

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**

**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURAS Y CIENCIAS DE LOS MATERIALES**



**“ANÁLISIS DEL HORMIGÓN POROSO Y SU CAMPO DE APLICACIÓN EN ESTRUCTURAS”**

**POR:**

**BARCA SEGOVIA LUZ VANINA**

**Tarija - Bolivia**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**  
**DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURAS Y CIENCIAS DE LOS MATERIALES**

**“ANÁLISIS DEL HORMIGÓN POROSO Y SU CAMPO DE APLICACIÓN EN  
ESTRUCTURAS”**

**POR:**

**BARCA SEGOVIA LUZ VANINA**

**PROYECTO ELABORADO EN LA ASIGNATURA DE PROYECTO DE ING. CIVIL  
II CIV-502 (DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURAS)**

**GESTIÓN ACADÉMICA SEMESTRE I - 2021**

**Tarija – Bolivia**

**V°B°**

.....  
Msc. Ing. Ernesto Álvarez G.  
**DECANO DE LA FACULTAD  
DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**

.....  
Msc. Lic. Elizabeth Castro Figueroa  
**VICEDECANA DE LA FACULTAD  
DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**

TRIBUNAL:

.....  
Ing. Juan Pablo Ayala Yáñez

.....  
Ing. Moisés Eduardo Diaz Ayarde

.....  
Ing. Ricardo Normando Morales Retamozo

### **ADVERTENCIA**

El tribunal calificador del presente proyecto, no se solidariza con la forma, términos, modos y expresiones vertidas en el trabajo, siendo únicamente responsabilidad del autor.

### **DEDICATORIA:**

A mis padres Rodolfo Barca y Juliana Segovia por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad; este logro se los debo a ustedes por la confianza puesta en mí, el amor incondicional, el apoyo moral y económico.

A mi pequeño Benji que ahora me observa desde el cielo.

### **AGRADECIMIENTOS:**

A Dios por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi apoyo, mi luz y mi camino.

A mi primo Luis A. Gareca Barca por incentivarne a elegir la carrera, apoyarme en el proceso y siempre ofrecer una mano amiga.

A mi hermana Zulema Barca por la paciencia en mis noches de desvelo, las atenciones, el apoyo moral y la compañía durante mi vida universitaria.

A mi primo Grover Segovia por su colaboración durante la elaboración práctica de mi proyecto.

A mis compañeros y amigos por su apoyo en el proceso: Daniel, Leodán, Verónica.

## **RESUMEN**

El crecimiento de las ciudades y desarrollo urbano no contemplado produce uno de los principales problemas que afronta la ciudad de Tarija, que llega en forma de precipitación y escurre por las calles causando molestias en el tránsito y daños a estructuras.

En los últimos años se ha desarrollado el estudio del hormigón poroso en otros países y su aplicación como alternativa ecológica amigable con el medio ambiente, con el fin de reducir el escurrimiento superficial permitiendo la infiltración del agua de lluvia a través de su superficie conformada con material granular y vacíos interconectados para su posterior eliminación en el suelo, siguiendo así su curso natural, a su vez favoreciendo a las estructuras que tienen contacto directo con el agua de lluvia, el cual en grandes cantidades llega a ser perjudicial para las mismas y provoca daños con el paso del tiempo.

En el presente trabajo se pretende describir la forma más adecuada de obtención del hormigón poroso, elaborando probetas con materiales de construcción disponibles en la zona de la Provincia Cercado-Tarija, para determinar si las características de resistencia y permeabilidad se encuentran dentro de los requerimientos establecidos por la ACI 522.

