



UNIVERSIDAD DEL AZUAY
DEPARTAMENTO DE POSGRADOS

**Metodología para la evaluación de la conducción de la red de
agua potable enfocada al cálculo del agua no contabilizada
aplicada en el sistema Nero.**

**Trabajo de graduación previo a la obtención del título de:
MAGISTER EN HIDROSANITARIO**

Autores:

ING. CAROLINA PRISCILA GARCIA GONZALEZ

ING. IVAN MARCELO CORONEL VICUÑA

Director:

Mgtr. Ing. Fabian Eduardo Cazar Almache

Cuenca – Ecuador

2023

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado para mi querido hijo: Galo Garcia, el regalo más grande que Dios y la vida me pudo conceder, eternamente mi fuerza y ganas de salir adelante. Te amo hijo.

Carolina Garcia.

El presente trabajo está dedicado a mis dos queridas hijas: Tamarita y María Clarita, así como a mi esposa y compañera incondicional, Tamara; para ustedes que son los pilares y motivaciones fundamentales de mi vida.

Iván Coronel.

AGRADECIMIENTO

Cumplir la meta no ha sido sencillo, por ello quiero agradecer en primer lugar a Dios, y seguido de ello a mi hijo Galo Garcia, mis padres: Jaime García y Mariana González, por el apoyo incondicional, por las noches y días de sacrificio que tuvieron que pasar, por ser mi fortaleza en los momentos más duros, en todo el proceso de estudio y graduación, por ello esta meta es también de ustedes y les estaré eternamente agradecida.

Carolina García.

Al culminar esta nueva etapa, es justo y merecido el reconocimiento por el esfuerzo, el sacrificio, la constancia y la paciencia, pero no el mío, sino el de mi familia; gracias, porque compartieron sus horas, su tiempo con mi estudio. A mis hijas y esposa por el incentivo permanente para demostrar que todo se puede, sí hay decisión.

Mi agradecimiento se extiende también a los docentes, quienes compartieron conmigo sus conocimientos y experiencias, por las directrices y recomendaciones a lo largo de esta época de estudio, para ustedes mis sentimientos de gratitud, respeto y estimación.

Iván Coronel

INDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO	iii
GLOSARIO.....	vii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
METODOLOGIA PARA LA EVALUACION DE LA CONDUCCION DE LA RED DE AGUA POTABLE ENFOCADA AL CALCULO DEL AGUA NO CONTABILIZADA APLICADA EN EL SIISTEMA NERO.....	11
CAPITULO 1.	11
GENERALIDADES.....	11
1.1. Introducción.....	11
1.2. Alcance.....	12
1.3. Objetivos	12
1.3.1. Objetivo general	12
1.3.2. Objetivos específicos	13
1.4. Metodología de la tesis	13
CAPITULO 2.	14
MARCO TEORICO	14
2.1. Marco teórico	14
CAPITULO 3.	30
ELABORACION DE LA METODOLOGIA.....	30
3.1. Revisión de la información que tiene el Sistema de Agua Potable.	31
3.2. Catastro del sistema de agua potable.	31
3.2.1. Elaboración de un catastro	32
3.2.2. Línea de conducción.....	32
3.3. Medición de Caudales.....	33
3.4. Evaluación de la línea de conducción.....	38
3.5. Cálculo del Agua No Contabilizada.	45
CAPITULO 4.	51
APLICACIÓN EN EL SISTEMA NERO.....	51
4.1. Revisión de la información que tiene el Sistema de Agua Potable.	51
4.2. Catastro del sistema de agua potable.	53
4.4. Evaluación de la línea de conducción.....	59
4.5. Cálculo del Agua No Contabilizada.	65
CONCLUSIONES	68
RECOMENDACIONES	69

BIBLIOGRAFIA	70
ANEXO 1	73
ANEXO 2	76
ANEXO 3	78
ANEXO 4	86
ANEXO 5	93

INDICE DE DIAGRAMAS

Ilustración 1: Diagrama de los datos básicos del Sistema a ser evaluado.....	17
Ilustración 2: Diagrama de análisis de la Topología de la línea de conducción.....	19
Ilustración 3: Cuadro sinóptico del Golpe de Ariete.....	44
Ilustración 4: Cuadro sinóptico de la clasificación de Perdidas	46
Ilustración 5: Cuadro sinóptico de la Clasificación de las fugas.....	47

