia, 2020

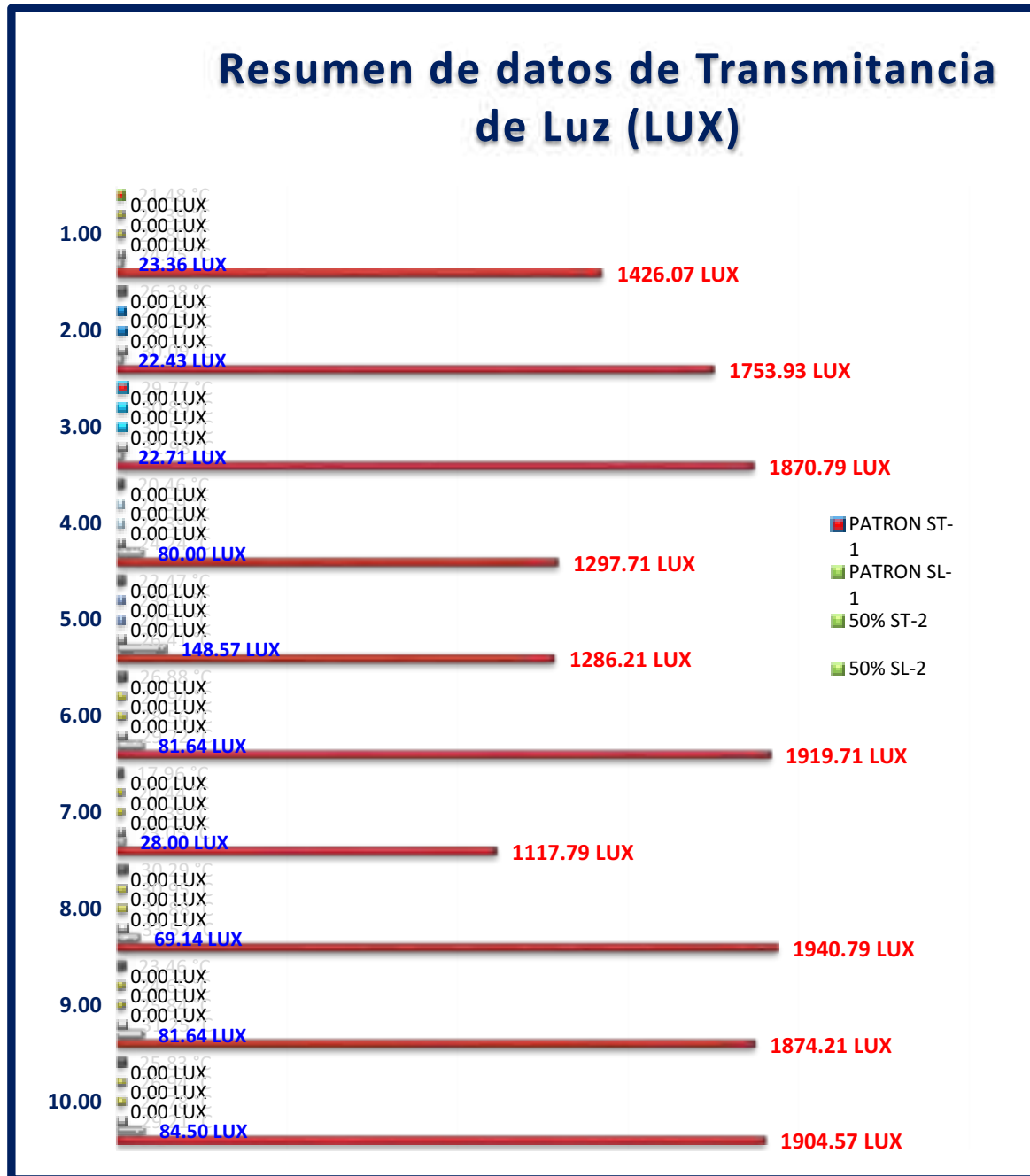


B. Gráficos y Diagramas de Interpretación.

Porcentaje De Transmitancia De Luz Que Pasa, Respecto Al Sensor Ambiente

Figura 134

Resumen de datos del ensayo de Transmitancia de Luz

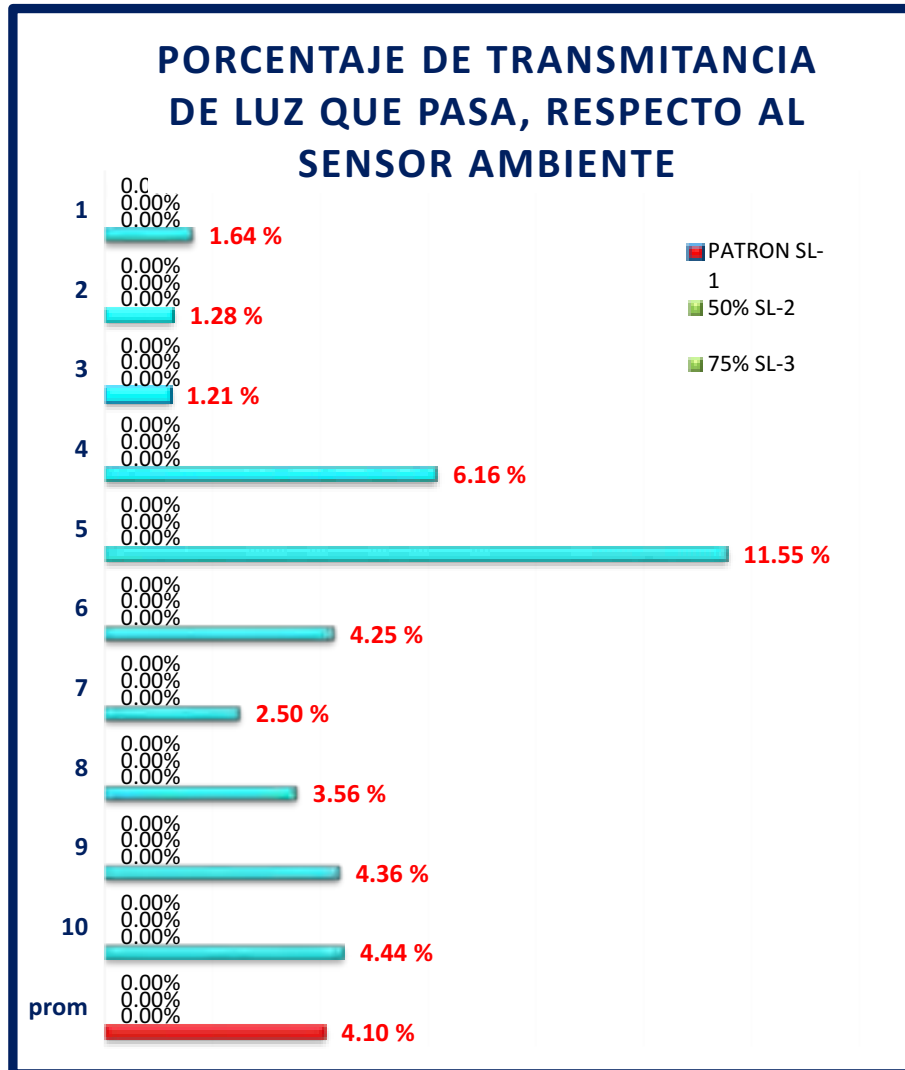


Fuente: Elaboración Propia, 2020



Figura 135

Porcentaje de Transmitancia de Luz que pasa, respecto al Sensor Ambiente



Fuente: Elaboración Propia, 2020

C. Análisis de la prueba.

En el resumen de los datos recolectados del ensayo se puede visualizar, que el único concreto que tuvo registro de datos de Transmitancia de luz fue el concreto sustituido por VRM, en un 100%; el concreto patrón, y los concretos sustituidos por VRM en 50% y 75%, no registraron datos de Transmitancia de luz, por lo tanto, no tiene la característica de traslucido.

3.6.8.1. Análisis de Temperatura, de placas Rectangulares



A. Procesamiento o cálculos de la prueba

Tabla 110

Resumen de datos recolectados de temperatura

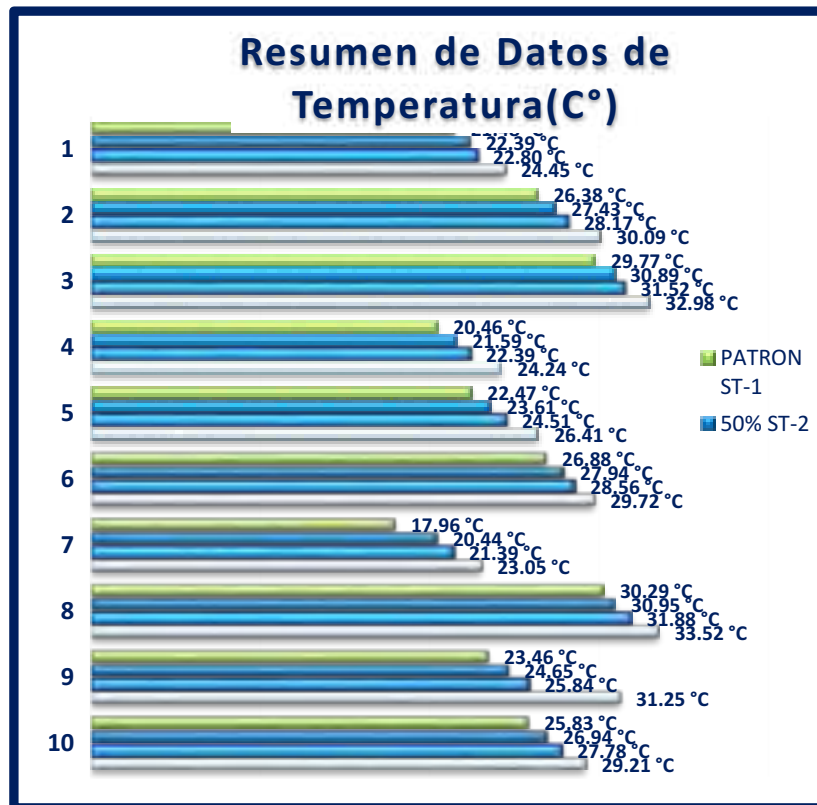
ENSAYOS	PATRON	50%	75%	100%
	ST-1	ST-2	ST-3	ST-4
1	21.48 °C	22.39 °C	22.80 °C	24.45 °C
2	26.38 °C	27.43 °C	28.17 °C	30.09 °C
3	29.77 °C	30.89 °C	31.52 °C	32.98 °C
4	20.46 °C	21.59 °C	22.39 °C	24.24 °C
5	22.47 °C	23.61 °C	24.51 °C	26.41 °C
6	26.88 °C	27.94 °C	28.56 °C	29.72 °C
7	17.96 °C	20.44 °C	21.39 °C	23.05 °C
8	30.29 °C	30.95 °C	31.88 °C	33.52 °C
9	23.46 °C	24.65 °C	25.84 °C	31.25 °C
10	25.83 °C	26.94 °C	27.78 °C	29.21 °C
Prom	24.50 °C	25.68 °C	26.48 °C	28.49 °C

Fuente: Elaboración Propia, 2020

B. Gráficos y Diagramas de Interpretación.

Figura 136

Resumen de datos de la medición de Temperatura



Fuente: Elaboración Propia, 2020



C. Análisis de la prueba.

Esta medición de las temperaturas, se realizó con el propósito de poder realizar con estos datos de temperatura, el ensayo de conductividad térmica, pero se realizó de manera distinta, estos datos nos dan una proyección del desarrollo del ensayo de conductividad térmica.

3.6.9. Análisis de Conductividad térmica de placas Rectangulares

3.6.9.1. Análisis de Conductividad térmica de placas Rectangulares – Concreto Patrón

A. Procesamiento o cálculos de la prueba

Tabla 111

Análisis de Datos de Conductividad Termica de Placas Rectangulares, mediante Criterio de Chauvenet, para el Concreto Patrón – 1ra Verificación.

