

**PLAN DE ACCIÓN PARA LA REDUCCIÓN DE PÉRDIDAS COMERCIALES DE
AGUA NO CONTABILIZADA EN EL ACUEDUCTO METROPOLITANO DE
BUCARAMANGA S.A. E.S.P.**

LEIDY ANDREA DURAN GUEVARA

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO MECANICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES
BUCARAMANGA**

2014

**PLAN DE ACCIÓN PARA LA REDUCCIÓN DE PÉRDIDAS COMERCIALES DE
AGUA NO CONTABILIZADA EN EL ACUEDUCTO METROPOLITANO DE
BUCARAMANGA S.A. E.S.P.**

LEIDY ANDREA DURAN GUEVARA

**Proyecto de grado presentado como requisito para optar al título de
Ingeniera Industrial**

Director:

JOSE JOAQUÍN ALZATE

Ingeniero Industrial

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO MECANICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES
BUCARAMANGA**

2014

DEDICATORIA

A Dios padre creador, en el he encontrado fortalezas y sabiduría para continuar cuando las fuerzas han fallado, por darme la inteligencia y entendimiento en la realización de este proyecto, y en mi vida personal. Por regalarme la familia que amo.

A mi angelito SAMUEL, por ser la luz de mi vida, mi razón para seguir adelante, ese sentimiento de alegría, ternura y tranquilidad para quien ningún sacrificio es suficiente, con su luz ilumino mi vida.

A mis padres MAURICIO y FANNY, por su apoyo incondicional y sacrificio para lograr esta meta de todos, por haber depositado su confianza en cada reto que se me presentaba sin dudar un solo momento en mi inteligencia y capacidad.

A mi amado Esposo RAFAEL, por ser mi polo a tierra, mi amigo, fuente de sabiduría, calma y consejo. Por amarme, apoyarme y asumir conmigo el más hermoso reto ser padres.

A mi hermana por verme como su esperanza y ejemplo a seguir.

A mí misma por demostrarme de que estoy hecha, no sólo en la realización de este proyecto, si no a lo largo de mi carrera profesional.

Leidy Andrea Duran Guevara

AGRADECIMIENTOS

Al profesor José Joaquín Alzate, por su dirección y dedicación en la realización de este proyecto.

A toda la familia amb, por su colaboración y entrega a la propuesta del plan de acción para la reducción de pérdidas comerciales de agua no contabilizada, por su tiempo y amabilidad.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCION	19
CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS	21
1. OBJETIVOS	23
1.1 OBJETIVO GENERAL	23
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	23
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	24
3. MARCO TEORICO	26
3.1 DEFINICIONES	26
3.2. MARCO AMB	31
3.2.1 Estructura Organizacional.	31
3.2.2 Gerencia de Operaciones.	32
3.2.3. Gerencia Comercial.	32
3.2.3.1 Catastro Suscriptores.	34
3.2.3.2 Toma de Lecturas.	34
3.2.3.3 Suspensión del Servicio de Acueducto.	34
3.2.3.4 Prueba de Medidores.	34
3.3. INDICADORES ACTUALES EN EL ACUEDUCTO METROPOLITANO	35
3.3.1 Índice de Agua No Contabilizada (IANC).	35
4. CAUSAS DE PÉRDIDAS COMERCIALES DE AGUA NO CONTABILIZADA	36
4.1. CAUSAS DE PÉRDIDAS COMERCIALES DE AGUA POR MICROMEDICIÓN	36
4.1.1 Medidores Desajustados.	36
4.1.2 Medidores Detenidos.	37

	Pág.
4.2. CAUSAS DE PÉRDIDAS COMERCIALES POR DERIVACIONES FRAUDULENTAS	37
4.2.1. Medidores Manipulados.	38
4.2.1.1 Suplantar el Medidor.	38
4.2.1.2 Medidor Invertido.	38
4.2.1.3 Desconectar el Medidor y Generar Paso Directo.	38
4.2.1.4 Separar la Unidad de Registro del Medidor.	39
4.2.2 Conexiones Clandestinas.	39
5. DIAGNÓSTICO INICIAL	40
5.1. INDICADORES PARA ESTIMAR LAS PÉRDIDAS COMERCIALES	42
5.1.1 Consumos.	43
5.1.2. Promedios.	43
5.1.3 Promedio Vs. Histórico.	43
5.1.4 Medidores Detenidos.	43
5.1.5 Medidores Con Subregistro.	44
5.1.6 Distritos.	44
5.2 MATRIZ DE BALANCE DE AGUA NO CONTABILIZADA	44
6. MARCO DE REFERENCIA	49
6.1 NORMATIVOS	49
6.2 INDICADORES Y METAS DE LA GESTIÓN DE PÉRDIDAS EN EL NUEVO MARCO REGULATORIO	51
6.3. METODOLOGÍAS DE LA INDUSTRIA	52
6.3.1. Balance Hídrico.	52
6.3.1.1 Estándar Internacional Balance Hídrico IWA.	53
7. PROYECTO DE GESTION DE PÉRDIDAS COMERCIALES	56
7.1 DETERMINACIÓN ZONA DE ESTUDIO	57
7.2. PROYECTO CATASTRO	62

	Pág.
7.2.1 Funcionamiento y Localización del Tanque.	65
7.2.2 Macromedición de Caudal y Medición de Presión.	65
7.2.3 Localización de los Puntos de Medición de Caudal y de Presión.	65
7.2.4. Calibración de la Red del Distrito.	68
7.2.4.1 Mediciones en la Red del Distrito.	68
7.2.5 Modelo Inicial.	69
7.2.6 Modelo Unificado.	69
7.3. BASE DE DATOS CLIENTES	71
7.3.1 Curvas de Consumo Distrito Bucarica.	74
7.3.2 Caracterización de Medidores Distrito Bucarica.	76
7.3.3 Consumo Acumulado.	81
7.3.4. Consumo Acumulado Vs. Edad Medidores.	81
7.3.4.1 Serie de Medidores.	82
7.3.4.2 Detenidos.	82
7.3.4.3 Informes.	83
7.4 REDES DOMICILIARIAS	84
7.5. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN DE MEDIDORES	88
7.5.1 Estructura Organizacional.	88
7.5.2 Caracterización.	88
7.5.3 Flujo del Proceso.	90
7.5.4 Recursos y Capacidades.	92
7.5.5 Descripción del Banco de Calibración.	93
7.5.6 Tipo de Alimentación.	93
7.5.7 Flujos de Entrada.	94
7.5.8 Conectores del Banco de Prueba.	94
7.6 MÁRGENES DE ERROR	95
7.7. CRITICA DE FACTURACIÓN	96

	Pág.
7.7.1 Descripción del Proceso.	96
7.7.2 Fundamentos Legales.	99
7.8. DETERMINACIÓN DEL CONSUMO BRUTO	100
7.8.1 Toma de Lecturas Iniciales (Julio/2013).	100
7.8.2 Toma Lecturas Finales (Septiembre/2013).	101
7.8.3 Datos de la Crítica Emitido Septiembre/2013.	101
7.9. MODELO DE CUANTIFICACIÓN DE PÉRDIDAS – BALANCE DE AGUA	101
7.9.1 Indicadores Balance de Agua.	101
7.9.2 Determinación del Volumen Facturado (Critica del Sector).	103
7.10 ESTIMACIÓN DE PÉRDIDAS	103
7.11. PRUEBA ALEATORIA DE MEDIDORES	110
7.11.1 Error Por Clase Metrológica.	110
7.11.2 Error Por Tipo de Medidor.	112
7.11.3 Error Por Diámetro.	113
7.12 ERROR DE MEDICION	113
7.13 PERDIDAS POR REFACTURACIONES	115
7.14. GESTION DE PÉRDIDAS COMERCIALES	116
7.14.1 Novedades de la Crítica de Facturación.	116
7.14.1.1 Revisiones Previas.	117
7.14.1.2 Identificación de Promedios Facturados a Agosto 2013.	117
7.14.1.3 Periodos Consecutivos en Cobro Promedio.	119
7.14.1.4 Evolución de los Medidores Detenidos Con Cobro Promedio.	120
7.14.1.5 Motivos Con los Usuarios No Se Pudo Revisar Con Cobro Promedio.	121
7.14.1.6 Evolución Con Los Suscriptores No Se Pudieron Revisar y Cobro Promedio.	122

	Pág.
7.14.1.7 Evolución Con Los Medidores En Prueba y Con Cobro Promedio.	122
7.15. ANÁLISIS DE INFORMACIÓN MEDIDORES	123
7.15.1 Novedades de Medidores.	123
7.16. ANÁLISIS MULTIVARIADO	124
7.16.1 Variables de Estudio.	125
7.16.2 Modelo.	125
7.16.3 Selección.	125
7.17 DISEÑO PLAN DE ACTUALIZACIÓN CATASTRO MEDIDORES	126
7.18 DISEÑO PLAN DE COMPRAS	127
7.19 ANÁLISIS DE CONSUMOS A MEDIDORES CAMBIADOS	127
8. COSTO Y PRESUPUESTO DEL PROYECTO PILOTO DE REDUCCION DE PÉRDIDAS COMERCIALES DERIVADAS DEL AGUA NO CONTABILIZADA	130
9. PROYECCION DEL CONSUMO A RECUPERAR POR EL PROGRAMA PILOTO	135
10. DISEÑO DE INDICADORES	136
CONCLUSIONES	138
RECOMENDACIONES	141
BIBLIOGRAFIA	144
ANEXOS	146

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Estructura Organizacional Acueducto Metropolitano de Bucaramanga	33
Figura 2. Comportamiento IANC 2003-2013	35
Figura 3. Gestión de Pérdidas Reales	54
Figura 4. Gestión de Pérdidas Aparentes	55
Figura 5. Localización Distrito Bucarica	63
Figura 6. Descripción Distrito Bucarica	64
Figura 7. Localización del Tanque Distrito Bucarica	66
Figura 8. Puntos de Medición y Caudal de Presión	67
Figura 9. Modelos Inicial Vs. Modelo Sin Calibrar	70
Figura 10. Modelo Unificado	70
Figura 11. Base de Datos Clientes	73
Figura 12. Curvas de Consumo Distrito Bucarica	74
Figura 13. Tendencia del Consumo Promedio Bucarica	75
Figura 14. Distribución de la Población Por Nivel de Consumo	76
Figura 15. Marcas de Medidores en Distrito Bucarica	76
Figura 16. Tipos de Medidores en Distrito Bucarica	77
Figura 17. Diámetros en el Distrito Bucarica	78
Figura 18. Edad de los Medidores en el Distrito de Bucarica	79
Figura 19. Edad Vs. Marca de los Medidores en el Distrito Bucarica	80
Figura 20. Lectura Acumulada en el Distrito Bucarica	81
Figura 21. Listado de Medidores Detenidos Julio 15/2013	82
Figura 22. Formato FMED 706-001	85
Figura 23. Listado de Trabajos a Realizar	86
Figura 24. Estado de Medidores en Porcentaje	87

	Pág.
Figura 25. Estructura Organizacional de Gerencia Comercial	88
Figura 26. Caracterización del Laboratorio de Calibración de Medidores	89
Figura 27. Flujo del Proceso del Laboratorio de Calibración de Medidores	91
Figura 28. Descripción del Banco de Calibración de Medidores	93
Figura 29. Tipo de Alimentación del Banco de Calibración	93
Figura 30. Márgenes de Error en Caudales	95
Figura 31. Descripción del Proceso de Crítica	97
Figura 32. Indicador Balance de Agua	102
Figura 33. Motivos de Pérdidas Por Refacturaciones	115
Figura 34. Metros Cúbicos Refacturados	116
Figura 35. Revisiones Previas	117
Figura 36. Motivos Cobro Promedio	118
Figura 37. Tiempo Cobrando Promedio a los Usuarios Con Promedio Agosto 2013	119
Figura 38. Suscriptores Con Cobro Promedio Por Medidores Detenidos y No Reportados Por la Empresa	120
Figura 39. Motivos No Se Pudo Revisar	121
Figura 40. Evolución Con Los Suscriptores No Se Pudo Revisar	122
Figura 41. Evolución Con Los Medidores En Prueba	123
Figura 42. Evolución Con Los Medidores Reportados Detenidos a Agosto 2013	124
Figura 43. Comportamiento de Consumo de los Medidores Que Han Sido Cambiados	128

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Matriz de Agua No Contabilizada Junio y Agosto 2013	46
Tabla 2. Indicadores y Metas de la Gestión de Pérdidas en el Nuevo Marco Regulatorio	51
Tabla 3. Estándar Internacional Balance Hídrico IWA	53
Tabla 4. Selección del Sector a partir de las Variables	58
Tabla 5. Análisis de los Distritos	59
Tabla 6. Ubicación de los Puntos de Medición de Caudal	68
Tabla 7. Puntos de Medición de Presión	69
Tabla 8. Suscriptores Con Inconsistencias	71
Tabla 9. Ecuación Curva de Consumo	74
Tabla 10. Consumo Acumulado Vs. Edad Medidores	81
Tabla 11. Informes amb	83
Tabla 12. Informe de Resultados	85
Tabla 13. Decisiones Frente a una Desviación Significativa	98
Tabla 14. Modelo de Cuantificación de Pérdidas	104
Tabla 15. Error Por Clase Metrológica	110
Tabla 16. Características Metrológicas NTC-1063-1	111
Tabla 17. Error Por Tipo Medidor	112
Tabla 18. Error Por Diámetro	113
Tabla 19. Error Por Medición	114
Tabla 20. Identificación de Promedios Facturados a Agosto de 2013	118
Tabla 21. Variables Análisis Multivariado	125
Tabla 22. Estructura de Costos Proyecto Bucarica	130
Tabla 23. Proyeccion del Consumo a Recuperar	135

LISTA DE ANEXOS

Pág.

ANEXO A. LISTADO DE MEDIDORES DETENIDOS JULIO/2013

ANEXO B. INSTRUCTIVO I FA 701-008 INSTRUCTIVO PARA REALIZAR LA CRÍTICA DE CONSUMOS REV. 2

ANEXO C. LISTADO DE LECTURA TOMADAS RUTA BUCARICA (JULIO/2013)

ANEXO D. LISTADO DE SUSCRIPTORES CON NOTAS DE TERRENO TOMA DE LECTURAS JULIO/2013

ANEXO E. LISTADO DE SUSCRIPTORES CON NOTA DE TERRENO TOMA DE LECTURAS SEPTIEMBRE/2013

ANEXO F. FACTORES MATRIZ BALANCE DE AGUAS 2011-2012

ANEXO G. LISTADO DE PRIMER MUESTREO DE ERROR POR MEDICIÓN

ANEXO H. LISTADO DE USUARIOS QUE SE REFACTURÓ SU CONSUMO

ANEXO I. LISTADO DE USUARIOS CON REVISIONES PREVIAS PARA EL PERIODO DE CRÍTICA DE AGOSTO DE 2013

ANEXO J. LISTADO DE USUARIOS CON PROMEDIO A AGOSTO DE 2013

ANEXO K. LISTADO DE USUARIOS CON COBRO PROMEDIO DURANTE 2 O MÁS CICLOS CONSECUTIVOS

ANEXO L. LISTADO DE SUSCRIPTORES QUE SE LES COBRO PROMEDIO POR MEDIDOR DETENIDO Y NO SE ENCONTRABAN REPORTADOS PAR LA EMPRESA

ANEXO M. LISTADO DE MOTIVOS Y NOVEDADES DE COBRO PROMEDIO POR NO SE PUEDE REVISAR EN AGOSTO 2013

ANEXO N. LISTADO DE NOVEDADES CON LOS MEDIDORES QUE SE ENCONTRABAN EN PRUEBA EN AGOSTO DE 2013

ANEXO O. LISTADO DE MEDIDORES DETENIDO A AGOSTO 2013

ANEXO P. LISTADO DE NOVEDADES CON LOS MEDIDORES DETENIDOS A AGOSTO 2013

ANEXO Q. LISTADO DE POSIBLES MEDIDORES A CAMBIAR SEGÚN ANÁLISIS MULTIVARIADO

ANEXO R. MEDIDORES QUE HAN SIDO CAMBIADOS DESDE JULIO 2013 HASTA MARZO DE 2014

ANEXO S. LISTADO DE NUEVA BASE DE DATOS DE DISTRITO BUCARICA

RESUMEN

TITULO: PLAN DE ACCIÓN PARA LA REDUCCIÓN DE PÉRDIDAS COMERCIALES DE AGUA NO CONTABILIZADA EN EL ACUEDUCTO METROPOLITANO DE BUCARAMANGA S.A. E.S.P.*

AUTOR: DURAN GUEVARA, Leidy Andrea**

PALABRAS CLAVES: agua no contabilizada, consumo, facturación, pérdidas comerciales, micromedición, consumo ilegal.

DESCRIPCIÓN:

En el siguiente trabajo se describe el proceso que realiza el Acueducto Metropolitano de Bucaramanga para potabilizar el agua, en este proceso de captación, tratamiento, distribución y comercialización se presentan pérdidas técnicas y comerciales de agua por diversas causas que fueron identificadas bajo el Estándar Hídrico Internacional IWA.

La autora en este trabajo se centra en las causas de pérdidas comerciales de agua no contabilizada debido a que no han realizado acciones para disminuirlas además la gestión comercial realizada previamente por el Acueducto Metropolitano de Bucaramanga como creación de la Unidad Antifraude y cambio de los medidores no han sido evaluados para determinar sus resultados por ende se propone un plan de acción para minimizar estas pérdidas a partir de un plan piloto en un distrito que compone el Área Metropolitana de Bucaramanga para que se analice si sería viable esta metodología para la disminución de las causas de pérdidas comerciales de agua no contabilizada y conforme a estos resultados aplicarlo en los demás distritos del Área Metropolitana de Bucaramanga.

Por otra parte proyectar el consumo a recuperar por el Acueducto Metropolitano de Bucaramanga con la aplicación de la metodología y el costo de la implementación en el Distrito elegido, finalmente se desarrollan indicadores para el plan de acción propuesto.

* Proyecto de Grado.

** Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. Director: Ing. José Joaquín Álzate. Tutor: Luis Felipe González.

ABSTRACT

TITLE: ACTION PLAN FOR THE REDUCTION OF COMMERCIAL LOSSES OF WATER NOT ASSESSED IN ACUEDUCTO METROPOLITANO DE BUCARAMANGA S.A. E.S.P. *

AUTHOR: DURAN GUEVARA, Leidy Andrea**

KEY WORDS: not assessed Water; consumption; turnover; commercial losses; micromeasurement, illegal consumption.

DESCRIPTION:

In the following work there is described the process that realices Acueducto Metropolitano de Bucaramanga for potabilizar the water, in this process of capture, treatment, distribution and commercialization they present technical and commercial losses of water for diverse reasons that were identified under the Water Standard International IWA.

The authoress in this work centres on the reasons of commercial losses of not assessed water due to the fact that they have not realized actions them diminished in addition commercial gestión realized before by Acueducto Metropolitano de Bucaramanga's as creation of the Unit Antifraud and change of the meters they have not been evaluated to determine his results for ende one proposes an action plan to minimize these losses from a pilot plan in a district that composes Bucaramanga's metropolitan area in order that it is analyzed if this methodology would be viable for the decrease of the reasons of commercial losses of not assessed water and in conformity with these results to apply it in other districts of Bucaramanga's metropolitan area.

On the other hand to project the consumption to recovering for Bucaramanga's Metropolitan Aqueduct with the application of the methodology and the cost of the implementation in the chosen District, finally indicators develop for the proposed action plan.

* Graduation Project.

** Physics Mechanical Engineering Faculty's. Industrial and Business Studies School's. Director: Ing. José Joaquín Álzate. Tutor: Luis Felipe González.

INTRODUCCION

El Proyecto de Gestión de Pérdidas surge de la necesidad de evaluar y gestionar las pérdidas comerciales del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P. como un complemento a la actual gestión de pérdidas técnicas y como preparación a las nuevas exigencias normativas que prepara el regulador en relación con el nuevo marco tarifario para Acueducto y Alcantarillado.

Se reconoce en el amb S.A. E.S.P., la deficiencia que en este aspecto se tiene ya que aunque se viene realizando gestión comercial para eliminación de fraudulentos, vinculación de usuarios y reposición de medidores, como componentes fundamentales en la gestión de perdidas, y que vienen operando naturalmente por enfoque estructural y funcional de las dependencias responsables de estas acciones, también es cierto que estas no operan dentro de un programa previamente establecido como resultado del análisis a la información y a las características de la población de suscriptores sino que son producto de un modelo de generación de servicios a partir de configuraciones del Sistema Integrado de Información que contiene el Acueducto Metropolitano de Bucaramanga SII++.

Al respecto también es preciso manifestar que en el acueducto no se ha implementado una metodología para la gestión de pérdidas ni se han llevado a cabo estudios previos que permitan determinar y/o cuantificar las pérdidas comerciales y su desagregación en los diferentes componentes.

Algunas cifras históricas señalan que durante los últimos siete (7) años el amb S.A. E.S.P., ha sostenido una tasa media de reposición de medidores del 4% anual, una tasa media de crecimiento de suscriptores del 3% y sin embargo las curvas de consumos vienen en descenso. Por lo que no resulta adecuado precisar que lo anterior obedece a una deficiente gestión de pérdidas comerciales, ya que

factores como los fenómenos ambientales, el incremento de tarifas e incluso las Campañas de Uso Racional del Agua (URA) promovidas por la Legislación, pueden haber propiciado la disminución de consumos.

En consecuencia y considerando que se hace necesario evaluar y gestionar las pérdidas de agua, en este caso comerciales, se desarrolla el presente documento con el fin de diseñar una metodología para la disminución de las pérdidas comerciales a partir de un proyecto piloto.

CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS

<p>Generar un plan de acción de reducción del IANC para minimizar las pérdidas de agua del componente comercial procedidas del agua no contabilizada en el Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P.</p>	<p>Se realizó la metodología planteada a continuación en el trabajo en un distrito del Área Metropolitana donde se constató según los informes del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga una disminución del Índice de Agua No Contabilizada del 0,93 % comparado con el año 2012. (Ver Capítulo 7)</p>
<p>Identificar las causas de pérdidas comerciales en el Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P.</p>	<p>Se identificaron las causas a través de ayuda bibliográfica y por medio del personal de confianza del Acueducto Metropolitano, para ello se identificaron las principales causas de pérdidas comerciales a minimizar en la prueba piloto, que se desarrollaron durante la práctica empresarial. (Ver Capítulo 4)</p>
<p>Realizar un programa de acciones para la reducción del IANC por perdidas comerciales del agua no contabilizada en el Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P.</p>	<p>Se elabora el plan de acción atacando principalmente las principales causas de pérdidas comerciales en el distrito de Bucarica siguiendo el cronograma del plan piloto. (Ver Capítulo 7)</p>

<p>Proyectar el consumo a recuperar por los programas de acciones para la reducción del IANC por pérdidas comerciales del agua no contabilizada en el Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P</p>	<p>Durante la práctica empresarial se logró disminuir el Indicador de agua no contabilizada en un 0.93% lo que represento una facturación por usuario al que se le realizó la metodología de \$19585,8 (Ver Capítulo 9)</p>
<p>Evaluar la factibilidad económica del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P con el plan de acción para la reducción del IANC por pérdidas comerciales del agua no contabilizada en el Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P.</p>	<p>Para ello se realizó la estructura de costos del proyecto en el cual se establece que el costo total del proyecto piloto de \$237.586.431,21 de los cuales \$212.646.000,00 son presupuestados debido a que corresponden al costo de los medidores por cambiar en el distrito de Bucarica para el año 2014, es decir el costo de la metodología de para la reducción de pérdidas tuvo un valor de \$24.940.431,21 (Ver Capítulo 8)</p>
<p>Diseñar indicadores para las acciones orientadas en el programa de acciones para disminuir las pérdidas de agua del componente comercial procedidas del agua no contabilizada en el Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P.</p>	<p>Se diseñaron indicadores para el laboratorio de calibración medidores y para la sección de medidores de la gerencia comercial del amb. (Ver Capítulo 10)</p>

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

Generar un plan de acción de reducción del IANC para minimizar las pérdidas de agua del componente comercial procedidas del agua no contabilizada en el Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar las causas de pérdidas comerciales en el Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P.
- Realizar un programa de acciones para la reducción del IANC por perdidas comerciales del agua no contabilizada en el Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P.
- Proyectar el consumo a recuperar por los programas de acciones para la reducción del IANC por perdidas comerciales del agua no contabilizada en el Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P.
- Evaluar la factibilidad económica del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P con el plan de acción para la reducción del IANC por pérdidas comerciales del agua no contabilizada en el Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P.
- Diseñar indicadores para las acciones orientadas en el programa de acciones para disminuir las pérdidas de agua del componente comercial procedidas del agua no contabilizada en el Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El Proyecto de Plan de Acción para la reducción de pérdidas comerciales procedidas del agua no contabilizada, surge de la necesidad de evaluar y gestionar las pérdidas comerciales del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P., como un complemento a la actual gestión de pérdidas técnicas y como preparación a las nuevas exigencias normativas que prepara el regulador en relación con el nuevo marco tarifario para Acueducto y Alcantarillado.

Este nuevo marco regulatorio ha dado origen a la Resolución CRA 632 de 2013, actualmente en etapa de socialización y evaluación por parte del regulador. En los estudios previos a este proyecto de resolución se consideró por parte del regulador y del gremio de agua potable, que el objetivo del 30% (máximo permitido) establecido por la Comisión Reguladora de Servicios Públicos y que se mide con el Indicador de Agua No Contabilizada (IANC) no es un indicador adecuado para medir la gestión de las pérdidas en un sistema de acueducto, en especial por los efectos de la elasticidad precio - demanda que ha propiciado la reducción de consumos y por otra parte por la discontinuidad del servicio, lo que llevó al regulador, con el aporte y consenso del gremio, a migrar de un indicador porcentual a uno de tipo volumétrico que le permita incorporar elementos adicionales de eficiencia y transparencia en la gestión, y que busca, además, evitar que se trasladen a los usuarios los costos por ineficiencia de los prestadores.

La Propuesta de Resolución CRA 632 de 2013 en materia de gestión de pérdidas de agua incorpora nuevos elementos así como metas en un panorama de 5 años. Con este nuevo marco regulatorio el nuevo nivel de pérdidas aceptable por el regulador para el cálculo de los costos de prestación del servicio público domiciliario de acueducto se denomina IPUF (Índice de Pérdidas por Usuario

Facturado) y debe ser menor o igual a 6 m³/suscriptor/mes.¹ Tanto con este nuevo enfoque como con los demás componentes de la nueva metodología el regulador busca elevar los niveles de eficiencia de los prestadores de servicios públicos en Colombia, lo que representa un gran reto para todo el gremio.

Cabe resaltar que en el Acueducto Metropolitano de Bucaramanga no existen estudios previos que permitan determinar y/o cuantificar las pérdidas comerciales y su desagregación en los diferentes componentes identificados por el Acueducto como causas de pérdidas comerciales, por lo que en consecuencia tampoco resulta posible determinar la eficacia de las acciones tomadas hasta el momento, en lo relacionado con cambios de medidores y ubicación de acciones fraudulentas.

Algunas cifras históricas señalan que durante los últimos siete (7) años, el Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P., ha sostenido una tasa media de reposición de medidores del 4% anual, una tasa media de crecimiento de suscriptores del 3% anual y sin embargo las curvas de consumos vienen en descenso. Aunque no resulta adecuado precisar que lo anterior obedece a una deficiente gestión de pérdidas comerciales, ya que factores como los fenómenos ambientales, el incremento de tarifas e incluso las campañas de uso racional del agua (URA) promovidas por la legislación, puede haber propiciado la disminución de consumos.

En consecuencia y considerando que se hace necesario evaluar y gestionar las pérdidas de agua, se desarrolla el presente documento con el fin de elaborar un plan de acción para la reducción de pérdidas comerciales de agua no contabilizada, a partir de un proyecto piloto donde se elige estadísticamente un sector del Área Metropolitana de acuerdo a parámetros previamente establecidos con el fin de elegir el sector que presente mayores pérdidas comerciales y aplicarle la metodología propuesta por la Autora.

¹ CRA. Ministerio de Vivienda. Documento de Trabajo Proyecto General. Nivel de pérdidas aceptables para el cálculo de los costos de prestación de los servicios públicos domiciliarios de acueducto y alcantarillado. Febrero de 2013.

3. MARCO TEORICO

El Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P., es una empresa de servicios públicos domiciliarios de nacionalidad Colombiana, de carácter mixto, estructurada bajo el esquema de una sociedad por acciones, regulada por las Leyes 142 y 143 de 1994, por las disposiciones que la sustituyan, modifiquen o reglamenten; por los estatutos y las normas del Código del Comercio en los pertinente a las Sociedades Anónimas.

3.1 DEFINICIONES

Para la presentación del siguiente trabajo se hace necesarios que el lector conozca ciertos conceptos utilizados en el sector de servicios públicos y específicamente en el Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P., en lo referente a pérdidas comerciales y división de gestión comercial en la empresa que permitirá una mejor comprensión del desarrollo del presente documento. Estas definiciones fueron extraídas del Decreto 229 de 2002 y la Resolución CRA 151 de 2000; otras se tomaron del contrato de condiciones uniformes del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga.

- **Acometida de acueducto:** derivación de la red de distribución que se conecta al registro de corte en el inmueble. En edificios de propiedad horizontal o condominios la acometida llega hasta el registro de corte general, incluido éste.
- **Acometida de alcantarillado:** derivación que parte de la caja de inspección domiciliaria y, llega hasta la red secundaria de alcantarillado o al colector.
- **Acometida clandestina o fraudulenta:** acometida o derivación de acueducto o alcantarillado no autorizada por la entidad prestadora del servicio.

- **Asentamiento subnormal:** es aquel cuya infraestructura de servicios públicos domiciliarios presenta serias deficiencias por no estar integrada totalmente a la estructura formal urbana.
- **Cámara del registro:** es la caja con su tapa colocada generalmente en propiedad pública o a la entrada de un inmueble, en la cual se hace el enlace entre la acometida y la instalación interna de acueducto y en la que se instala el medidor y sus accesorios.
- **Caja de inspección:** caja ubicada al inicio de la acometida de alcantarillado que recoge las aguas residuales, lluvias o combinadas, de un inmueble, con su respectiva tapa removible y en lo posible ubicada en zonas libres de tráfico vehicular.
- **Conexión temporal:** acometida transitoria de acueducto con medición, que llega hasta el límite de un predio privado o público, la cual es solicitada a la entidad prestadora del servicio público, por su propietario o representante legal, por un período determinado, por un proceso constructivo o un evento autorizado por la autoridad competente.
- **Conexión errada de alcantarillado:** todo empalme de una acometida de aguas residuales sobre la red de alcantarillado pluvial o todo empalme de una acometida de aguas lluvias sobre la red de alcantarillado sanitario.
- **Corte del servicio de acueducto:** interrupción del servicio que implica la desconexión o taponamiento de la acometida.
- **Conexión:** ejecución de la acometida e instalación del medidor de acueducto o ejecución de la acometida de alcantarillado.
- **Derivación fraudulenta:** conexión realizada a partir de una acometida, o de una instalación interna o de los tanques de un inmueble independiente, que no ha sido autorizada por la entidad prestadora del servicio.
- **Factura de servicios públicos:** es la cuenta que la entidad prestadora de servicios públicos entrega o remite al usuario o suscriptor, por causa del consumo y demás servicios inherentes al desarrollo de un contrato de prestación de servicios públicos.