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Línea de conducción con Pendiente Simple	20
Figura 2: Línea de conducción con sifón.	21
Figura 3: Excavación de calicata	22
Figura 4: Ecuación de la continuidad.....	23
Figura 5: Pérdida de energía en una conducción a presión.....	24
Figura 6: Tiempo de tránsito ultrasónico.....	28
Figura 7: Ejemplo de caudalímetro	28
Figura 8: Método en V.....	36
Figura 9: Método en Z.....	37
Figura 10: Método en W.....	37
Figura 11: Línea de Conducción.....	40
Figura 12: Cuadro de diálogo.	41
Figura 13: Cuadro de diálogo para cargar los archivos.....	42

Figura 14: Selección de unidades.....	42
Figura 15: Propiedades a ser generadas en EL software HAMMER	43
Figura 16: Mapa de la zona de ejecución del proyecto.	54
Figura 17: Topología de la línea de conducción.....	56
Figura 18: Resultado obtenido del transitorio	61
Figura 19: Resultado del Transitorio.....	62
Figura 20: Resultado de Transiente.....	63

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Coeficiente C para Hazen Williams	25
Tabla 2: Configuración de tuberías y posición del transductor.....	34
Tabla 3: Hoja electrónica que se puede emplear para la evolución del sistema.....	40
Tabla 4: Indicadores del estado de la conducción.....	49
Tabla 5: Accesorios de la línea de conducción del Sistema Nero.....	54
Tabla 6: Resumen de mediciones de caudales	59
Tabla 7: Calculo de la capacidad máxima de la tubería	64
Tabla 8: Primera medición de caudales.....	65
Tabla 9: Medición completa de la Línea de conducción del Sistema Nero	66
Tabla 10: Estado de la línea conducción	66
Tabla 11: Cuantificación de pérdidas por kilómetro.....	67
Tabla 12: Tabla de Resultados de Tubería en el Escenario Base	83
Tabla 13: Resultados del Escenario Base en los Nodos.....	85
Tabla 14: Resultados de la tubería, con cierre rápido de Válvula al Calvario	92

GLOSARIO

AGUA POTABLE. - un sistema de agua potable es un conjunto de obras que son requeridas para la captación, condición, almacenamiento, producción y distribución, desde la fuente hídricas hasta los diferentes puntos de distribución, a más de tener normas y procedimientos específicos para su tratamiento y distribución. (Cárdenas & Patiño, 2010)

CATASTRO. - Es una serie de datos y procedimientos que facilitan la ubicación exacta de los diferentes componentes de algún tema en concreto. (Nacional et al., 2017)

TOPOGRAFIA. - “es la ciencia que estudia los métodos e instrumentos destinados a medir y representar una parte limitada de la superficie terrestre en la que, debido a su extensión, no es necesario tener en cuenta la curvatura de la Tierra. Las extensiones de terreno levantadas se toman como tangentes a la superficie terrestre.” (Lopez Gayarre, Lopez, & Perez , 2006)

TOPOLOGIA. - La topología es una representación gráfica, como un mapa físico que refleja la forma física general. (Aruba@ Wwww.Arubanetworks.Com, n.d.)

MACROMEDICION. - Son medidores que se emplean para la medición de grandes caudales, con la particularidad de medir fluidos turbios, estos aparatos estiman la velocidad del flujo para luego estimar el caudal que circula. (li, n.d.)

AGUA NO CONTABILIZADA. - “El Agua No Contabilizada (ANC), representa la diferencia entre el agua producida y el agua consumida.” (Annual et al., n.d.).