N°	Xi	X	s	Criterio de Chauvenet		
	Conductividad Termica (λ) W/(m.°K)	Promedio Conductividad Termica (λ) W/(m.°K)	Des. Est.	Coeficiente de Chauvenet k(n) n=10	1.96	Revision
				Lim. Inf.	Lim. Sup.	
1	3.267	3.650 W/(m. °K)	0.241	3.178	4.122	OK
2	3.913					OK
3	3.816					OK
4	4.019					OK
5	3.669					OK
6	3.843					OK
7	3.464					OK
8	3.506					OK
9	3.452					OK
10	3.552					OK

Fuente: Elaboración Propia, 2020

Después de la 1ra Verificación, los datos y resultados del Análisis son:

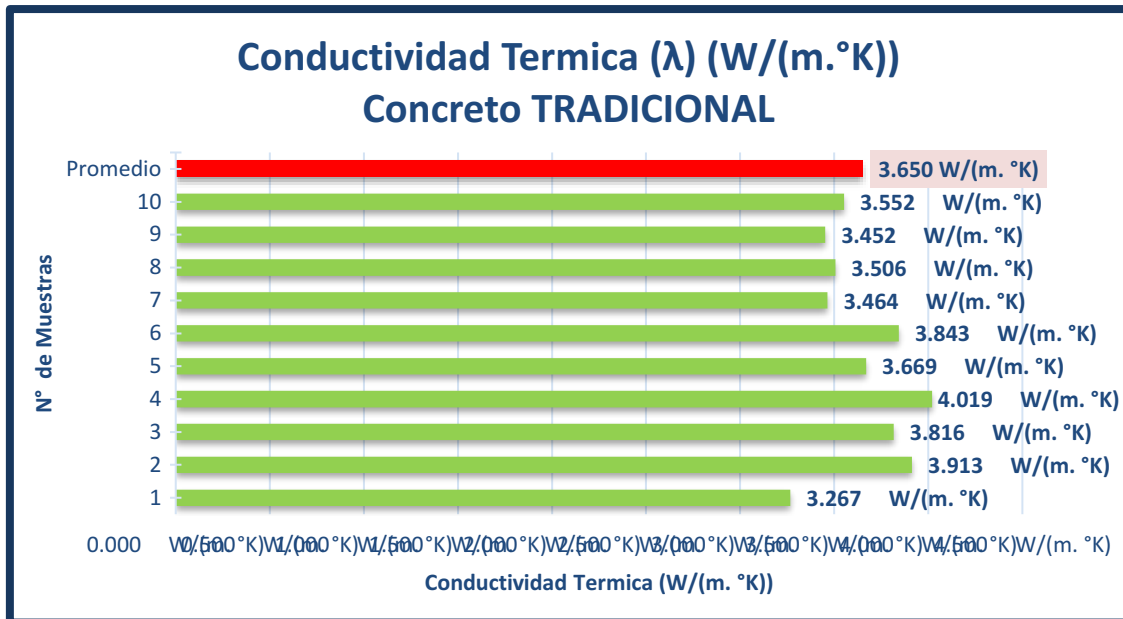
- Cantidad de Muestras: 10 Muestras
- Coeficiente k(n), del Criterio de Chauvenet: **1.96**
- Límite Inferior: 3.178 W/(m.°K)
- Limite Superior: 4.122 W/(m.°K)
- Valor Excluido: **NINGUNO**
- Desviación estándar: 0.241
- **Media o Promedio: 3.650 W/(m.°K)**



B. Gráficos y Diagramas de Interpretación.

Figura 137

Análisis de Conductividad Termica de Placas Rectangulares - Concreto PATRON.



Fuente: Elaboración Propia, 2020

C. Análisis de la prueba.

En el análisis según el criterio de Chauvenet, no se excluye a ningún valor, se analizó un total de 10 muestras, obteniendo un valor promedio de 3.650 W/(m.°K) y una desviación estándar de 0.241.

3.6.9.2. Análisis de Conductividad térmica de placas Rectangulares – Concreto Sustituido por VRM, en un 50%.



A. Procesamiento o cálculos de la prueba

Tabla 112

Análisis de Datos de Conductividad Termica de Placas Rectangulares, mediante Criterio de Chauvenet, para el Concreto SUSTITUIDO, por (VRM), en un 50%. – 1ra Verificación.

N°	Xi	X	s	Criterio de Chauvenet		
	Conductividad Termica (λ) W/(m.°K)	Promedio Conductividad Termica (λ) W/(m.°K)	Des. Est.	Coeficiente de Chauvenet k(n) n=10		1.96
				Lim. Inf.	Lim. Sup.	Revision
1	3.359	3.023 W/(m.°K)	0.205	2.621	3.426	OK
2	3.173					OK
3	2.984					OK
4	2.838					OK
5	2.746					OK
6	2.943					OK
7	3.027					OK
8	2.778					OK
9	3.128					OK
10	3.257					OK

Fuente: Elaboración Propia, 2020

Después de la 1ra Verificación, los datos y resultados del Análisis son:

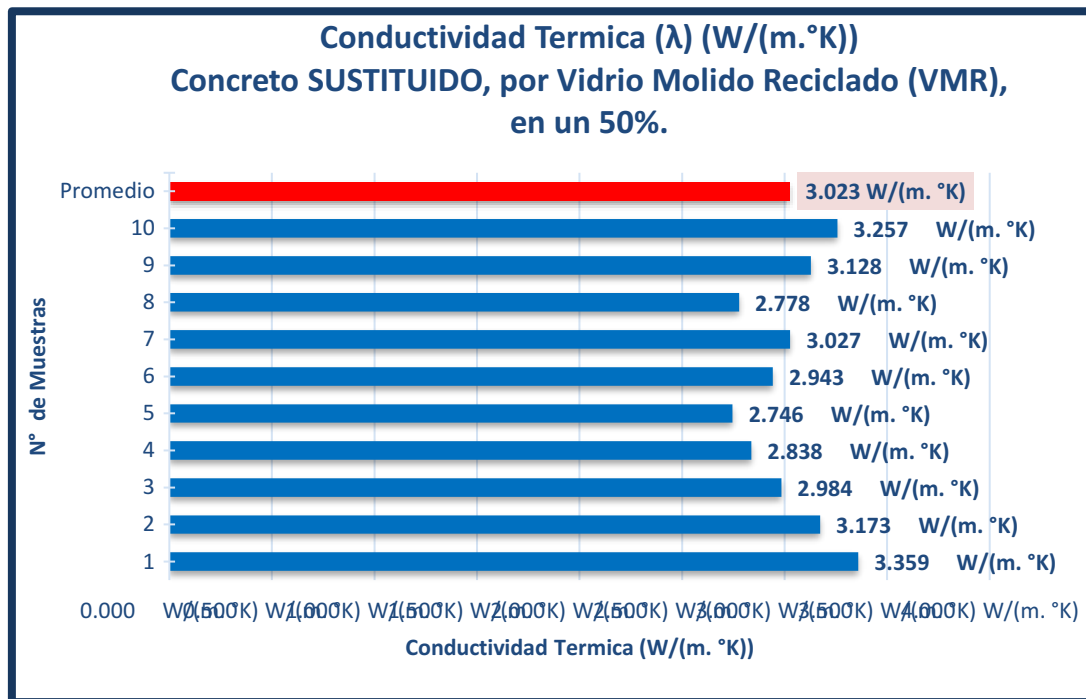
- Cantidad de Muestras: 10 Muestras
- Coeficiente k(n), del Criterio de Chauvenet: **1.96**
- Límite Inferior: 2.621 W/(m.°K)
- Limite Superior: 3.426 W/(m.°K)
- Valor Excluido: **NINGUNO**
- Desviación estándar: 0.205
- **Media o Promedio: 3.023 W/(m.°K)**



B. Gráficos y Diagramas de Interpretación.

Figura 138

Análisis de Conductividad Termica de Placas Rectangulares - Concreto SUSTITUIDO, por (VRM), en un 50%.



Fuente: Elaboración Propia, 2020

C. Análisis de la prueba.

En el análisis según el criterio de Chauvenet, no se excluye a ningún valor, se analizó un total de 10 muestras, obteniendo un valor promedio de 3.023 W/(m.°K) y una desviación estándar de 0.205.

3.6.9.3. Análisis de Conductividad térmica de placas Rectangulares – Concreto Sustituido por VRM, en un 75%.



A. Procesamiento o cálculos de la prueba

Tabla 113

Análisis de Datos de Conductividad Termica de Placas Rectangulares, mediante Criterio de Chauvenet, para el Concreto SUSTITUIDO, por (VRM), en un 75%. – 1ra Verificación.

N°	Xi	X	s	Criterio de Chauvenet		Revision
	Conductividad Termica (λ) W/(m.°K)	Promedio Conductividad Termica (λ) W/(m.°K)	Des. Est.	Coefficiente de Chauvenet k(n) n=10	1.96	
				Lim. Inf.	Lim. Sup.	
1	2.942	2.821 W/(m.°K)	0.143	2.540	3.101	OK
2	2.874					OK
3	2.774					OK
4	2.861					OK
5	2.603					OK
6	2.653					OK
7	2.986					OK
8	3.028					OK
9	2.691					OK
10	2.794					OK

Fuente: Elaboración Propia, 2020

Después de la 1ra Verificación, los datos y resultados del Análisis son:

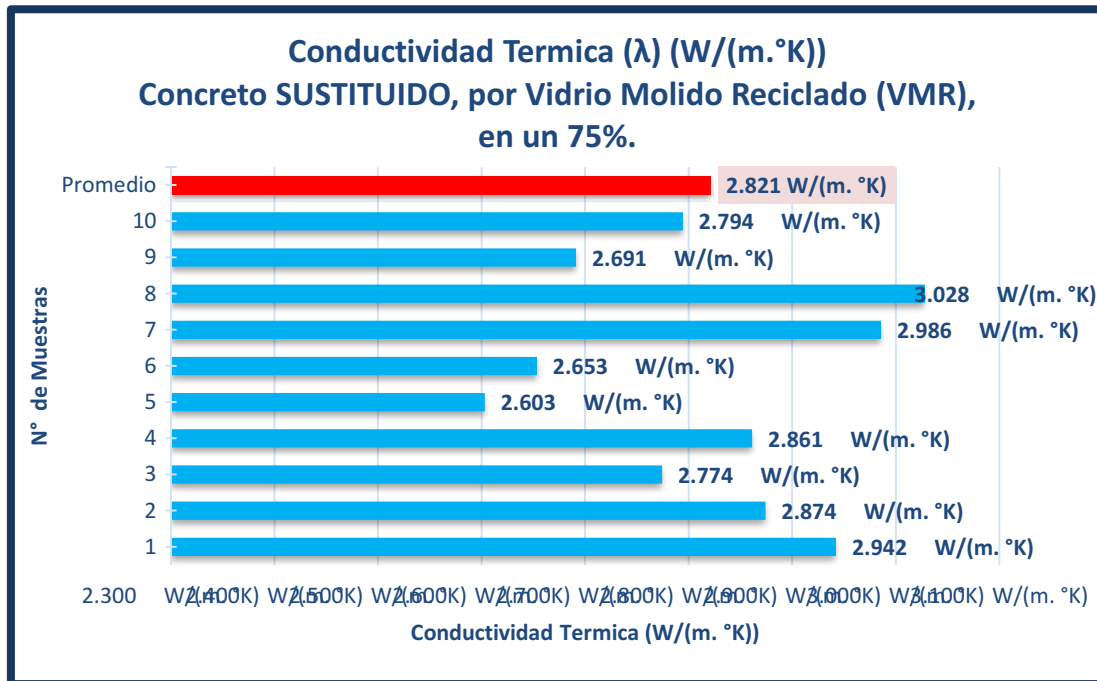
- Cantidad de Muestras: 10 Muestras
- Coeficiente k(n), del Criterio de Chauvenet: **1.96**
- Límite Inferior: 2.540 W/(m.°K)
- Limite Superior: 3.101 W/(m.°K)
- Valor Excluido: **NINGUNO**
- Desviación estándar: 0.143
- **Media o Promedio: 2.821 W/(m.°K)**



B. Gráficos y Diagramas de Interpretación.

Figura 139

Análisis de Conductividad Termica de Placas Rectangulares - Concreto SUSTITUIDO, por (VRM), en un 50%.



Fuente: Elaboración Propia, 2020

C. Análisis de la prueba.

En el análisis según el criterio de Chauvenet, no se excluye a ningún valor, se analizó un total de 10 muestras, obteniendo un valor promedio de 2.821 W/(m.°K) y una desviación estándar de 0.143.

3.6.9.4. Análisis de Conductividad térmica de placas Rectangulares – Concreto Sustituido por VRM, en un 100%.



A. Procesamiento o cálculos de la prueba

Tabla 114

Análisis de Datos de Conductividad Termica de Placas Rectangulares, mediante Criterio de Chauvenet, para el Concreto SUSTITUIDO, por (VRM), en un 100%. – 1ra Verificación.

N°	Xi	X	s	Criterion de Chauvenet		
	Conductividad Termica (λ) W/(m.°K)	Promedio Conductividad Termica (λ) W/(m.°K)	Des. Est.	Coefficiente de Chauvenet k(n) n=10	1.96	Revision
				Lim. Inf.	Lim. Sup.	
1	2.444	2.603 W/(m. °K)	0.078	2.449	2.757	NO _i
2	2.513					OK
3	2.600					OK
4	2.711					OK
5	2.626					OK
6	2.625					OK
7	2.564					OK
8	2.615					OK
9	2.659					OK
10	2.671					OK

Fuente: Elaboración Propia, 2020

Después de la 1ra Verificación, los datos y resultados del Análisis son:

- Cantidad de Muestras: 10 Muestras
- Coeficiente k(n), del Criterio de Chauvenet: **1.96**
- Límite Inferior: 2.449 W/(m.°K)
- Limite Superior: 2.757 W/(m.°K)
- Valor Excluido: **2.444 W/(m.°K)**
- Desviación estándar: 0.078
- Media o Promedio: 2.603 W/(m.°K)



Tabla 115

Análisis de Datos de Conductividad Termica de Placas Rectangulares, mediante Criterio de Chauvenet, para el Concreto SUSTITUIDO, por (VRM), en un 100%. – 2da Verificación.