- **Fuga imperceptible:** volumen de agua que se escapa a través de las instalaciones internas de un inmueble y se detecta solamente mediante instrumentos apropiados, tales como los geófonos.
- **Fuga perceptible:** volumen de agua que se escapa a través de las instalaciones internas de un inmueble y es detectable directamente por los sentidos.
- **Hidrante público:** elemento conectado con el sistema de acueducto que permite la adaptación de mangueras especiales utilizadas en extinción de incendios y otras actividades autorizadas previamente por la entidad prestadora del servicio de acueducto.
- **Independización del servicio:** nuevas acometidas que autoriza la entidad prestadora del servicio para atender el servicio de una o varias unidades segregadas de un inmueble. Estas nuevas acometidas contarán con su propio equipo de medición previo cumplimiento de lo establecido en el reglamento interno o en el contrato de condiciones uniformes.
- **Inquilinato:** edificación ubicada en los estratos bajo-bajo (I), bajo (II), medio-bajo (III) con una entrada común desde la calle, destinada para alojar varios hogares que comparten servicios.
- **Instalación interna de acueducto del inmueble:** conjunto de tuberías, accesorios, estructura y equipos que integran el sistema de abastecimiento de agua del inmueble, a partir del medidor. Para edificios de propiedad horizontal o condominios, es aquel sistema de abastecimiento de agua del inmueble inmediatamente después de la acometida o del medidor de control.
- **Instalaciones internas de alcantarillado del inmueble:** conjunto de tuberías, accesorios y equipos que integran el sistema de tratamiento, evacuación y ventilación de los residuos líquidos instalados en un inmueble hasta la caja de inspección que se conecta a la red de alcantarillado.
- **Instalaciones legalizadas:** son aquellas que han cumplido todos los trámites exigidos por la entidad prestadora de los servicios públicos y tiene vigente un contrato de condiciones uniformes.

- **Instalaciones no legalizadas:** son aquellas que no han cumplido con todos los requisitos exigidos por la entidad prestadora de los servicios públicos.
- **Medidor:** dispositivo encargado de medir y acumular el consumo de agua.
- **Medidor individual:** dispositivo que mide y acumula el consumo de agua de un usuario del sistema de acueducto.
- **Medidor de control:** dispositivo propiedad del prestador del servicio de acueducto, empleado para verificar o controlar temporal o permanentemente el suministro de agua y la existencia de posibles consumos no medidos a un suscriptor o usuario. Su lectura no debe emplearse en la facturación de consumos.
- **Medidor general o totalizador:** dispositivo instalado en unidades inmobiliarias para medir y acumular el consumo total de agua.
- **Medidor chorro único (Grandes consumidores):** es aquel medidor de velocidad que tiene una hélice con cuatro paletas que se accionan gracias a un solo chorro que impacta sobre ellas.
- **Medidor de velocidad (Grandes consumidores):** es aquel dispositivo que tiene una parte móvil llamada hélice y que infiere el caudal de la velocidad con que es movida por el agua.
- **Medidor electromagnético (Grandes consumidores):** es el medidor que utiliza el principio de electromagnetismo para determinar el caudal con base en el tiempo empleado por la señal para viajar entre los electrodos. El margen de error en todo el rango de consumo debe ser igual o menor al uno por ciento del caudal.
- **Medidor general o de control:** de acuerdo con el Artículo 3, numeral 3.23 del Decreto modificatorio del Decreto 302 de 2000 es el dispositivo que mide el consumo total de acueducto en unidades inmobiliarias que agrupan más de una instalación con medición individual.

- **Medidor Hélice Woltmann (Grandes consumidores):** es aquel medidor de velocidad cuya hélice está conformada por una gran cantidad de aletas en forma helicoidal que garantizan registrar hasta los pequeños caudales.
- **Medidor individual.** De acuerdo con el Artículo 3, numeral 3.24 del Decreto modificatorio del Decreto 302/2000 es el dispositivo que mide el consumo de agua de un usuario del sistema de acueducto.
- **Medidor mecánico (Grandes consumidores):** es el medidor que utiliza un dispositivo de medida, ya sea de tipo volumétrico o de tipo inferencial (velocidad) con el cual mide el caudal que pasa y tiene además un dispositivo donde acumula o registra dichos caudales. La unión entre los dispositivos se hace a través de una transmisión que puede ser mecánica o magnética.
- **Medidor ultrasónico de caudal (Grandes consumidores):** es el medidor que utilizando el principio de la velocidad del sonido en el medio acuoso permite establecer la velocidad del agua por el conducto cuya sección transversal es conocida y de esta forma establecer el caudal que pasa por ella. Pueden ser intrusivos o por contacto y su margen de error en todo el rango de consumo es igual o menor al uno (1%) por ciento del caudal.
- **Micromedidor:** es un medidor instalado en la acometida del usuario o suscriptor.
- **Pérdidas comerciales:** aquellas atribuibles a volúmenes de agua tratada efectivamente consumida pero no facturada.
- **Pérdidas técnicas:** son todas las producidas por fugas en las conducciones, reboses en tanques de distribución, daños físicos en tuberías, accesorios, elementos de control, conexiones o incluso en las acometidas domiciliarias
- **Pila pública:** suministro de agua por la entidad prestadora del servicio de acueducto, de manera provisional, para el abastecimiento colectivo y en zonas que no cuenten con red de acueducto, siempre que las condiciones técnicas y económicas impidan la instalación de redes domiciliarias.
- **Reconexión:** es el restablecimiento del servicio de acueducto a un inmueble al cual le había sido cortado.

- **Red de distribución de acueducto:** conjunto de tuberías, accesorios, estructura y equipos que conducen el agua desde el tanque de almacenamiento o planta de tratamiento hasta las acometidas domiciliarias.
- **Red matriz o red primaria de acueducto:** parte de la red de recolección que conforma la malla principal de servicio de una población y que distribuye el agua procedente de la conducción, planta de tratamiento o tanques a las redes secundarias.
- **Registro de corte o llave de corte:** dispositivo situado en la cámara de registro del medidor que permite la suspensión del servicio de acueducto de un inmueble.
- **Reinstalación:** es el restablecimiento del servicio de acueducto a un inmueble al cual se le había suspendido.
- **Suscriptor:** persona natural o jurídica con la cual se ha celebrado un contrato de condiciones uniformes de servicios públicos.
- **Suspensión:** interrupción temporal del servicio por común acuerdo, por interés del servicio, o por incumplimiento o por otra de las causales previstas en la Ley 142/1994, en el presente decreto, en las condiciones uniformes del contrato de servicio público y en las demás normas concordantes.
- **Usuario:** persona natural o jurídica que se beneficia con la prestación de un servicio público domiciliario, bien como propietario del inmueble en donde éste se presta, o como receptor directo del servicio, a este último usuario se denomina también consumidor.

3.2. MARCO AMB

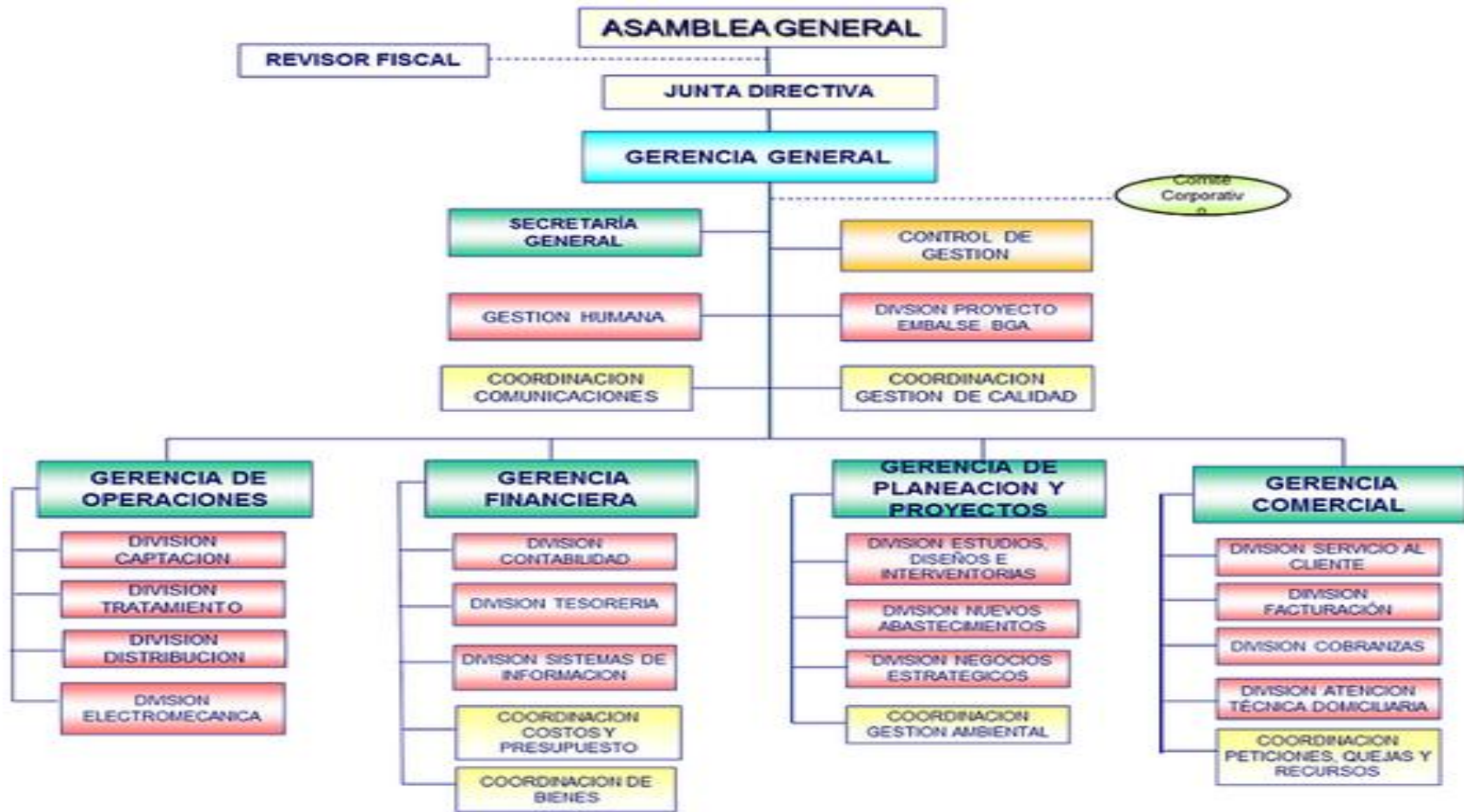
3.2.1 Estructura Organizacional. El Acueducto Metropolitano de Bucaramanga (amb) mantiene una estructura organizacional encabezada por su asamblea general conformada por sus accionistas y por la Junta Directiva Regional debido al carácter mixto de la compañía y que delega las operaciones y administración a la

gerencia general. Seguidamente la estructura organizacional está conformada por los grandes entes o divisiones que conforma la empresa. En la siguiente Figura se puede apreciar el organigrama del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga. Comprendido jerárquicamente en gerencias, divisiones, coordinaciones y secciones. (Ver Figura 1) Enfocándonos explícitamente a lo que compete a este estudio se hará énfasis en las gerencias de operaciones y comercial que son las encargadas de tratar el tema de agua no contabilizada, pues como se nombró anteriormente las pérdidas técnicas tienen que ver con el área de distribución y las comerciales a los volúmenes de agua no facturados pero consumidos, recayendo esta labor en las gerencias de operaciones y comercial.

3.2.2 Gerencia de Operaciones. Está comprendida por cuatro divisiones; la división de captación que es la encargada de captar el agua de las tres cuencas que dispone el Acueducto Metropolitano que pertenecen a los ríos Tona, Suratá y Frío. La división de tratamiento que es la encargada de convertir esta agua captada en potable a través de las 4 plantas de tratamiento que posee la empresa (Bosconia, Morrórico, la Flora, Floridablanca). La división de distribución que es la encargada de transportar el agua ya tratada y potable a los 41 tanques que se encuentran distribuidos en el Área Metropolitana de Bucaramanga. Finalmente se encuentra el área de División electromecánica que se encarga de monitorear el proceso a través del sistema operativo con el que cuenta la empresa SCADA (Supervisión control y adquisición de datos) que controla el llenado de los 41 tanques, la revisión de las válvulas y que ha permitido establecer los tiempos de llenado y vaciado de los tanques disminuyendo las pérdidas de agua por reboses.

3.2.3. Gerencia Comercial. La gerencia comercial se encuentra conformada por cuatro divisiones una coordinación y una sección, estas tienen que trabajar continuamente de la mano para lograr los resultados planteados por la gerencia general. Para el presente trabajo nos enfocaremos en las actividades que explícitamente tienen que ver con las pérdidas de agua no contabilizada en la Gerencia Comercial.

Figura 1. Estructura Organizacional Acueducto Metropolitano de Bucaramanga



Fuente: Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P.

3.2.3.1 Catastro Suscriptores. El Acueducto Metropolitano de Bucaramanga cuenta con aproximadamente 240.000 suscriptores, distribuidos en el Área Metropolitana.

El Acueducto Metropolitano de Bucaramanga por efecto de manejo en el área comercial distribuyó a estos suscriptores en ocho (8) ciclos dependiendo de su cercanía, cada uno de estos ciclos está distribuido por rutas para realizar los recorridos de toma de lecturas en un menor tiempo y que sea fácil ubicar a cada suscriptor.

Además los suscriptores están clasificados por uso y categoría, es decir la actividad que se esté aplicando en el predio. Para ello se clasifican en residencial, comercial, industrial, oficial, temporal y provisional.

3.2.3.2 Toma de Lecturas. Para el Acueducto Metropolitano de Bucaramanga la toma de lecturas se realiza cada dos (2) meses; por ende, para determinar el volumen a facturar al usuario se toma la lectura tomada y se le resta a la lectura anterior y así se obtendrá el consumo para dos meses por lo que se divide el volumen en dos partes y se cobran los dos meses con igual tarifa.

3.2.3.3 Suspensión del Servicio de Acueducto. Este proceso se lleva a cabo a los usuarios que llevan o completan un mes en mora o atraso sin pago, para ello se les cierra la llave de registro o se retira un fragmento de tubo del medidor.

Para que el servicio sea reinstalado se deberá reportar el pago de la factura y el valor de la reconexión llegará en la factura del siguiente mes.

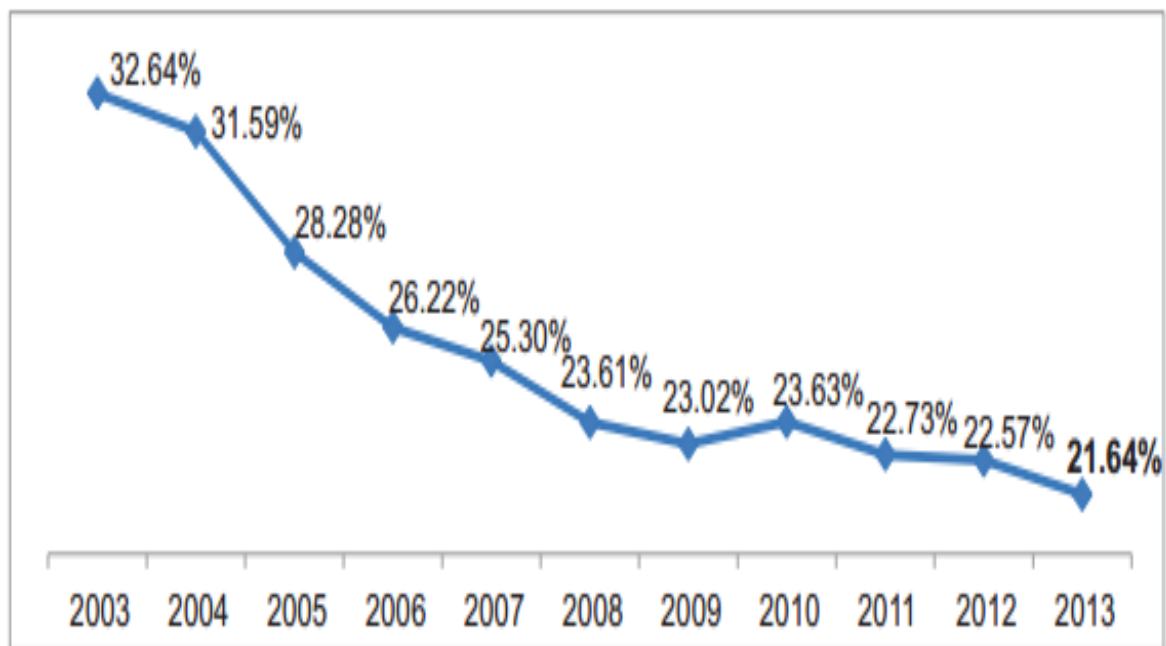
3.2.3.4 Prueba de Medidores. Esta actividad la realiza el Acueducto Metropolitano de Bucaramanga a los medidores para comprobar su eficiencia y calidad en la medición de los volúmenes de agua calculados, para ello se traen al laboratorio de calibración para comprobar su funcionamiento.

3.3. INDICADORES ACTUALES EN EL ACUEDUCTO METROPOLITANO

Actualmente el Acueducto cuenta con indicadores para medir su eficiencia en las diferentes áreas de la empresa. Enfocándonos específicamente en las pérdidas de agua no contabilizada se presentan el siguiente indicador.

3.3.1 Índice de Agua No Contabilizada (IANC). En este indicador se encuentran las pérdidas de agua tanto técnicas como comerciales este indicador ha sido medido desde el año 2003 y su comportamiento se presenta en la Figura 2.

Figura 2. Comportamiento IANC 2003-2013



Fuente: Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P.

En la Figura 2 se puede apreciar que el Índice de Agua No Contabilizada ha disminuido de manera positiva para la empresa, esto ha ocurrido debido a la implementación del sistema operativo del acueducto SCADA que permite controlar los tanques y los tubos matrices del Área Metropolitana de Bucaramanga, reduciendo así las pérdidas técnicas que se presentaban en un porcentaje alto para el acueducto.

4. CAUSAS DE PÉRDIDAS COMERCIALES DE AGUA NO CONTABILIZADA

Las causas de pérdidas comerciales de agua no contabilizada provienen de aquellos factores que inciden directa o indirectamente para que un volumen de agua no sea registrado y por ende no se le facture al usuario.

En la literatura se encuentra diferentes causas generadoras de pérdidas comerciales de agua. Sin embargo todas ellas tiene en común la división de dos grandes grupos de pérdidas comerciales, una de ella es las acciones fraudulentas y la segunda por micromedición.

Las acciones fraudulentas son aquellas en las cuales se altera de forma directa los elementos disponibles por el acueducto para la medición y distribución del agua, es decir quienes alteran las conexiones de manera clandestina o quienes alteran los equipos del acueducto para que se registre consumo. Por otra parte las pérdidas por Micromedición son aquellas que se presentan por obsolescencia de los equipos y las redes de distribución.

4.1. CAUSAS DE PÉRDIDAS COMERCIALES DE AGUA POR MICROMEDICIÓN

Como se enuncio anteriormente las pérdidas por micromedición son aquellas inherentes a los equipos con los que se realiza la medición y red de distribución. Para el presente trabajo se presentan las dos causas de pérdidas por micromedición en los medidores que son:

4.1.1 Medidores Desajustados. Los equipos usados para la medición del volumen de agua a facturar como todos los equipos presentan obsolescencia debido a que sus componentes han sido desgastados por la utilización a través del tiempo, o porque algún elemento no perteneciente al equipo e ingresa en la

unidad de registro o vienen defectuosos de fábrica y empiezan a medir por debajo del promedio del usuario.

Cuando un medidor esta submidiendo, el consumo real es menor al volumen a facturar, convirtiéndose en pérdidas comerciales.

4.1.2 Medidores Detenidos. Los medidores detenidos se presentan cuando en un predio a pesar de que se presente consumo el medidor no registra la cantidad de metros cúbicos consumidos por el usuario, diversas son las razones para que un medidor se detenga pero principalmente el laboratorio de calibración de medidores lo adjudica a la obsolescencia del medidor.

El problema de los medidores detenidos ha sido una constante en el acueducto debido a que los usuarios se niegan a que se les cambien el medidor por obsolescencia, con el argumento de que marca registra un mayor consumo, esto es algo cierto debido a que los medidores nuevos registran el consumo de una manera más óptima que un medidor que ha perdido su eficacia a través de los años.

4.2. CAUSAS DE PÉRDIDAS COMERCIALES POR DERIVACIONES FRAUDULENTAS

Las causas por acciones fraudulentas son aquellas que se generan por manipulación por personal no perteneciente al acueducto a los medidores y tuberías es decir, sin independientes de la obsolescencia de los equipos.

La mayoría de los factores que afectan externamente a los equipos pretenden que no se facture el consumo, estos se presentan en los medidores, las acometidas y redes de distribución.

Se consideran dos grandes grupos de acciones fraudulentas estas son: Medidores manipulados y conexiones clandestinas.

4.2.1. Medidores Manipulados. Un medidor manipulado se presenta cuando se altera sus elementos con el fin que no se registre el volumen consumido o se registre un valor menor

Los medidores manipulados se presentan usualmente con los usuarios que registran o consumen un mayor volumen debido a la actividad económica del predio, así que esta actividad ilícita se presenta en los sectores industriales o comerciales.

Aunque los medidores manipulados se presentan en mayor cantidad en sectores comerciales e industriales, también se han presentado en sectores residenciales con objeto que la factura mensual refleje un menor valor.

A continuación se presentan algunas de las formas en las que se manipulan los medidores.

4.2.1.1 Suplantar el Medidor. Este tipo de manipulación de medidor consiste en retirar el medidor y colocar otro por un tiempo y después volver a instalar el medidor registrado por la empresa. Este tipo de modalidad no despierta sospecha debido a la similitud de los medidores en el momento de la toma de lecturas. Por otra parte el nuevo medidor registrara el consumo pero no con la misma eficiencia del medidor otorgado por la empresa.

4.2.1.2 Medidor Invertido. El medidor invertido consiste en el cambio de la posición de la instalación del medidor, al realizar esta maniobra el flujo de agua al ingresar le medidor registra de manera inversa por lo que el registro se irá disminuyendo. Esta actividad se realiza por periodos para que sea difícil ubicar esta conexión ilegal por el acueducto.

4.2.1.3 Desconectar el Medidor y Generar Paso Directo. Esta actividad consiste en retirar el medidor y conectarse de manera directa a través de un tubo a la red matriz por lo que no existe ningún tipo de control o registro del consumo. Esta

actividad se realiza por periodos con el fin de que el volumen de agua a facturar sea menor al que realmente se consumió.

4.2.1.4 Separar la Unidad de Registro del Medidor. Este tipo de fraude consiste en retirar la unidad de registro del medidor con el fin que se genere un paso directo del fluido y no se registre el consumo. Durante el uso de esta actividad el usuario realiza el consumo del líquido sin ningún tipo de restricción y la factura mensual será menor al volumen consumido.

4.2.2 Conexiones Clandestinas. Las conexiones clandestinas son todas aquellas en las que se instala o adhiere un tubo a la red matriz con el fin de extraer el agua ya tratada del acueducto y que no sea registrada por un medidor y por supuesto no es facturada.

Este tipo de modalidad ilegal se presenta en todos los usos que tiene el acueducto, es decir en residenciales, comerciales e industriales, este tipo de conexiones alteran las presiones de agua de las redes matrices ocasionando que el surtido de agua no sea eficiente en los sectores aledaños a donde se presente esta conexión clandestina.

5. DIAGNÓSTICO INICIAL

El Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P. consciente de la importancia en la gestión de pérdidas, ha desarrollado labores importantes con el fin de reducir el Índice de Agua No Contabilizada (IANC), y es así como al cierre de 2012 puede dar cuenta de un IANC del 22.57%, situando este indicador en grado de cumplimiento respecto al 30% fijado en la normatividad vigente.

En la Figura 2 se puede apreciar una disminución del indicador IANC durante los últimos diez años, como se puede observar se ha presentado una disminución y se encuentra por debajo del legal permitido (30%).

Diversas son las labores que se han realizado para lograr este importante resultado en la gestión del indicador, sin embargo la gran mayoría de ellas se concentran en labores de tipo operativo, que iniciaron con la implementación del sistema SCADA (Supervisión, control y adquisición de datos) que permite llevar un control en las tuberías y tanques en todo el Área Metropolitana de Bucaramanga hasta las actividades actuales de Gestión Integral de Redes y Regulación de presiones.

En la actualidad, el sistema SCADA controla el 80% de los tanques que conforman el sistema garantizando con ello un monitoreo permanente y control activo sobre los caudales de entrada, salida y niveles de tanque.

La gestión integral de redes cumple una función de integración de las diversas acciones posibles sobre la red, con la visión de migrar del mantenimiento correctivo al preventivo, reducir la tasa de daños que se presentan actualmente, disminuir los tiempos de atención y mantener altos índices de continuidad en el suministro hídrico.

Entre las diferentes labores, la sectorización hidráulica que permitió el control y el plano óptimo de presiones a través de la implementación del georeferenciador que muestra la ubicación de los usuarios en un mapa y la instalación del sistema SCADA que regula los volúmenes de los tanques ubicados en el Área Metropolitana, así como el comportamiento de las principales tuberías, le permitieron reducir en un 9.64% la tasa de daños respecto al 2011; esta tasa mide los daños ocasionados en los tanques y las principales tuberías (tubos matrices) en su área de cobertura.

El control de presiones, es una de las actividades más importantes y que genera mejores resultados en un programa de control de pérdidas, y cuyo impacto en las pérdidas de agua se pueden deducir de las teorías de fugas de FAVAD propuesta por John May en 1995, y que Garzón y Thornton en su artículo para el XXX Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental exponen con precisión. Estudios realizados por Mackenzie & Wegelin permitieron concluir que la gestión de la presión genera resultados al corto plazo, reduce el IANC y permite aumentar la vida útil de las redes de distribución.²

Los resultados de las diferentes acciones son evidentes y estas actividades son hoy por hoy parte del hacer de la gestión operativa. La metodología de gestión de pérdidas en el Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P., centrada en aspectos netamente técnicos, ha alcanzado un nivel en el cual no es posible reducir más el IANC, por lo que se hace necesario implementar la gestión de pérdidas comerciales de manera que sea posible realizar una efectiva gestión de la medición, mejorar la facturación y generar un impacto positivo en la generación de ingresos.

Para determinar el porcentaje y la situación actual en el indicador IANC y las pérdidas técnicas y comerciales en cada una de sus causas conocidas, se hace

² MCKENZIE, R.S.; WEGELIN, W. Implementation of pressure management in municipal water supply systems. February, 2009.

necesario conocer los siguientes indicadores planteados actualmente por la empresa para estimar las pérdidas comerciales.

5.1. INDICADORES PARA ESTIMAR LAS PÉRDIDAS COMERCIALES

Dichos indicadores se presentan a continuación:

- Número usuarios registrados = 223680.
- Número de usuarios con medidor = 223680.
- Número de usuarios con medidor funcionando = 216021.
- Número de usuarios con medidor detenido = 7659.
- Número de usuarios con medidor en propiedad privada = No cuantificable.
- Número de servicios con problemas de subregistro = 9627.
- Número de usuarios sin medidor = 290 usuarios.
- Número de usuarios clandestinos estimados = POR EVALUAR (Se debe evaluar con el promedio del consumo por sector y el número de usuarios para un volumen de agua determinado). El valor de este número de usuarios se debe verificar con antifraudes.
- Volumen Neto Total facturado (m^3/mes) = 4582977.
- Volumen facturado de usuarios con medidor m^3/mes = 4579111.
- Volumen facturado a usuarios con medidor funcionando (m^3/mes) = 4578404.
- Volumen facturado de usuarios con medidor detenido (m^3/mes) = 4573.
- Volumen facturado de usuarios con medidor en propiedad privada (m^3/mes) = POR EVALUAR.

Para determinar estos indicadores enunciados anteriormente se tomaron del sistema implementado en el Acueducto Metropolitano de Bucaramanga Sii++ que controla y contiene toda la información de la empresa en sus diferentes divisiones; los valores de facturación, informes de bomberos, purgas de hidrantes

y el consumo del parque del agua para el mes de junio de 2013 y con base en estos se calcularon los indicadores.

Por otra parte es preciso conocer unos conceptos necesarios para obtener el diagnóstico inicial en lo referente a pérdidas de agua que se encuentran establecidos en el acueducto en un proceso llamado crítica de facturación, que analiza los consumos efectuados a suscriptores que presentan desviaciones significativas respecto del promedio histórico de consumo y cuyo objetivo es definir el consumo correcto a facturar. Este proceso analiza estos suscriptores con estas desviaciones y establece causas del porqué de ellas para tomar decisiones acerca del consumo a facturar.

Retomando los conceptos necesarios para tener un diagnóstico inicial y extraído de la monografía que presenta el Acueducto Metropolitano de Bucaramanga en su proceso crítica de facturación anteriormente enunciado.

5.1.1 Consumos. Se calculan los consumos a partir de la información traída por el personal de toma de lecturas de micromedición. No se realizan correcciones. Se calcula restando cada par de lecturas seguidas, la más reciente menos la lectura anterior. El resultado es el volumen consumido en metro cúbicos.

5.1.2. Promedios. Se determina a través del promedio histórico de los consumos, registrados por el usuario.

5.1.3 Promedio Vs. Histórico. Es una comparación entre el promedio de los consumos actuales y el histórico obtenido de la base de datos de la empresa. Reporta también la diferencia de estos dos valores por usuario y la relación consumo promedio/ consumo histórico.

5.1.4 Medidores Detenidos. Se calculan los usuarios cuyo consumo del mes anterior con el consumo mes siguiente corresponde a un valor de 0 m^3 . Se comparan con el valor facturado para evitar que se consideren medidores detenidos predios desocupados.

5.1.5 Medidores Con Subregistro. Se calculan los usuarios que tengan un consumo inferior al 50% del consumo histórico.

5.1.6 Distritos. El Acueducto Metropolitano de Bucaramanga establece que un distrito es un área donde se presenta igual características en lo referente a la calibración, red de tubería y red matriz principal; actualmente el Acueducto cuenta con 41 distritos en toda el Área Metropolitana.

Adicionalmente es necesario para la obtención del diagnóstico inicial encontrar un modelo en el cual se establezca los porcentajes de agua facturada y las pérdidas tanto técnicas como comerciales para ello la autora se basa en la matriz de balance de agua no contabilizada de la *International Water Association* explicada a continuación:

5.2 MATRIZ DE BALANCE DE AGUA NO CONTABILIZADA

La matriz de balance de agua no contabilizada permite determinar las pérdidas de agua, y las desagrega en aparentes (comerciales) y físicas (técnicas), y para su cálculo se requiere tener total claridad, control y medición sobre las diferentes entradas y salidas del sistema a evaluar.

Un Balance Hídrico correctamente determinado es fundamental para evaluar las pérdidas de agua y enfocar los esfuerzos hacia los puntos más críticos del sistema.

Por otra parte se hace necesario estimar una serie de indicadores asociados a los errores con los medidores los cuales debe verificarse con los promedios por distritos, la Unidad antifraude), atención técnica domiciliaria, los modelos hidráulicos calibrados y la crítica realizada por facturación.

Dichos indicadores se presentan a continuación:³

- Volumen real de consumo de usuarios con medidor funcionando (m^3/mes).
- Consumo real promedio por usuario con medidor funcionando ($m^3/mes-usuarios$).
- Consumo promedio real estimado de usuarios sin medidor funcionando ($m^3/mes-usuario$).
- Volumen real de usuarios estimados con medidor detenido (m^3/mes) Volumen real estimado de consumo de usuarios con medidor no localizado (m^3/mes).
- Volumen real estimado de usuarios con medidor en propiedad privada (m^3/mes).
- Volumen real de usuarios sin medición (m^3/mes).
- Pérdidas por subregistro (m^3/mes).
- Pérdidas por usuarios sin medición (m^3/mes).
- Pérdidas por usuarios con medidor detenido (m^3/mes).
- Pérdidas por usuarios con medidor no localizado (m^3/mes).
- Pérdidas usuarios con medidor en propiedad privada (m^3/mes).
- Pérdidas por usuarios clandestinos (m^3/mes).
- Pérdidas por ajustes a facturación por refacturaciones (m^3/mes).
- Pérdidas por ajustes a facturación por cargos varios de uso (m^3/mes).

Por último, se presentan un mejor ajuste de la matriz de balance de aguas considerando como referencia el consumo de agua en el mes de junio de 2013 y facturada en agosto de 2013; para ello se toma la información extraída de las lecturas de facturación y una crítica automática de los consumos. En la Tabla 1 se puede apreciar el diagnóstico inicial en lo relacionado con las pérdidas de agua en el Acueducto Metropolitano utilizando el modelo de matriz de agua no contabilizada.