PERDIDAS FISICAS. - Es la cantidad de agua que se pierde durante el trayecto entre plantas, las cuales se generan por el desgaste de las tuberías, las cuales puede ser visible o no, de ser así la detección de estas dependerá de un equipo de sondeo. (Benavides, 2003)

PERDIDAS COMERCIALES. - Son las correspondientes a consumos ilegales, consumos no medidos no facturados y a errores de micro medición y facturación. (CRA, Ambiente, Min Ambiente, 2008)

FUGAS.- Es la cantidad de agua que se pierde por instalaciones detectables o no detectables por los sentidos.(MARÍA DE LOS ANGELES RAMÍREZ ROJAS, 2017)

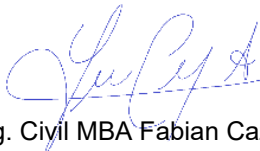
PITOMETRIA. - Son elementos y acciones para la proceso, análisis y publicidad de caudales, volúmenes, presiones y niveles de agua para obtener resultados relacionados a las condiciones, reales o modeladas, de acuerdo con las condiciones del sistema. (Fonseca & Rodríguez, 2017)

METODOLOGIA PARA LA EVALUACION DE LA CONDUCCION DE LA RED DE AGUA POTABLE ENFOCADA AL CALCULO DEL AGUA NO CONTABILIZADA APLICADA EN EL SIISTEMA NERO.

RESUMEN

De acuerdo con el Artículo 318 de la Constitución de la República del Ecuador: "El agua es un patrimonio nacional estratégico de uso público, un dominio inalienable e imprescriptible del Estado, y constituye un elemento vital tanto para la naturaleza como para la existencia de los seres humanos" (Beeken, 1991). Dado que el agua es considerada un patrimonio nacional, es crucial protegerla, y una de las formas de hacerlo es mediante el análisis del agua no contabilizada. Este estudio constituye una guía tanto para los prestadores del servicio de agua potable como para las organizaciones comunitarias. La evaluación debe llevarse a cabo tanto en la red de distribución como en las conducciones. El presente trabajo, previo a la titulación, se enfoca en el análisis de las conducciones, desarrollando una metodología que facilite la evaluación de las líneas de conducción de un sistema, con un enfoque en el análisis de pérdidas. Esta metodología se aplicó en la Junta de Agua Potable de Nero para su verificación y evaluación.

Palabras Claves: Metodología, Conducción, ANC (Agua No Contabilizada), Evaluación, Pérdidas.



Ing. Civil MBA Fabian Cazar Almache

Director de la Tesis

fcazar@uazuay.edu.ec



Carolina Priscila García González

Autor

CI: 0302147426

cgarciamhi@es.uazuay.edu.ec



Iván Marcelo Coronel Vicuña

Autor

CI: 0301443735

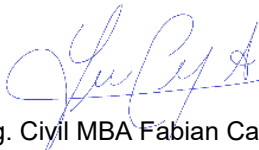
icoronelmhi@es.uazuay.edu.ec

METODOLOGIA PARA LA EVALUACION DE LA CONDUCCION DE LA RED DE AGUA POTABLE ENFOCADA AL CALCULO DEL AGUA NO CONTABILIZADA APLICADA EN EL SIISTEMA NERO.

ABSTRACT

According to Article 318 of the Constitution of the Republic of Ecuador: "Water is a strategic national heritage which is used by public, an inalienable and imprescriptible domain of the State, and constitutes a vital element for both nature and the existence of the human beings" (Beeken, 1991). Since water is considered a national heritage, it is crucial to protect it, and one of the ways to do this is by analyzing non-revenue water. This study constitutes a guide for drinking water service providers and for community organizations. The evaluation must be carried out both in the distribution network and in the pipelines. This pre- graduation work, focuses on the analysis of conduction, developing a methodology that facilitates the evaluation of the pipeline lines of a system, with a focus on water leaks analysis. This methodology was applied at the Nero Drinking Water Board for verification and evaluation.

Keywords: Methodology, Conduction, NRW (Non Revenue Water), Evaluation, Water leaks.



Ing. Civil MBA Fabian Cazar Almache

Thesis Director

fcazar@uazuay.edu.ec



Carolina Priscila García González

Author

CI: 0302147426

cgarciamhi@es.uazuay.edu.ec



Iván Marcelo Coronel Vicuña

Author

CI: 0301443735

icoronelmhi@es.uazuay.edu.ec