N°	Xi	X	s	Criterion de Chauvenet		
	Conductividad Termica (λ) W/(m.°K)	Promedio Conductividad Termica (λ) W/(m.°K)	Des. Est.	Coeficiente de Chauvenet k(n) n=10		1.92
				Lim. Inf.	Lim. Sup.	Revision
1						Eliminado
2	2.513					OK
3	2.600					OK
4	2.711					OK
5	2.626	2.620 W/(m. °K)	0.059	2.508	2.733	OK
6	2.625					OK
7	2.564					OK
8	2.615					OK
9	2.659					OK
10	2.671					OK

Fuente: Elaboración Propia, 2020

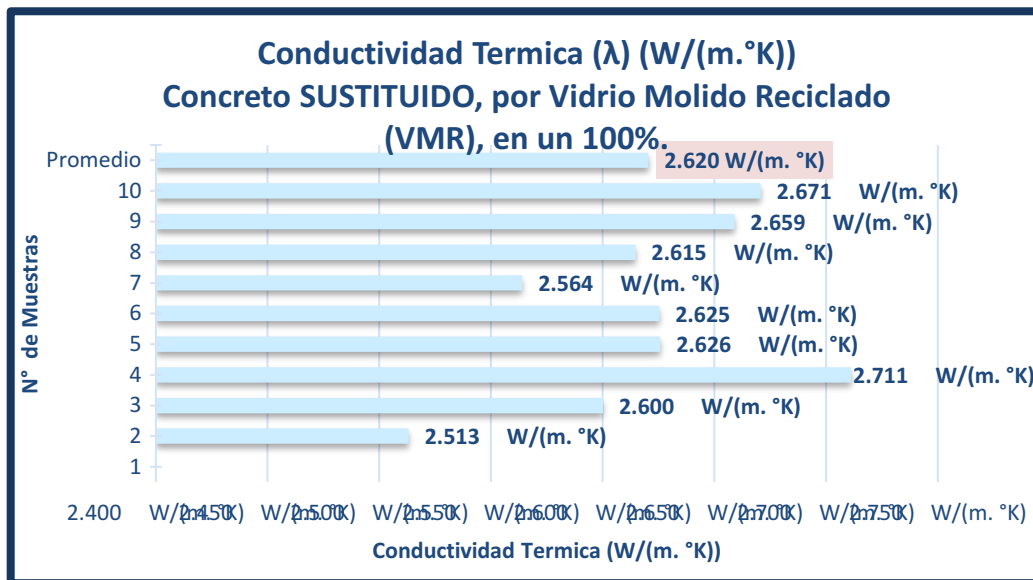
Después de la 1ra Verificación, los datos y resultados del Análisis son:

- Cantidad de Muestras: 9 Muestras
- Coeficiente k(n), del Criterio de Chauvenet: **1.92**
- Límite Inferior: 2.508 W/(m.°K)
- Limite Superior: 2.733 W/(m.°K)
- Valor Excluido: **NINGUNO**
- Desviación estándar: 0.059
- **Media o Promedio: 2.620 W/(m.°K)**

B. Gráficos y Diagramas de Interpretación.

Figura 140

Análisis de Conductividad Termica de Placas Rectangulares - Concreto SUSTITUIDO, por (VRM), en un 50%.



Fuente: Elaboración Propia, 2020

C. Análisis de la prueba.

En el análisis según el criterio de Chauvenet, se excluye a un valor, se analizó un total de 9 muestras, obteniendo un valor promedio de 2.620 W/(m.°K) y una desviación estándar de 0.059.

3.6.10. Análisis de costos unitarios de nuestro concreto

La tabla muestra el costo de producción de un concreto patrón según la partida 1.01. concreto $f'c = 210$ kg/cm² con una cuadrilla, la cual para la elaboración de los concretos sustituidos por VRM (50%, 75% y 100%), podremos ver las diferencias de costos de producción de este.



Tabla 116

Análisis de Costo unitario, para Concreto Patrón

Partida	1.01	Concreto f'c = 210 kg/cm2 (patrón)				
Rendimiento	M3	Costo unitario directo por : m3			390.402	
Descripción recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio s/.	Parcial s/.
Mano de Obra						
Operario		Hh	2.0000	1.60	12.000	19.200
Oficial		Hh	2.0000	1.60	9.000	14.400
Peon		Hh	10.0000	8.00	6.000	48.000
						81.600
Materiales						
Petroleo		Gal		0.42	15.800	6.636
Piedra chancada de 1/2"-3/4"		M3		0.16	60.000	9.348
Arena gruesa		M3		0.62	110.000	68.552
Cemento Portland tipo I (42.5 kg)		Bol		7.06	27.000	190.588
Hp 300		Gln		0.16	10.000	1.558
Agua		M3		0.12	1.000	0.120
						276.802
Equipos						
Herramientas manuales		%mo		5.00	81.600	4.080
Vibrador de concreto 4 hp 1.25"		Hm	1.0000	0.80	10.000	8.000
Mezcladora de concreto de 9 -11p3		Hm	1.0000	0.80	30.000	24.000
						32.000

Tabla 117

Análisis de Costo unitario, para Concreto Sustituido con VRM al 50%

Partida	1.02	Concreto f'c = 210 kg/cm2 (vrm 50%)				
Rendimiento	M3	Costo unitario directo por : m3			383.217	
Descripción recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio s/.	Parcial s/.
Mano de Obra						
Operario		Hh	2.0000	1.60	12.000	19.200
Oficial		Hh	2.0000	1.60	9.000	14.400
Peon		Hh	10.0000	8.00	6.000	48.000
						81.600
Materiales						
Petroleo		Gal		0.42	15.800	6.636
Piedra chancada de 1/2"-3/4"		M3		0.16	60.000	9.348
Arena gruesa		M3		0.31	110.000	34.276
Vidrio molido reciclado		M3		0.31	0.000	0.000
Cemento Portland tipo I (42.5 kg)		Bol		7.06	27.000	190.588
Hp 300		Gln		1.62	10.000	16.200
Agua		M3		0.12	1.000	0.120
						257.168
Equipos						
Herramientas manuales		%mo		5.00	81.600	4.080
Vibrador de concreto 4 hp 1.25"		Hm	1.0000	0.80	10.000	8.000
Chancadora tipo mandibula		Hm	1.0000	2.04	10.000	20.449
Mezcladora de concreto de 9 -11p3		Hm	1.0000	0.80	30.000	24.000



Tabla 118

Análisis de Costo unitario, para Concreto Sustituido con VRM al 75%

Partida	1.03	Concreto f'c = 210 kg/cm2 (vrm 75%)				
Rendimiento	M3	Costo unitario directo por : m3			376.304	
Descripción recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio s/.	Parcial s/.
		Mano de Obra				
Operario		Hh	2.0000	1.60	12.000	19.200
Oficial		Hh	2.0000	1.60	9.000	14.400
Peon		Hh	10.0000	8.00	6.000	48.000
						81.600
		Materiales				
Petroleo		Gal		0.42	15.800	6.636
Piedra chancada de 1/2"-3/4"		M3		0.16	60.000	9.348
Arena gruesa		M3		0.16	110.000	17.138
Vidrio molido reciclado		M3		0.47	0.000	0.000
Cemento Portland tipo I (42.5 kg)		Bol		7.06	27.000	190.588
Hp 300		Gln		1.62	10.000	16.200
Agua		M3		0.12	1.000	0.120
						240.030
		Equipos				
Herramientas manuales		%mo		5.00	81.600	4.080
Vibrador de concreto 4 hp 1.25"		Hm	1.0000	0.80	10.000	8.000
Chancadora tipo mandibula		Hm	1.0000	3.07	10.000	30.673
Mezcladora de concreto de 9 -11p3		Hm	1.0000	0.80	30.000	24.000
						54.673



Tabla 119

Análisis de Costo unitario, para Concreto Sustituído con VRM al 100%

Partida	1.04	Concreto f'c = 210 kg/cm2 (vrn 100%)				
Rendimiento	M3	Costo unitario directo por : m3				369.390
Descripción recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio s/.	Parcial s/.
		Mano de Obra				
	Operario	Hh	2.0000	1.60	12.000	19.200
	Oficial	Hh	2.0000	1.60	9.000	14.400
	Peon	Hh	10.0000	8.00	6.000	48.000
						81.600
		Materiales				
	Petroleo	Gal		0.42	15.800	6.636
	Piedra chancada de 1/2"-3/4"	M3		0.16	60.000	9.348
	Arena gruesa	M3		0.00	110.000	0.000
	Vidrio molido reciclado	M3		0.62	0.000	0.000
	Cemento Portland tipo I (42.5 kg)	Bol		7.06	27.000	190.588
	Hp 300	Gln		1.62	10.000	16.200
	Agua	M3		0.12	1.000	0.120
						222.892
		Equipos				
	Herramientas manuales	%mo		5.00	81.600	4.080
	Vibrador de concreto 4 hp 1.25"	Hm	1.0000	0.80	10.000	8.000
	Chancadora tipo mandibula	Hm	1.0000	4.09	10.000	40.898
	Mezcladora de concreto de 9 -11p3	Hm	1.0000	0.80	30.000	24.000
						64.898

Donde podemos apreciar la diferencia en relación al costo ya que el vidrio es un material Reciclado y solo tendrá un valor mínimo para su trituración. Los valores son: C°Patron = S/. 390.402, C°50% = S/. 383.217, C°75% = S/. 376.304 y C°100% = S/. 369.39 y también tomando en cuenta el menor uso de agregado natural y conservando el medio ambiente es apto.



Capítulo IV: Resultados

4.1. Resultados del Revenimiento del Concreto (Slump Test).

Tabla 120

Resumen de Resultados del Revenimiento del Concreto (Slump Test), de las dos tandas de los concretos fabricados

Essay	C° Patron (0%)		C° Sustituido (50%)		C° Sustituido (75%)		C° Sustituido (100%)	
	Probetas	Placas	Probetas	Placas	Probetas	Placas	Probetas	Placas
	1ra	2da	1ra	2da	1ra	2da	1ra	2da
	Tanda	Tanda	Tanda	Tanda	Tanda	Tanda	Tanda	Tanda
	cm		cm		cm		cm	
N°1	10.1	9.5	12.6	12.1	14.2	13.6	15.4	15.1
N°2	9.8	10.3	12.2	12.1	13.9	13.7	15.5	14.7
N°3	9.7	9.4	12.4	11.9	13.7	13.2	14.8	15.1
Promedio	9.9	9.7	12.4	12.0	13.9	13.5	15.2	15.0
	9.80 cm.		12.22 cm.		13.71 cm.		15.10 cm.	

Fuente: Elaboración Propia, 2020

En este resumen se observa los resultados obtenidos, para las tandas de concretos fabricados, donde la primera tanda se refiere al concreto fabricado para las probetas cilíndricas y la segunda tanda a las placas rectangulares.