³ IWA. The International Water Association. [Disponible en]: <http://www.iwahq.org/1nb/home.html>

Tabla 1. Matriz de Agua No Contabilizada Junio y Agosto 2013

PRODUCCIÓN NETA	100%	CONSUMO LEGAL	77,17%	CONSUMO LEGAL FACTURADO	CONSUMO FACTURADO MEDIDO (100%)	Facturación	77,17%	Agua Facturada	77,71%				
				99,85%	83,55%								
					COMSUMO FACTURADO NO MEDIDO (POR EVALUAR)								
					16,45%								
				CONSUMO LEGAL NO FACTURADO	CONSUMO NO FACTURADO MEDIDO (POR EVALUAR)					Perdidas comercial	10,27%	Agua no facturada	22,83%
				0,05%	0,02%								
					CONSUMO NO FACTURADO NO MEDIDO (POR EVALUAR)								

					0,03%						
		PERDIDAS DE AGUA	22,83%	PERDIDAS COMERCIALES	CONSUMO ILEGAL ESTIMADO 20%						
				45%					60,97%	ERRORES DE MEDICION Y FACTURACION 80%	
									39,03%		
				PERDIDAS TECNICAS	FUGAS TRANSMISION Y DISTRIBUCION (ESTIMADO 40%)				Perdida técnica	12,56%	
				55%							42,00%
											VERTIMIENTOS TANQUES ALAMCENAMIENTO
											0,00%
											FUGAS CONEXIONES A MEDIDORES
					58%						

Fuente: Autora del Proyecto.

En la Tabla 1 se pudo notar que para el periodo de estudio se facturó alrededor del 77,17% lo que nos indica unas pérdidas del 22,30% que son tanto a nivel técnico como comercial, aunque se encuentran por debajo del legal permitido (30%) por la comisión reguladora y siguiendo con el plan estratégico del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga, es de vital importancia continuar disminuyéndolo para obtener mejores ingresos y seguir siendo la empresa modelo a nivel nacional en lo referente a acueducto y alcantarillado.

Por otra parte enfocándonos explícitamente en pérdidas comerciales que son las pérdidas a tratar en el proyecto, la matriz de agua no contabilizada nos muestra que el mayor porcentaje en pérdidas comerciales los tienen los consumos ilegales, los errores de medición y facturación que son las causas que principalmente se les tratará de dar solución para disminuir el indicador.

6. MARCO DE REFERENCIA

6.1 NORMATIVOS

La Ley 142 de 1994 en su Artículo 163 define los componentes de las formulas tarifarias para empresas de acueducto y alcantarillado, y contempla en ellas un nivel de pérdidas aceptable. Mediante la Resolución CRA 17 de 1995, después incorporada en la Resolución CRA 151 de 2001, la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico – CRA – define en el artículo 2.4.3.14 que el nivel máximo aceptable de agua no contabilizada es del 30%, considerando éste como un límite en la eficiencia de los programas de gestión de pérdidas.

Es así como el regulador dio origen al Índice de Agua No Contabilizada (IANC) como indicador de la eficiencia en la gestión de pérdidas en las empresas de acueducto y fue incluido como factor que afecta el esquema tarifario establecido por la resolución CRA 287 de 2004 dando vigencia hasta el día de hoy al límite del 30% en el nivel de pérdidas de agua en los sistemas de acueducto en Colombia.

La resolución CRA 315 de 2005, que estableció la metodología para clasificar las personas prestadoras de los servicios públicos domiciliarios de acueducto, alcantarillado y aseo de acuerdo con el nivel de riesgo, define el IANC como un indicador de primer nivel y establece la fórmula de cálculo correspondiente, así:

$$IANC_i = \frac{VAP + CAB - VAF}{VAP + CAB} \times 100 \quad (1)$$

Donde:

i:	Periodo de análisis
VAP:	Volumen de agua producido
CAB:	Compra de agua en bloque
VAF:	Volumen de agua facturado

La Ecuación (1) determina entonces el IANC como la diferencia entre el volumen de agua que ingresa al sistema tanto por producción como por compra de agua en bloque menos el volumen de agua facturada.

La diferencia resultante corresponde a las pérdidas en el sistema, las cuales han sido clasificadas por el IWA en pérdidas reales o técnicas (físicas) y en pérdidas aparentes o comerciales, las cuales a su vez se encuentran desagregadas en lo que este mismo organismo internacional ha denominado como Balance Hídrico.

Desde hace algunos meses el regulador viene estudiando el nuevo marco regulatorio para el sector de acueducto, alcantarillado y aseo, y al respecto ha dado origen a la Resolución CRA 632 de 2013, actualmente en etapa de socialización y evaluación por parte del regulador.

En los estudios previos a este proyecto de resolución se consideró por parte del regulador y del gremio de agua potable, que el objetivo del 30% no es un indicador adecuado para medir la gestión de las pérdidas en un sistema de acueducto, en especial por los efectos de la elasticidad precio - demanda que ha propiciado la reducción de consumos y por otra parte por la discontinuidad del servicio, lo que llevó al regulador, con el aporte y consenso del gremio, a migrar de un indicador porcentual a uno de tipo volumétrico que le permita incorporar elementos adicionales de eficiencia y transparencia en la gestión, y que busca, además, evitar que se trasladen a los usuarios los costos por ineficiencia de los prestadores.

La Propuesta de Resolución CRA 632 de 2013 en materia de gestión de pérdidas de agua incorpora nuevos elementos así como metas en un panorama de 5 años, tal como se observa en la Tabla 2.

Con este nuevo marco regulatorio el nuevo nivel de pérdidas aceptable por el regulador para el cálculo de los costos de prestación del servicio público

domiciliario de acueducto se denomina IPUF y debe ser menor o igual a 6 m³/suscriptor/mes.

Tanto con este nuevo enfoque como con los demás componentes de la nueva metodología el regulador busca elevar los niveles de eficiencia de los prestadores de servicios públicos en Colombia, lo que representa un gran reto para todo el gremio.

6.2 INDICADORES Y METAS DE LA GESTIÓN DE PÉRDIDAS EN EL NUEVO MARCO REGULATORIO

Tabla 2. Indicadores y Metas de la Gestión de Pérdidas en el Nuevo Marco Regulatorio

Acueducto	Estándar de Eficiencia	Meta
ICUF - Índice de agua consumida por usuario facturado (m ³ /suscriptor/mes)	≥ 19 m ³ para sistemas ubicados a menos de 1000 msnm y sector residencial	50% de la brecha según plan de reducción de pérdidas. Para el año 10, el 75% de la brecha según plan de reducción de pérdidas o NEP.
	≥ 16 m ³ para sistemas ubicados a 1000 msnm o más y sector residencial	
IPUF - Índice de pérdidas por usuario facturado (m ³ /suscriptor/mes)	≤ 6 m ³ /suscriptor/mes	

Fuente: Proyecto de Resolución CRA 632 de 2013.

6.3. METODOLOGÍAS DE LA INDUSTRIA

6.3.1. Balance Hídrico. La Asociación Internacional del Agua (IWA), constituyó en el año de 1996 la fuerza de tarea de pérdidas de agua (WLTF) para revisar metodologías de comparación internacional de pérdidas en los sistemas de acueducto, con el objetivo de realizar investigación y conocimiento avanzado en la reducción de pérdidas de agua, con tareas para normalizar terminología y procedimientos utilizados para llevar a cabo el balance hídrico de un sistema de acueducto, y desarrollar indicadores para evaluar el desempeño de la gestión en términos de pérdidas de agua.

El enfoque y prácticas recomendados por IWA han sido aceptados y adoptados por empresas de acueducto a nivel mundial para realizar la gestión de las pérdidas de agua.

Parte de los resultados obtenidos por el equipo WLTF fue el desarrolló del balance hídrico estándar utilizando terminología internacional, tal como se ilustra en la tabla 2, los indicadores de gestión para evaluar el funcionamiento de la empresa y las estrategias para la reducción de las pérdidas de agua.

El Balance Hídrico permite determinar las pérdidas de agua, y las desagrega en aparentes (comerciales) y físicas o reales, y para su cálculo se requiere tener total claridad, control y medición sobre las diferentes entradas y salidas del sistema a evaluar.

Un Balance Hídrico correctamente determinado es fundamental para evaluar las pérdidas de agua y enfocar los esfuerzos hacia los puntos más críticos del sistema.

6.3.1.1 Estándar Internacional Balance Hídrico IWA.

Tabla 3. Estándar Internacional Balance Hídrico IWA

Volumen de Entrada al Sistema	Consumo Autorizado	Consumo Autorizado Facturado	Consumo Facturado medido	Agua Facturada
			Consumo Facturado no medido	
		Consumo Autorizado no Facturado	Consumo no Facturado medido	Agua No Facturada
			Consumo no Facturado no medido	
	Pérdidas de Agua	Pérdidas Aparentes (Comerciales)	Consumo no Autorizado	
			Inexactitud de medidores, errores de facturación y lecturas	
		Pérdidas Reales (Físicas)	Fugas en las tuberías de conducción y distribución	
			Fugas y Reboses en los tanques de almacenamiento	
Fugas en las conexiones de servicio hasta el medidor				

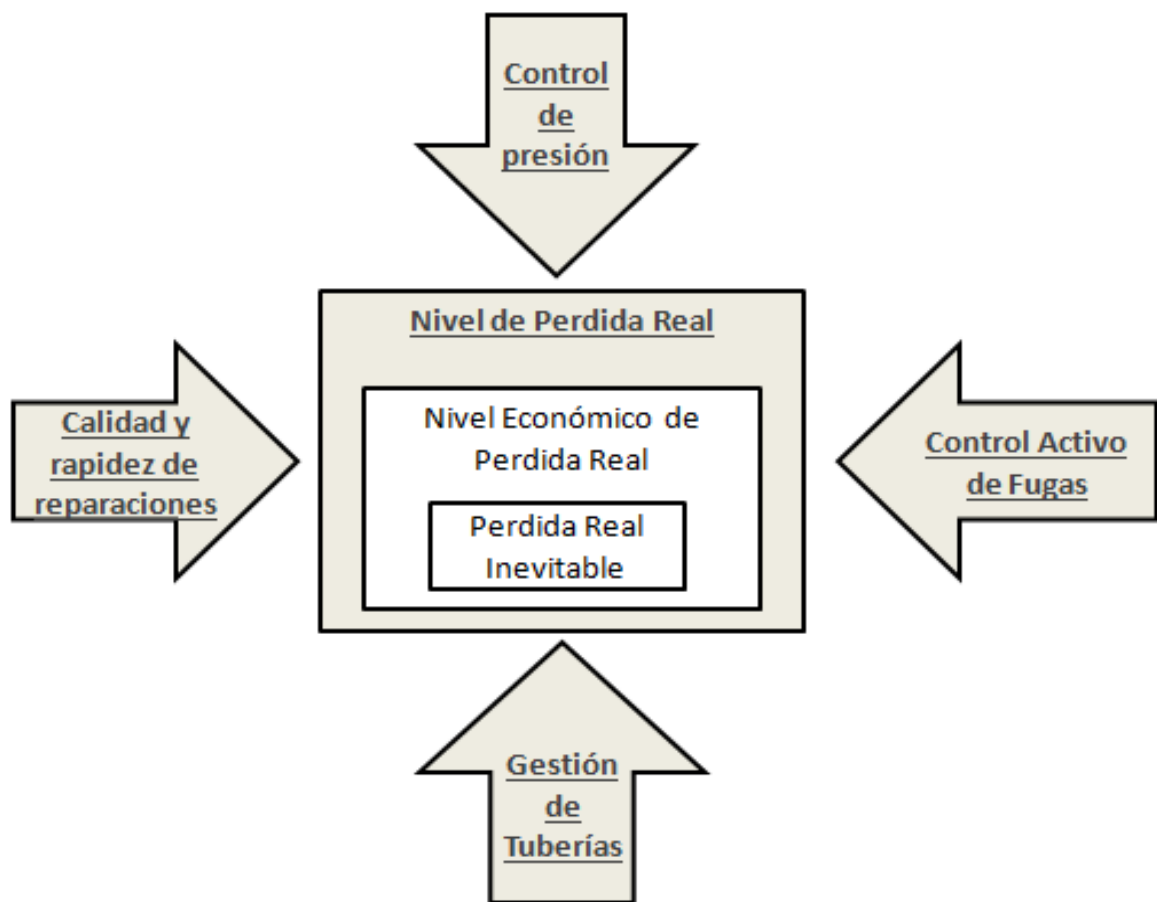
Fuente: BENAVIDES MUNOZ, Holger. Seminario Internacional: Conservación de las Fuentes de Aguas. Mecanismos Financieros Para la Conservación de las Fuentes de Agua: Innovación Tecnológica y Cambio Climático. Ecuador: Universidad Católica de Loja. Diciembre 4-6 de 2013. 65 p. En: FORAGUA: Fondo Regional del Agua. [Disponible en]: <http://www.foragua.org/sites/default/files/documentos/Descargas/5%20SALA%20A%20Holger%20Benavides.pdf> [Consultado en]: Octubre 10 de 2014.

A lo largo y ancho de la infraestructura y en cada componente del sistema se producen diferentes tipos de pérdidas, clasificadas en técnicas y comerciales. Los enfoques de cuatro (4) componentes son ampliamente utilizados en la gestión de

las pérdidas de agua y proporcionan una visión clara de las actividades de mayor eficacia en la gestión de pérdidas.

Gestión de Pérdidas Reales (Físicas): las pérdidas reales también conocidas como técnicas u operativas, son ocasionadas por fallas o fugas en los elementos de la red tales como: rebose de tanques, conexiones y redes de distribución. Las principales actividades que se desarrollan en su gestión se ilustran en la Figura 3.

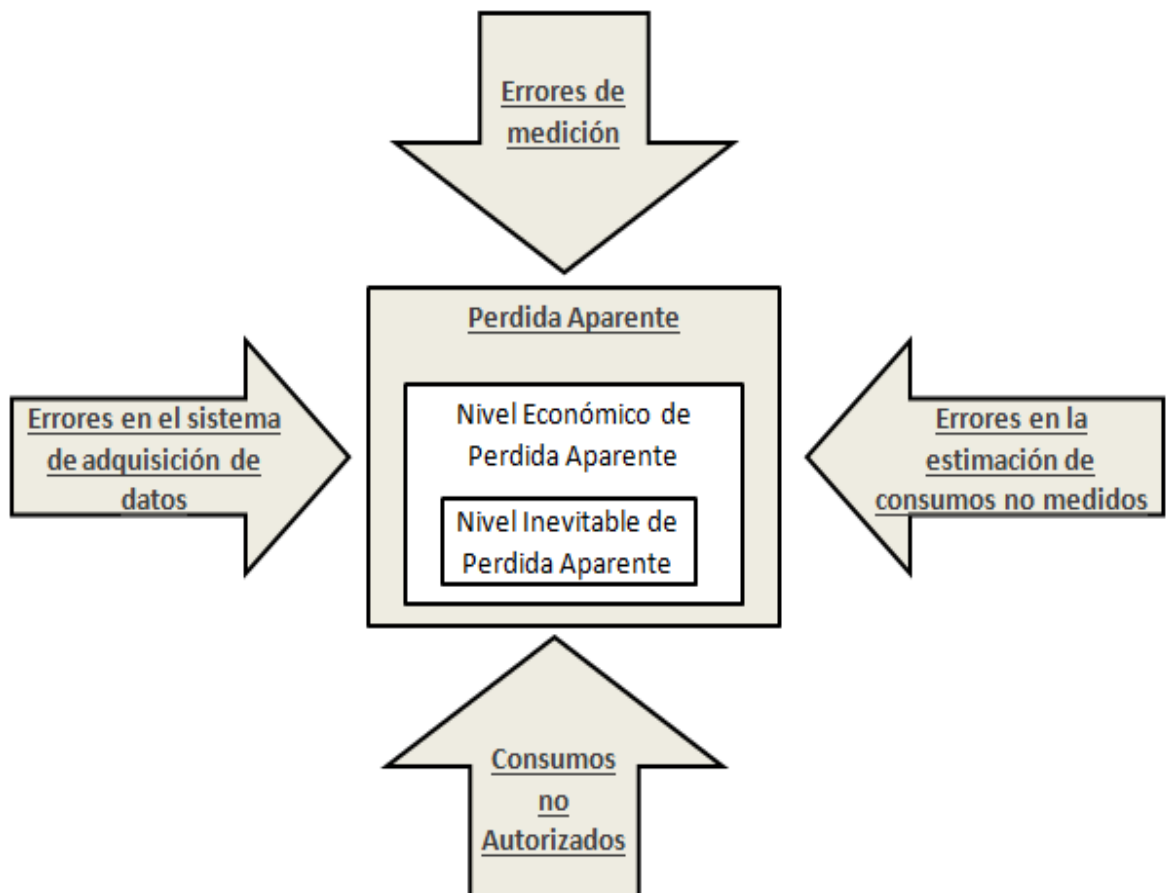
Figura 3. Gestión de Pérdidas Reales



Fuente: ARISON GROUP. 2010. [Disponible en]: <http://www.miya-water.com/es/facts-and-definitions/industry-methodology> [Consultado en]: Octubre 7 de 2014.

Gestión de Pérdidas Aparentes: las pérdidas aparentes o también llamadas comerciales corresponde al volumen de agua no autorizado (fraudes) y todos los tipos de inexactitud asociada con la medición. La Figura 4 ilustra las principales estrategias a desarrollar en la gestión de pérdidas aparentes o comerciales.

Figura 4. Gestión de Pérdidas Aparentes



Fuente: ARISON GROUP. 2010. [Disponible en]: <http://www.miya-water.com/es/facts-and-definitions/industry-methodology> [Consultado en]: Octubre 7 de 2014.

7. PROYECTO DE GESTION DE PÉRDIDAS COMERCIALES

La estrategia de control de pérdidas comerciales sugeridas por el IWA en la Figura 2, describe como principales actividades la gestión de fraudulentos y la gestión de la medición. Estudios realizados han demostrado que los errores asociados a la medición son considerados los mayores generadores de pérdida por consumos autorizados, e igualmente otros estudios, tanto a nivel nacional como internacional, han demostrado que el éxito de los programas de control de pérdidas comerciales está relacionado con un acertado, efectivo y eficiente programa de reposición de medidores.

El plan piloto del proyecto Gestión de Pérdidas Comerciales ha sido diseñado en cuatro (4) grandes etapas.

- **Determinación zona de estudio:** comprende actividades de análisis de variables diversas con el fin de evaluar e identificar el sector de la población en el cual se desarrollará el piloto. Este estudio previo se realiza con la información disponible en aspectos como: tipología de suscriptores, caracterización de medidores, nivel de consumos, reclamaciones, cambio de medidores y crítica de facturación, mediante modelos estadísticos normalizados para una mejor comprensión de la población.
- **Catastro y calibración de redes:** en esta fase se realiza el levantamiento de información topográfica y registro de redes del sector, se establecen los puntos de control (entradas y salidas), se aísla y asegura la macro medición y se realiza la calibración del modelo hidráulico.
- **Diagnóstico inicial:** comprende la recopilación de información de los diferentes procesos comerciales así como la identificación y contextualización de la información requerida para construir el balance de aguas inicial. Esta fase del proyecto genera como entregable el primer balance de aguas descrito en la

Tabla 2, y se constituye en la línea de base del IANC a lo largo del proyecto. La correcta determinación de este primer balance de aguas requiere del actuar conjunto y sincronizado de las áreas técnicas y comerciales, para asegurar la correcta sinfonía de la macro y la micromedición. La diferenciación entre ellas determina el total de las pérdidas y la desagregación de las mismas permite identificar y orientar las acciones para la gestión.

- **Gestión de pérdidas comerciales:** comprende todas las actividades de planificación y de ejecución de las actividades de campo, principalmente acciones relacionadas con la actualización del catastro de medidores, verificación y reposición de medidores así como verificación y gestión de fraudulentos. En esta fase se desarrollan igualmente los estudios de perfil de consumo y el cálculo del error de medición, como instrumentos para la toma de decisiones en la reorientación de las políticas comerciales para la gestión de la medición.

Durante la etapa de ejecución se llevan a cabo nuevos balances hídricos y se comparan con la línea base. Es importante mantener y asegurar registros históricos que permitan evaluar el desempeño real del proyecto.

7.1 DETERMINACIÓN ZONA DE ESTUDIO

Una vez evaluada la información el grupo de gestión de pérdidas de la Gerencia de Operaciones propuso la selección del sector a partir de las siguientes variables y ponderación:

Tabla 4. Selección del Sector a partir de las Variables

Variable	Peso	Peso Acumulado
Tipo B	36%	36%
Edad	25%	61%
Estrato	14%	74%
1 A 10	12%	86%
3000 m ³ /mes	10%	96%
Usos	4%	100%

Fuente: Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P. Gerencia de Operaciones.

Los datos fueron analizados por distritos de presión y normalizados a la participación de cada variable frente a la población de suscriptores y el peso dado a cada variable. Los siguientes fueron los resultados obtenidos en el análisis estadístico.

Tabla 5. Análisis de los Distritos

DISTRITO	No. Usuarios	1 A 10	3000 m³/mes	Estrato	Usos	Edad	Tipo B	CALIFICADOR
Distrito Malpaso	25628	0,03	0,03	0,06	0,00	0,14	0,31	0,58
Distrito Norte	18990	0,03	0,02	0,11	0,01	0,14	0,30	0,62
Distrito Girón	19232	0,03	0,03	0,01	0,00	0,15	0,31	0,53
Distrito Morro Alto	17428	0,04	0,02	0,08	0,01	0,13	0,30	0,58
Distrito Estadio	17367	0,04	0,02	0,00	0,01	0,16	0,31	0,54
Distrito Puerta del Sol	13817	0,02	0,03	0,06	0,00	0,16	0,33	0,62
Distrito Florida	10098	0,03	0,03	0,02	0,00	0,16	0,32	0,55
Distrito Tejar	9893	0,03	0,03	0,06	0,00	0,14	0,31	0,56
Distrito Centro	10202	0,03	0,02	0,00	0,00	0,15	0,32	0,51
Distrito Cañaveral	8860	0,03	0,02	0,12	0,00	0,01	0,29	0,48
Distrito Morro Bajo	5986	0,03	0,02	0,06	0,00	0,16	0,32	0,60
Distrito Cabecera	5131	0,03	0,03	0,14	0,00	0,19	0,31	0,70
Distrito La Cumbre	5549	0,03	0,03	-	0,00	0,15	0,32	0,52

DISTRITO	No. Usuarios	1 A 10	3000 m³/mes	Estrato	Usos	Edad	Tipo B	CALIFICADOR
Distrito Zapamanga	4864	0,03	0,03	0,00	0,00	0,16	0,32	0,53
Distrito San Juan	4488	0,03	0,02	0,00	0,00	0,12	0,31	0,49
Distrito Bucarica	3525	0,05	0,03	0,00	0,00	0,20	0,33	0,61
Distrito Bienestar	4072	0,03	0,03	0,00	0,00	0,13	0,32	0,51
Distrito Trinidad	3781	0,03	0,03	-	0,00	0,17	0,31	0,55
Distrito El Carmen	3886	0,03	0,03	-	0,00	0,14	0,31	0,50
Distrito La Flora	3293	0,03	0,03	0,05	0,00	0,15	0,32	0,58
Distrito Villabel Alto	3657	0,03	0,02	0,03	0,00	0,15	0,27	0,50
Distrito Villabel Bajo	2919	0,02	0,02	0,01	0,00	0,18	0,31	0,55
Distrito Bellavista	2473	0,06	0,02	-	0,00	0,20	0,34	0,63
Distrito La Esperanza Fuera de Servicio	2586	0,04	0,03	-	0,00	0,19	0,33	0,59
Distrito Café Madrid Fuera de Servicio	1408	0,04	0,01	-	0,00	0,54	0,33	0,92
Distrito Rio Frio	3234	0,03	0,01	0,05	0,00	0,05	0,24	0,38

DISTRITO	No. Usuarios	1 A 10	3000 m³/mes	Estrato	Usos	Edad	Tipo B	CALIFICADOR
Distrito La Iglesia	1961	0,03	0,03	-	0,00	0,15	0,31	0,52
Distrito Regadero	1695	0,03	0,02	-	0,00	0,18	0,33	0,56
Distrito Pan de Azúcar	1350	0,02	0,03	0,13	0,00	0,14	0,34	0,67
Distrito Colorados	917	0,05	0,03	-	0,00	0,17	0,31	0,56
Distrito Caracolí	1008	0,04	0,01	0,01	0,00	0,09	0,33	0,49
Distrito Ferrovías	944	0,13	0,01	-	0,00	0,05	0,31	0,51
Distrito Buenos Aires	751	0,04	0,02	-	0,00	0,14	0,34	0,55
Distrito Miraflores I	514	0,04	0,03	-	0,00	0,16	0,34	0,57
Distrito Ruitoque	430	0,02	0,02	0,01	0,01	0,14	0,28	0,49
Distrito Vegas de Morrorico	195	0,03	0,04	-	0,00	0,15	0,33	0,55
Distrito Miraflores II	114	0,03	0,03	-	0,00	0,16	0,33	0,56
Distrito Angelinos	40	0,02	0,02	-	0,00	0,14	0,32	0,50

Fuente: Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P. Gerencia de Operaciones.

Las mayores calificaciones fueron obtenidas por los Distritos Cabecera, Pan de Azúcar, Bellavista, Puerta del Sol, Norte y Bucarica. La variable medidor clase B se mantiene muy similar en todos los distritos por lo que esta variable no representa diferencia significativa. La edad promedio de medidores es más alta en los Distritos Cabecera, Bellavista y Bucarica, y entre estos el consumo acumulado medio superior a 3000 m³ con ponderación del 0.03 es igual tanto en Bucarica como en Cabecera. De los distritos antes referidos se cuenta con macromedición en Bucarica compartida con Caracolí con posibilidades aritméticas de desagregar los caudales de cada uno de ellos, mientras que en los otros dos distritos no se tiene macromedición.

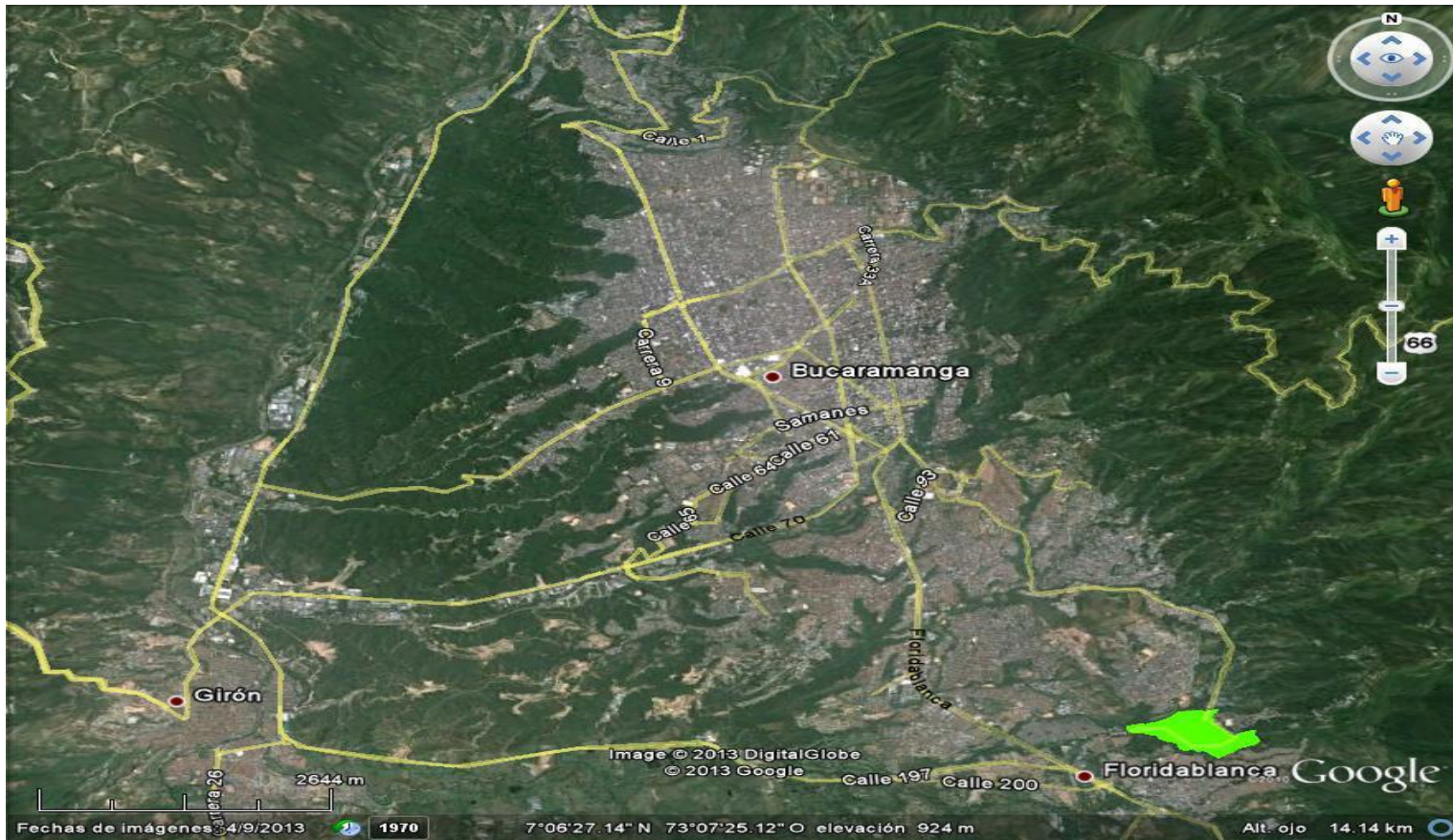
Considerando lo anterior la Gerencia Comercial considera conveniente realizar el estudio de gestión de pérdidas en el Distrito Bucarica por contar con macromedición e igualmente en el Distrito Cabecera por obtener la mayor ponderación en la evaluación realizada.

7.2. PROYECTO CATASTRO

Durante el desarrollo de la Etapa I del proyecto “Control de Pérdidas – Componente Comercial”, la zona utilizada como sector de estudio corresponde al Distrito Bucarica, el cual está en el municipio de Floridablanca y se encuentra delimitado al norte por los barrios Panorama y la Cumbre, al sur por el barrio Limoncito, al oriente por el barrio Caracolí y al occidente por los barrios Lagos, Simón Bolívar y Villa jardín. (Ver Figura 5)

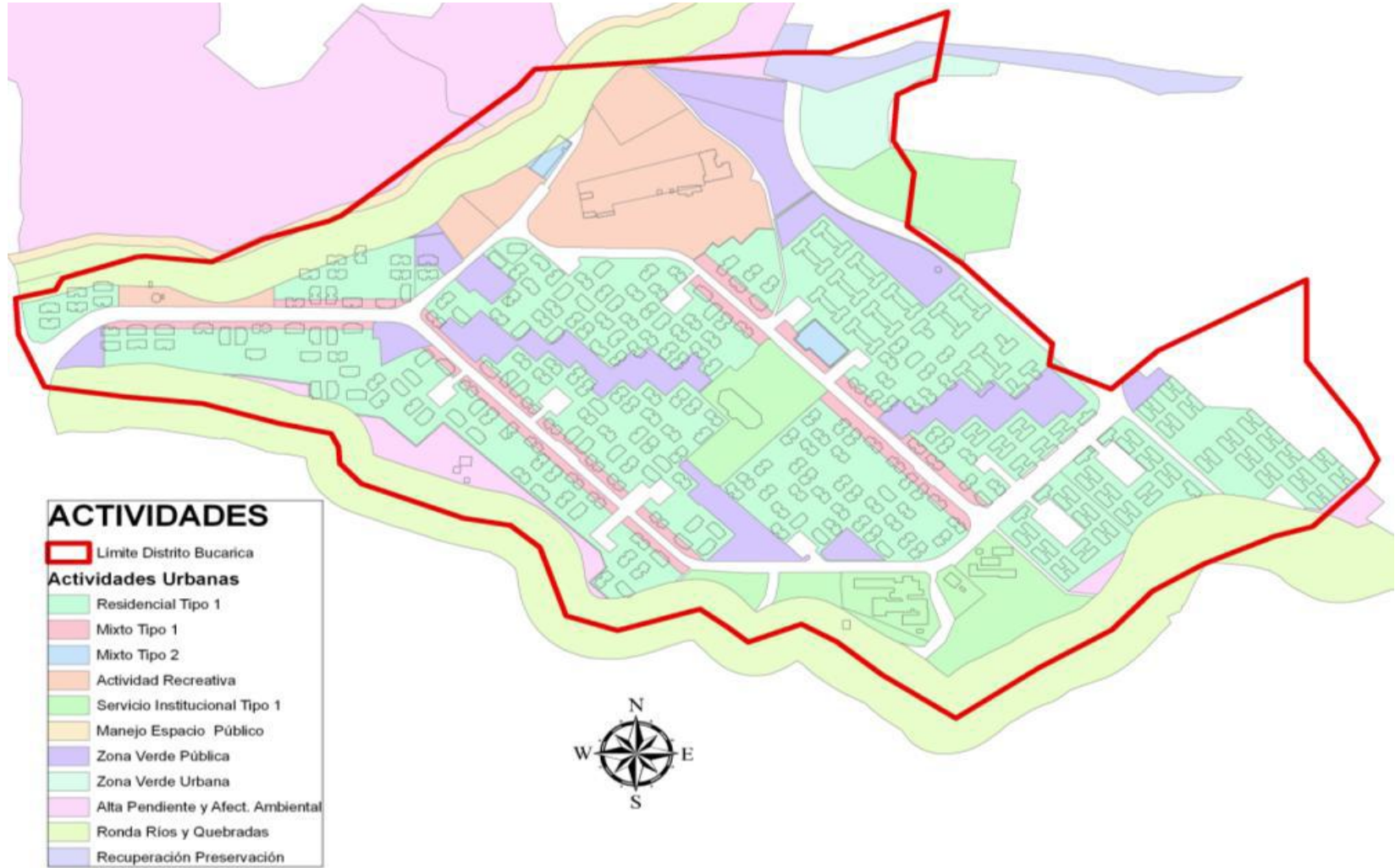
Dicha selección fue acordada en el Comité Técnico donde se considera el peso de variables como la facturación, tipo de medidor, estratificación, antigüedad. Adicionalmente, se considera un sector aislado geográficamente, lo que permite facilidades en la instalación de equipos de medición y en el proceso de facturación. (Ver Figura 6)

Figura 5. Localización Distrito Bucarica



Fuente: Bucaramanga, Santander, Colombia. **En:** Google Maps. [Disponible en]: <https://www.google.es/maps/place/Bucaramanga,+Santander,+Colombia/@7.16672,73.109185,12z/data=!3m1!4b1!4m2!3m1!1s0x8e683fda558d8aff:0xf045f9d162638e0a> [Consultado en]: Octubre 10 de 2014.

