



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

DETERMINACIÓN DEL ERROR EN LA MEDICIÓN, DE
VOLÚMENES, EN CONDICIONES DE INCLINACIÓN DE
LOS MEDIDORES DE AGUA POTABLE UTILIZADOS EN
LA CIUDAD DEL CUSCO

Presentado por los bachilleres:

Romero Alcázar, Anthony David.

Ochoa Altamirano, Alexis Raúl.

“Para optar al Título Profesional de
Ingeniero Civil”

Asesor:

Ing. Flores Boza, Álvaro Horacio

CUSCO – PERÚ
2016



Título : DETERMINACIÓN DEL ERROR EN LA MEDICIÓN, DE VOLÚMENES, EN CONDICIONES DE INCLINACIÓN DE LOS MEDIDORES DE AGUA POTABLE UTILIZADOS EN LA CIUDAD DEL CUSCO.

Autores : - Anthony David Romero Alcázar
- Alexis Raúl Ochoa Altamirano

Fecha : 2016

RESUMEN

Esta investigación está enfocada en la determinación del comportamiento de medición de volúmenes de los medidores utilizados en el parque de medidores de la ciudad del Cusco, evaluándolos en condiciones de inclinación.

La instalación inclinada de un medidor es muy recurrente en la mayoría de casos por diferentes factores como es la topografía de la zona, la posición de la matriz de agua potable con respecto a la acometida domiciliaria, la maniobrabilidad del operario y otros.

La Norma Metrológica Peruana 005-2011 estipula que no se debe exceder en 5° en la inclinación del medidor ya que este podría generar errores de medición.

Es por ello que se evaluó los medidores en laboratorio con niveles de inclinación de 5%, 10%, 15%, 25% y 35% a los medidores de mayor representatividad del parque de medidores sometiéndolos a los caudales de prueba, permanentes (Q3), de transición (Q2) y mínimos (Q1). Los resultados en laboratorio se corroboran con los resultados del trabajo de campo, donde se contrastaron medidores que se encontraban instalados, los cuales tenían un nivel de inclinación dentro de la ciudad del Cusco, con medidores patrón instalados horizontalmente, donde se cuantificó las pérdidas por agua no facturada que genera el efecto de la inclinación, lo cual se ve expresado en su facturación mensual, finalmente se evaluó la correlación que existe entre el nivel de inclinación y el error que este genera.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la investigación y el análisis respectivo, se concluyó que existe una submedición relacionada directamente con la inclinación del medidor, expresado en la correlación negativa entre estas dos variables, en el caudal de transición y el caudal mínimo, mientras que en el



caudal permanente existe una relación poco significativa; así mismo se ve reflejado en la facturación mensual, donde los medidores inclinados generan una submedición con respecto al medidor patrón en horizontal donde se evidencia la pérdida por agua no facturada.



ABSTRACT

This research is focused on determining the behavior of volume measurement of the water flow meters used in Cusco, evaluating them in terms of angle of inclination.

Inclined installation of a meter is recurrent in the majority of cases because of factors such as the topography of the area, the position of the array of water with respect to home supply connection, maneuverability of the operator and others. Peruvian Metrological Standard 005-2011 states that they should not exceed 5° in the tilt of the meter as this could lead to measurement errors.

Therefore, the meters are evaluated in laboratory incline levels of 5%, 10%, 15%, 25% and 35% in the best representation possible of all of the meters used in Cusco, subjecting them to meter flow tests, including permanent flow (Q3), transition flow (Q2) and minimum flow (Q1). The laboratory results are corroborated by the results of fieldwork, where meters that were installed at an incline within the city of Cusco were contrasted those that were installed horizontally. The losses for the non-billed water due to the incline at which the meters were installed, which is expressed in its monthly billing, were quantified. Finally the correlation between the angle of inclination and the error generated was evaluated.

According to the results of research and respective analysis, it was concluded that there is an undermeasurement related directly to the incline of the meter, expressed in the negative correlation between these two variables, the transition flow and minimum flow, while the with the permanent flow there is a relationship of very little significance; likewise it was reflected in the monthly billing, where inclined meters generate an undermeasurement with respect to horizontally installed meters, where the loss is shown in the unbilled water.