Tabla 121

Resultados finales del Revenimiento del Concreto

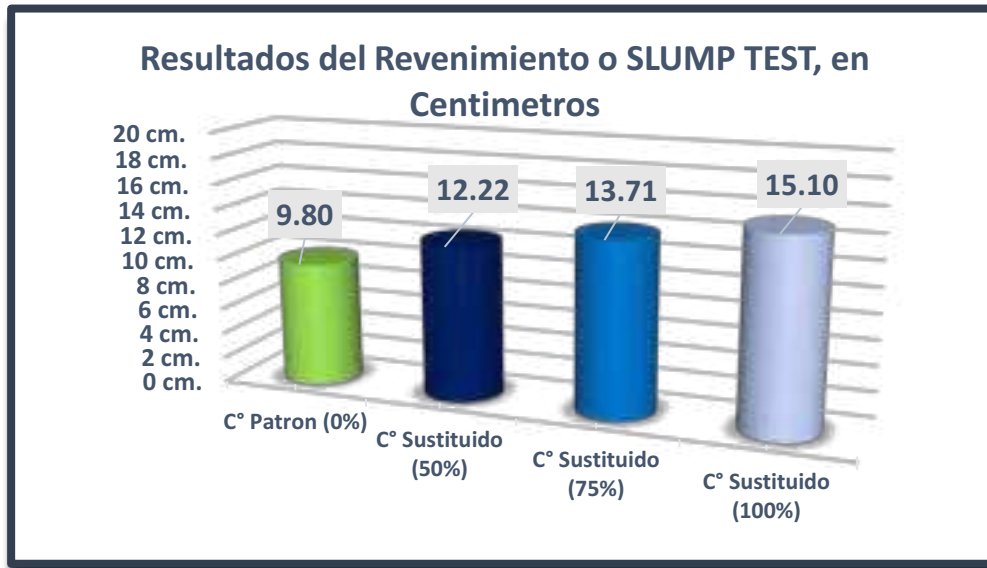
Tipos de Concreto	SLUMP		Incremento	Tipo de Mezcla
	(cm)	(pulg)		
C° Patron (0%)	9.80	3.86	100.00%	Mezcla Ligeramente Plastica
C° Sustituido (50%)	12.22	4.81	2.42 cm. 124.66%	Mezcla Plastica
C° Sustituido (75%)	13.71	5.40	3.91 cm. 139.88%	Mezcla Plastica
C° Sustituido (100%)	15.10	5.94	5.30 cm. 154.08%	Mezcla con poca Adherencia

Fuente: Elaboración Propia, 2020



Figura 141

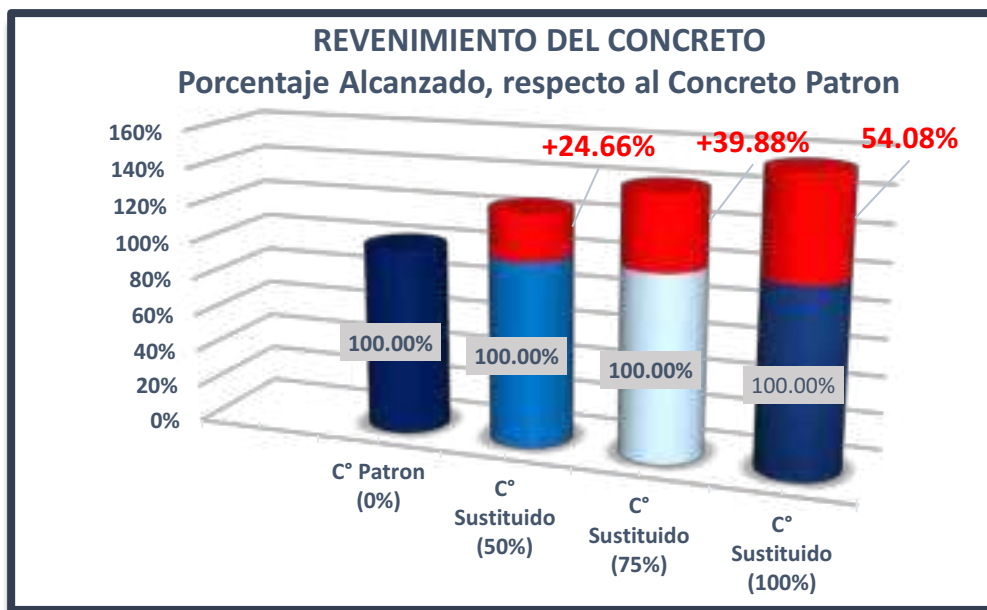
Resultados finales del Revenimiento del concreto



Fuente: Elaboración Propia, 2020

Figura 142

Incremento del revenimiento, respecto al concreto Patrón.



Fuente: Elaboración Propia, 2020

En los resultados se observa que, a mayor porcentaje de sustitución de Vidrio Molido Reciclado, el revenimiento va en aumento. Así mismo se puede afirmar que a medida que se incrementa el porcentaje de sustitución del Vidrio Molido Reciclado, la adherencia entre los agregados y la pasta cementante disminuye.



4.2. Resultados del Peso Volumétrico

Tabla 122

Resumen de Resultados de Peso Volumetrico, de las probetas Cilindricas y de las placas rectangulares de los concretos fabricados.

Concretos	Probetas Cilindricas	Placas Rectangulares	Promedio
C° Patron (0%)	2,341 kg/m ³	2,359 kg/m ³	2,350 kg/m ³
C° Sustituido (50%)	2,310 kg/m ³	2,299 kg/m ³	2,305 kg/m ³
C° Sustituido (75%)	2,295 kg/m ³	2,253 kg/m ³	2,274 kg/m ³
C° Sustituido (100%)	2,232 kg/m ³	2,178 kg/m ³	2,205 kg/m ³

Fuente: Elaboración Propia, 2020

Tabla 123

Resultados finales de Peso Volumetrico

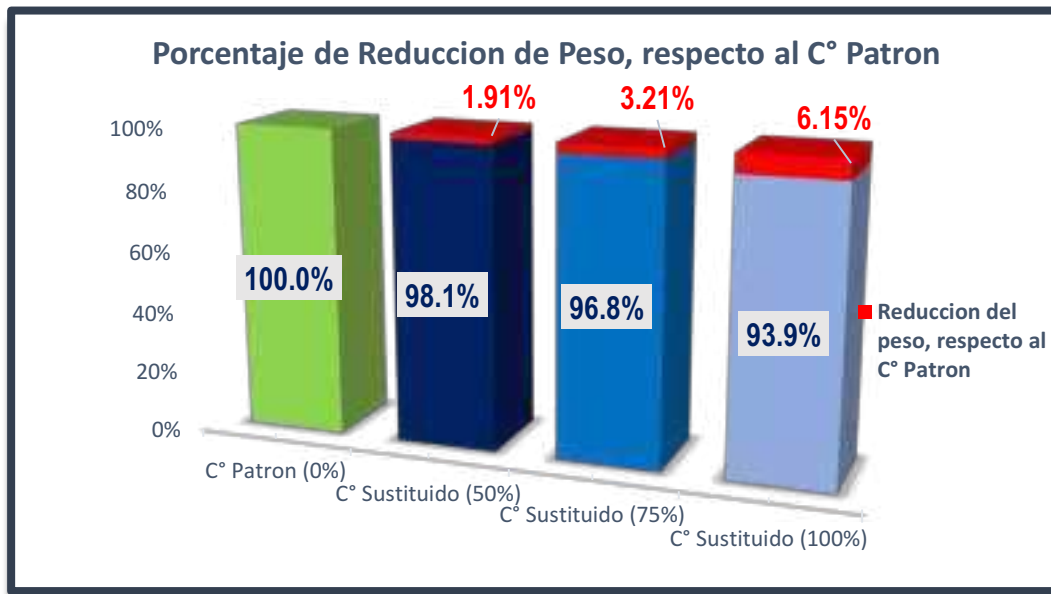
Concretos	Promedio	Reducción del peso, respecto al C° patrón	% alcanzado, respecto al C° patrón	Reducción del peso, respecto al C° patrón	Desviacion estandar
C° Patron (0%)	2,350 kg/m ³		100.00%		12.72
C° Sustituido (50%)	2,305 kg/m ³	45 kg/m ³	98.09%	1.91%	7.59
C° Sustituido (75%)	2,274 kg/m ³	75 kg/m ³	96.79%	3.21%	30.02
C° Sustituido (100%)	2,205 kg/m ³	144 kg/m ³	93.85%	6.15%	38.12

Fuente: Elaboración Propia, 2020



Figura 143

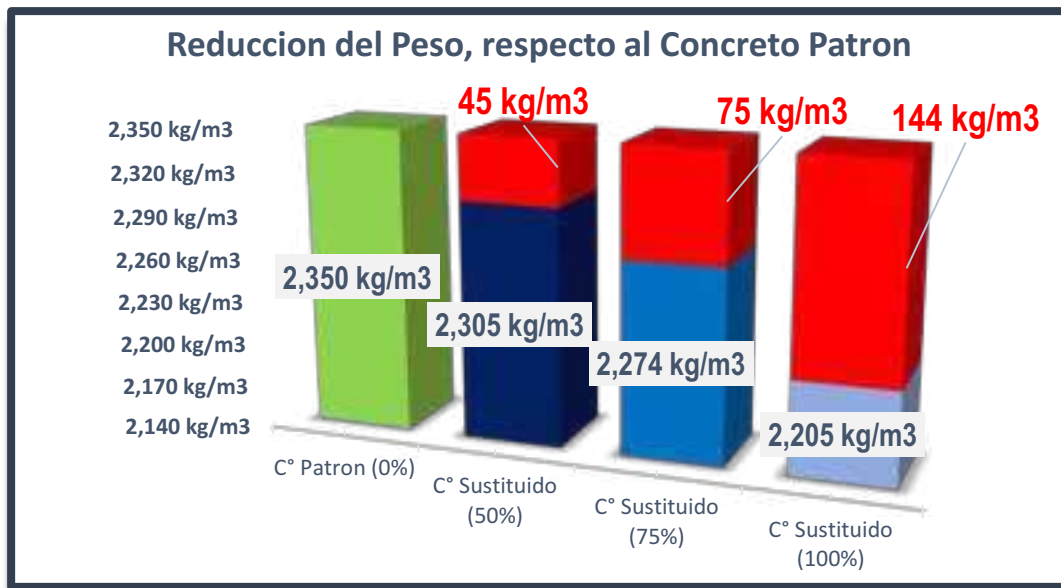
Variación del Peso, respecto al concreto patrón, expresado en Porcentaje.



Fuente: Elaboración Propia, 2020

Figura 144

Variación del Peso, respecto al concreto patrón, expresado en kilogramos



Fuente: Elaboración Propia, 2020

En los resultados obtenidos se observa que, a mayor porcentaje de sustitución de Vidrio Molido Reciclado, el peso volumétrico va disminuyendo, esto se debe a la composición de los agregados en el concreto, ya que el vidrio reciclado molido tiene un menor peso específico, a diferencia del agregado árido.



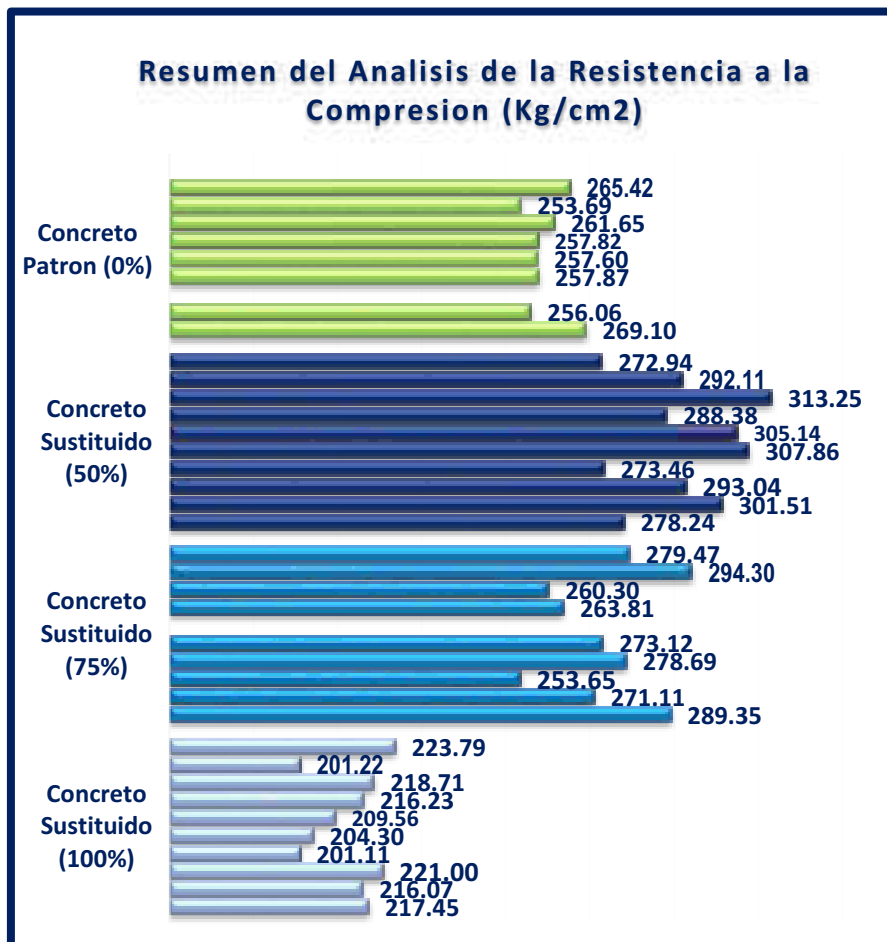
4.3. Resultados de Resistencia a la Compresión de Probetas Cilíndricas.