Figura 6. Descripción Distrito Bucarica



Fuente: Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P.

A continuación, se presentan las características topológicas de la red del Distrito Bucarica. Los datos están basados en la información disponible por la Gerencia de Operaciones, la cual incluye las características de las tuberías e información de los nodos. El sistema de distribución de agua potable para el Distrito Bucarica funciona completamente por gravedad. Está conformado por un tanque de almacenamiento (Bucarica) y una red de distribución de un total de 12.318 metros de longitud, que está constituida por diferentes materiales.

7.2.1 Funcionamiento y Localización del Tanque. Se presenta un esquema general del funcionamiento de la red del Distrito Bucarica. Como se puede ver en la Figura 8, la totalidad de esta parte del sector de estudio se alimenta por el Tanque Bucarica. El Tanque Bucarica tiene una capacidad de 1400 m³. (Ver Figura 7)

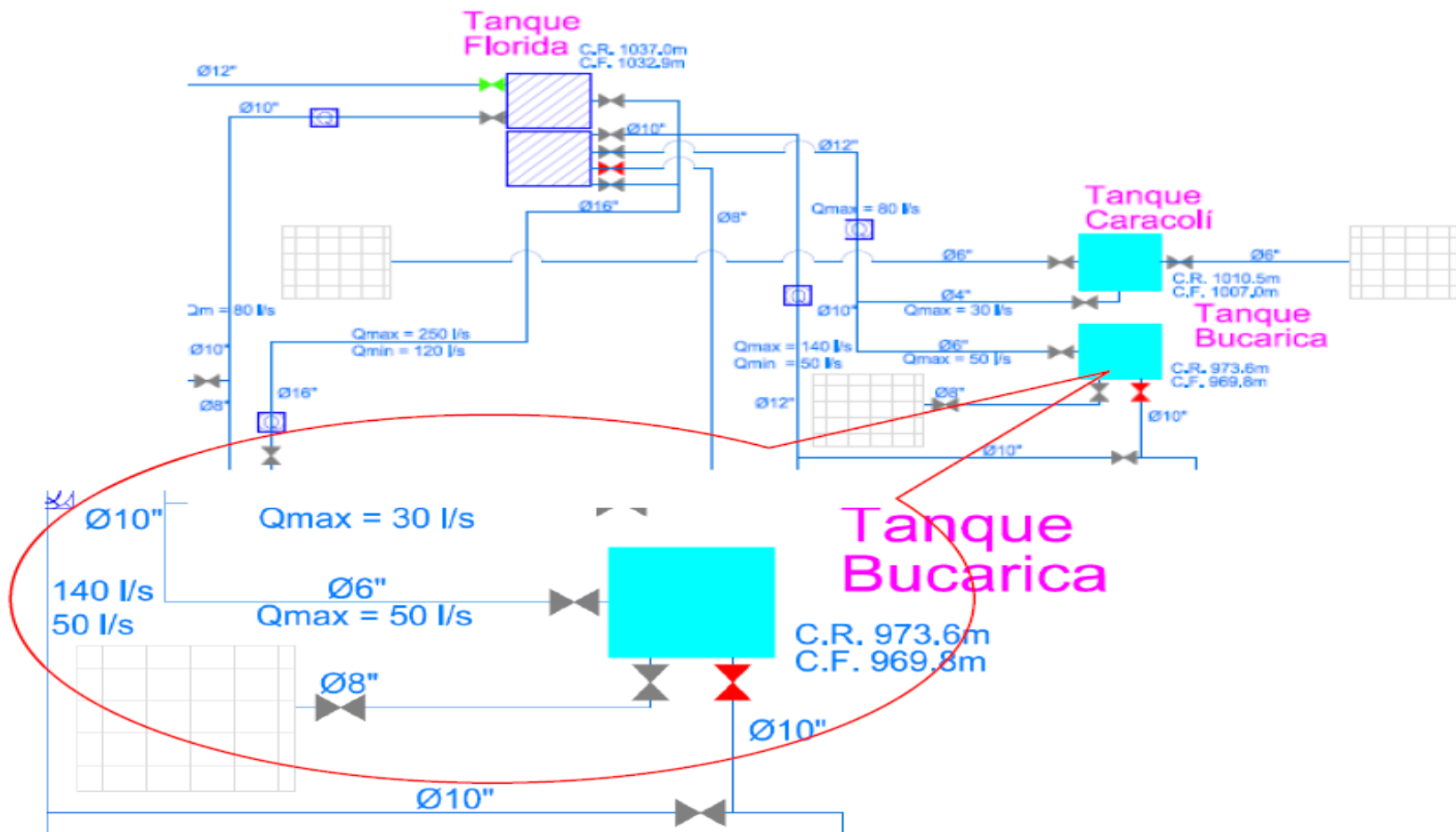
7.2.2 Macromedición de Caudal y Medición de Presión. Se describen todas las actividades relacionadas con las macromediciones realizadas en el Distrito Bucarica de la ciudad de Floridablanca. Éstas incluyen las mediciones de caudal y de presión en el sector de estudio.

Las actividades involucradas en el proceso de macro medición tienen como objetivo responder a una serie de requerimientos para tres categorías de días, definidas así:

- Días totales (todos los días de la semana, sin discriminación).
- Días Ordinarios (lunes a viernes, no festivos).
- Días de fin de semana (sábados, domingos, festivos y días especiales).

7.2.3 Localización de los Puntos de Medición de Caudal y de Presión. A continuación, se presenta la ubicación de los puntos de medición de caudal y presión de la red del Distrito Bucarica. (Ver Figura 8)

Figura 7. Localización del Tanque Distrito Bucarica



Fuente: Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P.

Figura 8. Puntos de Medición y Caudal de Presión

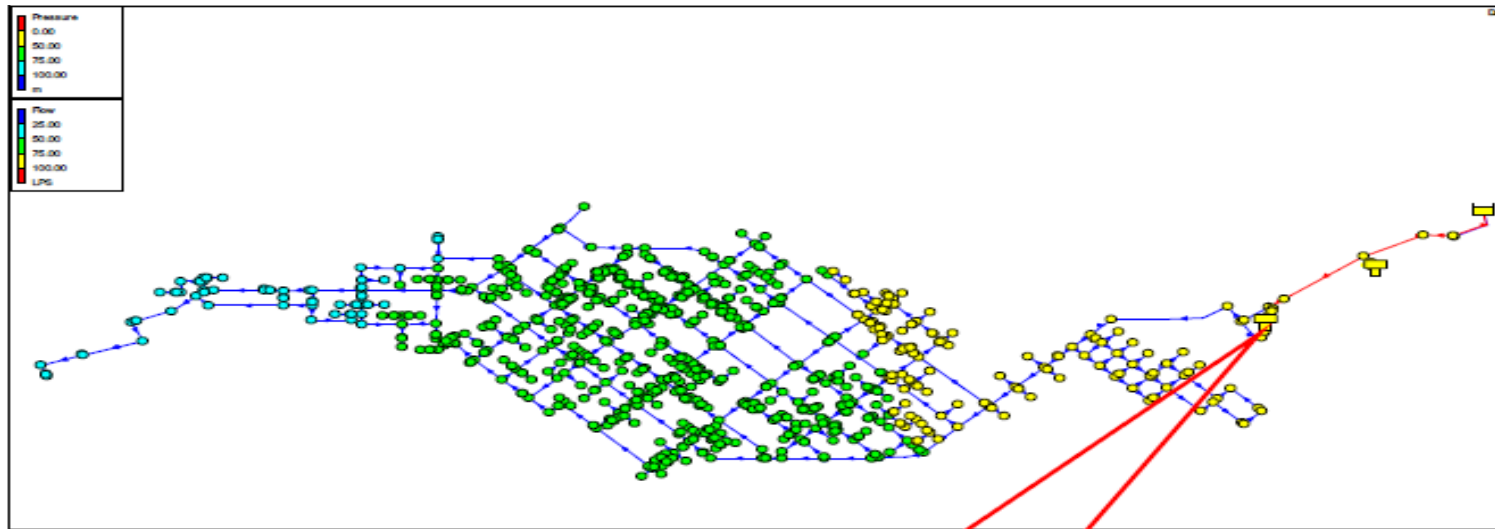
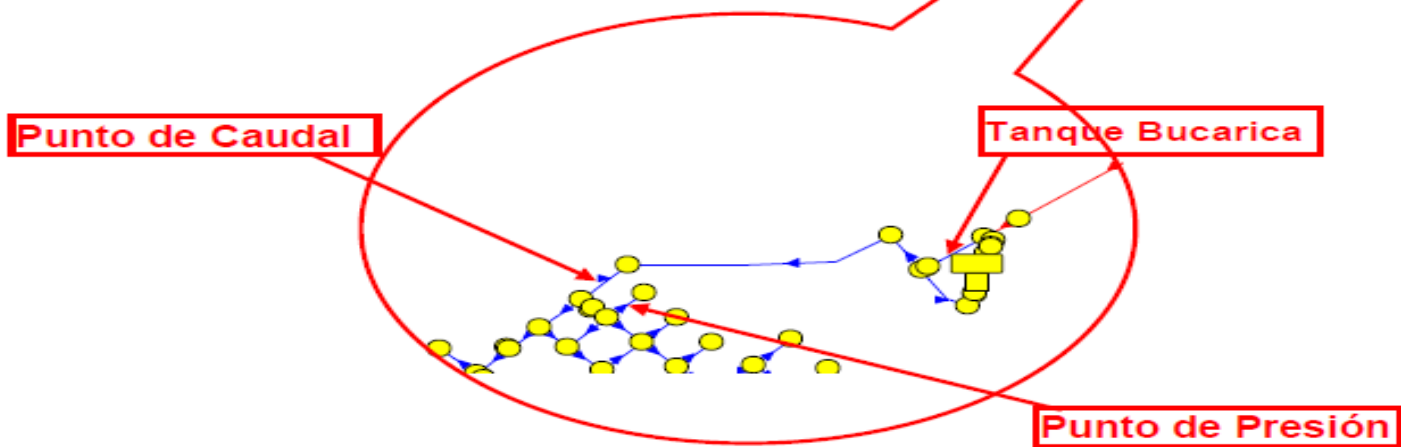


Figura 11. Localización de los puntos de medición de presión y caudal



Fuente: Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P.

Para el sector de estudio, localizado en el Distrito Bucarica de la ciudad de Floridablanca, las operaciones de medición de datos de caudal se realizarán en un solo punto, que corresponde al lugar más significativo para definir la cantidad de masa que entra al sistema.

Dicha medición se realizará a la salida del Tanque Bucarica (lectura que corresponde a la entrada total de masa al sector).

Tabla 6. Ubicación de los Puntos de Medición de Caudal

Ubicación de los Puntos de Medición de Caudal		
Punto de Medición	Nombre	Dirección
1	Distribución Bucarica	Sector 20. Bloque 21-14

Fuente: Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P. Gerencia de Operaciones.

7.2.4. Calibración de la Red del Distrito. Para realizar la calibración del Distrito Bucarica, se realizó una calibración previa a los distritos de Bucarica- Florida y Caracolí. De manera que se pudiese analizar el sistema de la Planta Florida como un todo y encontrar con precisión los consumos del distrito y cuáles son las tuberías que se encuentran físicamente dentro del Distrito de Bucarica, pero que alimentan los Distritos de Florida y Caracolí.

7.2.4.1 Mediciones en la Red del Distrito.

- **Medición de presión:** los puntos de presión establecidos en los distritos de Bucarica-Florida-Caracolí, se encuentran tres (3) puntos de presión baja, un (1) punto de rotación y un (1) punto de presión alta. Las direcciones de los puntos mencionados se presentan en la Tabla 6.

Tabla 7. Puntos de Medición de Presión

Régimen De Presión	Nodo	Dirección
Presión Baja	7776	Cra 2 # 24a-8 Florida
	1928	Cra10 #7-06 Caracolí
	1879	Cra 10 AE # 25b-04 lote 39 Florida
Punto de Rotación	1913	Cra 7 # 5-54 Florida
Presión alta válvulas reguladoras	5508	Entrada Villa Jardín (aguas abajo)
	vf_5508	Entrada Villa Jardín (aguas arriba)
	4937	Cra 3 Calle 5, Entrada Lagos II
	vf_4937	Cra 3 Calle 5, Entrada Lagos II
	61588	Paraguitas dentro del Jardín Botánico (aguas abajo)
	vf_61588	Paraguitas dentro del Jardín Botánico (aguas arriba)

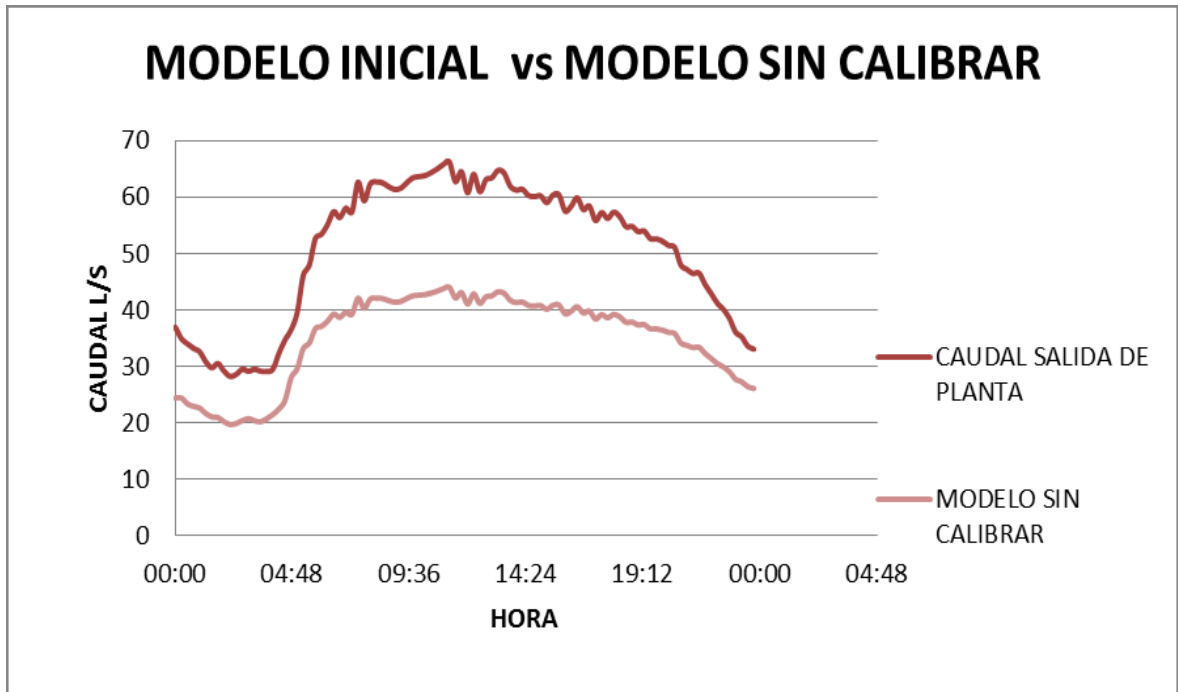
Fuente: Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P. Gerencia de Operaciones.

- **Medición de caudal:** para las mediciones de caudal se utilizaron las mediciones de la salida de la planta Florida a los distritos Bucarica y Caracolí y la salida de la Planta Florida al Distrito Florida.

7.2.5 Modelo Inicial. Se creó un modelo inicial de la red de distribución de las redes del Distrito Bucarica, Florida y Caracolí. Para el distrito de Florida, Bucarica y Caracolí. Los resultados de la curva de caudal para los distritos de Bucarica, Florida y Caracolí. (Ver Figura 9)

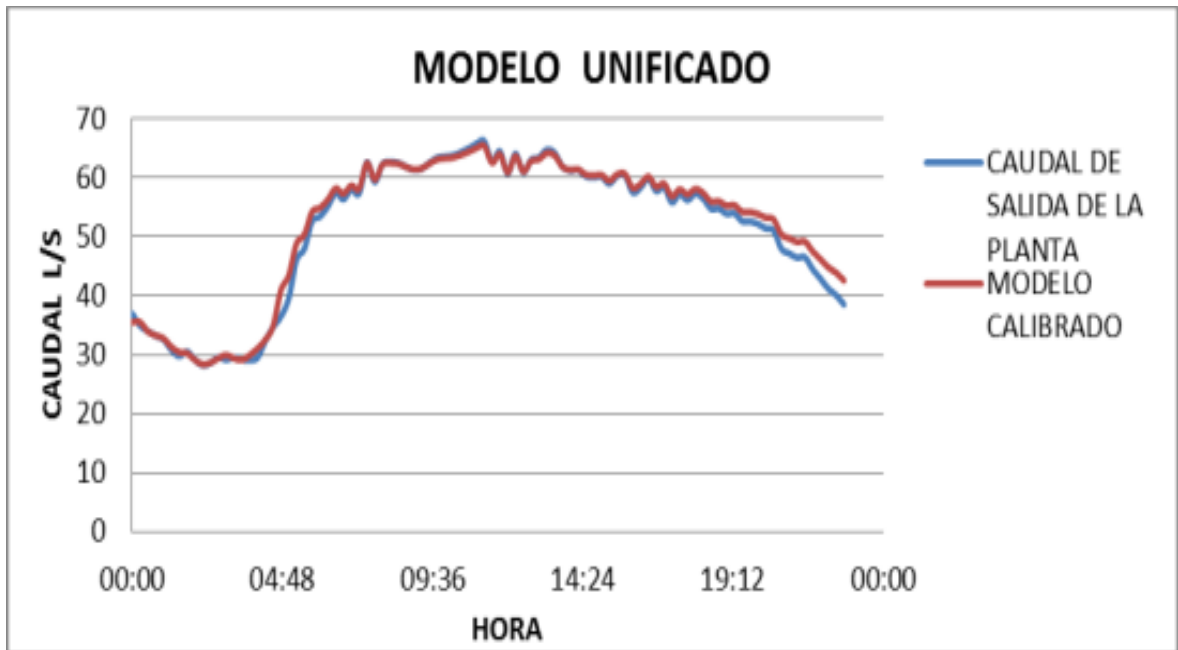
7.2.6 Modelo Unificado. Una vez realizados los análisis de sensibilidad de cada parámetro, se procede a tomar cada uno de los escenarios que logran un mejor ajuste para unificarlo en un modelo que contengan los escenarios de calibración y que reflejen el comportamiento real de la red de agua potable del distrito. (Ver Figura 10)

Figura 9. Modelos Inicial Vs. Modelo Sin Calibrar



Fuente: Autora del Proyecto.

Figura 10. Modelo Unificado



Fuente: Autora del Proyecto.

En la Figura 10, se puede observar el modelo unificado de la red de distribución del Distrito de Florida, Bucarica y Caracolí, representa casi de manera perfecta el comportamiento del punto de medición del caudal. Se presenta una diferencia de 3 L/s a las 9:00 p.m., lo que equivale un error del 8%. El Modelo unificado de la red de distribución simula correctamente la masa que ingresa al sistema para las condiciones de operación en las que se tomaron las mediciones.

7.3. BASE DE DATOS CLIENTES

Se identificaron 3.463 suscriptores correspondientes al Distrito Bucarica comprendidos entre la ruta 20501 0050 0101 y 20501 1645 0000. (Ver Figura 12)

La revisión a la base de datos de suscriptores permitió identificar 6 suscriptores con inconsistencias en la asignación del Distrito de Presión y 10 suscriptores con inconsistencia en la asignación del Barrio, los cuales ser procedieron a corregir, así:

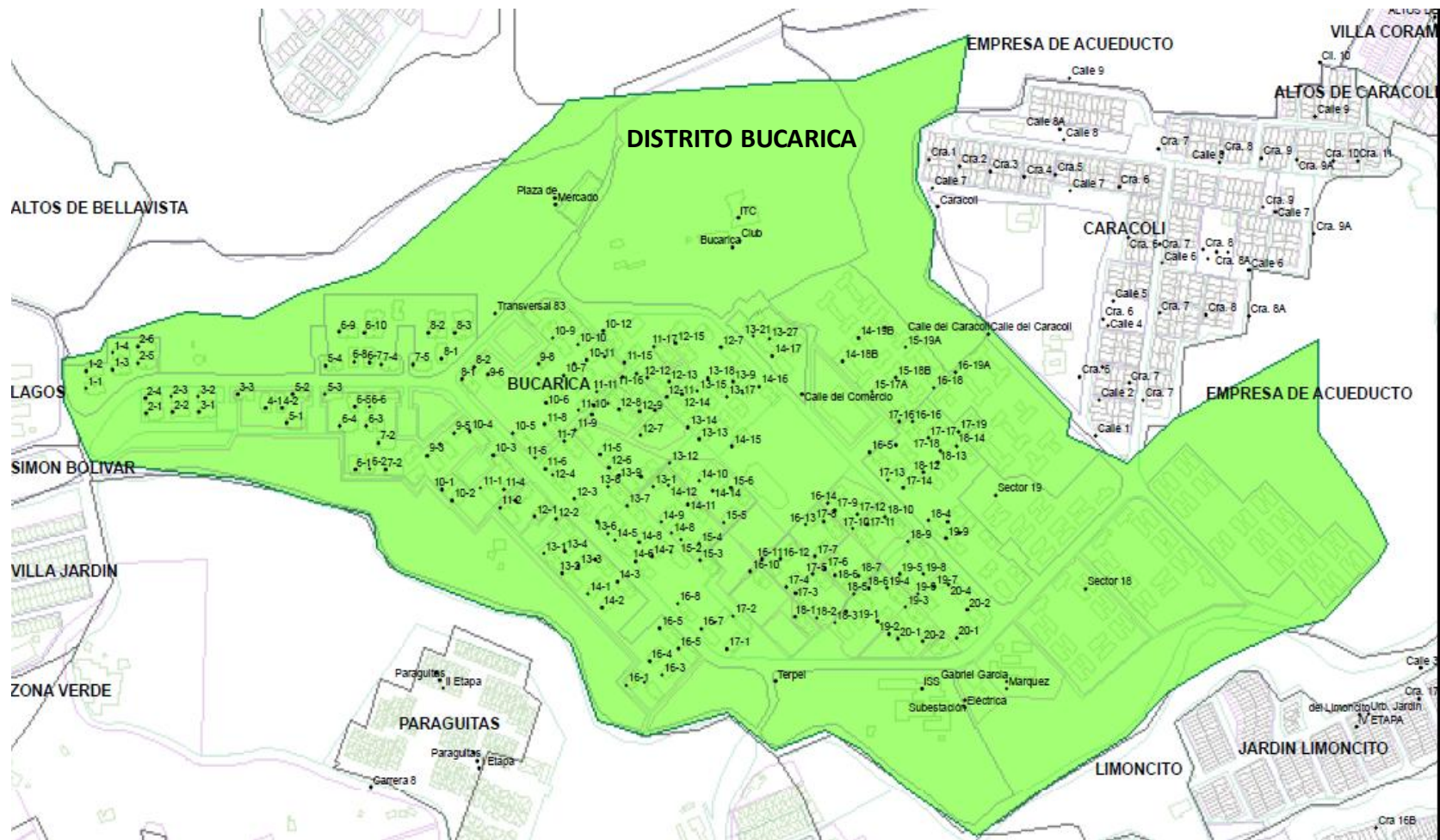
Tabla 8. Suscriptores Con Inconsistencias

CODIGO	CAMPO	DATO ANTERIOR	DATO NUEVO
237430	DISTRITO	21 – BUCARICA	03 – FLORIDA
237432	DISTRITO	21 – BUCARICA	03 – FLORIDA
237429	DISTRITO	21 – BUCARICA	03 – FLORIDA
237679	DISTRITO	21 – BUCARICA	03 – FLORIDA
205487	DISTRITO	21 – BUCARICA	03 – FLORIDA
128679	DISTRITO	03 – FLORIDA	PENDIENTE

CODIGO	CAMPO	DATO ANTERIOR	DATO NUEVO
			VERIFICAR
128679	BARRIO	FL161 – CASCO ANTIGUO	FL137 – BUCARICA
129310	BARRIO	FL134 – EMPRESA DE ACUEDUCTO	FL137 – BUCARICA
129311	BARRIO	FL134 – EMPRESA DE ACUEDUCTO	FL137 – BUCARICA
129312	BARRIO	FL134 – EMPRESA DE ACUEDUCTO	FL137 – BUCARICA
129313	BARRIO	FL134 – EMPRESA DE ACUEDUCTO	FL137 – BUCARICA
129314	BARRIO	FL134 – EMPRESA DE ACUEDUCTO	FL137 – BUCARICA
129320	BARRIO	FL134 – EMPRESA DE ACUEDUCTO	FL137 – BUCARICA
129321	BARRIO	FL134 – EMPRESA DE ACUEDUCTO	FL137 – BUCARICA
129322	BARRIO	FL134 – EMPRESA DE ACUEDUCTO	FL137 – BUCARICA
129323	BARRIO	FL134 – EMPRESA DE ACUEDUCTO	FL137 – BUCARICA

Fuente: Autora del Proyecto.

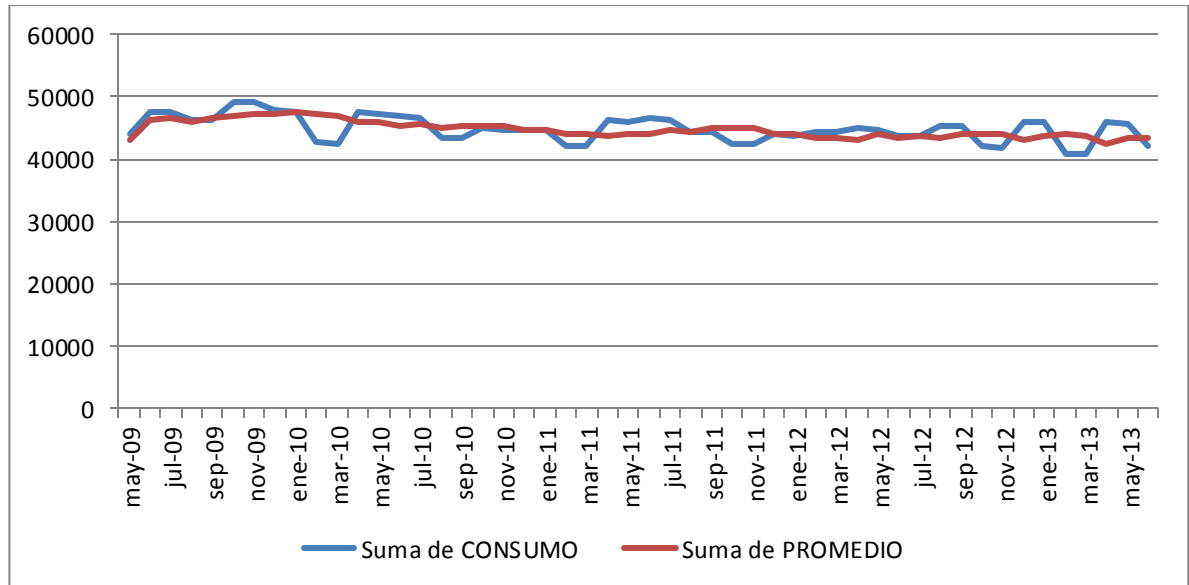
Figura 11. Base de Datos Clientes



Fuente: Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P.

7.3.1 Curvas de Consumo Distrito Bucarica. Con la información suministrada por el SII++ informe 31.030 [Agua Facturada] se analizó el comportamiento del distrito Bucarica entre mayo/2012 y mayo/2013, obteniendo los siguientes resultados contemplados en la Figura 12.

Figura 12. Curvas de Consumo Distrito Bucarica



Fuente: Autora del Proyecto.

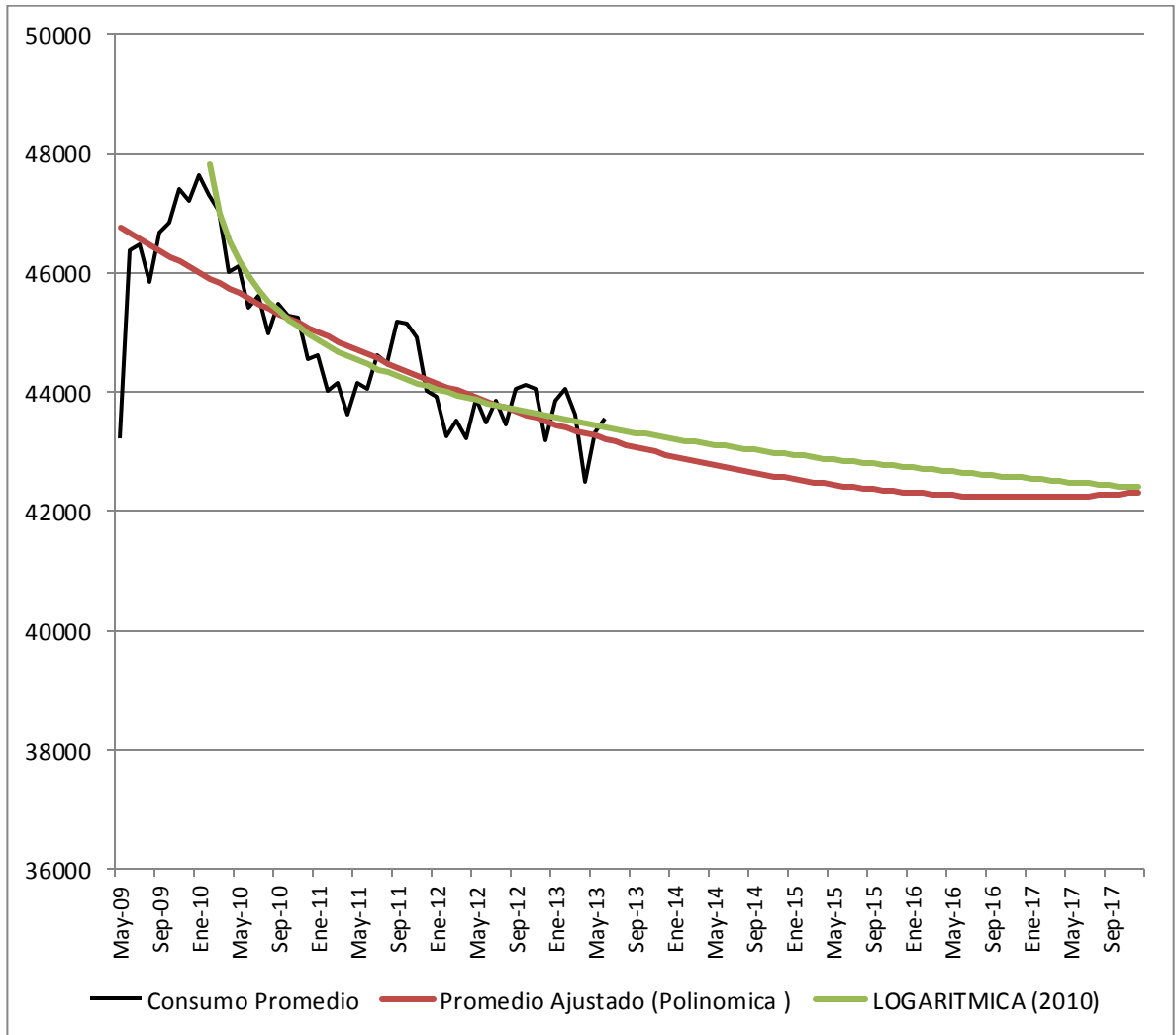
Al final del periodo evaluado, el Distrito arroja un promedio de 3.462 suscriptores con una variación porcentual media del -0.03% (Tendencia decreciente), con un consumo promedio de 44.873 m³ mensuales y una tendencia en el consumo medio que se podría describir por las siguientes funciones:

Tabla 9. Ecuación Curva de Consumo

FUNCION	ECUACION	R²
POLINOMICA	$Y = 0,5399x^2 - 99,859x + 46854$	0,6327
LOGARITMICA	$y = -1193\ln(x) + 47832$	0,8375

Fuente: Autora del Proyecto.