Se analizará 3 tipos de dosificaciones, elaborando para las mismas una mezcla porosa que se colocará en sus respectivos moldes, posterior al alcance de su mayor resistencia, se les realizará ensayos a compresión simple y permeabilidad, para finalmente hacer una interpretación de los resultados que ayudarán a entender mejor los beneficios de incluir el hormigón poroso en nuestro medio y sus alternativas de uso en elementos de acabado estructural.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

	Página
<b>CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1. EL PROBLEMA.....	1
1.1.1. Planteamiento del problema. ....	1
1.1.2. Formulación del problema. ....	1
1.1.3. Sistematización del problema.....	1
1.2. OBJETIVOS.....	2
1.2.1. General .....	2
1.2.2. Específicos.....	2
1.3. JUSTIFICACIÓN .....	2
1.3.1. Académica .....	2
1.3.2. Técnica .....	3
1.3.3. Social.....	3
1.4. HIPÓTESIS .....	3
1.5. ALCANCE GENERAL .....	3
<b>CAPÍTULO II ASPECTOS GENERALES SOBRE EL HORMIGÓN POROSO ..</b>	<b>5</b>
2.1. FUNDAMENTO TEÓRICO .....	5
2.1.1. Hormigón poroso .....	5
2.1.2. Ventajas del hormigón poroso .....	6
2.1.3. Desventajas del hormigón poroso .....	7
2.1.4. Propiedades del Hormigón Poroso.....	8
2.1.5. Aspectos de diseño del hormigón poroso. ....	10
2.1.6. Componentes del hormigón poroso.....	12
2.1.7. Instalación del hormigón poroso .....	14
2.1.8. Especificaciones técnicas del hormigón poroso.....	15
<b>CAPÍTULO III DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>18</b>
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	18
3.2. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN.....	18
3.3. VARIABLES .....	18
3.4. NORMATIVA UTILIZADA.....	20
3.5. ENSAYOS DE CARACTERIZACIÓN DE LOS AGREGADOS .....	20



3.5.1. Granulometría de agregados gruesos y finos .....	20
3.5.2 Contenido de humedad (ASTM C 566) .....	22
3.5.3. Peso específico y absorción del agregado fino. (ASTM C 128) .....	24
3.5.4. Peso específico y absorción de los agregados gruesos (ASTM C 128).....	25
3.5.5. Peso unitario y porcentaje de vacíos de los agregados (ASTM C 29).....	26
3.5.6. Determinación del porcentaje de desgaste del agregado grueso por medio de la máquina de los ángeles. (ASTM C-131) .....	29
3.5.7. Determinación del peso específico del cemento (ASTM C-138).....	30
3.5.8. Determinación de la Finura del cemento (ASTM C 184).....	31
3.6. TAMAÑO DE LA MUESTRA.....	32
3.7. DISEÑO DE MEZCLAS DE HORMIGÓN POROSO.....	32
3.7.1. Materiales .....	32
3.7.2. Dosificación de mezcla de concreto poroso.....	33
3.7.3. Justificación de la dosificación.....	35
3.7.4. Trabajabilidad requerida .....	36
3.7.5. Elaboración de probetas .....	36
3.7.6. Ensayo para determinar la resistencia a la compresión .....	39
3.7.7. Ensayo para determinar el coeficiente de permeabilidad del hormigón poroso.....	40
<b>CAPITULO IV ANÁLISIS DE RESULTADOS. ....</b>	<b>44</b>
4.1. ENSAYO DE COMPRESIÓN.....	44
4.1.1. Resistencia a compresión para probetas con relación a/c 0.35 .....	44
4.1.2. Resistencia a compresión para probetas con relación a/c 0.38 .....	45
4.1.3. Resistencia a compresión para probetas con relación a/c 0.41.....	47
4.1.4. Resistencias promedio de las muestras para cada relación agua/cemento.....	49
4.2. ENSAYO DE PERMEABILIDAD .....	50
4.2.1. Permeabilidad para relación agua/cemento 0.35 .....	50
4.2.2. Permeabilidad para relación agua/cemento 0.38 .....	51
4.2.3. Permeabilidad para relación agua/cemento 0.41 .....	52
4.2.4. Variación de la permeabilidad según la relación agua/cemento. ....	53
4.3. VALIDACIÓN DE DATOS DE ROTURA .....	54
4.4. APLICABILIDAD DEL HORMIGÓN POROSO EN CONSTRUCCIONES. ..	58
<b>CAPITULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>63</b>
5.1. CONCLUSIONES.....	63