Se produjo 4 tipos de concretos, para cada tipo de concreto se produjeron 10 muestras, de las cuales fueron sometidas al criterio de exclusión de Chauvenet, posterior a este análisis de exclusión de datos muy dispersos y no tradicionales, la cantidad de muestras, para cada Tipo de concreto fue modificado, finalmente quedaron las cantidades de muestras que se detalla a continuación:

- Concreto Patrón o Tradicional: 8 Muestras
- Concreto Sustituido, por Vidrio Molido Reciclado (VMR) en un 50%: 10 Muestras
- Concreto Sustituido, por Vidrio Molido Reciclado (VMR) en un 75%: 9 Muestras
- Concreto Sustituido, por Vidrio Molido Reciclado (VMR) en un 100%: 10 Muestras

Figura 145

Resumen de resultados de Resistencia a la Compresion, analizados según el criterio de exclusión de Chauvenet.



Fuente: Elaboración Propia, 2020



Después de analizar los datos obtenidos del ensayo de Resistencia a la compresión, en estado endurecido de los distintos tipos de concretos fabricados, se obtuvo los siguientes resultados finales:

Tabla 124

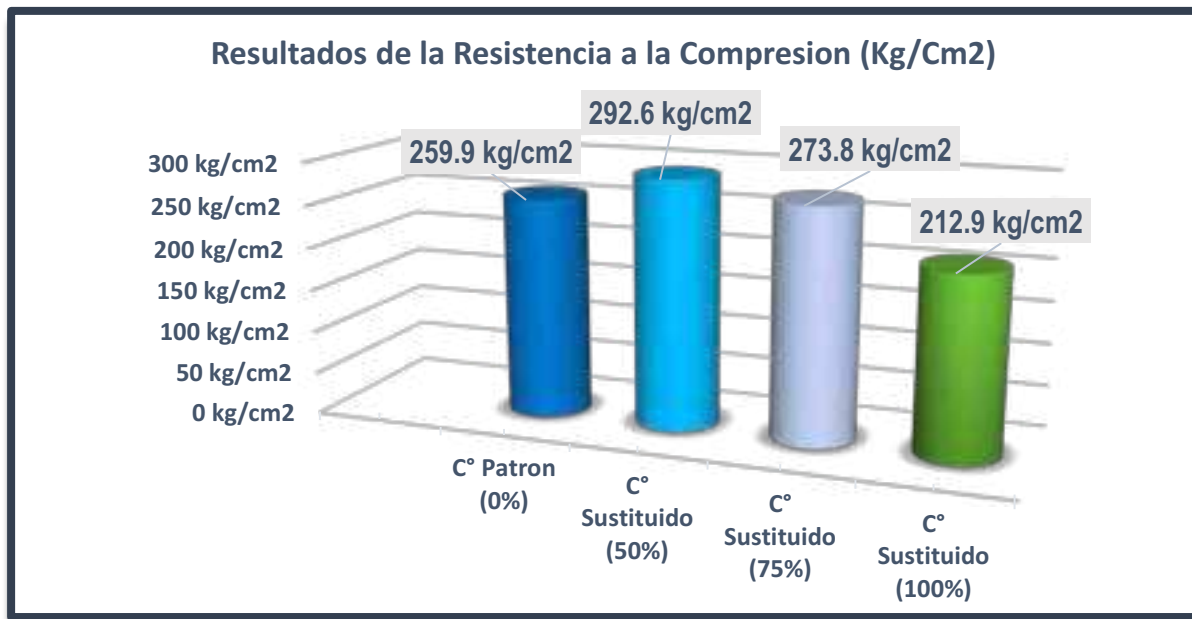
Resultados finales de Resistencia a la Compresion

Concreto	Resistencia a la Compresion (Kg/cm2)	Resistencia a la Compresion (Kg/cm2) - Incrementada o disminuida	% Alcanzado Respecto al C° Patrón	% De Diferencia Respecto al C° Patrón
C° Patron (0%)	259.9 kg/cm2		100.00%	
C° Sustituido (50%)	292.6 kg/cm2	36.8 kg/cm2	112.58%	12.58%
C° Sustituido (75%)	273.8 kg/cm2	14.6 kg/cm2	105.33%	5.33%
C° Sustituido (100%)	212.9 kg/cm2	38.5 kg/cm2	81.93%	18.07%

Fuente: Elaboración Propia, 2020

Figura 146

Resultados finales de Resistencia a la Compresion

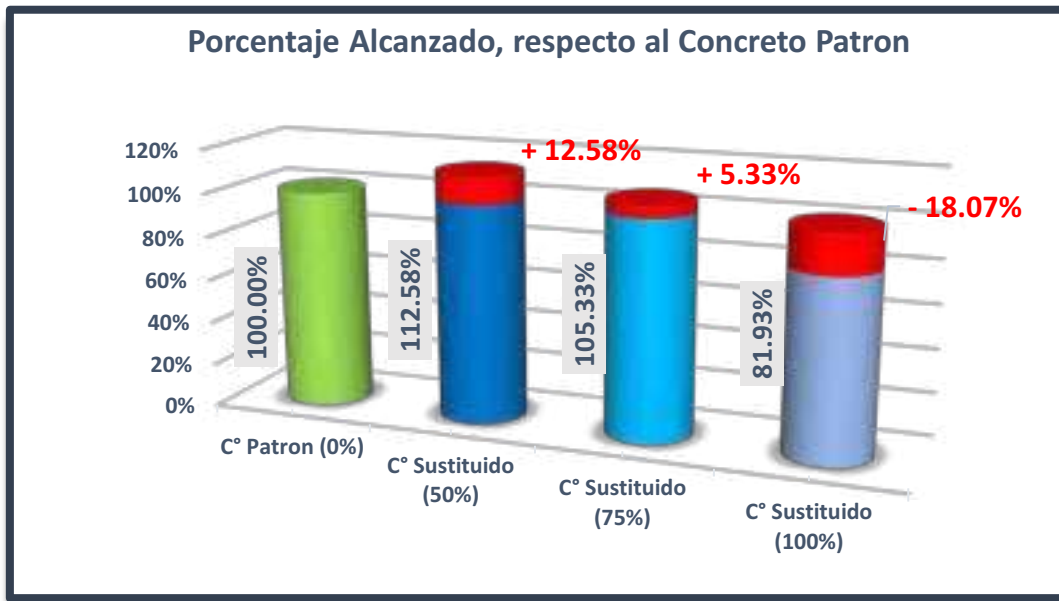


Fuente: Elaboración Propia, 2020



Figura 147

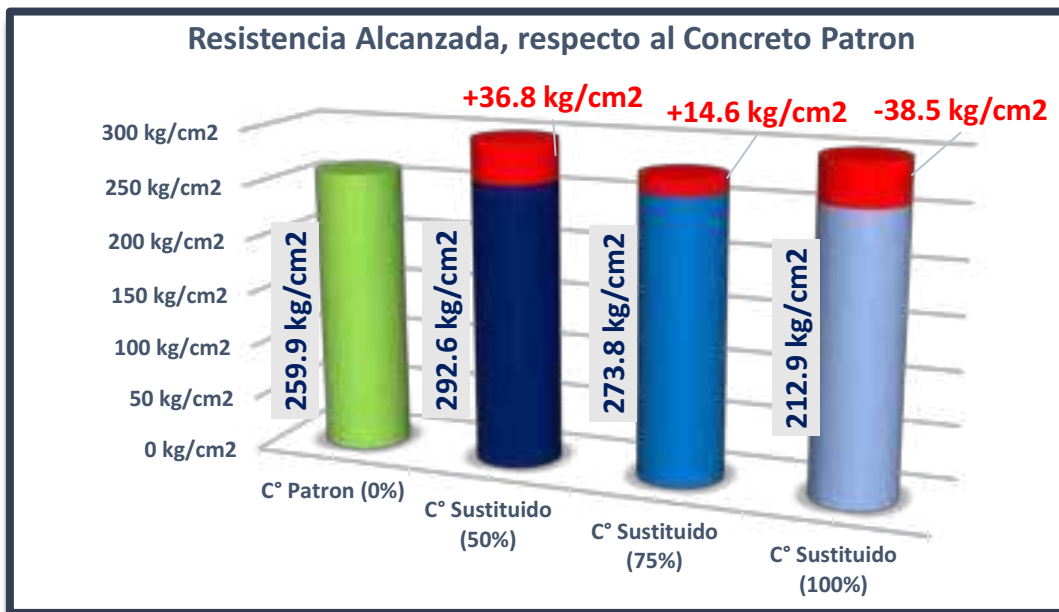
Variación de la Resistencia a la Compresión, respecto al concreto patrón, expresado en porcentaje



Fuente: Elaboración Propia, 2020

Figura 148

Variación de la Resistencia a la Compresión, respecto al concreto patrón, expresado en kilogramos/cm²



Fuente: Elaboración Propia, 2020

4.4. Resultados de Transmitancia de Luz

Tabla 125

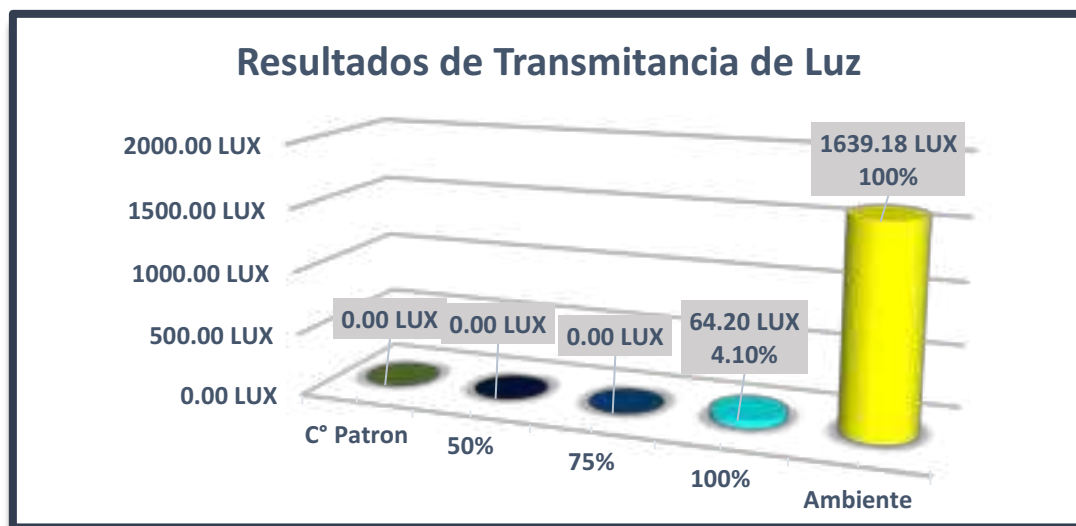
Resultados de Transmitancia de Luz

Concretos	Temperatura	Luz	Porcentaje
C° Patron	24.50 °C	0.00 LUX	0.00%
50%	25.68 °C	0.00 LUX	0.00%
75%	26.48 °C	0.00 LUX	0.00%
100%	28.49 °C	64.20 LUX	4.10%
Ambiente	-	1639.18 LUX	100.00%

Fuente: Elaboración Propia, 2020

Figura 149

Resultados de Transmitancia de Luz



Fuente: Elaboración Propia, 2020

4.5. Resultados de Conductividad Térmica

Los resultados obtenidos del Ensayo de Conductividad Termica de Placas Rectangulares de 15 cm. de Ancho x 20 cm. de Largo y 5cm. de Espesor. Se encuentran bajo la norma “Standard Test Method for Steady-State Heat Flux Measurements and Thermal Transmission Properties by Means of the Guarded-Hot-Plate Apparatus” ASTM C177-13, y son los que se muestran a continuación.