Figura 13. Tendencia del Consumo Promedio Bucarica

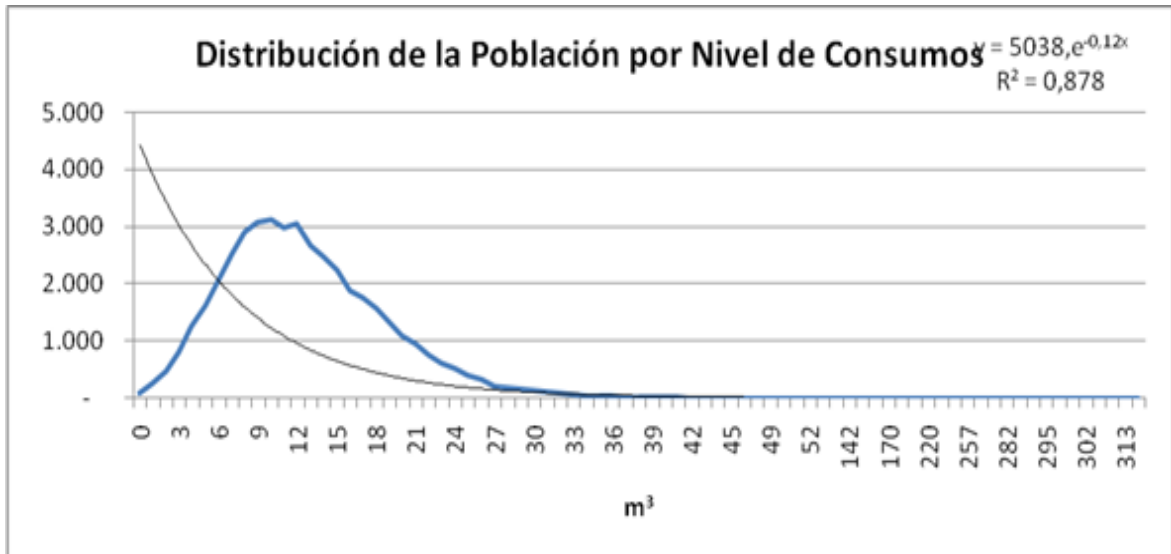


Fuente: Autora del Proyecto.

Con un ajuste $r^2=0.8375$ la función logarítmica muestra el mejor ajuste para el comportamiento promedio del consumo, marcando una tendencia decreciente para el curso de los próximos años.

La siguiente Figura permite apreciar que el 61% de los suscriptores tienen consumos promedios entre 6 y 15 metros cúbicos, lo que indica que mayoritariamente los consumos del Distrito son bajos y se ubican en el rango de consumo básico.

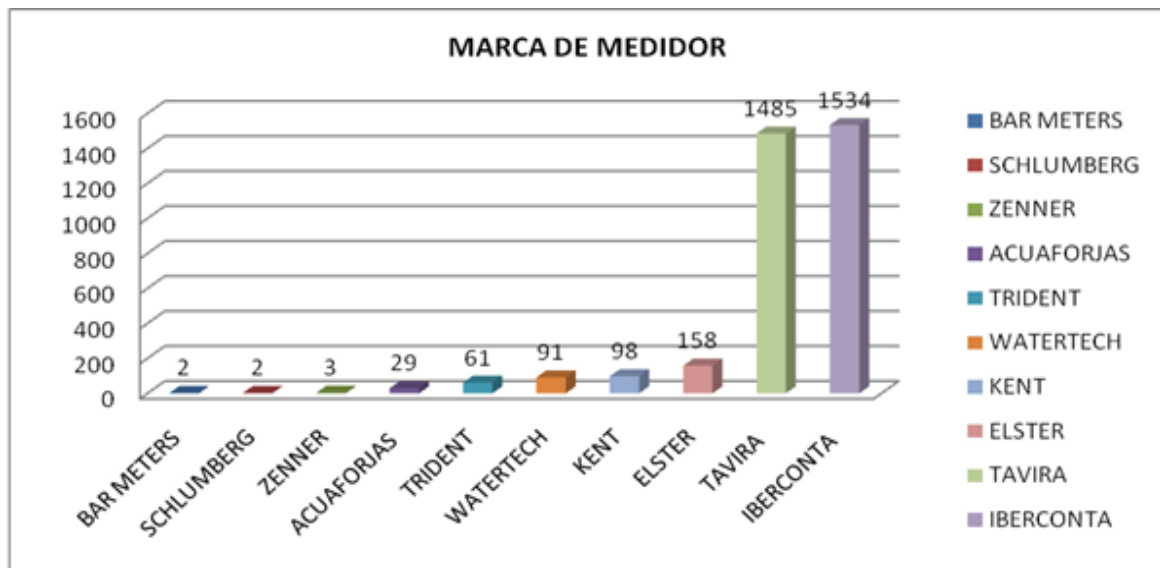
Figura 14. Distribución de la Población Por Nivel de Consumo



Fuente: Autora del Proyecto.

7.3.2 Caracterización de Medidores Distrito Bucarica. Con la información residente en el sistema a Julio de 2013, se obtuvo la siguiente información de del catastro de medidores del Distrito Bucarica, así:

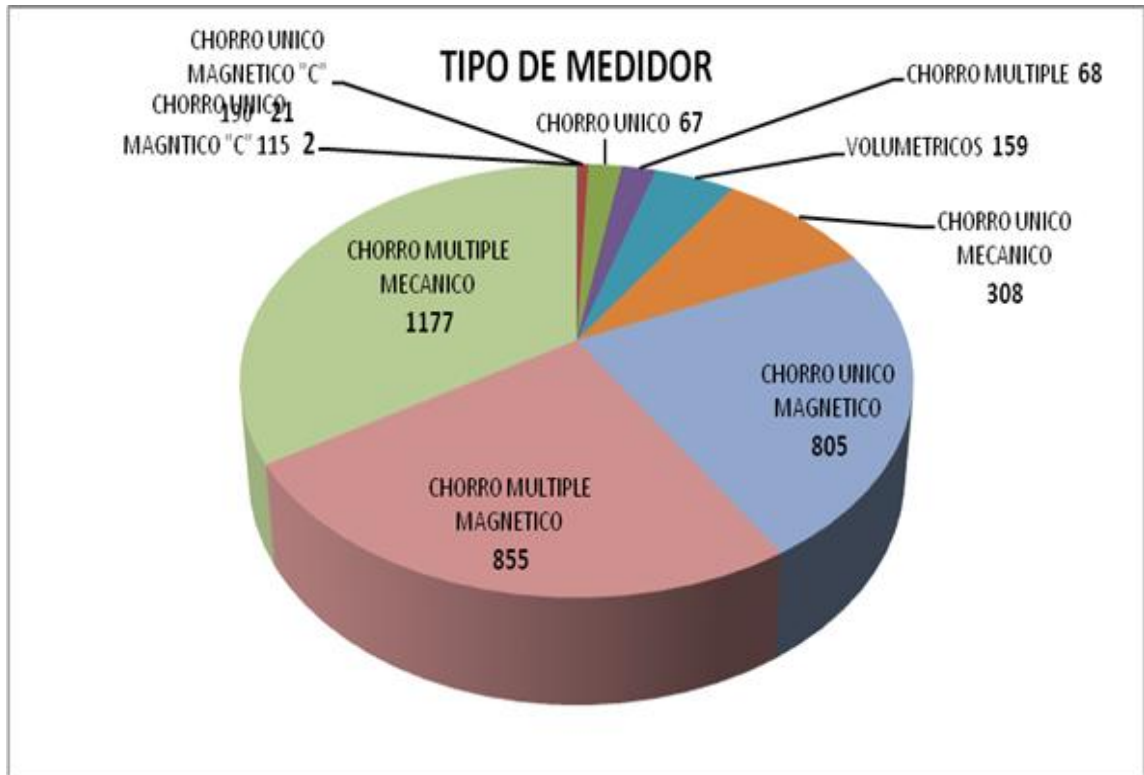
Figura 15. Marcas de Medidores en Distrito Bucarica



Fuente: Autora del Proyecto.

De la Figura 15 se puede apreciar que el 44% de los medidores instalados en el Distrito Bucarica son Iberconta y el 43% son Tavira, siendo estas dos (2) marcas las más representativas del distrito de Bucarica.

Figura 16. Tipos de Medidores en Distrito Bucarica



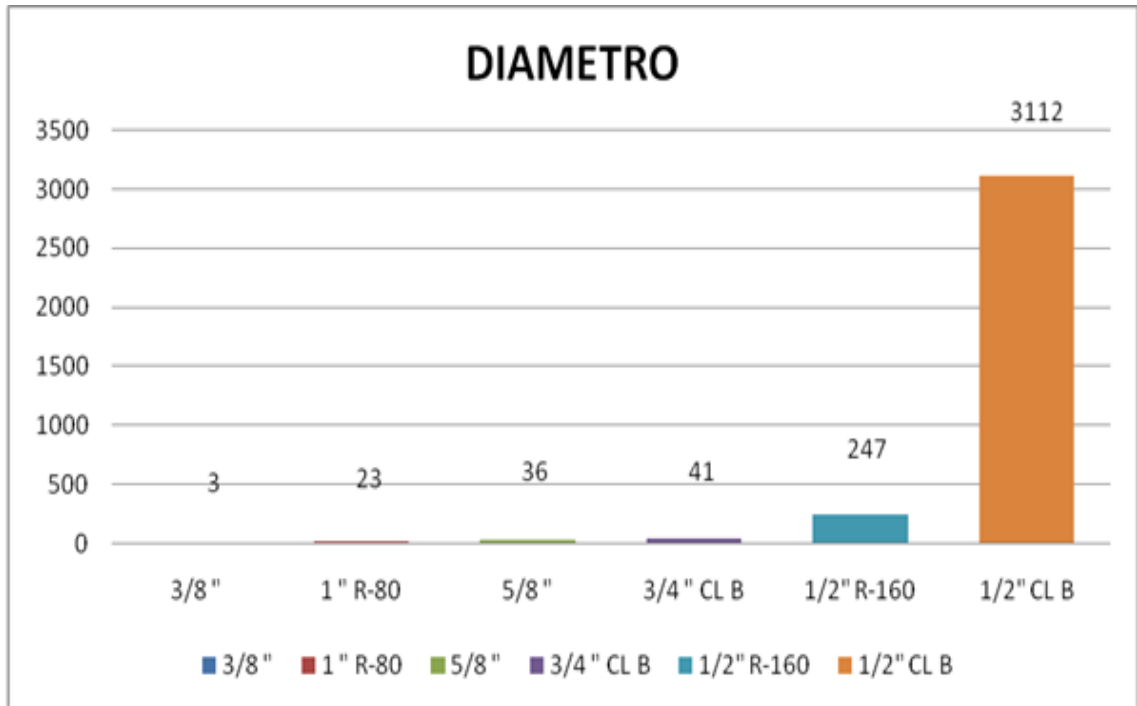
Fuente: Autora del Proyecto.

El 95% de los medidores del distrito son de velocidad, siendo el 64% de ellos de chorro múltiple y el 36% chorro único. De acuerdo al tipo de transmisión el 53% de los medidores de chorro son de tipo magnético mientras que el 47% son de transmisión mecánica.

Solo el 5% de la población del distrito tienen medidores volumétricos.

Esta caracterización muestra diversidad en la tipología de medidores que requiere ser depurada y estandarizada de acuerdo a la norma en relación con los tipos de medidores.

Figura 17. Diámetros en el Distrito Bucarica

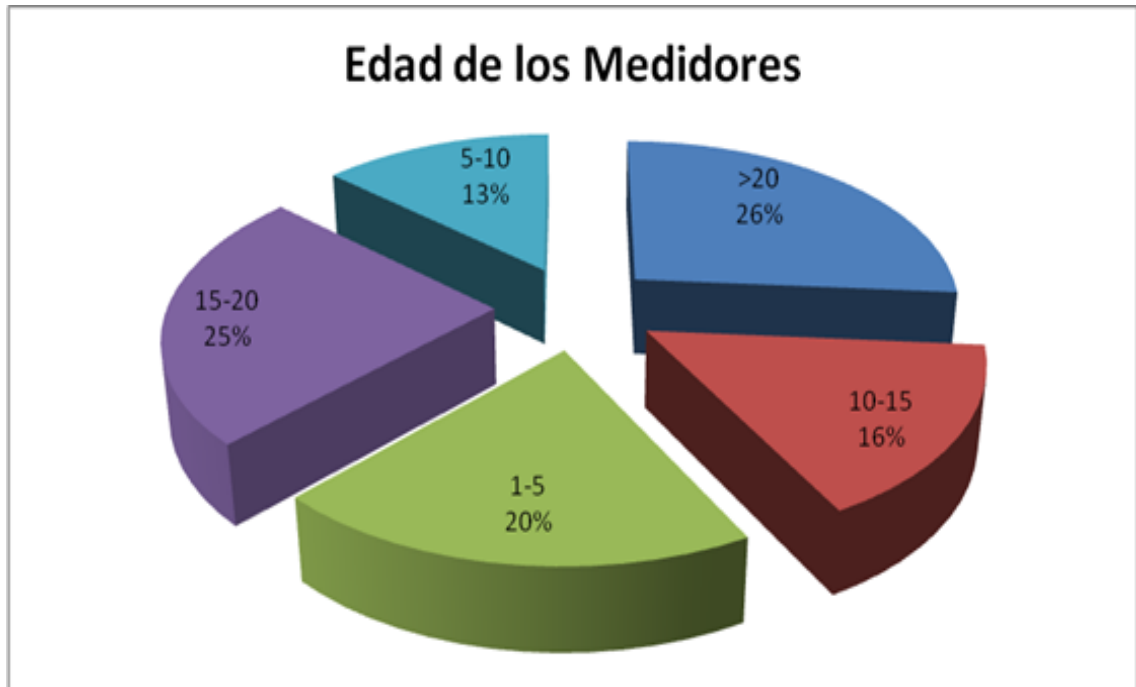


Fuente: Autora del Proyecto.

El 97% de los medidores del sector son de ½" pulgada, de los cuales el 93% son clase B y el restante 7% clase C R-160. El restante 3% se muestra con diámetros de ¾", 3/8", 5/8" pulgadas y 1" pulgada seguramente con medidores también clase B.

Se hace necesario verificar en terreno la veracidad de esta información en especial con los diámetros de 3/8" y 5/8" pulgadas, y consideración la actualización de los mismos.

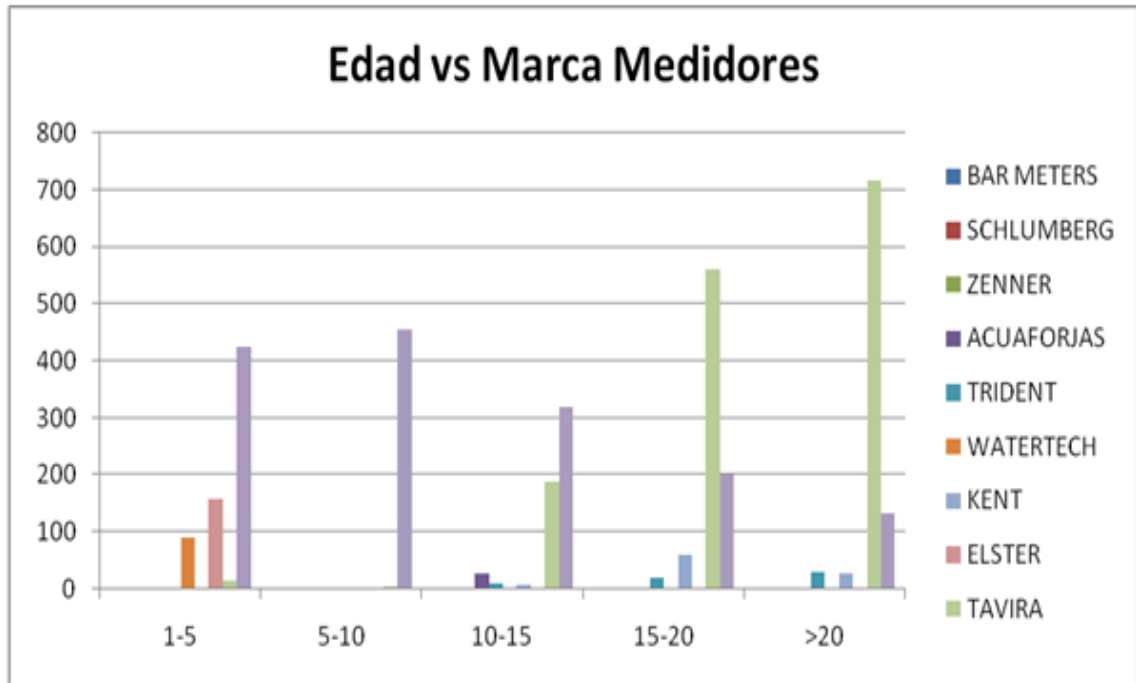
Figura 18. Edad de los Medidores en el Distrito de Bucarica



Fuente: Autora del Proyecto.

En relación con la edad de los medidores se tiene que el 67% de ellos tienen más de 10 años y solo el 20% tiene entre 1 y 5 años. Esto demuestra el grado de obsolescencia de los aparatos de medida, que sumado a que en su gran mayoría son de Clase B y el bajo nivel de consumo del sector, permite presumir un alto nivel de pérdida en el sector.

Figura 19. Edad Vs. Marca de los Medidores en el Distrito Bucarica

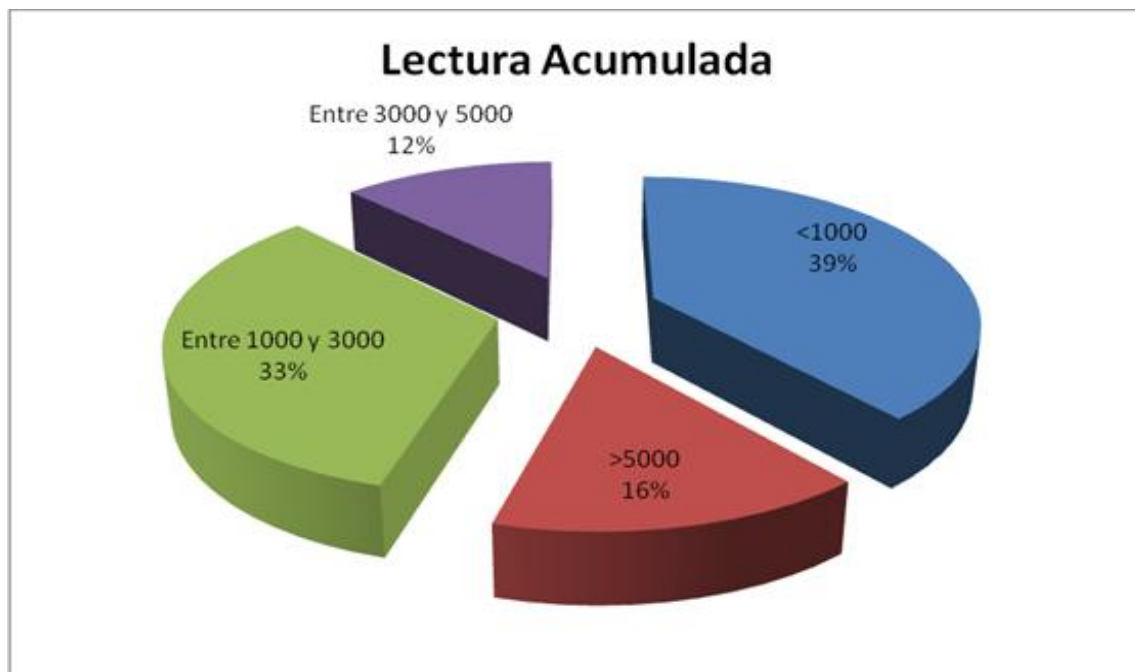


Fuente: Autora del Proyecto.

Al evaluar la edad de los medidores por marca se puede apreciar que hace 20 años los medidores con mayor presencia eran Tavira y después fueron siendo desplazados por Iberconta, los cuales se estuvieron instalando hasta los últimos años. Actualmente, la empresa se encuentra instalando preferiblemente medidores Watertech y Elster.

7.3.3 Consumo Acumulado.

Figura 20. Lectura Acumulada en el Distrito Bucarica



Fuente: Autora del Proyecto.

El 33% de los medidores registran lecturas acumuladas entre 1000 y 3000 m³, mientras que el 28% registran consumos superiores a los 3000 m³.

7.3.4. Consumo Acumulado Vs. Edad Medidores.

Tabla 10. Consumo Acumulado Vs. Edad Medidores

Rango Consumo	Edad Medidores					Total
	>20	10-15	1-5	15-20	5-10	
<1000	157	137	617	193	240	1344
>5000	430	11	11	82	2	536
Entre 1000 y 3000	146	357	53	379	218	1153
Entre 3000 y 5000	176	49	11	190	3	429
Total	909	554	692	844	463	3462

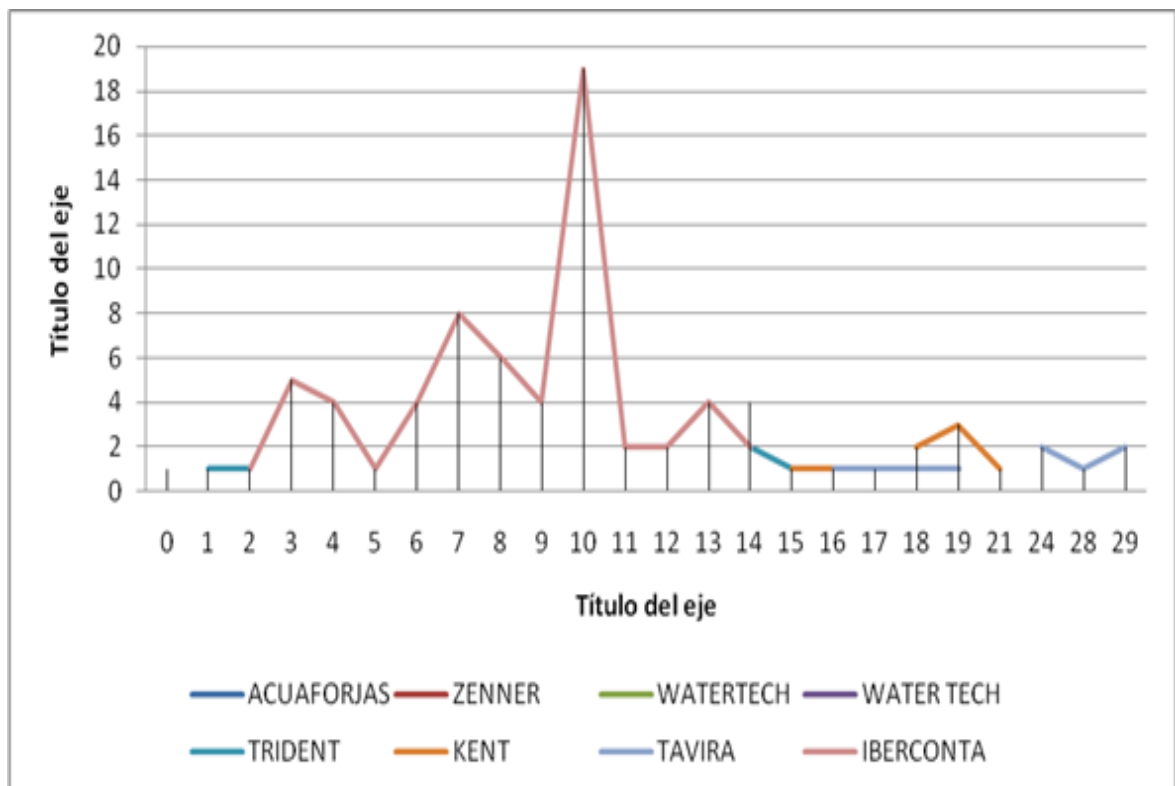
Fuente: Autora del Proyecto.

La Tabla 10 permite apreciar que aunque existen lecturas con lectura acumulada menor a 1000 m³, estos suscriptores tienen medidores con más de 20 años de instalados, lo que puede indicar que el medidor reinicio numeración o se encuentra en mal estado.

7.3.4.1 Serie de Medidores. En los registros de medidor se cuenta con el campo Serie para identificar el año de fabricación del medidor. En relación con este dato 1834 suscriptores del Distrito Bucarica no cuentan con este dato, por lo que el proceso de actualización de catastro debe asegurar información completa.

7.3.4.2 Detenidos. Según Listado de Medidores detenidos a julio 15/2013, en el sector se tienen marcados 98 suscriptores con medidor detenido. (Ver Anexo A)

Figura 21. Listado de Medidores Detenidos Julio 15/2013



Fuente: Autora del Proyecto.

La mayor cantidad de medidores detenidos tienen una antigüedad de 10 años. Sin embargo, se observan medidores detenidos desde 0 a 29 años. Igualmente se puede observar que la mayoría de ellos corresponden a medidores Iberconta.

7.3.4.3 Informes. Para efectos de los análisis requeridos para el Balance de Aguas, el sistema cuenta con los siguientes informes:

Tabla 11. Informes amb

Proceso	Nombre	Descripción
31.030	Agua Facturada	Informe detallado de consumos facturados por Municipio, Barrio, Distrito.
38.140	Listado de suscriptores por ciclo	Informe detallado de suscriptores por ruta.
39.120	Planilla de lecturas recolectadas	Informe de lecturas tomadas por ruta. Con este informe se puede determinar el consumo medido en comparación con archivo de lecturas anterior o posterior. Contiene además notas de lecturas con lo cual se pueden identificar las novedades asociadas a los medidores.
20.937	Medidores Detenidos	Permite identificar medidores detenidos por ciclo.
38.142	Consulta de usuarios con medidor instalado	Permite caracterizar el catastro de medidores.
30.800	Notas detalladas	Informe de notas de lecturas por emitido.
30.801	Usuarios con consumos promedio	Permite identificar los suscriptores por emitido cuyo consumos ha sido facturado con promedio y el motivo del mismo.

Proceso	Nombre	Descripción
30.810	Listado de crítica	Listado de suscriptores para crítica por emitido.

Fuente: Autora del Proyecto.

Los informes antes descritos permiten identificar los consumos medidos y los consumos facturados, con lo cual es posible establecer una primera diferencia entre la medición y la facturación para poder así determinar los consumos autorizados.

Mediante estos listados también es posible identificar los posibles medidores detenidos, las notas de lecturas en terreno y los suscriptores con cobros promedio junto con los motivos de los mismos.

Lo correspondiente a problemas de medición solo se podrán determinar hasta tanto se lleven a cabo las pruebas de calibración de medidores.

Con los informes existentes es posible desagregar las perdidas comerciales, por lo que se trabajará con los informes actualmente existentes sobre los cuales solo se han requerido los siguientes cambios

- Generar el listado 39.120 por periodos históricos.
- Revisar el informe de Agua Facturada [31.030] porque presenta problemas en la generación y porque no saca la información completa. Adicionalmente se ha solicitado incluir el tipo de consumo facturado (Real / Promedio).
- Incluir los campos Distrito, Barrio y Consumo promedio al informe 20.710.

7.4 REDES DOMICILIARIAS

Permitirá realizar el diagnostico total del sector en relación con acometidas y medidores, y servirá de insumos para generar y/o complementar las acciones

subsiguientes del cronograma, así como obtener información primaria para realizar un acercamiento al perfil del consumo. (Ver Anexo B)

La ejecución de esta actividad surte el diligenciamiento del Formato FMED 706-001: (Ver Figura 22)

Figura 22. Formato FMED 706-001

Fecha:	Código	O.T	
Nombre del Usuario:	Cuantas personas duermen en el domicilio:		
Nombre del Propietario:	Cuantas personas viven en el domicilio:		
Dirección:	Barrio y Municipio:		
Ruta:	Diametro:	Lectura:	Tiene Tanque elevado:
Correo Electrónico:	Teléfono:	Celular:	
Medidor:	Número:	Uso:	

INSPECCIÓN DE ACOMETIDAS DOMICILIARIAS			
		s/n	s/n
1	Tapa inexistente, fracturada, no abre, carece de seguridad o tiene reja.	5	Fuga en las uniones de los accesorios dentro de la cajilla.
2	Tubería averiada, deteriorada, incrustada o con fugas detectadas con geófono o visualmente.	6	Válvula de bola, antifraude y anti retorno inexistentes, con fugas, bloqueadas, obstruidas o visiblemente deterioradas.
3	Medidor obstruido, detenido o posiblemente desajustado.	7	Falta de accesorio apropiado para medir la presión.
4	Cajilla tapada, llena de material que impida tomar lectura, con paredes en mal estado o irregulares.	8	Código borrado, desactualizado, no coincide con # de medidor o dirección.

Fuente: Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P.

