



**Universidad Nacional Mayor de San Marcos**  
**Universidad del Perú. Decana de América**  
Facultad de Ciencias Físicas  
Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica de Fluidos

**Permeabilidad in situ en los ejes de presas y túnel de  
derivación del Complejo Hidroeléctrico Arazá**

**TESIS**

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico de Fluidos

Modalidad M-1

**AUTOR**

Jesús Alexis AREQUIPEÑO HUERTA

Lima, Perú

2017

## RESUMEN

Este trabajo de Tesis, titulada “Permeabilidad In Situ, en los Ejes de las Presas y Túnel de Derivación del Complejo Hidroeléctrico Araza”, se desarrolló en base a nueve capítulos, que se detallan a continuación.

En el **Capítulo I**, se hace referencia a los objetivos y el plan de investigación, tipos de ensayos, cantidad de ensayos, y la ubicación de estos. En el **Capítulo II** se describe el marco teórico de sustento, como es la descripción de acuíferos y sus propiedades hidrogeológicas como por ejemplo la porosidad. Introduciendo los aspectos matemáticos como la ley de Darcy, que son de utilidad para la determinación de las ecuaciones de flujo y sus derivados, así como la descripción de la permeabilidad en el macizo rocoso y el tipo de perforación a realizarse, así como los ensayos tipo Lugeon y Lefranc para la determinación de la permeabilidad.

En el **Capítulo III**, se describe las características del área de estudio y los sitios de aplicación de los ensayos antes mencionados, la información hidrometeorológica con que cuenta el área en mención, como son la evaporación, precipitación, la geología y sus propiedades. De igual forma se presenta un resumen de las características de los proyectos de las centrales hidroeléctricas Limacpunco, Ttio y Capiri, que forman parte

del complejo hidroeléctrico Araza, en la cuenca del río Araza, cuya generación de electricidad será evacuada al Sistema Eléctrico Interconectado Nacional - SEIN. Las casas de máquinas de las tres centrales contarán con tres turbinas tipo Pelton cada una, las cuales permitirá aprovechar un caudal de diseño de 17 m<sup>3</sup>/s en la CH Limacpunco, y 30 m<sup>3</sup>/s tanto para las centrales Ttio y Capiri.

El **Capítulo IV**, se centra en el estudio de los implementos necesarios para el desarrollo de los ensayos de permeabilidad In-Situ, tipo Lugeon y Lefranc, desde la mano de obra, hasta los instrumentos necesarios con los que se ejecutó la investigación. Se presenta también la metodología de trabajo en lo que respecta a la ejecución de estos ensayos, desde la perforación, instalación de los instrumentos para los ensayos ejecutados y la obtención de la permeabilidad, usando las ecuaciones propuestas en por Lambe Whitman, siendo un proceso de toma de datos de campo hasta el tratamiento numérico, desarrollado en el capítulo II. Para cada una de las estructuras del complejo hidroeléctrico Araza.

**Capítulo V**, presenta los resultados obtenidos de los ensayos tipo Lefranc y Lugeon para la determinación de la permeabilidad en los ejes de las presas, portal de entrada del túnel de conducción y eje del conducto de la tubería forzada. Se da importancia a la experiencia en la ejecución de estos ensayos, se presentan puntos de discusión e inconvenientes descritos para cada ensayo de permeabilidad In-Situ realizados.

En el **Capítulo VI** se presenta las conclusiones que se llegó en función de los resultados de las investigaciones de campo, así como de gabinete, dando finalmente los valores de permeabilidad para cada uno de los sitios de interés de cada una de las

principales estructuras hidráulicas de las centrales hidroeléctricas Limacpunco, Ttio y Capiri.

**Capítulo VIII** contiene la bibliografía consultada para el desarrollo de la presente tesis.

El **Capítulo IX**, contiene los Anexos de la tesis, los mismos que contienen planos de ubicación, un álbum fotográfico, los certificados de calibración de los instrumentos que se usó en los ensayos, los testigos de perforación y los formatos o protocolos de ensayos tanto para Lefranc y Lugeon.