Se produjo 4 tipos de concretos, para cada tipo de concreto se produjeron 10 muestras, de las cuales fueron sometidas al criterio de exclusión de Chauvenet, posterior a este análisis,

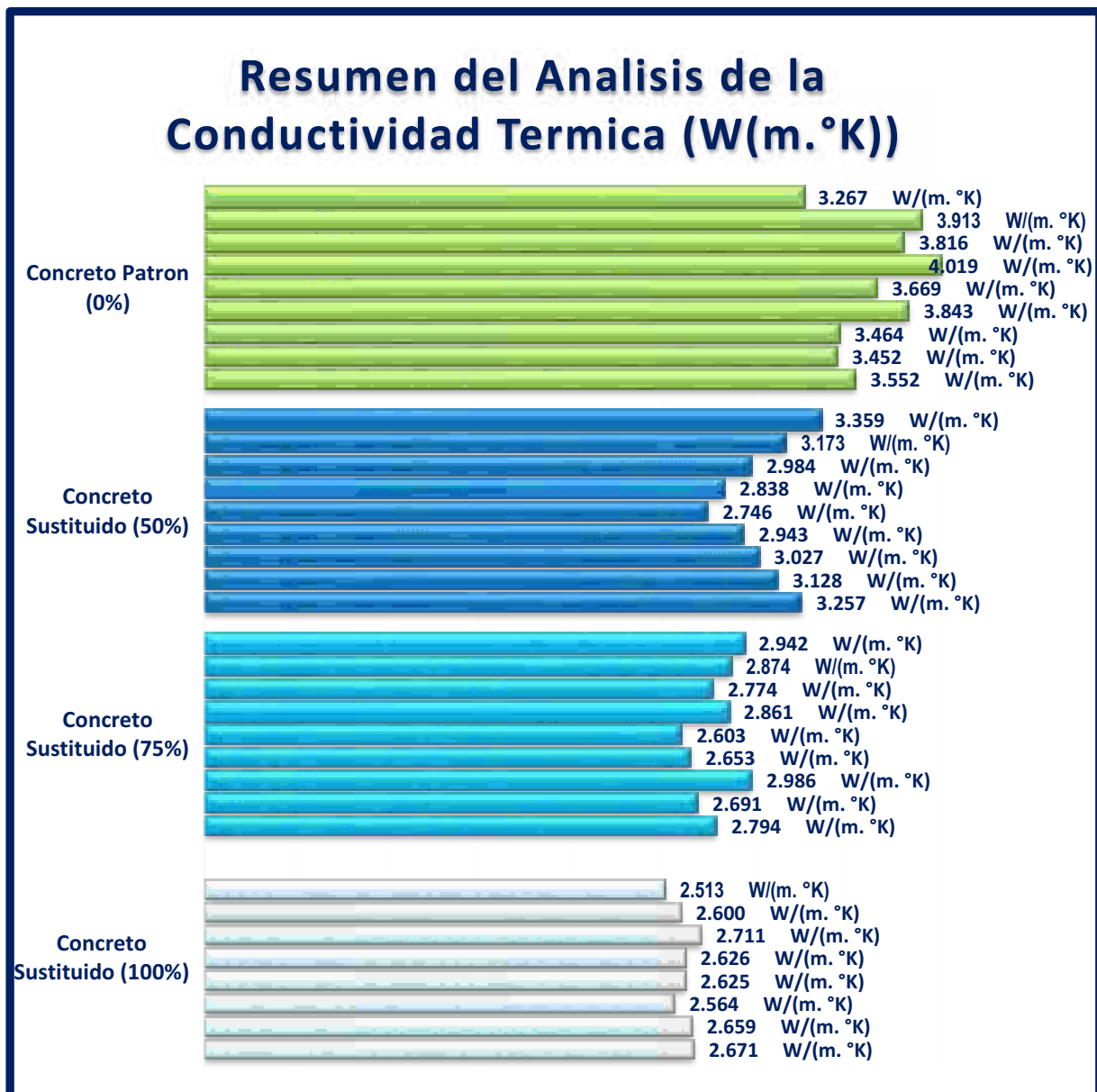


la cantidad de muestras, para cada Tipo de concreto fue modificado, finalmente quedaron las cantidades de muestras que se detalla a continuación:

- Concreto Patrón o Tradicional: 10 Muestras
- Concreto Sustituido, por Vidrio Molido Reciclado (VMR) en un 50%: 10 Muestras
- Concreto Sustituido, por Vidrio Molido Reciclado (VMR) en un 75%: 10 Muestras
- Concreto Sustituido, por Vidrio Molido Reciclado (VMR) en un 100%: 9 Muestras

Figura 150

Resumen de resultados de Conductividad Termica, analizados según el criterio de exclusión de Chauvenet.



Fuente: Elaboración Propia, 2020



Tabla 126

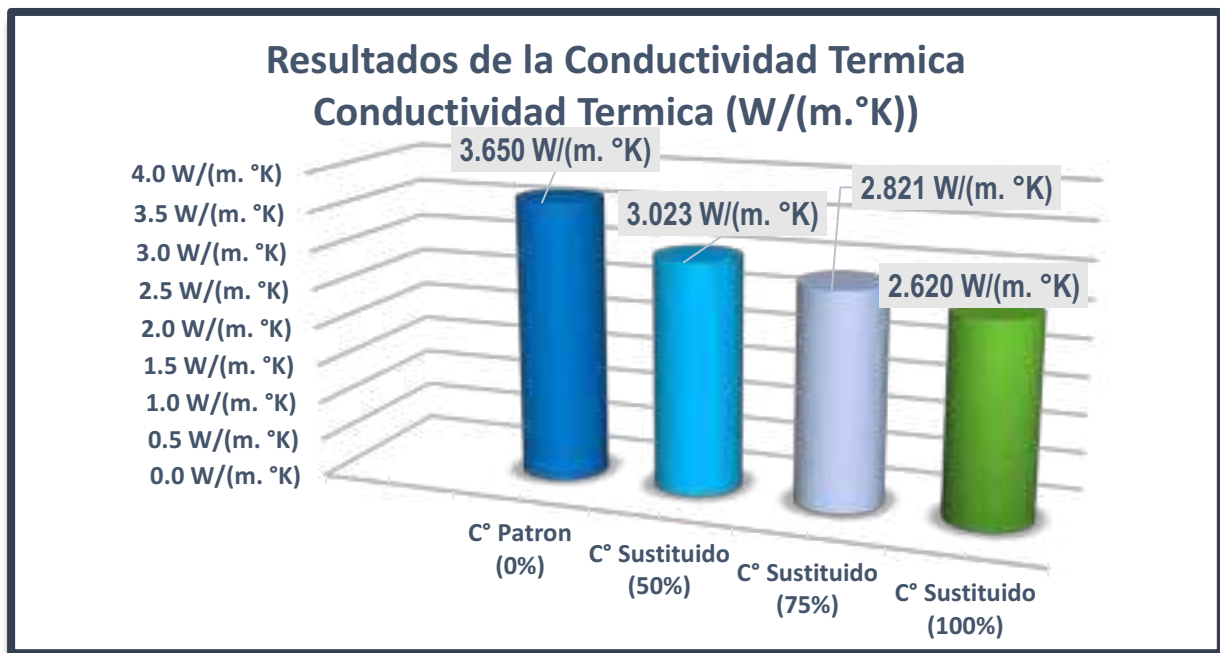
Resultados finales de Conductividad Termica

Concreto	Conductividad Termica (W/(m.°K))	Conductividad Termica (W/(m.°K)) - Incrementada o disminuida	% Alcanzado Respecto al C° Patrón	% De Diferencia Respecto al C° Patrón
C° Patrón (0%)	3.650 W/(m. °K)		100.00%	
C° Sustituido (50%)	3.023 W/(m. °K)	0.627 W/(m. °K)	82.83%	17.17%
C° Sustituido (75%)	2.821 W/(m. °K)	0.829 W/(m. °K)	77.28%	22.72%
C° Sustituido (100%)	2.620 W/(m. °K)	1.030 W/(m. °K)	71.79%	28.21%

Fuente: Elaboración Propia, 2020

Figura 151

Resultados finales de Conductividad Termica

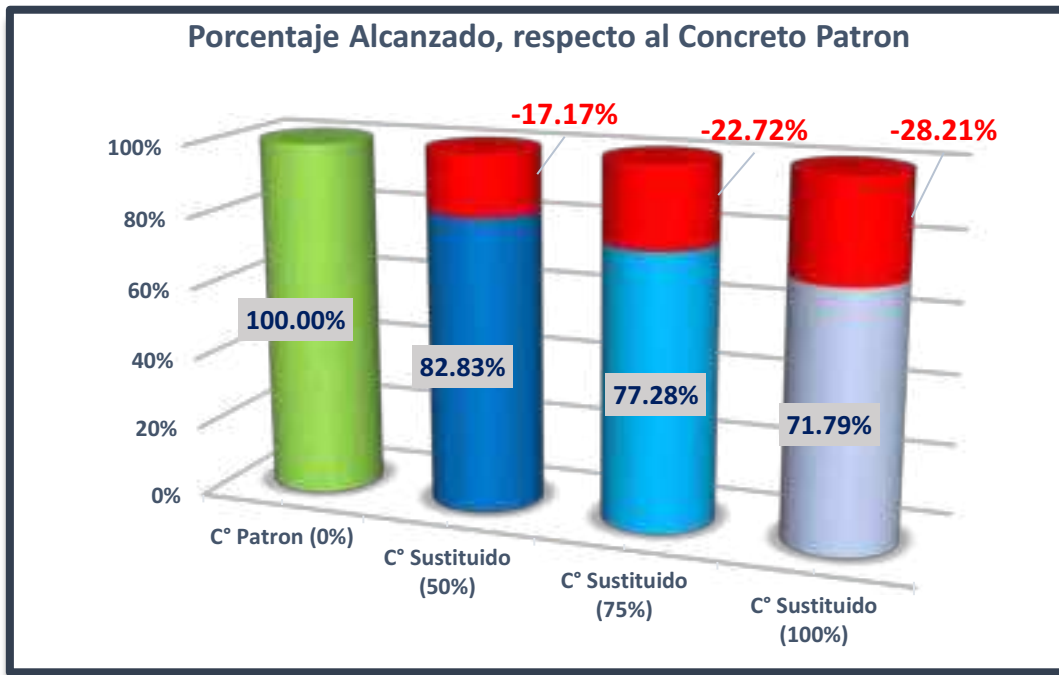


Fuente: Elaboración Propia, 2020



Figura 152

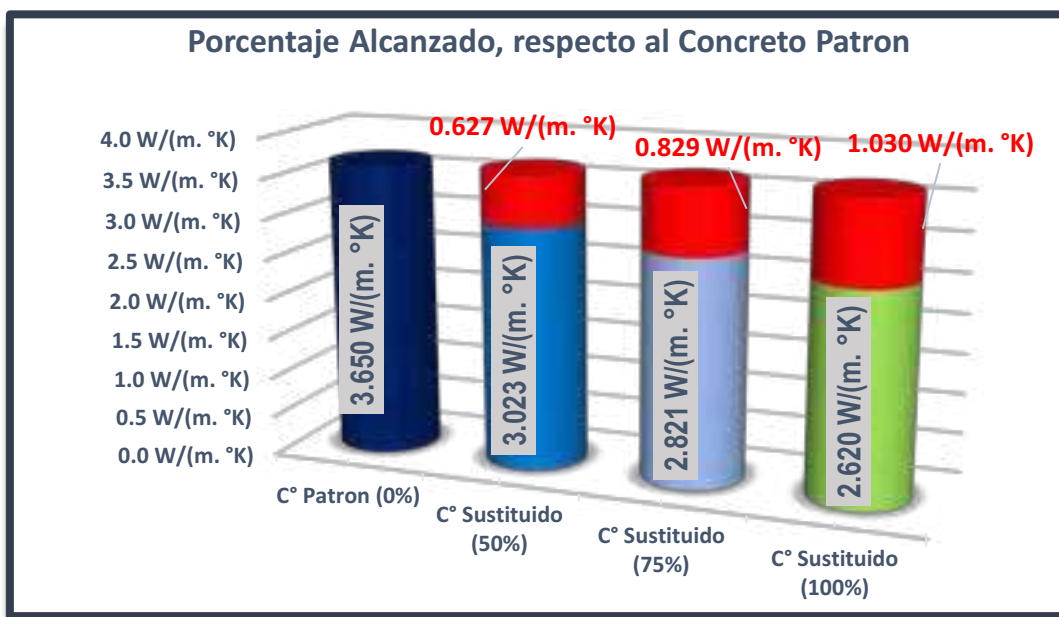
Variación de la Conductividad Térmica, respecto al concreto patrón, expresado en porcentaje



Fuente: Elaboración Propia, 2020

Figura 153

Variación de la Conductividad Térmica, respecto al concreto patrón, expresado en $W/(m \cdot ^\circ K)$.



Fuente: Elaboración Propia, 2020



Capítulo V: Discusión

En la investigación se evaluó las propiedades físicas – mecánicas (Resistencia a la Compresión, Revenimiento, Peso Volumetrico, Transmitancia de luz y Conductividad Termica), de un Concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, Concreto Patrón; respecto a otros Concretos, con sustitución del Agregado Fino (Arena), por Vidrio Reciclado Molido (VRM) en diferentes porcentajes de sustitución (50%, 75% y 100%).

En el desarrollo de la investigación se ha planteado ciertos cuestionamientos, que se detallan a continuación:

5.1. Contraste de resultados con referentes del marco teórico

Discusión N°01: ¿Por qué razón se usó el Vidrio, como un material sustituyente del Agregado fino en el concreto?

Se usó el vidrio, con el objetivo principal de lograr mejoras especiales en las características del concreto fabricado, como son la Resistencia a la compresión, Conductividad Termica y la capacidad de transmitir luz, ser translucido.

Además, también de que, con el uso del vidrio reciclado molido, reemplazado en el concreto, aportamos al reciclaje de desechos o desperdicios de vidrio usado, y le damos un reusó sostenible, que ayuda a cuidar el medio ambiente, y también a reducir la depreciación del recurso árido como es la arena de los ríos.

Discusión N°02: ¿El cemento portland utilizado no fue del tipo Puzolanico? ¿Por qué razón?