Informes sobre los resultados de esta actividad se recibieron hasta el día 10 de Diciembre/2013, así:

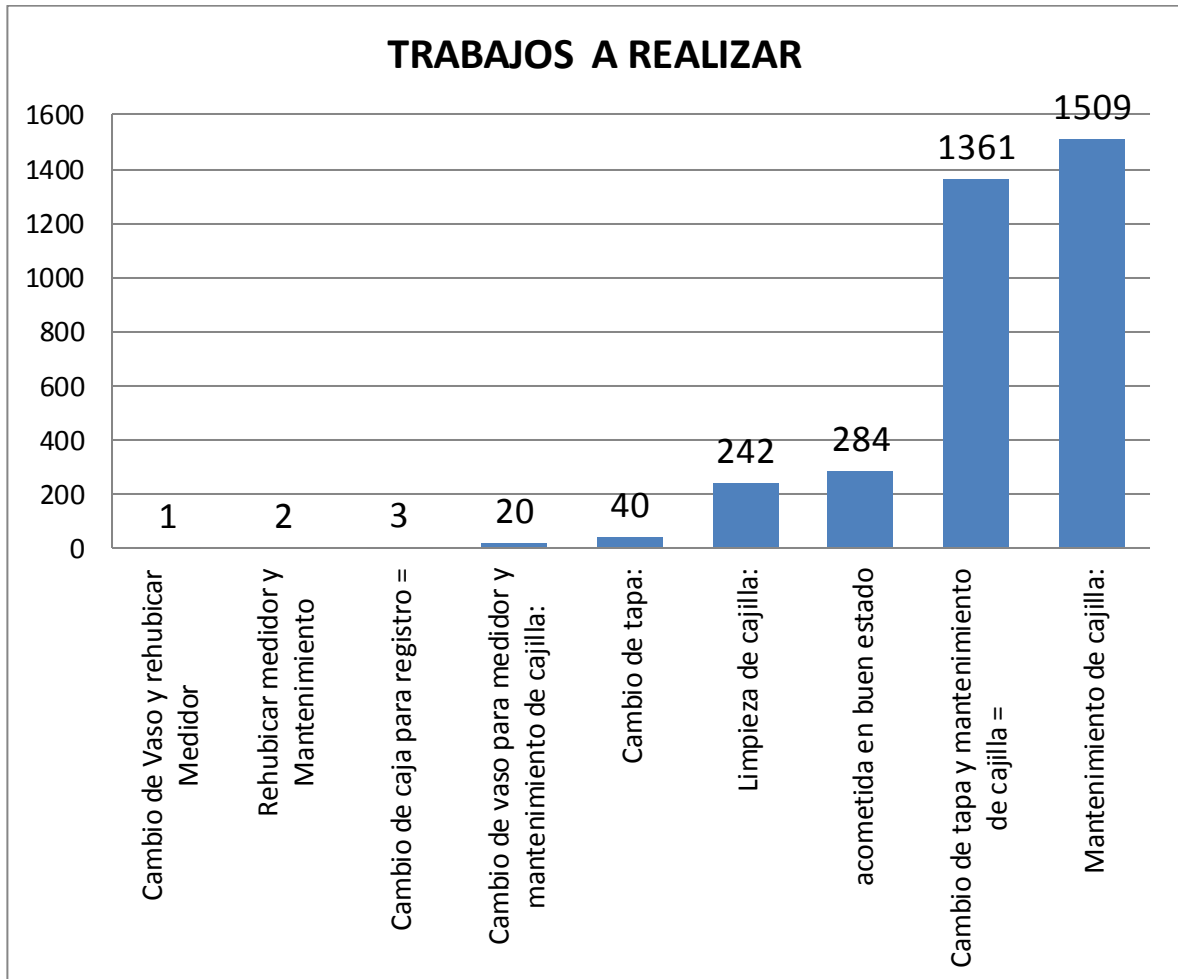
Tabla 12. Informe de Resultados

Total de usuarios diagnosticados	3462
Usuarios con acometidas en perfecto estado	284
Usuarios con trabajo por realizar	3178

Fuente: Autora del Proyecto.

Esto indica que el 92% de los suscriptores requieren algún tipo de mantenimiento en la acometida domiciliaria, para garantizar el correcto funcionamiento de la misma así como la prestación del servicio.

Figura 23. Listado de Trabajos a Realizar



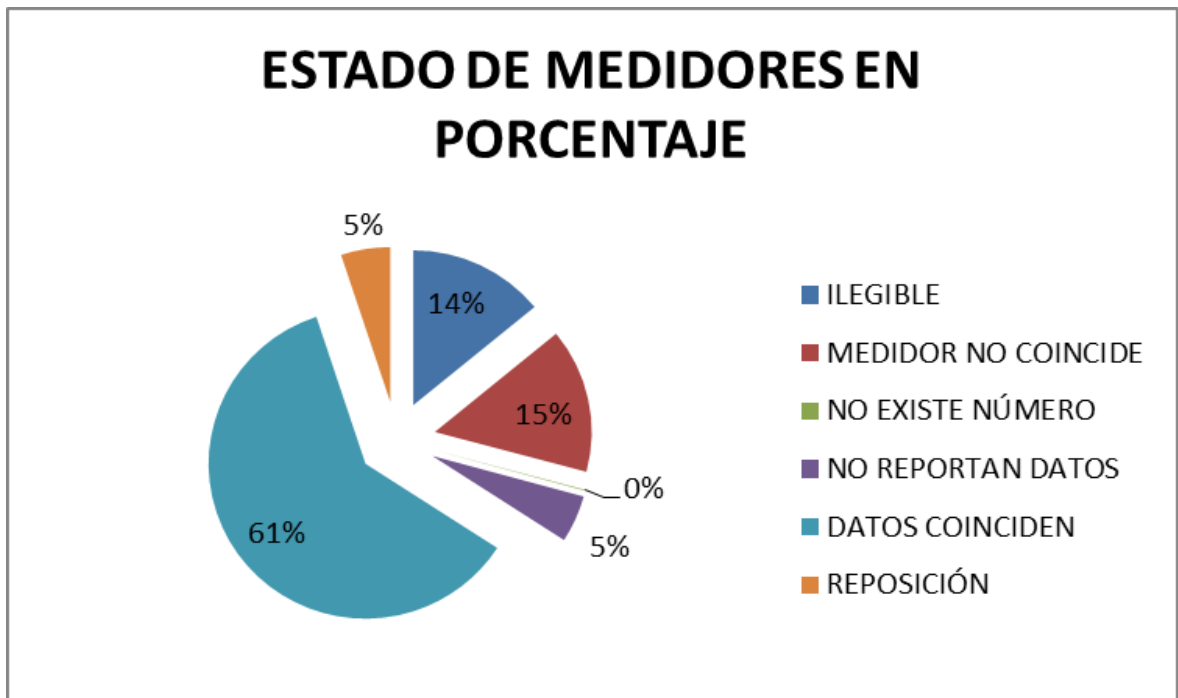
Fuente: Autora del Proyecto.

El 44% de los diagnósticos realizados requieren mantenimiento general en cajilla, mientras que el 39% adicional al mantenimiento requiere el cambio de la tapa de la cajilla.

Estos trabajos requieren previa autorización del suscriptor o usuario.

En relación con el estado de los medidores a la fecha se tiene información del 68% de los datos, para los cuales se logró identificar lo siguiente:

Figura 24. Esto de Medidores en Porcentaje



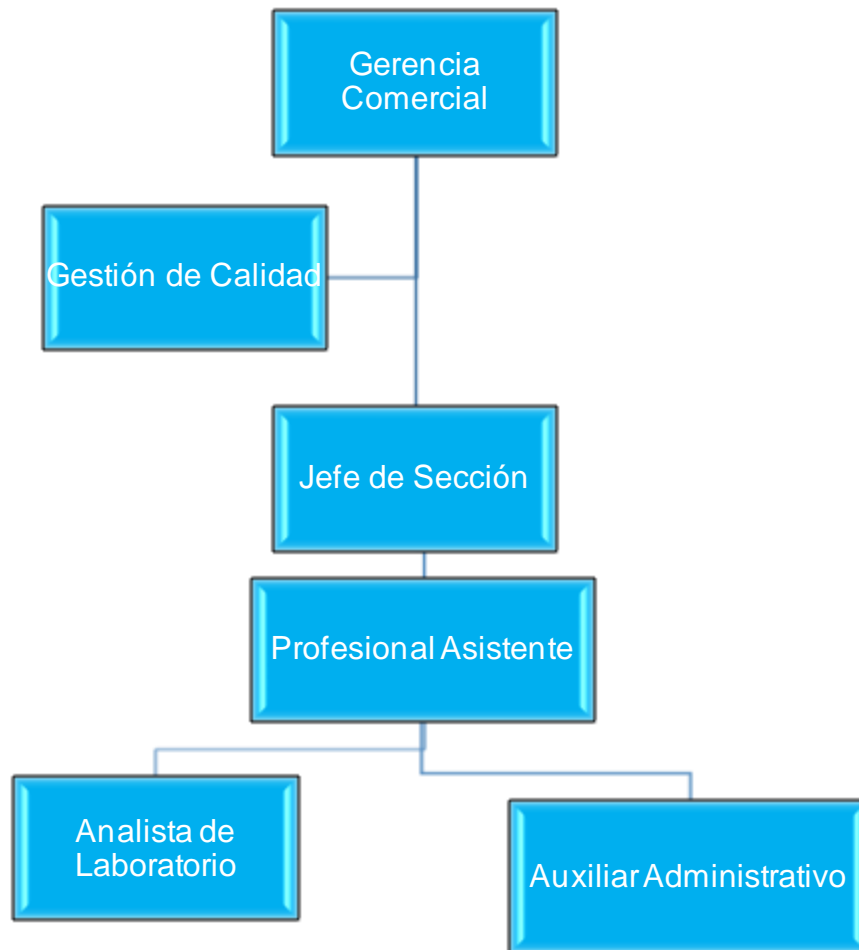
Fuente: Autora del Proyecto.

La Figura 24 anterior permite apreciar el estado del catastro de medidores en relación con el número del aparato de medida. Así por ejemplo, en el 61% de los casos los datos son correctos tanto en terreno como en el sistema, en el 15% de los casos el medidor no corresponde con el registrado en el SIH++, un 5% se identifica para reposición y en los restantes no es posible identificar el número de medidor.

7.5. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN DE MEDIDORES

7.5.1 Estructura Organizacional.

Figura 25. Estructura Organizacional de Gerencia Comercial

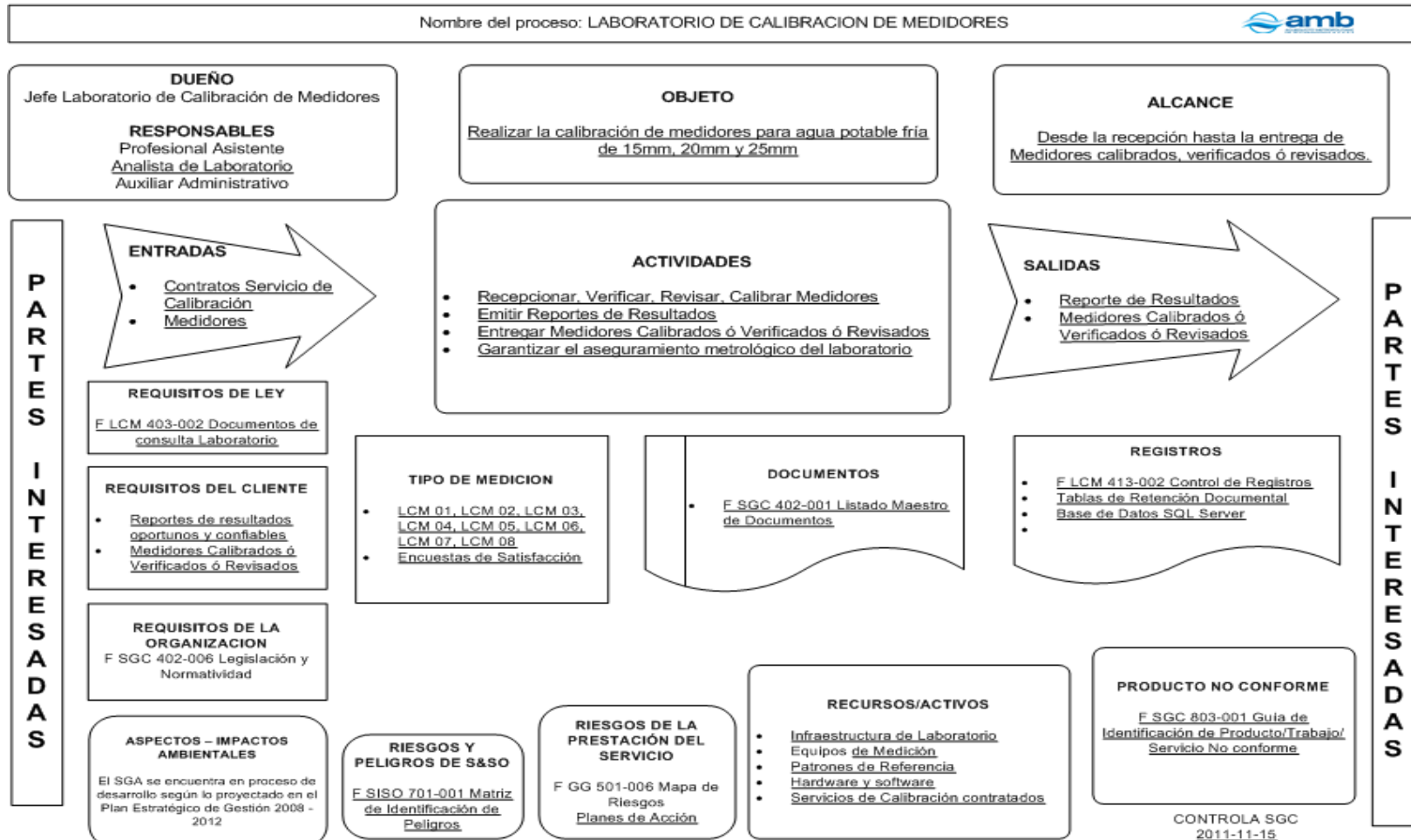


Fuente: Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P.

El LCM está constituido como una Sección dependiente de la Gerencia Comercial. Cuenta además con un profesional asistente, dos analistas de laboratorio y un auxiliar administrativo.

7.5.2 Caracterización. El LCM obedece a la siguiente caracterización dentro del SIG del amb S.A. E.S.P.:

Figura 26. Caracterización del Laboratorio de Calibración de Medidores



Fuente: Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P.

El objeto del proceso delimita el alcance a la calibración de medidores de 15mm, 20mm y 25mm, desde su recepción hasta la entrega de los medidores calibrados, verificados o revisados. El LCM en sus partes interesadas identifica tanto clientes internos como externos.

Sin embargo y para efectos de calibración de medidores de clientes activos o potencial, el procedimiento ha definido la ruta de ingreso de medidores al laboratorio a través del proceso Medidores, quien como tal se identifica ante el Sistema de Gestión del LCM como el único cliente interno.

Para los clientes externos, que sería el servicio a prestar a terceros, no es posible brindarlo por capacidad del laboratorio, sin embargo se contempla la prestación del servicio.

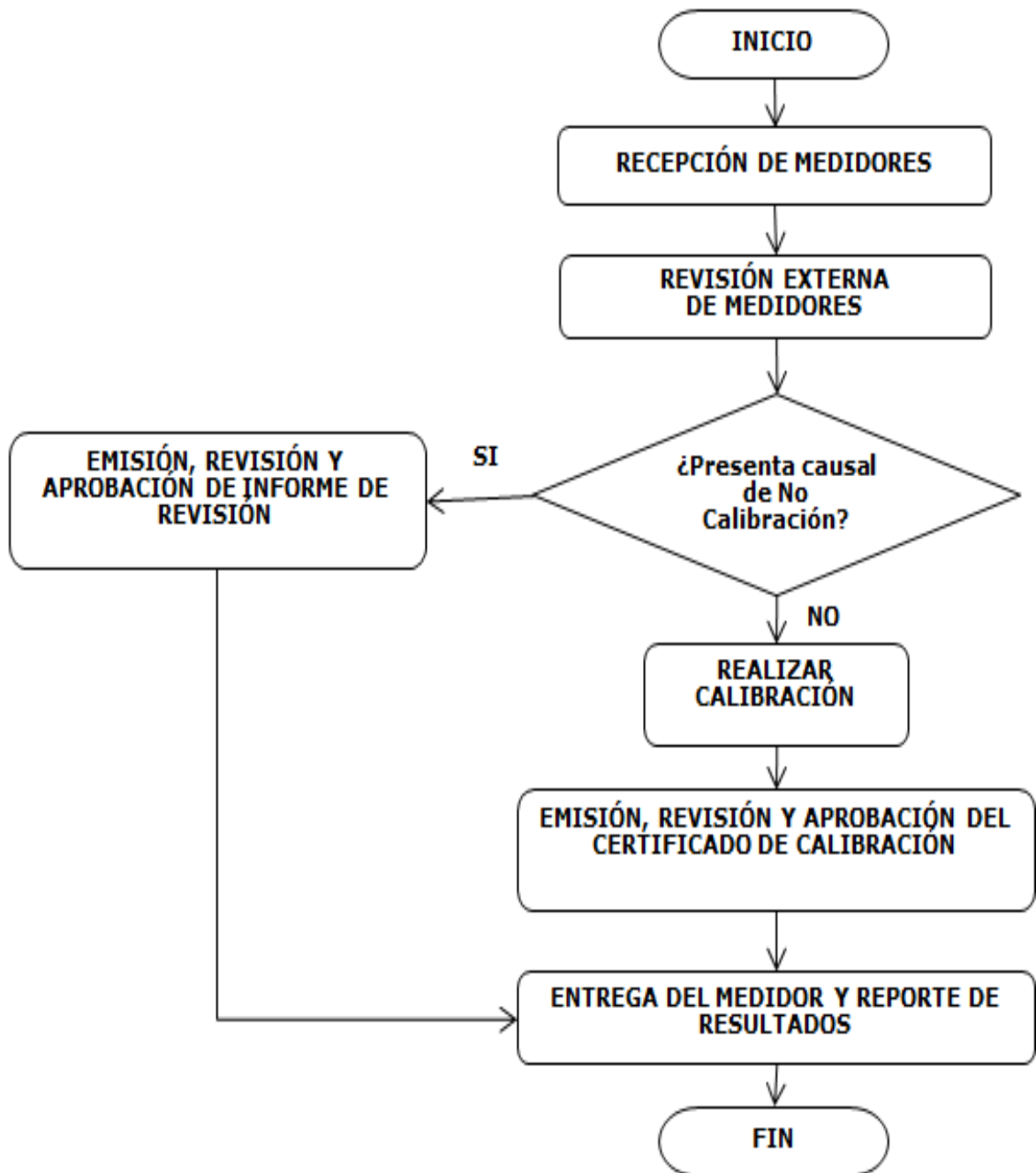
7.5.3 Flujo del Proceso. El diagrama ilustra el modelo funcional que permite realizar la calibración de medidores, los cuales en todos los casos, ingresan a través del Cliente Interno (Sección Medidores).

El contrato de calibración se firma con éste y así mismo los compromisos en oportunidad se miden en relación con el cliente interno y no con el suscriptor.

El proceso genera como resultado un certificado de calibración o un informe de revisión según la viabilidad o no de calibración del medidor.

Tanto los certificados como los informes son entregados junto con el aparato de medida a la sección de medidores, quien toma decisiones de acuerdo al resultado obtenido.

Figura 27. Flujo del Proceso del Laboratorio de Calibración de Medidores



Fuente: Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P.

7.5.4 Recursos y Capacidades. Actualmente, el proceso cuenta con dos analistas de laboratorio y un Banco de Calibración para 10 medidores simultáneos. Opera de Lunes a Viernes 8 horas 45 minutos diarios y con una capacidad de 20 medidores/día.

Estructuralmente el LCM cuenta con:

- Área de Recepción y entrega de medidores.
- Área de Almacenamiento.
- Área de Máquinas.
- Área de Calibración.
- Área Administrativa.

Instrumentación y Equipos:

- Banco de Calibración.
- Banco de Pruebas.
- Sistema Hidroneumático.
- Patrones de Referencia.
- Equipos de Control.
- Equipos de Computo.
- Software de Gestión, Software Scada y Terminales Portátiles.

7.5.5 Descripción del Banco de Calibración.

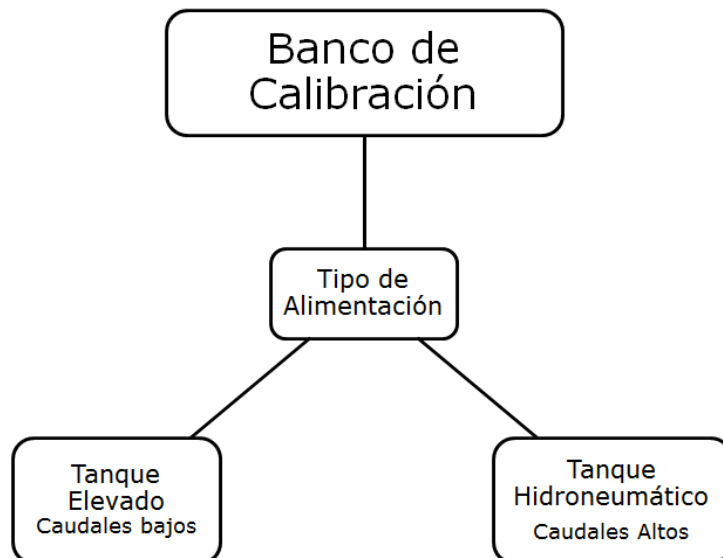
Figura 28. Descripción del Banco de Calibración de Medidores



Fuente: Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P.

7.5.6 Tipo de Alimentación.

Figura 29. Tipo de Alimentación del Banco de Calibración



Fuente: Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P.

7.5.7 Flujos de Entrada.

- La calibración de los medidores se llevan a cabo utilizando agua del acueducto público.
- En el caso de que el agua sea recirculada, se toman las medidas para prevenir que el agua residual en el medidor resulte perjudicial para el consumo humano.
- El agua no contiene ninguna sustancia que pueda deteriorar el medidor o afectar adversamente su operación.
- La variación relativa en el caudal durante la calibración no excede los valores enunciados en el numeral 5.7.2 de la NTC 1063-3:2007.
- Se purga el aire de la tubería de interconexión y los medidores.

7.5.8 Conectores del Banco de Prueba.

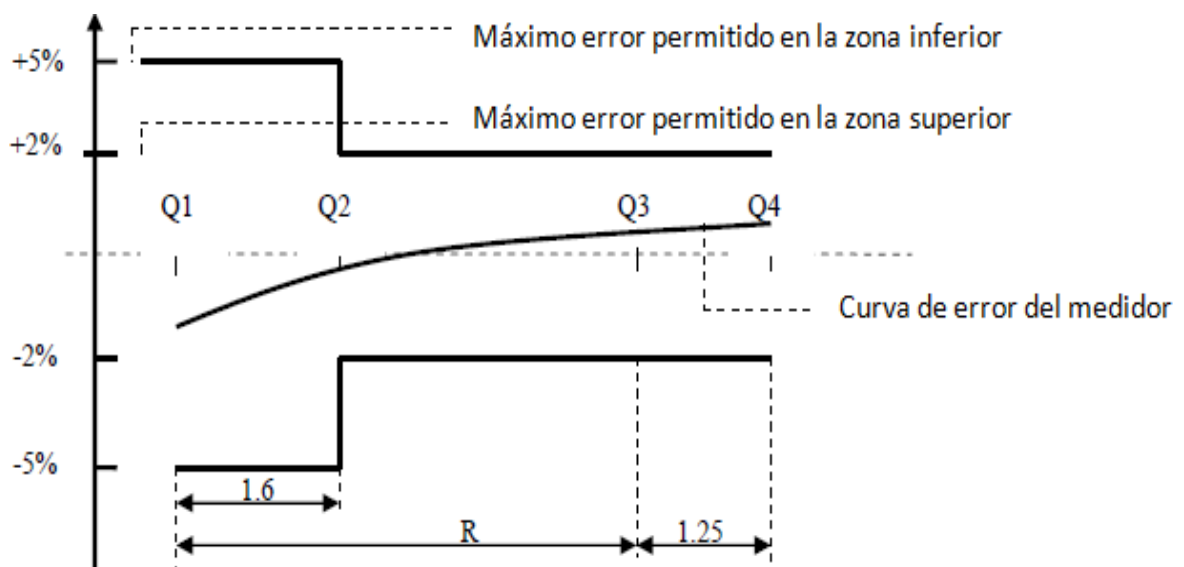
- Los accesorios ubicados en la sección de medición no originan cavitación o perturbaciones en el flujo (turbulencias) que alteran el funcionamiento de los medidores o causen errores de medición.
- Durante la calibración no ocurre fuga, entrada o drenaje del flujo entre el medidor o dispositivo de referencia.
- Se toman todas las precauciones para evitar los efectos de las vibraciones y de los golpes.
- Se verifica que las tuberías cuellos de cisne se encuentran llenas al mismo nivel de referencia, tanto al comienzo como al final de la calibración.
- Los diámetros internos de la tubería de conexión aguas arriba y aguas abajo son los mismos que el diámetro interno de los extremos de conexión del medidor.

7.6 MÁRGENES DE ERROR

Los requerimientos metrológicos para cualquier medidor de agua están dados por la media de cuatro velocidades de flujo que identifican los diferentes campos operacionales en la curva de error del medidor.

Metrológicamente los contadores de agua se dividen en tres clases (A, B y C), los límites de precisión de todas las clases son los mismos pero varía el rango de caudales en los que se exige al contador que mantenga una determinada precisión. La norma técnica colombiana NTC 1063-1995 para medidores usados determina el error máximo admisible de ± 5 entre Q1 y Q2 (sin incluir Q2) y ± 2 entre Q2 y Q4 (Incluyendo Q4).

Figura 30. Márgenes de Error en Caudales



Fuente: Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P.

Q1: Caudal mínimo, es el caudal más bajo requerido para que el medidor opere dentro del error máximo admisible en la zona inferior

Q2: Caudal de transición, se produce entre el caudal mínimo y el caudal de transición y divide el rango de caudal en una zona superior y una zona inferior.

Q3: Tasa de flujo permanente, es la más alta a la que se requiere que el medidor opere de manera satisfactoria dentro del error máximo admitido en la zona superior.

Q4: Caudal de sobrecarga, es el más alto en el que se requiere que el medidor funcione durante periodos cortos dentro del máximo error admisible.

7.7. CRITICA DE FACTURACIÓN

7.7.1 Descripción del Proceso. La crítica de facturación es una actividad que se realiza posterior a la toma de lecturas y previo a la liquidación de la facturación con el fin de realizar un análisis a los suscriptores que presentan desviación significativa. Por consiguiente, se trata de una actividad implementada con fundamento en la Resolución CRA 151 de 2001, artículo 1.3.20.6 Desviaciones Significativas y que conlleva, de ser necesario, a generar revisiones previas para investigar las causas de la desviación de conformidad con lo señalado en el Artículo 149 de la Ley 142/1994.

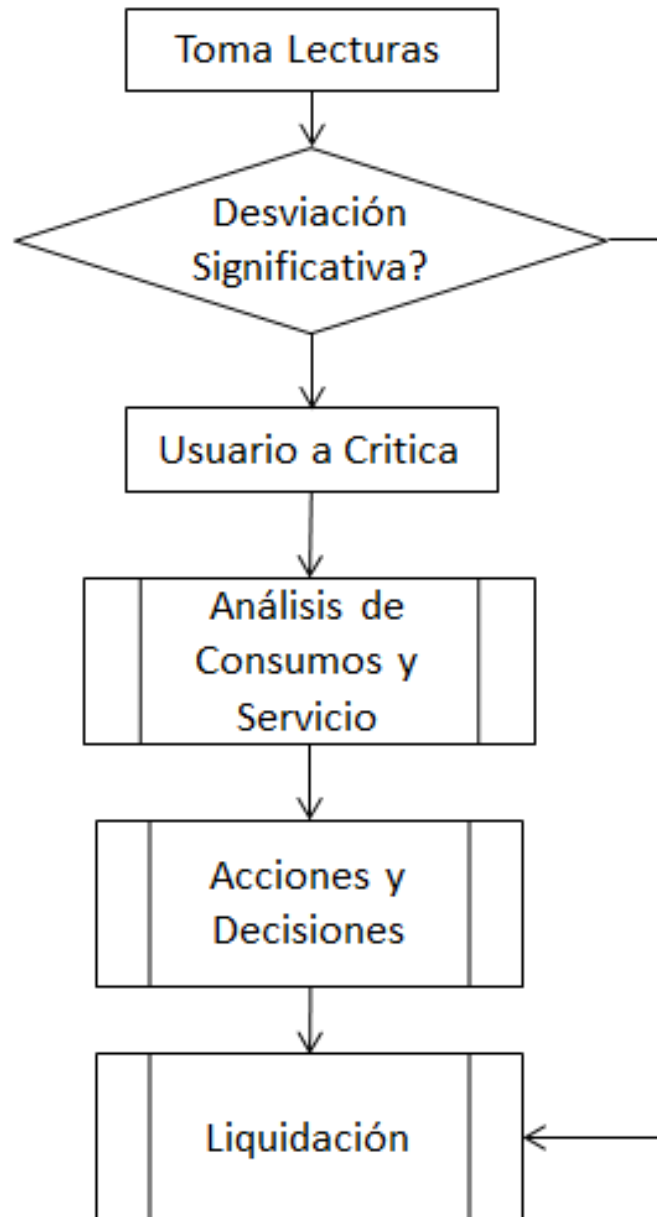
El proceso general se describe en la siguiente Figura y el detalle del proceso está consignado en el Instructivo I FA 701-008 “Instructivo para realizar la crítica de consumos”. (Ver Anexo C)

La identificación de usuarios a crítica es realizada por el Sistema Corporativo (SII++) de acuerdo a los parámetros establecidos en la Resolución 151 de la CRA.

El análisis de consumos y servicios se refiere a las acciones que realiza el auxiliar de facturación para evaluar el histórico de lecturas, históricos de consumos (leídos y facturados) e histórico de revisiones y servicio. Tras el análisis realizado el auxiliar determina si puede tomar decisión alguna o si por el contrario requiere generar una orden de revisión para identificar las causas de la desviación.

Las revisiones son ejecutadas por el proceso ATD dentro del término fijado por el proceso facturación para realizar la crítica de consumos. Estos términos se deben cumplir ya que el proceso facturación requiere los resultados de las revisiones para la toma de decisiones frente a las desviación encontradas.

Figura 31. Descripción del Proceso de Crítica



Fuente: Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P.

Las posibles decisiones que toma el auxiliar de facturación frente a una desviación significativa se describen en la siguiente tabla:

Tabla 13. Decisiones Frente a una Desviación Significativa

CODIGO	DESCRIPCION	OBSERVACION
MD	Medidor Detenido	Medidor con las mismas lecturas en diferentes periodos, y confirmado por revisión previa o por prueba de medidor
MX	Medidor Descalibrado	Resultado generado por prueba de medidor
ME	Medidor Estallado	Medidor con escape
MI	Medidor Invertido	Se identifica cuando la lectura tomadas en diferentes periodos disminuye consecutivamente
MR	Medidor Retirado	No existe medidor en terreno
IL	Lectura Ilegible	Uno o varios dígitos no son legibles
CM	Cambio de Medidor	Indica que el medidor fue cambiado en el terreno
DC	Desconectado	Instalación sin servicio
DE	Predio Desocupado	Cuando un predio está desocupado
DM	Predio Demolido	Predio demolido y sin consumo
PR	Asumir Promedio	Promedio por revisión sin respuesta
PX	Asumir Promedio	Promedio no se pudo realizar revisión
PI	Asumir Promedio	Promedio por revisión inconsistente
PD	Paso Directo	Promedio por desviación fraudulenta

CODIGO	DESCRIPCION	OBSERVACION
PP	Asumir Promedio	Promedio por prueba de medidor pendiente
AD	Asumir Promedio	Promedio por lectura facturada mayor a la leída
OX	Confirmar Consumo	Se confirma el consumo por revisión inconsistente
OK	Confirmar Consumo	Consumo Correcto

Fuente: Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P.

Decisiones como MD, MX, ME, MI, IL, PR, PX, PI, PD, PP y AD indican al sistema que debe liquidar consumo promedio histórico.

En casos de lecturas trocadas, fuga imperceptible, error de lectura, lectura adelantada, promedio por similar, aforo, medidor invertido, numero de dígitos no corresponde y problemas de área común (medidor general) se requieren análisis particulares y ajustes manuales que se describe en el instructivo I FA 701-008.

7.7.2 Fundamentos Legales. El proceso de la crítica de consumos se fundamenta en lo señalado en el artículo 1.3.20.6 de la Resolución 151 de la CRA que para los efectos establece los criterios para definir la desviación significativa a la que hace referencia el Artículo 149 de la Ley 142/1994.

Artículo 149 - Ley 142/1994. *De la revisión previa. Al preparar las facturas, es obligación de las empresas investigar las desviaciones significativas frente a consumos anteriores. Mientras se establece la causa, la factura se hará con base en la de períodos anteriores o en la de suscriptores o usuarios en circunstancias semejantes o mediante aforo individual; y al aclarar la causa de las desviaciones, las diferencias frente a los valores que se cobraron se abonarán o cargarán al suscriptor o usuario, según sea el caso.*

Artículo 1.3.20.6 – Resolución 151 CRA/2001 - Desviaciones significativas.

