



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

**Determinación de la evapotranspiración en zonas Alto
Andinas para fines de diseño de riego por aspersión
con pequeños caudales**

MONOGRAFÍA TÉCNICA

Modalidad M3

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico de Fluidos

AUTOR

Gonzalo Manuel REYES HEREDIA

Lima, Perú

2016

Referencia bibliográfica

Reyes, G. (2016). *Determinación de la evapotranspiración en zonas Alto Andinas para fines de diseño de riego por aspersión con pequeños caudales*. [Monografía técnica de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ciencias Físicas, Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica de Fluidos]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

(Universidad del Perú, Decana de América)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA DE FLUIDOS

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE MONOGRAFÍA TÉCNICA PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO DE FLUIDOS POR LA MODALIDAD M3, SUFICIENCIA PROFESIONAL

Siendo las 19:00 horas del día miércoles 08 de junio de 2016 en el Aula 205 de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Mecánica de Fluidos, bajo la presidencia del Dr. Ing. ARÍSTIDES SERRUTO COLQUE y con la asistencia del Mg. Ing. EUSEBIO VEGA BUEZA y del Mg. Ing. JORGE GASTELO VILLANUEVA, miembros del Jurado Examinador de Monografía Técnica, de conformidad con la Resolución Rectoral N° 01934-R-02 que aprueba las diferentes modalidades de titulación profesional, se dio inicio a la Sesión Pública de Sustentación de Monografía Técnica en la que el Bachiller GONZALO MANUEL REYES HEREDIA puso a consideración del Jurado Examinador su trabajo de Monografía Técnica como parte de los requisitos para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico de Fluidos por la Modalidad M3, Suficiencia Profesional.

El Presidente del Jurado Examinador dio lectura del Resumen del Expediente e invitó al Bachiller GONZALO MANUEL REYES HEREDIA, a realizar la exposición de su trabajo titulado "DETERMINACIÓN DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN EN ZONAS ALTO ANDINAS PARA FINES DE DISEÑO DE RIEGO POR ASPERSIÓN CON PEQUEÑOS CAUDALES" durante un tiempo de 30 minutos.

Concluida la exposición del candidato, y luego de las preguntas de rigor de parte del Jurado Examinador, el Presidente invitó al Bachiller a abandonar momentáneamente la sala de sesión para dar paso a la deliberación y calificación correspondiente. Se procedió a promediar la nota final obtenida en los cursos del Ciclo de Actualización Profesional (CAP), y el resultado se promedió a su vez con la nota de sustentación de la monografía para hallar el promedio final.

Al término de la deliberación del jurado, se invitó al candidato a regresar a la sala de sesión para dar lectura a la calificación final obtenida, la misma que fue:

QUINCE 15

El Presidente del Jurado Examinador, Dr. Ing. ARÍSTIDES SERRUTO COLQUE, a nombre de la Nación y de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, declaró al Bachiller GONZALO MANUEL REYES HEREDIA Ingeniero Mecánico de Fluidos.

Siendo las 20:15 horas del mismo día, se levantó la sesión.

Dr. Ing. ARÍSTIDES SERRUTO COLQUE
Presidente de Jurado Examinador

Mg. Ing. EUSEBIO VEGA BUEZA
Miembro de Jurado Examinador

Mg. Ing. JORGE GASTELO VILLANUEVA
Miembro de Jurado Examinador

RESUMEN

El presente trabajo busca determinar la evapotranspiración potencial (ET_o) en las zonas alto andinas del Perú, para lo cual se ha considerado tomar tres puntos geográficos estratégicos de estas zonas, los mismos que consideramos representativos y se ha tomado como referencia para hacer los cálculos, a fin de determinar la demanda de agua para riego que cubra dicha evapotranspiración.

Los puntos considerados son aquellos en que se tiene información meteorológica suficiente que permita hacer los cálculos respectivos, éstos son: Estación Hacienda Porcón en Cajamarca que representa la zona alto andina norte, Estación Huasahuasi en el Departamento de Junín que representa la zona alto andina centro y la estación Chivay en el Departamento de Arequipa, que representa la zona alto andina sur del Perú.

El caudal requerido para una irrigación de un determinado cultivo está en función de la evapotranspiración, ésta a su vez depende del tipo de cultivo, el tipo de terreno y la ubicación geográfica; conociendo estos parámetros y el caudal de agua disponible, el proyectista o agricultor podrá determinar el tipo de cultivo y la extensión de terreno a cultivar.

El sistema de riego utilizado en forma masiva en las zonas alto andinas es el riego por gravedad, que causa dos principales problemas: primero es poco eficiente y segundo, debido a que los terrenos alto andinos presentan moderadas y fuertes pendientes, este método de riego erosiona los terrenos y a la vez transporta los nutrientes hacia las partes bajas de los mismos.

Por otro lado, para el riego por gravedad los pequeños caudales de manantes y pequeñas quebradas no son utilizados.

Otro de los propósitos de este trabajo es proveer una herramienta que ayude a los proyectistas y/o agricultores a determinar, de una forma rápida, la posibilidad de implementar un sistema de riego por aspersión y de esta manera utilizar los pequeños caudales disponibles de manantes o quebradas y así aprovechar estos caudales que por lo general son desperdiciados. De igual modo utilizar los fuertes desniveles topográficos que presentan las zonas alto andinas, como energía potencial para operar los aspersores de riego.

Finalmente, se presenta un proyecto típico como aplicación del presente estudio, el mismo que consiste en aprovechar el agua de un manantial (1.77 l/s) para irrigar dos parcelas de terreno que tienen un área acumulada de 2.5 ha. La captación y el área a irrigar se encuentran a fuerte desnivel, el que será aprovechado como energía potencial para operar los aspersores.

ABSTRACT

The present work tries to determine the potential evapotranspiration (ET_o), at three specific geographic points on the high Andean of Peru, which we consider to be representatives and take them as a reference for to determine the water for irrigation requirement, which can cover the evapotranspiration. The places considered have enough meteorological information to allow us estimate the respective calculations, these places are: Hacienda Porcon Station, on Cajamarca department, this cover the northern region; Huasahuasi Station, on Junin department, this cover the central region; and Chivay Station, on Arequipa department, to cover the southern region.

The amount of water required for irrigation is related with the evapotranspiration, at the same time it depends of the kind of plantation, the soil, and the geographical location; knowing these parameters and the amount of water available, the designer or the farmer can determine the plantation and the amount of land to cultivate.

The irrigation system used, as a massive form in high Andean lands, is gravity system, this generates two principal problems, the first is that this system is not efficient, and the second is that due of the moderate and intense slopes of these lands, this irrigation system erodes the land and at the same time transports the nutrients to the low places. On the other hand, the small flows from water springs and brooks are not used.

Another of the purposes of this work is to be used as a quick tool to help the designer and/or the farmer to determine the possibility to implement a sprinkler irrigation system, and in this way to take advantage from the small water springs and brooks, which now are wasted.

We can take advantage, too, of the high Andean topographic conditions that allows the use of great drops as a potential energy to operate the sprinklers.

Within this work, as an application, there is a typical project, which use the water of small spring (1.77 l/s) to irrigate two pieces of land of 2.5 ha, between the water spring and the land to be irrigated there is a big drop, which will be used as potential energy to operate the sprinklers.