Se realizó varios diseños de mezclas de prueba, con el cemento Puzolanico IP y el cemento Tipo I, de los cuales el que nos arrojó mejores resultados de adherencia y resistencia a la compresión, fue el cemento portland tipo I.

El cemento Portland Tipo I, es el cemento que se tenía disponible a la mano, ya que la Concretera PyMac trabaja con este cemento, y hubo el apoyo para la tesis reduciendo, así nuestros costos para la elaboración de la tesis.

Discusión N°03: ¿El concreto reemplazando el agregado fino con vidrio molido en diferentes porcentajes, presento mejoras en sus propiedades físicas y mecánicas, con respecto a un Concreto Tradicional?



Con el reemplazo del VRM en el concreto, si se evidencio mejoras en la propiedad mecánica (Resistencia a la compresión), hubo incremento de la resistencia. Para las propiedades físicas, también se evidencio mejoras en cuanto al revenimiento, Transmitancia y conductividad Termica,

5.2. Interpretación de los resultados encontrados en la investigación

Discusión N°04: ¿Cómo se desarrollaron los resultados de las propiedades físico-mecánicas de los concretos fabricados?

Para el análisis de la resistencia a la compresión, a los 28 días; se evidencio un incremento en la resistencia cuando se sustituye por el VRM en un 50% y 75%; y tuvo una caída de la resistencia al sustituir el VRM al 100%, del 18.07% respecto al concreto patrón

En el revenimiento, fue en incremento a medida que el % de sustitución incremento.

El peso volumétrico, fue reduciendo a medida que el % de sustitución incremento.

Se pudo evidenciar Transmitancia de luz en la placa de concreto, cuando se sustituye por el VRM en un 100 % y en los demás no se observó, ninguna modificación.

Con la sustitución del Agregado Fino por el VRM, se obtuvieron mejoras en la conductividad térmica de los concretos.

5.3. Aporte de la investigación

Discusión N°05: ¿Por qué se evaluó la Transmitancia de luz y la conductividad termica del Concreto sustituido con vidrio reciclado molido?

Es importante que se evalúen nuevas propiedades al concreto, ya que con la inclusión del VRM al concreto, se puede evidenciar traslucidez y mejoras en la conductividad termica del concreto; en la investigación se logró cuantificar los valores indicadores de estas propiedades.

5.4. Incorporación de temas nuevos que se han presentado durante el proceso de la investigación que no estaba considerado dentro de los objetivos de la investigación

Discusión N°06: ¿El concreto diseñado y elaborado en la investigación, presento o evidencio alguna otra característica no prevista dentro del análisis?



El concreto Sustituido con el VRM, resulto ser un concreto altamente poroso, a mayor porcentaje de sustitución, mayor era el grado de porosidad.

5.5. Comentario de la demostración de la hipótesis

Discusión N°07: ¿Cómo resulto la sustitución del agregado fino por Vidrio reciclado molido, en la evaluación de la Transmitancia de luz y conductividad térmica del concreto?

El vidrio resulto ser un material que puede configurar al concreto en un material translucido, cuando en la composición del concreto, el vidrio tiene un alto grado de participación, y también cuando el material aglomerante o cementante es un material que ayude a desarrollar esta característica, como por ejemplo una resina acrílica un cemento blanco.

El vidrio de por si es un material térmico, por lo tanto, esta característica es transmitida al concreto, por ser un componente. Se observó que a mayor porcentaje de sustitución, va reduciendo la conductividad térmica.

Discusion N° 08: ¿Los antecedentes tomados en la investigación, sirvieron para la formulación y demostración de la hipótesis?

La investigación de Ccorimanya Sota y Cabrera Vilca, así como a la investigación de Rojas Lujan y Silvestre Gutierrez, sirvieron como referencia para el análisis de la resistencia a la compresión (propiedad mecánica del concreto).

La investigación de Franco Duran; Cruz Hernandez; y Perez Sanchez. Sirvieron de referencia para el análisis de la Transmitancia de luz (Propiedad física del concreto).

Estos antecedentes sirvieron para la formulación de la hipótesis de la investigación.



Glosario

ACI:	American Concrete Institute o Instituto Americano del Concreto.
Agregado:	Mezcla de arena y piedra de granulometría variable, empleada en la elaboración de mortero, concreto, etc.
Agregado fino:	Agregado que pasa por el tamiz 9.5 mm (3/8 pulg.), pasa casi totalmente por el tamiz de 4.75 mm (N°.4) y se retiene predominantemente en el tamiz de 75 mm (N°. 200).
Ahorro de energía:	Reducción en el uso de energía eléctrica, por luz artificial, estufas calefactoras y grandes maquinarias de chancado, zarandeado de agregados naturales.
Amperímetro:	Instrumento para medir la intensidad de una corriente eléctrica.
ASTM:	American Society for Testing Materials o Sociedad Americana para Pruebas de Materiales.
Calor:	Es la energía que se traspa de un sistema a otro o de un cuerpo a otro, transferencia vinculada al movimiento de moléculas, átomos y otras partículas.
Conductividad térmica:	Es una medida de la capacidad de un material para conducir calor.
Corriente eléctrica:	Es el flujo de carga eléctrica por unidad de tiempo que recorre un material.
Espécimen:	Muestra, modelo, ejemplar, normalmente con las características de su especie muy bien definidas.
Granulometría:	La granulometría es la distribución de los tamaños de las partículas de un agregado tal como se determina por análisis de tamices.
Potencial Eléctrico:	Es el trabajo que debe realizar un campo electrostático para mover una carga positiva q desde dicho punto hasta punto un de referencia, dividido por unidad de carga de prueba.



Potencia eléctrica:	Se define como la cantidad de trabajo realizado por una corriente eléctrica, es decir, la cantidad de energía entregada o absorbida por un elemento en un tiempo determinado.
Resistencia Eléctrica:	Se le denomina a la igualdad de oposición que tienen los electrones al desplazarse a través de un conductor.
Slump:	O revenimiento, prueba que se le realiza al concreto fresco para determinar su consistencia.
Termocupla:	Sensor de temperatura.
TMN:	Tamaño Máximo Nominal.
Transferencia de calor:	Es la transmisión de energía de una región a otra como resultado de una diferencia de temperatura entre ellas.
Transmitancia:	Es la razón entre la luz monocromática transmitida por una muestra y la energía o luz incidente sobre
VRM:	Vidrio Reciclado Molido



Conclusiones

- Conclusión N° 01:

Se demostró la Hipótesis General: “El concreto reemplazando el agregado fino con vidrio molido en diferentes porcentajes, presentara una mejora de sus propiedades tanto físicas y mecánicas, con respecto a un Concreto Tradicional”. Las propiedades físicas - mecánicas de los concretos sustituidos con VRM, mejoraron en sus resultados respecto al concreto patrón. El revenimiento incremento, a medida que el porcentaje de sustitución aumentaba, el peso volumétrico, se redujo hasta un 6.15%, equivalente a 144 kg/m³ (ver tabla 123, pág. 249). La conductividad térmica reducía a medida que se incrementaba el VRM, la Transmitancia de luz se evidencia cuando el agregado fino es reemplazado al 100% por VRM, obteniendo un 4.10% de Transmitancia (ver tabla 125, pág. 254). La Resistencia a la compresión mejoró, siendo el diseño optimo cuando se reemplaza por el VRM en un 50% (ver tabla 124, pág. 252).

- Conclusión N° 02:

Se demostró la Sub Hipótesis N° 01: “El reemplazo de agregado fino, por vidrio molido, en porcentajes de 50%, 75% y 100%, en el concreto; presento mejoras, en las propiedades físicas (Revenimiento y Peso Volumétrico), con respecto a un Concreto Tradicional”. El revenimiento se incrementó, a medida que los porcentajes de sustitución incrementaba, (ver tabla 121, pág. 247). El peso volumétrico de los concretos reemplazados con VRM, redujeron con respecto al concreto patrón. El valor promedio de peso volumétrico del concreto patrón fue de 2350 kg/m³, mientras que los concreto sustituidos tuvieron reducciones en el peso, como se puede observar en la tabla 123, pág. 249.

- Conclusión N° 03:

Se demostró la Sub Hipótesis N° 02: “El reemplazo de agregado fino, por vidrio molido, en porcentajes de 50%, 75% y 100%, en el concreto; presenta un aumento en la Resistencia a Compresión del Concreto, con respecto a un Concreto Tradicional”. La resistencia a la compresión mejoró con el reemplazo por el VRM, obteniendo el mejor resultado cuando en el diseño del concreto el reemplazo se dio en un 50%, y también hubo una reducción de la resistencia cuando el reemplazo se dio en un 100%, ver la tabla 124, pág.252 y la figura 175, pág. 253.



- Conclusión N° 04:

Se demostró la Sub Hipótesis N° 03: “La traslucidez de los concretos varia debido al reemplazo de vidrio molido, a mayor porcentaje de vidrio molido, mayor será la traslucidez”. Con el reemplazo del agregado fino por el VRM, la traslucidez o Transmitancia de luz se pudo evidenciar solo cuando en el diseño del concreto el reemplazo se dio en un 100%, llegando a obtener un 4.10% de Trasmisión de luz, y en los demás diseños no se obtuvo lectura, como se muestra en la tabla 125, pág. 254.

- Conclusión N° 05:

Se demostró la Sub Hipótesis N° 04: “La Conductividad Térmica de los concretos estudiados, varia debido al reemplazo de vidrio molido, a mayor porcentaje de vidrio molido, brinda una menor Conductividad Térmica”. La inclusión del vidrio en el concreto, permitió que lo valores de conductividad térmica reduzcan, a medida que los reemplazos del agregado fino por el VRM aumenten. Ver la tabla 126, pág. 256 y la figura 181, pág. 257.



Recomendaciones

- Se recomienda el uso del vidrio Reciclado, como un componente en la fabricación de concretos, como aporte de la investigación se pudo comprobar que le incrementa la Resistencia a la Compresión, además que es un recurso reciclado y así contribuimos con el cuidado del medio ambiente y explotación excesiva de los agregados pétreos.
- Se recomienda siempre el uso de los implementos de seguridad (EPPS), como guantes, gafas y mascarillas, para la manipulación del Vidrio Reciclado Molido, ya que es un material altamente peligroso y contaminante; que puede conllevar a enfermedades respiratorias.
- Se recomienda evaluar si existe incremento de la Resistencia a la Compresión, sustituyendo el Agregado Grueso por Vidrio molido, con una granulometría similar a la del Agregado Grueso.
- Se recomienda evaluar las propiedades de translucidez y resistencia a la compresión del concreto fabricado con cemento Blanco o con una resina Acrílica.
- Se recomienda evaluar las propiedades de dureza y desgaste de los concretos sustituidos con Vidrio Reciclado Molido.
- Se recomienda evaluar las propiedades de porosidad y permeabilidad de los concretos sustituidos o adicionados con vidrio, con un posible uso en pavimentos.
- Se recomienda realizar la molienda del vidrio en una chancadora de tipo quijada, ya que acelera el proceso de trituración y molienda del material, en comparación con una molienda hecha por esferas, como la máquina de Abrasión de los Ángeles.
- Se recomienda el uso de este nuevo material en la fabricación de elementos de Albañilería como placas o bloques, aportara mejoras de apariencia y en sus propiedades físicas y mecánicas.
- Se recomienda usar vidrio de parabrisas para alcanzar mayor resistencia.
- Se recomienda realizar el análisis de la resistencia a la compresión, con probetas de 6 x 12 plg.
- Se recomienda realizar el análisis de la resistencia a la traxion del concreto reemplazando el agregado fino o grueso por vidrio molido.
- Se recomiendo realizar el análisis del concreto, con adición de vidrio.