Para efectos de lo previsto en el artículo 149 de la Ley 142 de 1994, se entenderá por desviaciones significativas, en el período de facturación correspondiente, los aumentos o reducciones en los consumos, que comparados con los promedios de los últimos tres períodos, si la facturación es bimestral, o de los últimos seis períodos, si la facturación es mensual, sean mayores a los porcentajes que se señalan a continuación:

- a) Treinta y cinco por ciento (35%) para usuarios con un promedio de consumo mayor o igual a cuarenta metros cúbicos ($40m^3$);*
- b) Sesenta y cinco por ciento (65%) para usuarios con un promedio de consumo menor a cuarenta metros cúbicos ($40m^3$);*
- c) Para las instalaciones nuevas y las antiguas sin consumos históricos válidos, el límite superior será 1.65 veces el consumo promedio para el estrato o categoría de consumo y el límite inferior será 0.35 multiplicado por dicho consumo promedio. Si el consumo llegara a encontrarse por fuera de estos límites, se entenderá que existe una desviación significativa.*

Parágrafo. *En zonas donde exista estacionalidad en el consumo, la comparación del consumo a la que se refiere este artículo, podrá realizarse con el mismo mes del año inmediatamente anterior”.*

7.8. DETERMINACIÓN DEL CONSUMO BRUTO

7.8.1 Toma de Lecturas Iniciales (Julio/2013). De acuerdo con el cronograma establecido entre los días 4 y 5 de julio/2013 se llevó a cabo la micromedición del Distrito Bucarica. (Ver Anexo D)

Entre el 18 y el 25 de Julio se realizó la crítica de facturación y el día 29 de julio/2013 se liquidó el ciclo 7, ciclo dentro del cual se encuentra el Distrito Bucarica.

7.8.2 Toma Lecturas Finales (Septiembre/2013). De acuerdo con el cronograma establecido entre los días 4 y 5 de septiembre/2013 se llevó a cabo la micromedición del Distrito Bucarica. (Ver Anexo E)

Entre el 18 y el 24 de septiembre se realizó la crítica de facturación y el día 28 de septiembre/2013 se liquidó el ciclo 7, ciclo dentro del cual se encuentra el Distrito Bucarica.

7.8.3 Datos de la Crítica Emitido Septiembre/2013. Una vez realizada la crítica y la liquidación del ciclo 7, es posible estimar que se realizó crítica a 689 usuarios en el distrito de Bucarica y de estos 232 salieron a revisiones previas.

Como resultado de la crítica se generaron 212 cobros promedios, lo que representa el 6% de la población de este distrito, y lo que a su vez indica que el 94% de los consumos facturados corresponden al consumo real y medido.

No obstante, es necesario considerar que más del 90% de los medidores del distrito son clase A y B, y que cerca del 70% de los medidores tienen más de 10 años de antigüedad.

7.9. MODELO DE CUANTIFICACIÓN DE PÉRDIDAS – BALANCE DE AGUA

7.9.1 Indicadores Balance de Agua. El Balance Hídrico no se ha podido calcular dado que no se tiene el dato de los caudales suministrados. Sin embargo y considerando que se tiene los datos comerciales de la facturación se ha realizado una proyección al balance de aguas a partir de un modelo porcentual presentado por la Gerencia de Operaciones en un informe del IANC para el periodo 2011-2012. (Ver Anexo F)

El ejercicio realizado parte del consumo facturado medido y el consumo facturado no medido como datos reales, y los demás datos corresponden a estimaciones según el modelo del Anexo F.

Figura 32. Indicador Balance de Agua

PRODUCCION NETA	58.311	100,00%	Consumo Legal		Consumo Legal Facturado		Consumo Facturado Medido (100%)		Facturación	77,17%	Agua Facturada	77,17%								
					44.976	99,95%	42.024,00	93,44%												
			44.998		Consumo Legal No Facturado		Consumo No Facturado Medido (por evaluar)						Consumo Facturado No Medido (por evaluar)							
					22	0,05%	9,00	40,00%					2.952,00	6,6%						
			13.312		Pérdidas Comerciales		Consumo ilegal (estimado 20%)						Consumo No Facturado No Medido (por evaluar)		Pérdidas Comercial	10,27%	Agua No Facturada	22,83%		
					5.991	45%	1.198,11	20,00%					13,50	60,00%						
			7.322		Pérdidas Técnicas (55%)		Fugas Transmisión y Distribución (estimado 40%)						Errores de medición y Facturación (estimado 80%)						Pérdida Técnica	12,56%
					3.075	41,999%	4.792	80,00%					0	0,001%						
			4.247		Vertimientos Tanques Almacenamiento (calculado 2%)		Fugas Conexiones a Medidores Clientes (estimado 58%)						Consumo No Facturado No Medido (por evaluar)							
					0	0,001%	4.247	58%					13,50	60,00%						

Fuente: Autora del Proyecto.

Es preciso resaltar que el error de medición estimado por este modelo en el 80% y que arroja una pérdida de 4.792 m³ mensuales, arroja un resultado similar al calculado en **V28** del modelo de estimación de pérdidas del numeral 3.1.2.5, con una pérdida en subregistro de 4.715 m³ mensuales, lo cual permite concluir que en este aspecto los modelos son consistentes con un 98% de precisión.

El balance hídrico se reevaluará una vez se cuente con las mediciones reales del macromedidor del distrito.

7.9.2 Determinación del Volumen Facturado (Crítica del Sector). En el mes de octubre/2013 correspondiente al emitido de agosto/2013, y una vez realizada la crítica de facturación se liquidó un total de 44.976 metros cúbicos para el Distrito Bucarica.

Transcurrido el periodo y una vez cerrado el ciclo, el Distrito cierra con un total de 44.577 metros cúbicos facturados, después de reliquidaciones por reclamaciones realizadas por 16 suscriptores que ocasionaron el descuento de 399 metros cúbicos.

7.10 ESTIMACIÓN DE PÉRDIDAS

Para la estimación perdida se consideran aspectos relacionados con las pérdidas por micromedición, fraudes y reliquidaciones, según el siguiente modelo:

Tabla 14. Modelo de Cuantificación de Pérdidas

VARIABLE	NOMBRE	UNIDAD	FORMULA	DATOS	FUENTE DE INFORMACION
PRODUCCION					
	Volumen suministrado a la red	m ³ /mes			DIVISION DISTRIBUCION
DATOS COMERCIALES					
V1	Población	Nº Habitan	V2 * 5	17310	
V2	No de domicilios (incluye comerciales, industriales, pilas)			3462	FACTURACION
V3	No de servicios registrados	Unid		3462	FACTURACION
V4	No de servicios con medidor	Unid	V3 - V10	3455	FACTURACION
V5	No de servicios con medidor funcionando	Unid	V4-V6-V7-V8	3244	MEDIDORES
V6	No de servicios con medidor parado	Unid		116	MEDIDORES
V7	No de servicios con medidor no localizado	Unid		0	FACTURACION

VARIABLE	NOMBRE	UNIDAD	FORMULA	DATOS	FUENTE DE INFORMACION
V8	No de servicios con medidor en propiedad privada	Unid		0	FACTURACION
V9	No de servicios con medidor con problemas de subregistro	Unid	74%	2562	LCM
V10	No de servicios sin medidor	Unid	V3 - \sum Notas de lecturas 04, 10, 62	7	FACTURACION
V10A	No de servicios con otros cargos promedios	Unid		95	FACTURACION
V11	No de servicios Clandestinos Estimados	Unid		0	UAF
VOLUMEN FACTURADO					
V12	Volumen Neto Total Facturado	M ³ /MES	V13+V19	44976	FACTURACION
V13	volumen Facturado usuarios con medidor			44953	FACTURACION
V14	Volumen Facturado a usuarios sin			23	FACTURACION

VARIABLE	NOMBRE	UNIDAD	FORMULA	DATOS	FUENTE DE INFORMACION
	medidor				
V15	Volumen Facturado a usuarios con medidor funcionando		V13-V16-V17-V18	42024	FACTURACION
V16	Volumen Facturado a usuarios con medidor parado			1752	FACTURACION
V17	Volumen Facturado a usuarios con medidor no localizado			0	FACTURACION
V18	Volumen Facturado a servicios con medidor en propiedad privada			0	FACTURACION
V18A	Volumen Facturado a servicios con otros cargos promedios			1177	FACTURACION
V19	Volumen venta Agua en Bloque			0	FACTURACION
ESTIMACION DE LAS PERDIDAS POR ERROR DE MICROMEDICION					
V20	ERROR PROMEDIO EN LOS MICROMEDIDORES	%		11,22	
V21	Volumen real de consumo de usuarios	M ³ /MES	V15 *	46739	

VARIABLE	NOMBRE	UNIDAD	FORMULA	DATOS	FUENTE DE INFORMACION
	con medidor funcionando		$(1+V20/100)$		
V22	Consumo real promedio por usuarios con medidor funcionando	M ³ /MES-usuario	$V21/V5$	14	
V23	consumo promedio real estimado de usuario sin medidor	M ³ /MES-usuario	$V22$	0	
V24	Volumen real estimado de consumo usuarios con medidor parado	M ³ /MES	$V6*V22$	1671	
V25	Volumen real estimado de consumo usuarios con medidor no localizado	M ³ /MES	$V7*V23$	0	
V26	Volumen real estimado de consumo de usuarios con medidor en propiedad privada	M ³ /MES	$V8*V23$	0	
V27	Volumen real estimado de consumo usuarios sin medición	M ³ /MES	$V10*v23$	0	
V27A	Volumen real estimado de consumos usuarios con otros cargos promedios	M ³ /MES	$V22*V10A$	1369	

VARIABLE	NOMBRE	UNIDAD	FORMULA	DATOS	FUENTE DE INFORMACION
V28	Pérdidas por subregistro	M ³ /MES	V21-v15	4715	91%
V29	Pérdidas por usuarios sin medición	M ³ /MES	v27-v14	-23	0%
V30	Pérdidas por usuarios con medidor parado	M ³ /MES	v24-v16	-81	-2%
V31	Pérdidas Usuarios con medidor no localizado	M ³ /MES	v25-v17	0	0%
V32	Pérdidas Usuarios con medidor en propiedad privada	M ³ /MES	v26-v18	0	0%
V32A	Pérdidas Usuarios con otros cargos promedios	M ³ /MES	V27A-V18A	192	
V33	Pérdidas Usuarios Clandestinos	M ³ /MES	V23*v11*1.5	0	0%
V34	Pérdidas por ajustes a facturación por refacturaciones	M ³ /MES		399	
V35	Pérdidas por ajustes a facturación por cargos varios de oficio	M ³ /MES			

VARIABLE	NOMBRE	UNIDAD	FORMULA	DATOS	FUENTE DE INFORMACION
V36	TOTAL PERDIDAS COMERCIALES	M ³ /MES	v28+v29+v30+v 31+v32+v33+v3 4+v35	5202	

Fuente: Autora del Proyecto.

De la Tabla 14 se deben considerar los siguientes aspectos:

- El 74% en V9, corresponde al dato obtenido en las 50 pruebas realizadas en el Laboratorio de Calibración de Medidores para el cálculo del error de medición, en cuyo ejercicio el 74% de los medidores calibrados resultados submediendo.
- Los datos negativos en V29 y V30, indican que los cobros promedios facturados por predios sin medidor y medidores detenidos son mayores a los ajustes estimados por perdida de micromedición en estos casos.
- A la fecha no se tiene dato sobre posibles conexiones fraudulentas y por tanto tampoco una estimación del consumo

Este modelo incluye la estimación de pérdidas por micromedición para lo cual fue necesario calcular el margen de error de medición. Para tal fin se realizó un estudio preliminar a una muestra de 50 medidores del distrito Bucarica, los cuales fueron sometidos a pruebas en el Laboratorio de Calibración de Medidores, arrojando los siguientes resultados: (Ver Anexo G)

7.11. PRUEBA ALEATORIA DE MEDIDORES

7.11.1 Error Por Clase Metrológica.

Tabla 15. Error Por Clase Metrológica

TIPO	No. Pruebas	Qmin	Qn	Qt
A	31,00	(26,05)	(12,83)	(6,33)
B	19,00	(27,88)	(2,77)	(2,48)
PROMEDIO		(26,97)	(7,80)	(4,40)

Fuente: Autora del Proyecto.

Según nuestra base de datos se ilustra que el 93% de los medidores existentes en el Distrito Bucarica son de clase metrológica B, sin embargo al realizar el muestreo para el error de medición inicial es posible determinar que en dicho Distrito se encuentran instalados medidores de Clase A, que para efectos de este ejercicio representan el 62% de la muestra. *En consecuencia se puede asegurar que la Base de Datos de Medidores se encuentra desactualizada y no es coherente con la información suministrada.*

Al revisar los datos de medidores en el Sistema Integrado de Información se evidencia que no existe un campo Clase por lo que no es posible hacer esta diferenciación.

Cabe precisar además que esto representa un alto grado de incertidumbre al momento de efectuar los cálculos de error de medición considerando que los rangos para Q_{min} y Q_t son diferentes para cada clase metrológica, según la Norma Técnica NTC 1063-1.

Tabla 16. Características Metrológicas NTC-1063-1

CLASE	Q_n [l/h]	Q_{min} [l/h]	Q_t [l/h]	Q_{max} [l/h]
A	1500	60	150	3000
B	1500	30	120	3000
C	1500	15	22.5	3000

Fuente: Autora del Proyecto.

En los resultados podemos observar que en el rango Q_{min} los errores encontrados son muy similares tanto para clase A como para clase B, con un promedio del -26.97%. Sin embargo, en Q_n los medidores Clase A presentan mayor error de medición con -12.83% respecto al -2.77% de los medidores clase

B. Situación similar se aprecia en el rango Qt donde los clase A obtienen errores del -6.33% frente al -2.48% de los medidores clase B.

Dado que no es posible a nivel de la Base de Datos identificar los medidores Clase A, y para efectos de este ejercicio inicial se trabajara con los datos promedio.

7.11.2 Error Por Tipo de Medidor.

Tabla 17. Error Por Tipo Medidor

TIPO	No. Pruebas	Qmin	Qn	Qt
Chorro múltiple magnético	8,00	(16,33)	6,23	6,71
Chorro múltiple mecánico	21,00	(8,60)	(5,44)	1,56
Chorro único magnético	11,00	(36,27)	(9,31)	(9,16)
Chorro único mecánico	4,00	(25,92)	(7,31)	0,52
Volumétrico	6,00	(87,24)	(42,37)	(38,52)
PROMEDIO	50,00	(34,87)	(11,64)	(7,78)

Fuente: Autora del Proyecto.

Por tipo de medidor el mayor muestreo se realizó para medidores de chorro múltiple mecánico y chorro único magnético con el 42% y el 22% respectivamente.

Los mayores errores en todos los rangos se encuentran en los de tipo volumétrico.

Los de chorro único magnético presentan un alto error en Qmin con el -36.27%.

En general los promedios muestran errores del -34.87% en Qmin, -11.64% en Qn y -7.78% en Qt.

7.11.3 Error Por Diámetro.

Tabla 18. Error por diámetro

DIAMETRO	No. Pruebas	Qmin	Qn	Qt
15	49,00	(27,41)	(9,27)	(5,04)
PROMEDIO		(27,41)	(9,27)	(5,04)

Fuente: Autora del Proyecto.

Dado que no es posible identificar en la totalidad de la población de Bucarica las clases metrológica, se hace necesario despreciar estas variables y en su lugar trabajar con los promedios generales para medidores de ½", considerando que la muestra realizado se aplicó al 98% de este tipo de medidores en el Distrito y cuyos promedios obtenidos representan igualmente la media de las variables clase y tipo de medidor.

7.12 ERROR DE MEDICION

La metodología para el cálculo del error de medición requiere extrapolar los errores calculados a cada caudal respecto del nivel de consumo, por lo que se requiere conocer el perfil del consumo de los usuarios.

El amb S.A. E.S.P. carece de estudios de perfiles y tampoco fue realizado para este primer ejercicio, por lo que se utilizó como perfil de referencia el realizado en la ciudad de Bogotá por Uniandes en el año 2009.

Para este ejercicio el error promedio y la curva de consumo utilizados son los siguientes:

Tabla 19. Error Por Medición

PROMEDIO DE ERRORES	Qmin (29,75)	Qn (9,57)	Qt (5,74)
----------------------------	------------------------	---------------------	---------------------

CURVA DE CONSUMO	CONSUMO NO MEDIBLE	CONSUMO MEDIBLE	
	De 0 l/h a Qarranque	De Qmin - Qtran	De Qtran - Qmax
	3,41%	4,13%	92,46%

Al aplicar el método se obtienen como error de medición el 11.22%, así:

CURVA DE CONSUMO	CONSUMO NO MEDIBLE	CONSUMO MEDIBLE	
	De 0 l/h a Qarranque	De Qmin - Qtran	De Qtran - Qmax
	3,41%	4,13%	92,46%

ERROR DEL MEDIDOR		Error Qmin	(29,75)	Error Qt	(5,74)
		Error Qt	(5,74)	Error Qn	(9,57)
	(100,00)	Error Medio	(17,75)	Error Medio	(7,66)

ERROR DE MEDICION	(3,41)		(0,73)		(7,08)
TOTAL ERROR DE MEDICION			(11,22)		

Fuente: Autora del Proyecto.

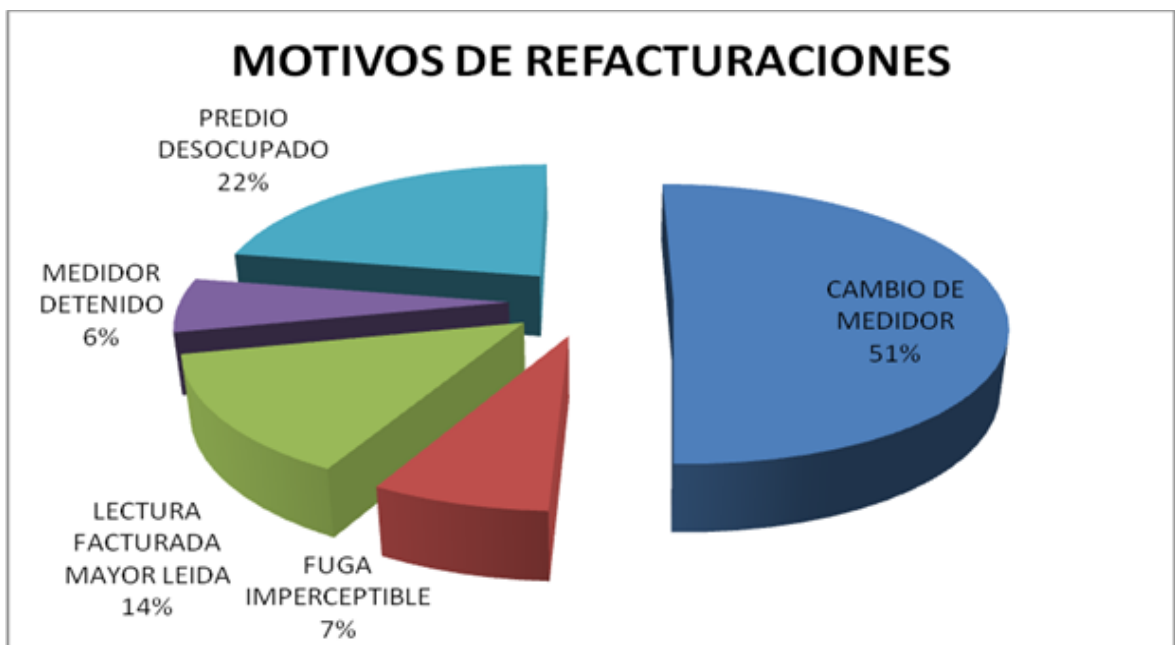
El resultado obtenido sugiere unas pérdidas por deficiencias de micromedición de 4.715 metros cúbicos aproximadamente.

Es de precisar que este ejercicio inicial presenta cierto grado de incertidumbre asociado a las clase metrológica ya que existen inconsistencias en los datos que no permiten su identificación, y a las curvas de consumo ya que no se posee esta información ni para el Distrito ni para los usuarios del amb S.A. E.S.P.

7.13 PERDIDAS POR REFACTURACIONES

Las reclamaciones se pueden considerar como pérdidas por refacturaciones. En el Distrito de Bucarica se presentaron 16 usuarios a reclamaciones en el tiempo de estudio con las siguientes causas: (Ver Anexo H)

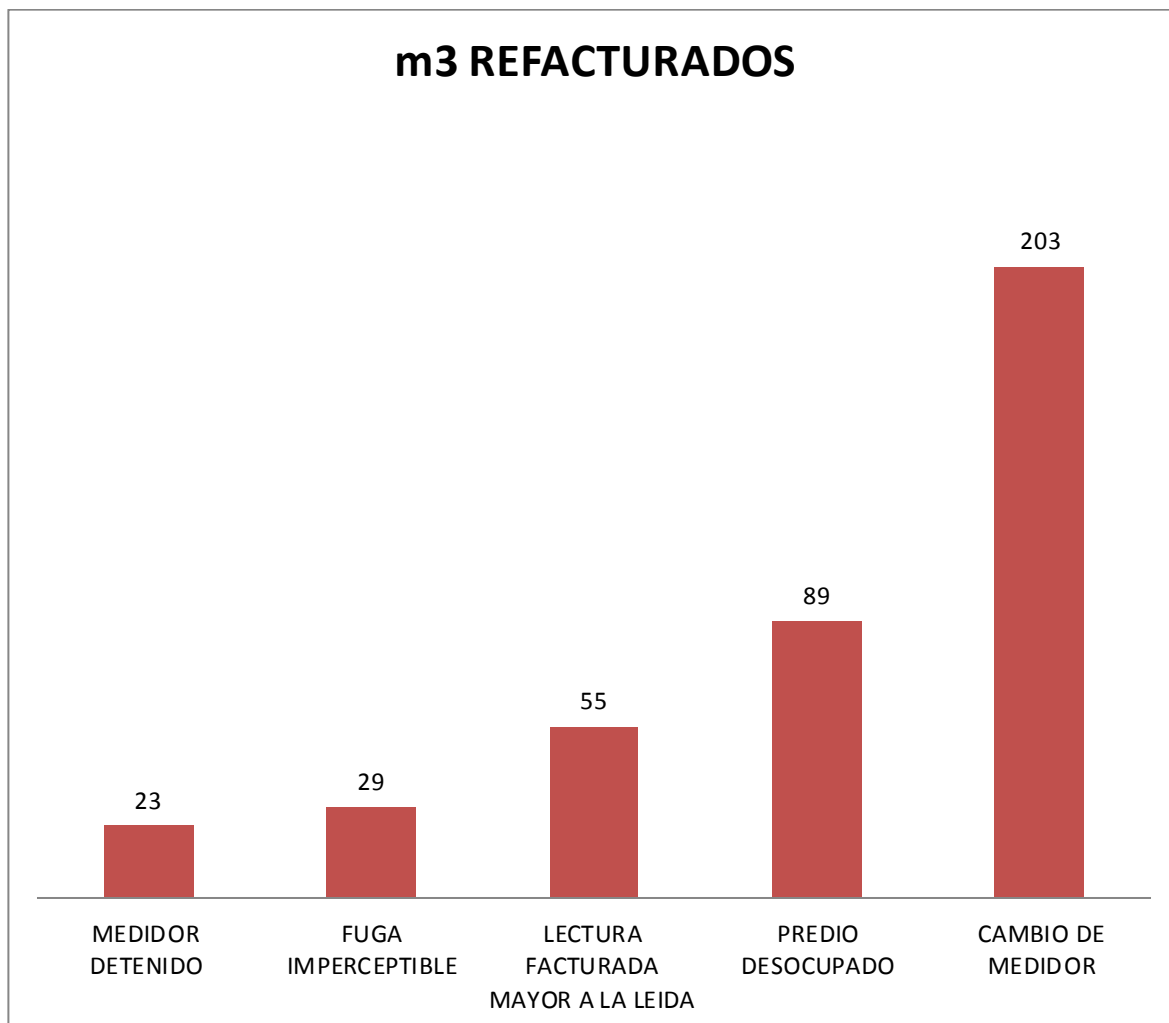
Figura 33. Motivos de Pérdidas Por Refacturaciones



Fuente: Autora del Proyecto.

Estas causas presentaron un total de 399 metros cúbicos refacturados con los cuales fueron distribuidos así:

Figura 34. Metros Cúbicos Refacturados



Fuente: Autora del Proyecto.

7.14. GESTION DE PÉRDIDAS COMERCIALES

7.14.1 Novedades de la Crítica de Facturación. En relación con la crítica de facturación se hace necesario analizar lo correspondiente a revisiones previas, motivos de cobros promedios y las novedades asociados al estado de funcionamiento de los medidores, como insumos fundamentales en el proceso de crítica de facturación.

7.14.1.1 Revisiones Previas.

Figura 35. Revisiones Previas



Fuente: Autora del Proyecto.

En el Distrito Bucarica se generaron 232 revisiones previas, de las cuales a 80 usuarios no se les pudo revisar debido a que en el momento de la visita no había nadie, 35 usuarios no se pudieron revisar por otros motivos y tres de ellos no autorizaron la revisión del predio. Lo anterior indica que en el 51% de las revisiones previas, no fue posible realizarlas exitosamente; es decir hay poca efectividad generando reprocesos y costos operativos para la empresa. (Ver Anexo I)

Asi mismo en el 15% de los casos, es decir, 36 suscriptores, se les ha enviado revisión previa por lo menos 2 veces consecutivas.

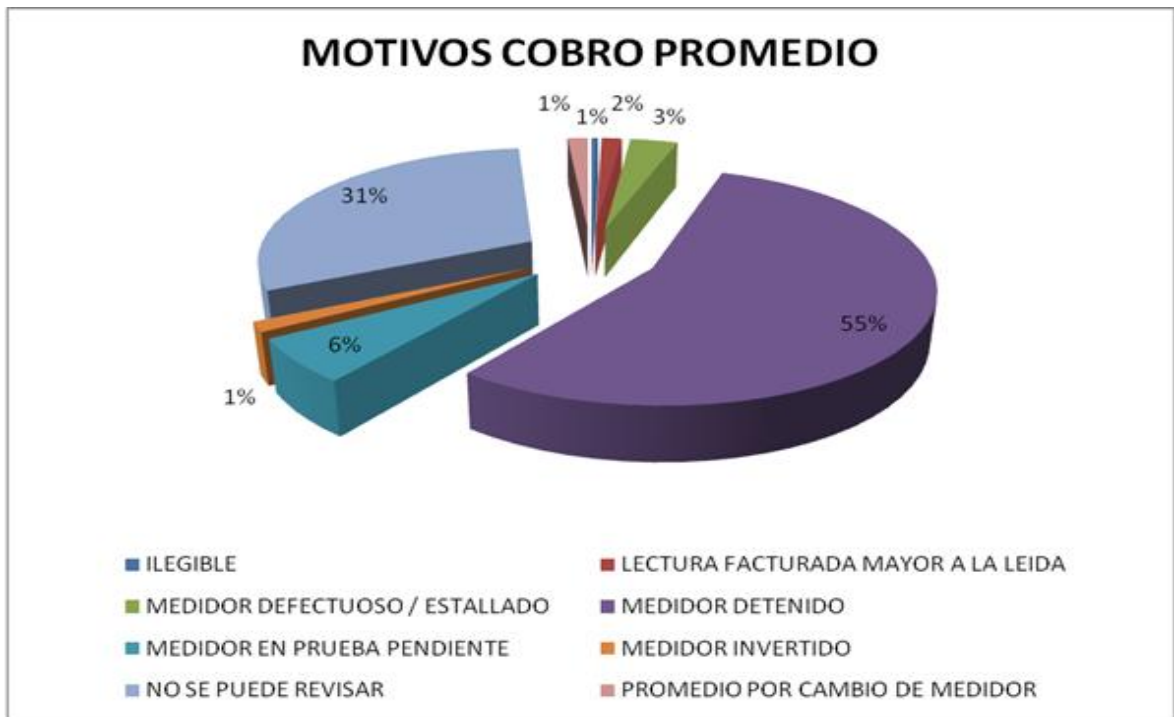
7.14.1.2 Identificación de Promedios Facturados a Agosto 2013. En el emitido agosto/2013 se liquidaron 212 suscriptores con consumo promedio, por los siguientes conceptos: (Ver Anexo J)

Tabla 20. Identificación de Promedios Facturados a Agosto de 2013

MOTIVO	USUARIOS
ILEGIBLE	1
PROMEDIO POR CAMBIO DE MEDIDOR	3
MEDIDOR INVERTIDO	3
LECTURA FACTURADA MAYOR A LA LEIDA	3
MEDIDOR DEFECTUOSO / ESTALLADO	7
MEDIDOR EN PRUEBA PENDIENTE	13
NO SE PUEDE REVISAR	65
MEDIDOR DETENIDO	117
TOTAL	212

Fuente: Autora del Proyecto.

Figura 36. Motivos Cobro Promedio



Fuente: Autora del Proyecto.

De los 212 suscriptores con cobro promedio, el 55% (117) corresponden a medidores posiblemente detenidos mientras que en el 31% (65 usuarios), forman parte de las decisiones promedio tomadas dado que no fue posible llevar a cabo la revisión previa para determinar la causa de la desviación significativa. En el 6% de los casos (13 suscriptores), los medidores de estos suscriptores fueron llevados a prueba en el laboratorio de Calibración de Medidores.

Frente a estos tres grandes componentes se explicara con detalle las acciones que se han tomado y el estado de las mismas.

7.14.1.3 Periodos Consecutivos en Cobro Promedio.

Figura 37. Tiempo Cobrando Promedio a los Usuarios Con Promedio Agosto 2013



Fuente: Autora del Proyecto.

La Figura 38 muestra el tiempo en meses, que los suscriptores han sido objeto de cobro promedio en periodos consecutivos. Así es posible observar que en el emitido de agosto/2013 ingresaron 73 nuevos suscriptores al cobro promedio para

un 34% respecto al total de estos (212). 70 suscriptores que representan el 41% se les ha facturado promedio durante 4 y 8 meses, y el 21% (45 suscriptores) se les ha venido facturando promedio desde algun periodo en el 2012, es decir por cerca de un año. (Ver Anexo K)

A los suscriptores a los cuales se les ha facturado promedio se les realizó un análisis para identificar el estado y evolución de las acciones que se han tomado al respecto.

7.14.1.4 Evolución de los Medidores Detenidos Con Cobro Promedio. De los 117 medidores detenidos y cobrados como promedio, 90 se encontraban detectados por la empresa a través del informe de Medidores Detenidos. De los restantes 27 suscriptores, al 36% ya se les realizó cambio de medidor, otro 36% se encuentra en prueba pendiente y el 28% se les cobró promedio pero no están marcados como detenidos. (Ver Anexo L)

Figura 38. Suscriptores Con Cobro Promedio Por Medidores Detenidos y No Reportados Por la Empresa



Fuente: Autora del Proyecto.

7.14.1.5 Motivos Con los Usuarios No Se Pudo Revisar Con Cobro Promedio.

Por otra parte 65 usuarios no se les pudo revisar en el periodo de estudio y estos fueron los motivos: (Ver Anexo M)

Figura 39. Motivos No Se Pudo Revisar



Fuente: Autora del Proyecto.

Estos 65 suscriptores, fueron identificados en el proceo de critica como que no se les pudo revisar. De estos motivos prima en que el momento de la visita no habia nadie en el predio con un 68% (44 usuarios). Además, 8 usuarios presentan la cajilla tapada que reprepresentan el 12%.

En dos casos cuya facturación fue emitida con cobro promedio bajo el motivo “No Se Pudo Revisar”, se logró identificar que la revisión si se realizó pero la lectura de revisión suministrada por el inspector no permitio tomar una decisión apropiada,

por lo que se requiere mayor precisión por parte de los revisores e igualmente una mejor identificación de los motivos de reliquidación

7.14.1.6 Evolución Con Los Suscriptores No Se Pudieron Revisar y Cobro Promedio. A noviembre 20/2013, los usuarios a los cuales no se les pudo revisar presentan las siguientes novedades en el sistema: (Ver Anexo N)

Figura 40. Evolución Con Los Suscriptores No Se Pudo Revisar



Fuente: Autora del Proyecto.

En la Figura 41 se puede apreciar que al 70% (45 usuarios) no se les ha realizado ningún tratamiento, cerca del 15% (10 usuarios) se les realizó cambio de medidor y un 6% (4 usuarios) el suscriptor fue marcado como detenido.

