

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD  
DEL CUSCO**

**FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIA CIVIL**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



---

**“ESTUDIO COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL LINEAL Y  
NO LINEAL DEL MONUMENTO HISTÓRICO “TEMPLO DE MISKA”, PARA  
VERIFICAR LOS DAÑOS OCURRIDOS POR EL SISMO DE PARURO (CUSCO) EN  
SETIEMBRE DE 2014”**

---

**TESIS INTITULADA:**

**Presentado por:  
Bach. MAMANI QUISPE, Roosevelt Euclides**

**Para optar al Título Profesional de:  
INGENIERO CIVIL**

**Jurados:  
Ing. Danny Teofilo Nieto Palomino  
Ing. Jose Felipe Azpilcueta Carbonell  
MSc Ing. Juan Carlos Malpartida Linares**

**CUSCO, JULIO DEL 2016**



# RESUMEN

Actualmente muchos de los proyectos de conservación de edificaciones históricas, son elaborados solamente bajo una perspectiva arquitectónica, omitiendo el componente ingenieril; exponiéndolas a pésimos comportamientos estructurales frente a los sismos y poniendo en riesgo la vida los ocupantes.

Motivo por el cual se estudia el comportamiento estructural del templo de Miska, ubicado en la provincia de Paruro, departamento del Cusco. Este templo es una edificación histórica construida en el siglo XVII; declarado como Patrimonio Cultural de la Nación, Este inmueble histórico, con el transcurso de los años, humedad, precipitaciones, etc; fue objeto de interés para realizar trabajos de reforzamiento y conservación.

A pocos días después de haberse culminado los trabajos de reparación y restauración en el templo, un sismo de 5.1ML sacudió el centro poblado de Miska y como consecuencia de este movimiento, los trabajos de reparación fueron puestos a prueba y demostrándose una vez más la ausencia del componente ingenieril en este tipo de proyectos.

Esta edificación histórica, presenta cimientos y sobrecimientos de albañilería de piedra con mortero de cal, muros de adobe sin refuerzo, poca y desproporcionada presencia de contrafuertes y una cobertura del tipo par y nudillo. A partir de ensayos realizados en la Escuela de Ingeniería Civil – UNSAAC, se conoce las propiedades mecánicas (esfuerzos últimos resistentes) del adobe, albañilería de Adobe y Piedra; para modelar la estructura considerando su geometría en campo. Los modelos desarrollados fueron analizados para diversos tipos de demanda sísmica. Por lo que a partir de los acelerogramas registrados para el sismo en mención (03 estaciones sísmicas, todos a aproximadamente 35km desde el poblado de Miska), se determinó usando las leyes de atenuación (fórmulas de Saragoni y Casaverde) que la aceleración probable con que vibró el terreno en Miska es de 121.81cm/s<sup>2</sup>, posteriormente se realizó el escalamiento de acelerogramas.

El análisis estructural del templo está basado en el método de los elementos finitos, usándose 2626 elementos del tipo Shell, apoyos del tipo empotramiento, tomándose en cuenta las propiedades mecánicas y cargas actuantes en el templo (cargas muertas y vivas); así como también la pendiente del terreno de apoyo.

La metodología de análisis estructural consiste en incrementar la demanda sísmica (aceleraciones); partiendo de un Sismo Muy frecuente 0.10g, Frecuente 0.15g, Ocasional .20g, Raro 0.30g hasta un sismo Muy raro 0.37g y verificar su comportamiento; para conocer el nivel de desempeño de la estructura de acuerdo a comité VISION2000 del ASCE. Esta metodología considera también el comportamiento estructural no-lineal, permitiendo la degradación de las propiedades mecánicas de la albañilería conforme se incrementa la sollicitación sísmica.

Finalmente observado el pésimo nivel de Desempeño de la edificación, se planteó una propuesta de reforzamiento de la estructura; otorgándole capacidad de disipación de energía (ductilidad) y control de desplazamiento (rigidez), elevando su desempeño hasta en dos niveles.

**PALABRAS CLAVE:** Sismo, atenuación, desempeño, ductilidad, rigidez y reforzamiento.