Referencias

- Abanto Castillo, F. (2009). *Tecnología del Concreto(Teoria y Problemas)* (Segunda Edición ed.). Lima, Peru: San Marcos E.I.R.L.
- Arquitectura Fachadas, E. A. (09 de Abril de 2013). *Publiditec*. Recuperado el 10 de Octubre de 2020, de Publiditec: <http://publiditec.com/blog/hormigon-translucido/>
- ASTM. (2013). *ASTM C177 - 13. - Standard Test Method for Steady-State heat flux measurements and thermal transmission properties by means of the guarded-Hot-Plate*. Normativa, ASTM INTERNATIONAL, Filadelfia.
- Blanco Alvarez, F. (2012). *Ciencia de los materiales* (Vol. Primera Edición). Oviedo, España.
- Blanco Alvarez, F. (2012). *Ciencia de los materiales*. Oviedo, España: Primera edición.
- Borja, M. (2012). *Metodología de la investigación Científica para ingenieros*. Chiclayo, Peru.
- Bouche, F. J. (2007). *Física General*. Madrid, España, España: Decima Edición.
- Buchelli Luisi, A. (2015). *Hormigon Traslucido*. Tesis de Diplomado, Universidad de la República Oriental del Uruguay, Montevideo.
- Carbajal Pasquel, E. (1998). *Temas de Tecnología del Concreto en el Perú* (Segunda Edición ed.). Lima, Lima, Peru: Colegio de Ingenieros del Perú.
- CARBAJAL, E. P. (1998). *TEMAS DE TECNOLOGIA DEL CONCRETO EN EL PERU*. Lima.
- Cassar, J., & Camilleri, J. (2012). Construction and Building Materials. En *Utilisation of imploded glass in structural concrete*. (págs. 299-307).
- CASTILLO PAZMIÑO, M. (2010). *INVESTIGACION DE LA UTILIZACION DEL VIDRIO MOLIDO COMO MATERIAL DE CONSTRUCCION Y TECNICAS CONSTRUCTIVAS*. Santa cruz (Islas Galapagos). .
- Collieu, A. (1977). *Propiedades mecánicas y térmicas de materiales*. Editorial Reverte.
- Collieu, Derek Powney. (1977). *Propiedades mecánicas y Térmicas de los Materiales*. Barcelona, España: Antony MCB.
- De Castro, S., & De Brito, J. (2013). Journal of Cleaner Production. En *Evaluation of the durability of concrete made with crushed glass aggregates*. (págs. 7-14).



E.040 RNE, R. N. (2009). *VIDRIO*.

Fowler, R. J. (1994). *Electricidad. Principios y Aplicaciones*. Barcelona, España, España: Reverte.

Frank Kreith, Raj M. Manglik, Mark S. Bohn. (2012). *Principios de Transferencia de Calor*. Monterrey, Mexico.

Garcia Villareal, J. (2006). *Dispositivos y componentes Electronicos*. Lima, Peru, Peru: Primera Edicion.

Gutierrez, L. (19 de Octubre de 2003). *El concreto y otros materiales para la construcción*.
Obtenido de El concreto y otros materiales para la construcción.:
http://www.bdigital.unal.edu.co/6167/5/9589322824_Parte1.pdf

Hernandez Sampieri, R., Fernandez Collado, C., & Baptista Lucio, M. (2014). *Metodologia de la investigacion* (Sexta ed.). Mexico: McGraw-Hill.

Icart Isern, T., Fuentelsaz Gallego, C., & Pulpon Segura, A. (2006). *Elaboracion y presentacion de un proyecto de investigacion y una tesina*. Universidad de Barcelona. Barcelona: Publicaciones y ediciones de la universidad de Barcelona.

INDECOPI - NTP 339.034. (2008). *HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas*. Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales-INDECOPI, Lima.

INDECOPI - NTP 339.034. (02 de Enero de 2008). *Metodo de Ensayo normalizado para la determinacion de la resistenia a la Compresion del concreto, en muestras cilindricas*. Lima.

INDECOPI - NTP 339.035. (2009). *HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland*. Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales No Arancelarias - INDECOPI, Lima.

INDECOPI - NTP 339.035. (2009). *Método de ensayo para la medicion del asentamiento del concreto de Cemento Portland*. Lima.



- INDECOPI - NTP 339.185. (2013). *AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado*. Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales no Arancelarias - INDECOPI, Lima.
- INDECOPI - NTP 400.010. (2001). *AGREGADOS. Extracción y preparación de las muestras*. Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales-INDECOPI, Lima, Lima.
- INDECOPI - NTP 400.012. (2001). *AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado*. Reglamento Técnico, Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales-INDECOPI, Lima.
- INDECOPI - NTP 400.017. (2011). *AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (“Peso Unitario”) y los vacíos en los agregados*. Lima.
- INDECOPI - NTP 400.021. (2002). *AGREGADOS. Metodo de ensayo normalizado para peso específico y absorcion del agregado grueso*. Comision de reglamentos tecnicos y comerciales - INCECOPI, Lima.
- INDECOPI - NTP 400.022. (2013). *AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino*. Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales no Arancelarias - INDECOPI, Lima.
- Kreith, F., Manglik, R., & Bohm, M. (2012). *Principios de transferencia de calor*. Ciudad de Mexico: Editec SA de CV.
- Ling, T., Poon, C.-S., & Wong, H.-W. (2013). Management and recycling of waste glass in concrete products. En *Current situations in Hong Kong. Resources, Conservation and Recycling* (Vol. 70, págs. 25-31).
- Litracon. (20 de octubre de 2001). *Litracon*. Recuperado el 2020, de Litracon: <http://www.litracon.hu/en/products/litracon-blokk>
- Lopez Rodriguez, J. (2011). *Fundamentos basicos de metrologia dimensional*. Universidad Politécnica de Cartagena.
- Luccon. (13 de Agosto de 2009). *Luccon*. Recuperado el 16 de Octubre de 2020, de Luccon: <http://www.luccon.com/en/>



- Manzano Orrego, J. (2008). *Electricidad y teoria basica y practicas*. Barcelona, España, España: Primera Edicion.
- Mari, E. (1995). *Ecology: Glass recycling and environmental pollution. Glass machinery plants and accessories*. Milan.
- Meyer, C., Egosi, N., & Andela, C. (2001). *Concrete with waste glass as aggregate*. International Symposium Concrete Technology Unit of ASCE and University of Dundee.
- Morales G, O., & Lopez A, F. (1997). *Circuitos electricos*. Lima, Peru, Peru: Tercera edicion.
- Nilsson W, J., & Riedel A, S. (2005). *Circuitos Electricos*. Madrid, España.
- NTP 400.037. (2014). *Especificaciones de los agregados en el concreto*. Lima: INDECOPI.
- Pallas Areny, R. (2006). *Instrumentos electronicos basicos*. Marcombo.
- Rivva López, E. (2000). *Naturaleza y Materiales del Concreto* (Primera Edicion ed.). Lima: Capitulo Peruano ACI.
- Rivva Lopez, E. (2013). *Tecnologia del Concreto, Diseño de Mezclas*. Lima.
- Sanchez Lopez, J. d. (2002). *Dispositivos electronicos de potencia*. UABC.
- Shao, Y., Lefort, T., Moras, S., & Rodriquez, D. (2000). Cement and Concrete Research. En *Studies on concrete containing ground waste glass*. (págs. 91-100).
- Shi, C., & Zheng, K. (2007). Resources, Conservation & Recycling,. En *A review on the use of waste glass in the production of cement and concrete* (págs. 91-100).
- Silvestre Gutierrez, A. (2017). *ANÁLISIS DE MEZCLAS DE CONCRETO CON PROPORCIONES DE VIDRIO MOLIDO, TAMIZADO Y GRANULAR COMO ADITIVO A FIN DE AUMENTAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN*. Universidad Libre Seccional Pereira, Pereira.
- Staff USERS. (2014). *Electronica. Conceptos basicos y diseño de circuitos*. Users.
- UPO. (2010). Fundamentos de Espectrofotometria. *Guia TP 2 Quimica II 2010*, 6. Recuperado el 15 de octubre de 2020, de www.upo.es: https://www.u-cursos.cl/odontologia/2010/2/OD0903/1/material_docente/bajar?id=566977



Vargas Castro, D. A. (2015). *Reutilización de Vidrio Plano como Agregado Fino en la elaboración de morteros de cemento y concretos*. Instituto Tecnológico De Costa Rica, Cartago, Cartago.

Vicente Flores, V. J. (2018). *Boletín De La Sociedad Española De Cerámica y Vidrio*. Obtenido de <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0366317518300153?token=BC0337AD18C635FCB440222D9671CFFC9C33CF8EC78019192D4325A7569FA38040415AC5382D98CDCA1D585A1B7ED98F>

Yunus, A. C., & Afshin, J. G. (2011). *Transferencia de calor y masa*. Mexico: Mc Graw Hill.

Yura. (2012). *Ficha Técnica - Cemento Portland Yura Tipo I*. Recuperado el 15 de noviembre de 2020, de http://www.yura.com.pe/info/ficha_tecnica_1.pdf

Anexos

Tabla 127

Matriz de Consistencia.

"EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UN CONCRETO TRADICIONAL, CON RESPECTO A UN CONCRETO TRASLUCIDO, REEMPLAZANDO EL AGREGADO FINO POR VIDRIO MOLIDO EN DIFERENTES PORCENTAJES".							
Problema	Objetivo	Hipotesis	Variable	Dimension	Indicador	Instrumento o Equipo	Metodologia
<p>Problema general</p> <p>¿Cómo será la evaluación comparativa de las propiedades físicas y mecánicas de un concreto tradicional, con respecto a un concreto traslucido, reemplazando el agregado fino por vidrio molido en diferentes porcentajes?</p>	<p>Objetivo general</p> <p>Evaluar comparativa las propiedades físicas y mecánicas de un concreto tradicional, con respecto a un concreto traslucido, reemplazando el agregado fino por vidrio molido en diferentes porcentajes.</p>	<p>Hipotesis general</p> <p>El concreto reemplazando el agregado fino con vidrio molido en diferentes porcentajes, presentara una mejora de sus propiedades tanto físicas y mecánicas, con respecto a un Concreto Tradicional.</p>	<p>Variable Independiente</p> <p>Concreto con Vidrio Molido, en Diferentes porcentajes</p>				<p>Tipo de investigación:</p> <p>Según su enfoque: Cuantitativa. Según su finalidad: Aplicada</p>
<p>Problemas Especificos</p> <p>¿Cómo varían las propiedades físicas del concreto Traslucido (Revenimiento y Peso Volumetrico) , reemplazando el agregado fino por vidrio molido en diferentes porcentajes (50%, 75% y 100%), con respecto a un Concreto Tradicional?</p>	<p>Objetivos Especificos</p> <p>Evaluar las propiedades físicas del concreto Traslucido (Revenimiento y Peso Volumetrico), reemplazando el agregado fino por vidrio molido en diferentes porcentajes (50%, 75% y 100%), con respecto a un Concreto Tradicional.</p>	<p>Sub Hipotesis</p> <p>El reemplazo de agregado fino, por vidrio molido, en porcentajes de 50%, 75% y 100% , en el concreto; presentara una alteración desfavorable, en las propiedades físicas (Revenimiento y Peso Volumétrico), con respecto a un Concreto Tradicional.</p>	<p>Dependiente</p>				<p>Diseño de la investigación:</p> <p>Experimental</p>
<p>¿Cómo varía la Resistencia a Compresion del Concreto Traslucido, reemplazando el agregado fino por vidrio molido en diferentes porcentajes (50%, 75% y 100%), con respecto a un Concreto Tradicional?</p>	<p>Evaluar la Resistencia a Compresion del Concreto Traslucido, reemplazando el agregado fino por vidrio molido en diferentes porcentajes (50%, 75% y 100%), con respecto a un Concreto Tradicional.</p>	<p>El reemplazo de agregado fino, por vidrio molido, en porcentajes de 50%, 75% y 100% , en el concreto; presenta un aumento en la Resistencia a Compresion del Concreto, con respecto a un Concreto Tradicional.</p>	<p>Propiedades Físicas y Mecánicas del Concreto</p>				<p>Esfuerzo a Compresión, hoja de cálculo NTP 339.034 Ficha de recolección de datos. Formatos para la Evaluación del Ensayo. Guías de Observación.</p>
<p>¿Cuál es la translucidez de los concretos, reemplazando el agregado fino por vidrio molido en diferentes porcentajes (50%, 75% y 100%) y del Concreto Tradicional?</p>	<p>Determinar la translucidez de los concretos, reemplazando el agregado fino por vidrio molido en diferentes porcentajes (50%, 75% y 100%) y del Concreto Tradicional.</p>	<p>La translucidez de los concretos varia debido al reemplazo de vidrio molido, a mayor porcentaje de vidrio molido, mayor será la translucidez.</p>					<p>Hoja de Cálculo Referido a Porcentajes. Ficha de recolección de datos. Formatos para la Evaluación del ensayo. Guías de Observación.</p>
<p>¿Cuál es la Conductividad Térmica del Concreto Traslucido, reemplazando el agregado fino por vidrio molido en diferentes porcentajes (50%, 75% y 100%) y del Concreto Tradicional?</p>	<p>Determinar la Conductividad Térmica del Concreto Traslucido, reemplazando el agregado fino por vidrio molido en diferentes porcentajes (50%, 75% y 100%) y del Concreto Tradicional.</p>	<p>La Conductividad Térmica de los concretos estudiados, varia debido al reemplazo de vidrio molido, a mayor porcentaje de vidrio molido, brinda una menor Conductividad Térmica.</p>					<p>Hoja de Cálculo Referido a Conductividad Térmica. Ficha de recolección de datos. Formatos para la Evaluación del ensayo. Guías de Observación.</p>
							<p>Método de investigación:</p> <p>Hipotético deductivo</p>