7.14.1.7 Evolución Con Los Medidores En Prueba y Con Cobro Promedio. Adicionalmente, los 13 medidores que fueron detectados en prueba pendiente, presentan el siguiente estado: (Ver Anexo O)

Figura 41. Evolución Con Los Medidores En Prueba



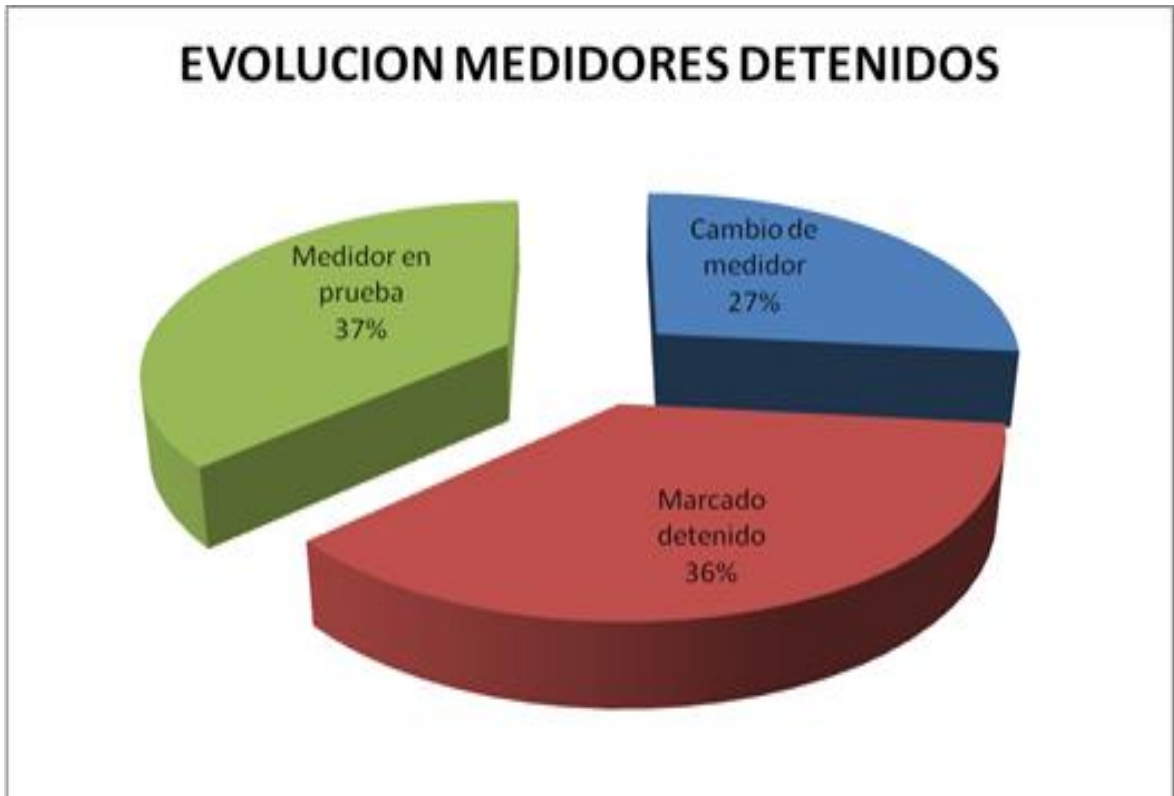
Fuente: Autora del Proyecto.

El 46% (6 usuarios) aún no se tiene resultado de ejecución. El 23% (3 usuarios) se les instaló el mismo medidor al salir la prueba NORMAL. Al 16% se le notificó la necesidad de realizar el cambio del medidor mientras que al 15% se les realizó la reposición del medidor.

7.15. ANÁLISIS DE INFORMACIÓN MEDIDORES

7.15.1 Novedades de Medidores. En el periodo de estudio se reportaron 90 medidores detenidos en el Distrito Bucarica, frente a los cuales se han tomado algunas acciones, así: (Ver Anexo P)

Figura 42. Evolución Con Los Medidores Reportados Detenidos a Agosto 2013



Fuente: Autora del Proyecto.

En la Figura 43 se percibe que el 27% de los 90 medidores marcados como detenidos fueron cambiados, mientras que el 37%, es decir 33 medidores se encuentran en prueba pendiente. Los restantes 33 medidores no se les ha tomado acción alguna.

7.16. ANÁLISIS MULTIVARIADO

En el distrito de Bucarica se practico un ejercicio para poder determinar a traves de un analisis multivariado los medidores que necesitan cambio y/o reposición a partir de variables de estudio definidas que se consideran tienen alta incidencia en el funcionamiento optimo de los medidores.

Para lo anterior se realizó la actualización de la información del catastro de medidores, metros cúbicos acumulados, edad, y diámetro de medidores con cuya base se realizó el análisis multivariado.

7.16.1 Variables de Estudio.

- 1) **Lectura:** definida en un límite de 3000 m³ según la garantía de buen funcionamiento del medidor que establece el Decreto 302/2000.
- 2) **Edad:** esta variable fue analizada ya que según el RAS 2000 fija el tiempo promedio en que un medidor debe ser cambiado en un tiempo de 8 años.
- 3) **Marca:** para esta variable se establecen las marcas que prevalecen en el distrito de Bucarica (Iberconta y Tavira) que en conjunto representan el 81% de la población.

7.16.2 Modelo. Para las variables anteriormente enunciadas se realizó un ejercicio para determinar sus pesos obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 21. Variables Análisis Multivariado

Vi(Variable)	EDAD	LECTURAS	MARCA
Bi	0.31	0.19	0.50

Fuente: Autora del Proyecto.

Al obtener los pesos para cada variable se estudiaron todos los usuarios del distrito de Bucarica realizando los siguientes ajustes:

- Normalización de lecturas respecto a 3000 m³.
- Medidores Tavira e Iberconta se asignó valor de uno “1”, y cero “0” para las demás marcas.
- Edad normalizada respecto a 8 años.

7.16.3 Selección. Se define un criterio de calificación dado por la siguiente función, la cual se calcula para cada uno de los suscriptores del Distrito:

$$C = \sum_{i=1}^3 V_i * \beta_i$$

Donde:

C = Calificación

V_i = Valor normalizado de cada variable (edad, lecturas, marca)

β_i = Peso de cada variable

Dado que cada variable fue normalizada la selección de la población de medidores a reponer esta dado para todo suscriptor con “C” ≥ 1 .

El evaluar y analizar este valor frente a los valores de los suscriptores en Bucarica se logro determinar que 1743 suscriptores se encuentran por encima del valor permisible en el ejercicio realizado. Se adjuntan los posibles candidatos (Ver Anexo Q).

7.17 DISEÑO PLAN DE ACTUALIZACIÓN CATASTRO MEDIDORES

Al realizar el análisis multivariado se define cambiar los medidores que se proponen en él para ello se diseña el plan de actualización de catastro que se realizará en el distrito de Bucarica con el personal del acueducto y se hará por manzanas debido a que el distrito de Bucarica está comprendido por Bloques para ello se ubica en las manzanas cuantos usuarios según el análisis multivariado sugiere el cambio de medidor para ello se seguirá los siguientes pasos:

- 1) Se envía carta a los usuarios para informarles que el medidor será enviado a prueba.
- 2) Se realizará el análisis en el laboratorio de calibración de medidores.
- 3) Se instalará un medidor provisional.

- 4) Si el medidor que fue enviado al laboratorio de calibración de medidores presenta deficiencias se dejará el medidor provisional.
- 5) Se enviará carta al usuario informándole que el medidor provisional pasa a ser temporal y se notifica que se acerque al acueducto para acordar la forma de pago del nuevo medidor.

De esta manera el Acueducto Metropolitano de Bucaramanga (amb) asegura el cambio de los medidores sugeridos y el retorno de la inversión en la compra de los medidores.

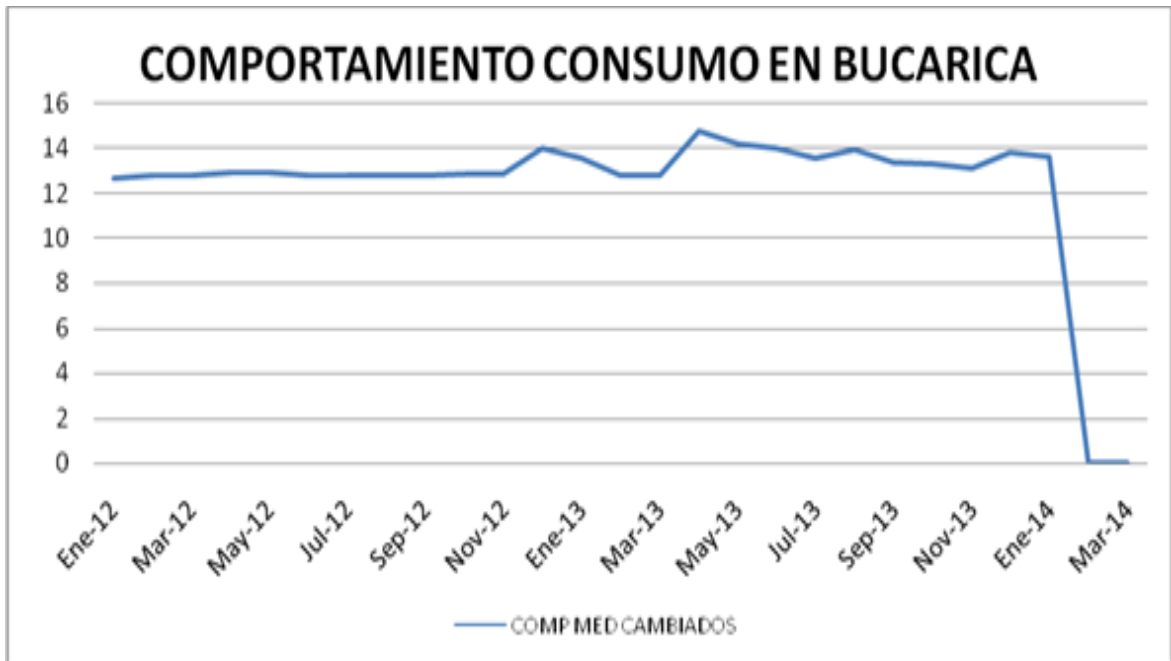
7.18 DISEÑO PLAN DE COMPRAS

Como se enuncio anteriormente y siguiendo el análisis multivariado se deciden cambiar 1743 medidores para ello se estudia la compra de nuevos medidores. Sin embargo el Acueducto Metropolitano de Bucaramanga (amb) posee el inventario de medidores para satisfacer este demanda de cambio de medidores en el distrito de Bucarica por ello no se diseña un plan de compras.

7.19 ANÁLISIS DE CONSUMOS A MEDIDORES CAMBIADOS

Se efectuo un análisis del consumo promedio de los medidores cambiados para determinar si han venido presentando un aumento en su consumo; los medidores cambiados a la fecha (marzo de 2014) en el Distrito de Bucarica son 186, para estos se pretende mirar su comportamiento antes y despues del inicio del ejercicio. (Ver Anexo R)

Figura 43. Comportamiento de Consumo de los Medidores Que Han Sido Cambiados



Fuente: Autora del Proyecto.

Como se puede verificar en la Figura 43 se ha venido presentando un aumento en el consumo de estos 186 suscriptores desde mayo del 2013 debido al cambio de medidores que se ha venido generando en el distrito de Bucarica. Al efectuar un analisis del promedio de los consumo de estos medidores cambiados desde julio de 2013 hasta enero de 2014 se encontró en promedio de 13,53 m³ versus los siete meses anteriores a estos cuyo consumo fue de 13,17 m³ obteniendose un leve aumento debido a la reposiccion de medidores en el sector.

Este comportamiento creciente ha sido positivo para el acueducto debido a que se ha facturado un mayor volumen de liquido que anteriormente no se podia registrar por la obsolescencia de los medidores.

Finamente, se midió del Indice de Agua No Contabilizada (IANC) compara con el año 2012 y se obtuvo una disminucion del 0.93% que se atribuye a la gestion de las pérdidas comerciales realizadas. Se espera y como meta al finalizar el año

2014 llegar a un Índice de Agua No Contabilizada (IANC) de un 20% ya que actualmente se están realizando los cambios de los medidores de Bucarica y la metodología por los avances en el registro del consumo en el Distrito de Bucarica han iniciado en el Distrito de Café Madrid.

8. COSTO Y PRESUPUESTO DEL PROYECTO PILOTO DE REDUCCION DE PÉRDIDAS COMERCIALES DERIVADAS DEL AGUA NO CONTABILIZADA

Una vez planteada la metodología en el Proyecto Piloto en Bucarica, es necesario realizar un costo y presupuesto de las actividades a desarrollar para minimizar las perdidas comerciales de agua no contabilizada. Para ello se estableció el costo de cada ítem de la metodología.

La mayoría de los costos son de mano de obra que se cubrió con el personal de tropa del acueducto, aunque también se presenta un costo elevado en la compra de los medidores que se han estado cambiando en el distrito de Bucarica. Sin embargo, este último costo es remunerable debido a que el medidor es cobrado al usuario y la empresa cobra un porcentaje de ganancia confidencial que no fue administrado para este trabajo.

A continuación, se presentan los costos en que incurriría el plan de acción en el distrito de Bucarica, algunos de estos Ítems presentan un costo de no aplica (N.A) debido a que este trabajo se descarga del sistema interno de la empresa SI++ y no representa un costo significativo para el proyecto.

Tabla 22. Estructura de Costos Proyecto Bucarica

ITEM	COSTO
Identificación Zona Estudio	\$551.508,00
Delimitación topográfica o mediante cierre válvulas sector	\$170.000,00
Registro de usuarios	\$110.000,00
Registro histórico de problemas de fugas reportadas	\$220.000,00

ITEM	COSTO
PROYECTO CATASTRO Y CALIBRACION DE REDES	
Base Cartográfica	\$330.000,00
Definición y Calibración puntos de control y caudalímetros	\$550.000,00
Actualización Distritos de Presión en SII++	\$110.000,00
Registro de Redes	\$440.000,00
Topología red de distribución	\$110.000,00
Estructura de datos	\$110.000,00
Parámetros del modelo	\$440.000,00
Calibración del modelo	\$1.650.000,00
Informe del modelo de red hidráulica calibrado	\$550.000,00
DIAGNOSTICO INICIAL DEL SISTEMA	
Levantamiento de Información	N.A
Sistemas de Información Cliente	N.A
Definir Bases de datos clientes	N.A
Revisión y Definición de Informes (Tipo, Campos, Estructura)	\$1666750,001
Caracterización de medidores (cantidad, tipo y antigüedad)	
Informe de la caracterización de medidores	
Requerimientos de Informes para Sistemas	N.A

ITEM	COSTO
Redes Domiciliarias	N.A
Caracterización del tipo de acometida y localización del medidor	\$12.965.190,00
Informe de Caracterización de Acometidas	\$886.666,56
LABORATORIO CALIBRACIÓN MEDIDORES	
Definir Estructura organizacional	\$11.540,9963
Modelo Funciona y Operativo LCM	
Recursos y capacidades del LCM	
Descripción de los bancos de prueba de medidores	
Tipo de Alimentación del banco de medidores	
Estado del flujo de entrada y de los conectores del banco de prueba	
Márgenes de error admitidos	NA
Critica de Facturación	NA
Descripción del Proceso	NA
Cadena de Valor del Proceso (Interacciones)	NA
Fundamentos Legales	NA
Criterios Legales vs Metodología amb	NA
Criterios de decisión en la crítica de facturación (Promedios, revisiones, etc.)	NA
Determinación del Consumo Bruto	NA
Toma de Lecturas Iniciales (Sector - Caudalímetros)	\$350.000,00

ITEM	COSTO
Toma de Lecturas Finales (Sector - Caudalímetros)	\$350.000,00
Determinación del caudal de entrada al sector	\$500.000,00
MODELO DE CUANTIFICACIÓN DE PÉRDIDAS - BALANCE DE AGUAS	
Indicadores Balance Aguas	N.A
Determinación del Consumo Medidor del Sector	N.A
Determinación del Volumen Facturado (Crítica) del sector	N.A
Estimación de Pérdidas	\$941.400,00
Análisis de las caudales suministrados y facturados	N.A
Primera evaluación del sector	N.A
GESTION DE PÉRDIDAS COMERCIALES	
Novedades de la crítica de facturación	\$294.500,00
Identificación de novedades de medidores (Detenidos, desajustados, retirados, etc.)	\$294.500,00
Identificación de consumos promedios facturados (causas, acciones, decisiones)	\$294500
Análisis de Información (medidores)	\$294500
Clasificación de los medidores según el No de m ³ medidos	\$277.791,66
Evaluación Medidores por antigüedad	
Determinación de suscriptores con medidores superiores a 1"	\$277.791,66
Análisis multivariado de medidores	\$205.333,33

ITEM	COSTO
Análisis de medidores con consumos bajos	N.A
Determinación de medidores a evaluar (Pruebas de medidores)	N.A
Diseño plan de actualización catastro medidores	N.A
Diseño plan de compras y reposición medidores	\$212.646.000,00
TOTAL PROYECTO	\$237.586.431,21

Fuente: Autora del Proyecto.

En la Tabla 22 se presenta la estructura de costos del proyecto Bucarica el cual tuvo un costo de \$237.586.431,21 de los cuales \$212.646.000,00 son presupuestados debido a que corresponden al costo de los medidores por cambiar en el distrito de Bucarica para el año 2014, es decir el costo de la metodología de para la reducción de pérdidas tuvo un valor de \$24.940.431,21. Que fueron asumidos por la gerencia comercial.

9. PROYECCION DEL CONSUMO A RECUPERAR POR EL PROGRAMA PILOTO

Durante la Práctica Empresarial se logró disminuir el Indicador de Agua No Contabilizada del 0,93% lo que representa un facturación aproximada de siguiendo la siguiente Tabla 23:

Tabla 23. Proyeccion del Consumo a Recuperar

USO RESIDENCIAL	CONSUMO PROMEDIO (m³)	Promedio pérdida recuperado (%)	Consumo mensual a recuperar (m³)	Consumo anual a recuperar (m³)	Facturación anual a recuperar (\$) Valor m³ \$1350 aprox
Estrato 3 Distrito Bucarica	13	0,93	1,209	14,508	19585,8

Fuente: Autora del Proyecto.

En la Tabla 23 se aprecia que por usuario con la metodología propuesta en el proyecto piloto de Bucarica se logro recuperar facturar \$19585,8 es decir si se realiza el cambio a los medidores propuestos en el analisis multivariado el acueducto facturaria alrededor de \$34.138.049 que cubriria el costo del proyecto de \$24.940.431,21 y dejaría una ganancia de \$ 9.197.617,79 en el primer año de implementación del proyecto, es decir para los siguientes años la ganancia sería de \$34.138.049 por año.

10. DISEÑO DE INDICADORES

Para el diseño de Indicadores en el programa piloto se diseñan los siguientes indicadores que al area de laboratorio de calibracion de medidores y la sección de cambio de medidores.

- **Prueba técnica a medidores:**

Este indicador comprende monitorear la actividad de los medidores descalibrados que ingresan al laboratorio de calibracion de medidores.

$$\text{Ejecución de Prueba Técnica a Medidores} = \frac{\text{NMP}}{\text{TMPP}} \times 100$$

Donde:

NMP = Número de medidores en prueba técnica

TMPP = Número total de medidores que ingresaron a prueba técnica

- **Reemplazo de medidores descalibrados:**

Este indicador es complementario al anterior ya que comprende los medidores que no tuvieron prueba satisfactoria en el laboratorio de calibracion de medidores.

$$\text{Reemplazo de Medidores Descalibrados} = \frac{\text{NMDR}}{\text{TMD}} \times 100$$

Donde:

NMDR = Número de medidores descalibrados reemplazados

TMD = Total de medidores descalibrados

- **Reposicion de medidores detenidos:**

Este indicador se basa en la gestion en la reposicion de cambio de medidores reportados como detenidos.

$$\text{Reposición de Medidores Detenidos} = \frac{\text{NMDTC}}{\text{TMDT}} \times 100$$

Donde:

NMDTC = Número de medidores detenidos cambiados en el período

TMDT = Total de medidores detenidos en el período

CONCLUSIONES

1. El distrito esta conformado principalmente por suscriptores de uso residencial con consumo promedio del orden de los 13 m³ mensuales.
2. Las curvas de consumo historicas y la proyección a futuro se pueden describir mediante una función logaritmica con tendencia a la disminución del consumo promedio del Distrito.
3. Se actualizó información del Distrito de Presión y Barrio para 15 suscriptores identificados con inconsistencias. Esta pendiente la verificación por parte de la División de Distribución del Distrito correspondiente al suscriptor 128679.
4. Cerca del 70% de los medidores instalados en el distrito tienen más de 10 años de antigüedad. Esta variable junto con la clase metrologica predominante (A, B), permiten inferir un alto nivel de perdidas por eficiencia de la medición.
5. El 28% de los medidores registran consumos acumulados superiores a 3000 m³ de marcación. Se desprecian por dificultad de identificación los medidores que hayan reiniciado numeración.
6. Los cobros promedios realizados a medidores detenidos estan compensando las perdidas de facturación a estos suscriptores; sin embargo, se hace necesario minimizar los tiempos de cobro promedio, mediante una eficaz y efectiva reposición de medidores.
7. En el periodo en estudio solo 16 suscriptores presentaron reclamaciones ocasionando la reliquidación de 399 m³. Aunque fueron pocas las reclamaciones, se perciben diferencias entre los criterios de facturación y los criterios de PQR.
8. Los cobros promedios estan representados principalmente por medidores detenidos y por revisiones que no se pudieron realizar, situación que se ha extendido durante varios meses.

9. En general el 41% de los suscriptores con consumo promedio, llevan entre 4 y 8 periodos consecutivos con promedios, mientras que el 21% llevan uno o más en cobro promedio. Lo que demuestra la poca eficacia en la toma de acciones para su resolución.

10. En relación con revisiones previas se pueden identificar varias situaciones:

- El 51% de las revisiones previas no son efectivas. No hay tratamiento posterior cuando las revisiones no se pueden realizar
- El 31% de las revisiones que no se pudieron realizar ocasionaron cobros promedios
- 15% de los suscriptores objeto de revisión previa, cuentan con por lo menos dos revisiones previas consecutivas
- Los resultados de revisiones previas en muchos casos no permiten tomar decisiones acertadas y en otros no traen la lectura del medidor.

11. En la critica de facturación se identificó que en algunos casos se realiza cobro promedio por Medidor Detenido, pero no se marca el suscriptor en el SII. Lo que impide la identificación y toma de acciones oportunas por parte de la sección de medidores.

12. En otros casos se marcan medidores detenidos y se cobra promedio por tal motivo, a pesar de que el medidor registra consumo.

13. Hay medidores detenidos sobre los cuales aún no se han tomado acciones.

14 Hay medidores que ya fueron cambiados pero aún Figuran como medidor detenido. Sería conveniente que una vez cambiado el medidor se desmarcara como tal, para evitar informes desactualizados.

15. Para el periodo de estudio y solo para efectos de perdidas comerciales se estima una perdida en el Distrito Bucarica de 5.202 metros cúbicos mensuales, de los cuales el 91% corresponde a perdidas por deficiencia de la micromedición.

16. Finamente, se midió del Índice de agua no contabilizada compara con el año 2012 y se obtuvo un aumento del 0.93% que se atribuye a la gestion de las pérdidas comerciales realizadas. Se espera y como meta al finalizar el año 2014 llegar a un índice de agua no contabilizada de un 20% ya que actualmente se estan realizando los cambios de los medidores de Bucarica y la metodologia por los avances en el registri del consumo en el distrito de Bucarica han iniciado en el distrito de Café Madrid.

RECOMENDACIONES

1. En relación con el diagnóstico y caracterización de acometidas se tienen las siguientes observaciones:
2. El Diagnóstico de acometidas no consideró la caracterización y diagnóstico a los medidores, por lo que se realizó en actividad complementaria razón por la cual solo ha avanzado en un 68%, con datos parciales solo sobre el número del medidor.
3. El Diagnóstico de acometidas tampoco prevé el levantamiento de información en relación con fraudes, luego se requiere que la UAF implemente las acciones para su identificación en el sector.
4. El formato de Diagnóstico de acometidas incluye la captura de información básica en el terreno como datos telefónicos, celulares, email y número de personas que habitan el predio. Esta información aunque se captura no tiene ningún procesamiento luego es información que se está desaprovechando. Al respecto se requiere que los procesos de ATD y Medidores establezca un procedimiento para garantizar el tratamiento de estos datos y su retroalimentación hacia el sistema de información.

Igualmente y para futuros contratos de diagnósticos, se recomienda que se incluya en los pliegos que el contratista debe entregar la información tanto en medios físicos que son las ordenes como en medio magnético en un CD, con información tabulada en un archivo Excel que la empresa debe definir. El CD haría parte de los entregables de la actividad y soporte de los pagos a realizar, mediante entregas parciales y/o totales según la necesidad del proceso. Lo anterior facilitará el análisis, el procesamiento de los datos, la toma de decisiones y los procesos de actualización de información básica, que hoy día por limitantes de recursos ha

generado demoras en el análisis de información, toma de decisiones y no ha generado ninguna retroalimentación de información hacia el SII++.

5. La información residente en el sistema de información relacionada con catastro de medidores no es completa y tampoco corresponde a la realidad.

6. El campo serie no está estandarizado y tampoco está correctamente diligenciado en todos los casos. **Requiere actualización.**

7. Existen medidores identificados con diámetros de 3/8" y 5/8", diámetros que hoy día no se utilizan en medidores, por lo que requieren reposición

8. En terreno existe medidores clase A que no se encuentran identificados como tal en el sistema. Por lo tanto la caracterización en relación con clase metrologica es irreal. **Requiere actualización**

9. El campo diámetro se está utilizando con doble finalidad: Identificar el diámetro de la acometida y la clase metrologica.

10. No existe en el sistema campo para identificar la clase metrologica de un medidor. Esta información es relevante para efectos de caracterización, estudios de error de medición así como toma de decisiones en relación con la clase metrologica.

11. El error de medición calculado lleva implícita incertidumbre asociada al perfil del consumo y la clase metrologica, dado que el amb S.A. E.S.P. no ha realizado estudios de perfiles de consumo. A futuro y con el fin de conocer el impacto de los errores de medición en la facturación, se requiere conocer con precisión las curvas de consumo.

12. Cabe precisar que las pérdidas de micromedición aplicadas son del 11.22%, con la salvedad que corresponden a un dato estimado y ajustado a una curva de consumo calculada para el acueducto de Bogotá. El ajuste real requiere la realización de los perfiles de consumo en el amb S.A. E.S.P.

13. En otras palabras, el error de medición del 11.22% corresponde a elevar levemente el consumo promedio por suscriptor, situación que solo se podrá verificar una vez realizadas las actividades de reposición de medidores y control efectivos sobre las novedades encontradas con cada periodo de facturación.

BIBLIOGRAFIA

ACUEDUCTO METROPOLITANO DE BUCARAMANGA S.A. E.S.P.

_____. Gerencia de Operaciones.

_____. Informe de Sustentabilidad. Gestión 2012.

_____. Informe de Sustentabilidad. Gestión 2013.

ARISON GROUP. 2010. [Disponible en]: <http://www.miya-water.com/es/facts-and-definitions/industry-methodology> [Consultado en]: Octubre 7 de 2014.

AWWA. Manual M36 Water Audits and Loss Control Programs. Third Edition. American Water Works Association. 2009.

BENAVIDES MUÑOZ, Holger. Seminario Internacional: Conservación de las Fuentes de Aguas. Mecanismos Financieros Para la Conservación de las Fuentes de Agua: Innovación Tecnológica y Cambio Climático. Ecuador: Universidad Católica de Loja. Diciembre 4-6 de 2013. 65 p. En: FORAGUA: Fondo Regional del Agua. [Disponible en]: <http://www.foragua.org/sites/default/files/documentos/Descargas/5%20SALA%20A%20Holger%20Benavides.pdf> [Consultado en]: Octubre 10 de 2014.

Bucaramanga, Santander, Colombia. En: Google Maps. [Disponible en]: <https://www.google.es/maps/place/Bucaramanga,+Santander,+Colombia/@7.16672,73.109185,12z/data=!3m1!4b1!4m2!3m1!1s0x8e683fda558d8aff:0xf045f9d162638e0a> [Consultado en]: Octubre 10 de 2014.

COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. Ley 142 de 1994. [Disponible en]: http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley/1994/ley_0142_1994_prr_005.html#163

COLOMBIA. Constitución Política de 1991. Título XXII. Capítulo V. Artículo 365. [Disponible en]: <http://www.banrepcultural.org/blaavirtual/derecho/constitucion-politica-de-colombia-1991/titulo-12-capitulo-5>

CRA. Resolución 315 de 2005. Por la cual se establecen las metodologías para clasificar las personas prestadoras de los servicios públicos domiciliarios de acueducto, alcantarillado y aseo de acuerdo con el nivel de riesgo. Disponible en <http://www.alcaldiadebogota.gov.co/sisjur/normas/Normal.jsp?i=15902>

CRA Resolución 632 de 2013. Proyecto de resolución por la cual se establece la metodología tarifaria para las personas prestadoras de los servicios públicos domiciliarios de acueducto y alcantarillado que tenga más de 5000 suscriptores

CRA. Ministerio de Vivienda. Documento de Trabajo Proyecto General. Nivel de pérdidas aceptables para el cálculo de los costos de prestación de los servicios públicos domiciliarios de acueducto y alcantarillado. Febrero de 2013.

GARZON, F.; THORNTON, J. Influencia de la presión en las perdidas de agua en sistemas de distribución. XXX Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental. Uruguay. Noviembre de 2006. [Disponible en]: http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/uruguay30/CO02045_Garzon_Contreras.pdf

IWA. The International Water Association. [Disponible en]: <http://www.iwahq.org/lnb/home.html>

MCKENZIE, R.S.; WEGELIN, W. Implementation of pressure management in municipal water supply systems. February, 2009.

Resolución A/RES/64/292. Asamblea General de la Naciones Unidas. Julio de 2012. [Disponible en]: http://www.un.org/spanish/waterforligedecade/human_right_to_water.shtml

ANEXOS

ANEXO A. LISTADO DE MEDIDORES DETENIDOS JULIO/2013

ANEXO B. INSTRUCTIVO I FA 701-008 INSTRUCTIVO PARA REALIZAR LA CRÍTICA DE CONSUMOS REV. 2

ANEXO C. LISTADO DE LECTURA TOMADAS RUTA BUCARICA (JULIO/2013)

ANEXO D. LISTADO DE SUSCRIPTORES CON NOTAS DE TERRENO TOMA DE LECTURAS JULIO/2013

ANEXO E. LISTADO DE SUSCRIPTORES CON NOTA DE TERRENO TOMA DE LECTURAS SEPTIEMBRE/2013

ANEXO F. FACTORES MATRIZ BALANCE DE AGUAS 2011-2012

ANEXO G. LISTADO DE PRIMER MUESTREO DE ERROR POR MEDICIÓN

ANEXO H. LISTADO DE USUARIOS QUE SE REFACTURÓ SU CONSUMO

ANEXO I. LISTADO DE USUARIOS CON REVISIONES PREVIAS PARA EL PERIODO DE CRÍTICA DE AGOSTO DE 2013

ANEXO J. LISTADO DE USUARIOS CON PROMEDIO A AGOSTO DE 2013

ANEXO K. LISTADO DE USUARIOS CON COBRO PROMEDIO DURANTE 2 O MÁS CICLOS CONSECUTIVOS

ANEXO L. LISTADO DE SUSCRIPTORES QUE SE LES COBRO PROMEDIO POR MEDIDOR DETENIDO Y NO SE ENCONTRABAN REPORTADOS POR LA EMPRESA

ANEXO M. LISTADO DE MOTIVOS Y NOVEDADES DE COBRO PROMEDIO POR NO SE PUEDE REVISAR EN AGOSTO 2013

ANEXO N. LISTADO DE NOVEDADES CON LOS MEDIDORES QUE SE ENCONTRABAN EN PRUEBA EN AGOSTO DE 2013

ANEXO O. LISTADO DE MEDIDORES DETENIDO A AGOSTO 2013

ANEXO P. LISTADO DE NOVEDADES CON LOS MEDIDORES DETENIDOS A AGOSTO 2013

ANEXO Q. LISTADO DE POSIBLES MEDIDORES A CAMBIAR SEGÚN ANÁLISIS MULTIVARIADO

ANEXO R. MEDIDORES QUE HAN SIDO CAMBIADOS DESDE JULIO 2013 HASTA MARZO DE 2014

ANEXO S. LISTADO DE NUEVA BASE DE DATOS DE DISTRITO BUCARICA