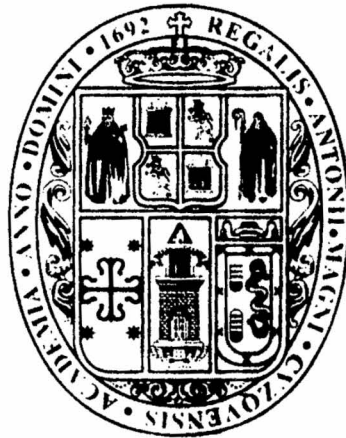


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO  
ABAD DEL CUSCO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA,  
MECÁNICA Y MINAS**

**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA**



**TESIS:**

---

**"CALCULO Y DIMENSIONAMIENTO DE UN SISTEMA DE  
CALEFACCIÓN SOLAR (MURO TROMBE) PARA VIVIENDAS  
RURALES ALTOANDINAS DE LA REGION CUSCO"**

---

**PRESENTADO POR EL BACHILLER:  
DANIEL ABARCA MORA.**

**PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO MECÁNICO.**

**ASESOR:  
ING. ARTURO MACEDO SILVA.**

**CUSCO - PERÚ  
2014**

## INTRODUCCION

El aprovechamiento de la energía solar para la calefacción de viviendas viene tomando impulso en los últimos años como consecuencia de la ocurrencia de eventos climáticos extremos como son las heladas y friaje que se presentan en la zona andina del sur del Perú y particularmente en la región Cusco.

En los últimos años, el Grupo de Apoyo al Sector Rural de la Pontificia Universidad Católica del Perú – GRUPO PUCP, viene promoviendo y difundiendo la práctica de calefacción de viviendas rurales mediante la utilización de la energía solar a través de la tecnología de los “Muros Trombe”, en las zonas alto andinas de las regiones de Cusco y Puno, con el propósito de contrarrestar los efectos del “friaje”.

En este contexto se realizó la presente investigación en el distrito de Langui, provincia de Canas, Región Cusco, con el propósito de determinar los principales parámetros técnicos, así como realizar el procedimiento de cálculo que será llevado a una simulación computacional para el cálculo y dimensionamiento de un sistema de calefacción solar (muro Trombe) para viviendas rurales altoandinas, utilizando las principales variables de entrada de dicha tecnología, bajo las condiciones geográficas y climáticas del ámbito de estudio.

Los resultados de la investigación se resumen en el presente informe de tesis, el mismo que presenta la siguiente estructura.

El primer capítulo contiene el planteamiento y formulación del problema objeto de investigación, así como los objetivos, hipótesis, justificación y metodología de la misma, para luego hacer una breve caracterización de la ubicación política y geográfica del ámbito de estudio.

En el segundo capítulo se resumen los fundamentos científicos que orientan la presente investigación al logro de los objetivos propuestos. Se revisaron y analizaron contenidos

temáticos relacionados a las energías renovables, calefacción con energía solar, transferencia de calor, radiación solar, entre otros.

En el tercer capítulo se presenta información sobre las mediciones experimentales practicadas en la zona de estudio, que muestran el comportamiento de parámetros como la radiación solar y temperatura, relacionados al desempeño del muro Trombe.

El cuarto capítulo está orientado al modelamiento matemático y numérico del sistema de calefacción solar muro Trombe, bajo las condiciones geográficas y principalmente climatológicas del ámbito de estudio, basados en los principios de la transferencia de calor y la radiación solar.

En el capítulo cinco, se presenta los resultados de las observaciones experimentales realizadas en campo, comparadas con los resultados de la simulación computacional del sistema.

En el capítulo seis, se describe los efectos o impactos que el muro Trombe genera en el comportamiento o actitud de las personas, así mismo los efectos que se tienen en el entorno y el medio ambiente.

En el capítulo siete, se presenta los resultados de la estimación de costos de la construcción e instalación de la tecnología muro Trombe, para las condiciones de la zona de estudio.

Finalmente se presentan las conclusiones y recomendaciones de la presente investigación.

El informe además contiene una sección de anexos, donde se presentan el programa desarrollado para la simulación, los planos del muro Trombe, entre otros.