5.1.1. Respecto a la caracterización .....	63
5.1.2. Respecto a la dosificación .....	63
5.1.3. Respecto a la Resistencia a compresión .....	63
5.1.4. Respecto a la permeabilidad .....	64
5.1.5. Respecto a la aplicación .....	64
5.1.5. Respecto a la Hipótesis .....	64
5.2. RECOMENDACIONES .....	65
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>66</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>1</b>

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

	Página
Ilustración 1 Funcionamiento del hormigon Poroso _____	7
Ilustración 2 Técnica de lavado de presión para mantenimiento. _____	8
Ilustración 3 Propiedad de permeabilidad del concreto permeable. _____	9
Ilustración 4. Muestra de hormigón poroso con poca cantidad de agua. _____	10
Ilustración 5 Muestra de hormigón poroso con adecuada cantidad de agua. _____	11
Ilustración 6. Muestra de hormigón poroso con mucha cantidad de agua. _____	11
Ilustración 7 Ensayo de granulometría. _____	20
Ilustración 8 Curva Granulométrica de la grava. _____	21
Ilustración 9 Curva granulométrica de la arena. _____	22
Ilustración 10 Peso de muestra seca. _____	23
Ilustración 11 Cono de arena agregado fino. _____	24
Ilustración 12 Equipo para ensayo.      Ilustración 13 Pesaje de molde. _____	27
Ilustración 14 Uso de máquina de los ángeles.	
Ilustración 15 Tamizado de muestra triturada _____	29
Ilustración 16 Determinación del peso específico del cemento _____	31
Ilustración 17 Obtención del cono de Abrams. _____	36
Ilustración 18 Medición del asentamiento. _____	36
Ilustración 19 Dosificación. _____	37
Ilustración 20 Relleno y compactado de probetas. _____	37
Ilustración 21 Enrasado con mortero. _____	38
Ilustración 22 Curado de probetas _____	38
Ilustración 23 Probetas a ensayar. _____	39
Ilustración 24 Proceso de rotura. _____	40
Ilustración 25 Permeámetro de carga constante _____	41
Ilustración 26 Elaboración de permeámetro de carga constante. _____	42
Ilustración 27 Introducción de probeta recubierta _____	
Ilustración 28 Prueba de ensayo de permeabilidad	43
Ilustración 29 Histograma A/C 0.35 _____	45
Ilustración 30 Histograma A/C 0.38 _____	46

Ilustración 31 Histograma A/C 0.41	48
Ilustración 32 Histograma de resistencias promedio	49
Ilustración 33 Variación de la resistencia.	49
Ilustración 34 Histograma A/C 0.35.	50
Ilustración 35 Histograma A/C 0.38.	51
Ilustración 36 Histograma A/C 0.41.	52
Ilustración 37 Histograma.	53
Ilustración 38 Variación de la permeabilidad.	54
Ilustración 39 Losa de hormigón poroso en cubiertas.	59
Ilustración 40 losa de área circundante de piscina.	61
Ilustración 41 Losa de circulación.	62

## ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 1 Tipos de cemento. _____	12
Tabla 2 Matriz de operacionalización. _____	19
Tabla 3 Matriz de operacionalización _____	19
Tabla 4 Análisis Granulométrico _____	21
Tabla 5 Análisis Granulométrico _____	21
Tabla 6 Análisis del peso Específico _____	25
Tabla 7 Resumen de ensayos de caracterización _____	32
Tabla 8 Cantidades para 1m <sup>3</sup> de hormigón permeable _____	34
Tabla 9 Número de muestras para ensayo a compresión. _____	39
Tabla 10 Número de muestras para medición de la permeabilidad. _____	40
Tabla 11 Resistencias a compresión A/C 0.35. _____	44
Tabla 12 Resistencias a compresión A/C 0.38. _____	46
Tabla 13 Resistencias a compresión A/C 0.41. _____	47
Tabla 14 Coeficientes de permeabilidad A/C 0.35. _____	50
Tabla 15 Resistencias a compresión A/C 0.38. _____	51
Tabla 16 Resistencias a compresión A/C 0.41. _____	52