

INFLUENCIA EN EL CONSUMO DE LOS USUARIOS BAJO DIFERENTES
ESTADOS DE PRESIÓN SIMULADOS MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE
VÁLVULAS REGULADORAS
(DISTRITO a.m.b S.A E.S.P)

JENNIFER PAOLA PINZÓN GRIMALDOS

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA

2012

INFLUENCIA EN EL CONSUMO DE LOS USUARIOS BAJO DIFERENTES
ESTADOS DE PRESIÓN SIMULADOS MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE
VÁLVULAS REGULADORAS
(DISTRITO ESTADIO a.m.b S.A E.S.P)

JENNIFER PAOLA PINZÓN GRIMALDOS

Trabajo de Grado modalidad investigación para optar al título de
Ingeniera Civil

Director:
LUÍS FERNANDO CASTAÑEDA GALVIS
Ingeniero Civil, M.sc.

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA

2012

Jennifer Paola Pinzón Grimaldos

A Dios por ser el motivo de mi vida y hacer realidad mis sueños, a mi madre Gloria Elsa Pinzón, quien ha estado pendiente de mi toda su vida y siempre ha inspirado a que yo obtenga este logro.

A mi familia, A mis Tíos y Tías, a mis primos y primas, por permitirme compartir este triunfo con ellos que han estado presentes en todos los instantes de mi carrera.

A mis amigos, aquellos siempre han estado ahí.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por iluminar mi vida y por estar delante de mí en todos mis anhelos, sueños y metas que me he propuesto, porque sin él nada soy, nada tengo.

A mi familia por ser un apoyo en los momentos difíciles e importantes de las grandiosas oportunidades que Dios me ha brindado.

A mis amigos por estar pendientes, por brindarme su ayuda incondicional y hacer mis días más felices y encontrar.

Al profesor Luis Fernando Castañeda, por ser mi Director de proyecto, por la paciencia, por la dedicación, por todas las cosas que aprendí de él, por su compromiso con el proyecto.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	16
1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	17
2.1 OBJETIVO GENERAL	18
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	18
3. MARCO REFERENCIAL	19
3.1 INFORMACIÓN DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN.....	19
3.1.1 LOCALIZACIÓN DEL DISTRITO.....	19
3.1.1.1 SUBSECTORES.....	19
3.1.2 CATASTRO DE LA RED.....	20
3.1.2.1 USO LEGAL.....	20
3.1.2.2 ESTRATO LEGAL	21
3.1.2.3 RUGOSIDADES DE LOS MATERIALES.....	21
3.1.2.4 MATERIALES	22
3.1.2.5 DIÁMETRO	23
3.1.2.6 VÁLVULAS REGULADORAS DE PRESIÓN	30
3.1.2.7 USUARIOS POR ESTRATO Y POR USO.....	31
4. ÍNDICE DE AGUA NO CONTABILIZADA (IANC)	34
4.1 CLASIFICACIÓN DE LAS PÉRDIDAS	34
4.1.1 PÉRDIDAS TÉCNICAS.....	35
4.1.2 PÉRDIDAS COMERCIALES.....	36
4.2RAZONES PARA DISMINUIR EL IANC	36
4.3ASPECTOS DE LAS FUGAS	37
4.4FACTORES QUE AFECTAN LAS FUGAS.....	38
4.4.1 PRESIÓN.....	38
4.4.2 MOVIMIENTO DEL SUELO.....	38
4.4.3 CONDICIÓN DE LA TUBERÍA.....	38
4.4.4 BAJA CALIDAD DE LOS MATERIALES.....	39

4.4.5 CARACTERÍSTICAS DEL SUELO	39
4.4.6 CARGA DE TRÁFICO.....	39
4.4.7 EDAD.....	39
5. CALIBRACIÓN.....	40
5.1EPANET 2.0.....	40
5.2 ECUACIONES BÁSICAS UTILIZADAS EN EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN	41
5.2.1 ECUACIÓN DE RESISTENCIA DARCY-WEISBACH	42
5.2.2 ECUACIÓN DE COLEBROOK-WHITE.....	43
5.2.3 ECUACIÓN NÚMERO DE REYNOLDS.....	43
5.2.4 ECUACIÓN DE PÉRDIDAS MENORES.....	44
5.3ESQUEMA DE PRESIONES	45
6. METODOLOGÍA GENERAL PARA EL ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN DE SUSCRIPTORES.....	47
6.1 ANÁLISIS DE LA TOPOLOGÍA	49
6.1.1 NECESIDADES DE LA INFORMACIÓN DE TOPOLOGÍA.....	49
6.2 METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN DE SUSCRIPTORES.....	50
6.2.1BASE DE DATOS DE FACTURACIÓN	50
6.2.2CENSO DE SUSCRIPTORES SECTOR DE ESTUDIO	51
6.2.3IDENTIFICACIÓN DE SUSCRIPTORES EN EL SECTOR DE ESTUDIO....	51
6.3IDENTIFICACIÓN DE SUSCRIPTORES SEGÚN EL CICLO DE FACTURACIÓN.....	52
6.3.1 SUSCRIPTORES CON CICLO DE FACTURACIÓN NORMAL.....	52
6.3.2 SUSCRIPTORES CON CICLO DE FACTURACIÓN INSTITUCIONAL	52
6.3.3 GRANDES CONSUMIDORES.....	52
6.3.4 SUSCRIPTORES SIN CICLO DE FACTURACIÓN	53
6.4 METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN DE CONSUMOS.....	53
6.4.1 BASE DE DATOS DEL DISTRITO ESTADIO.....	53

6.4.2 VERIFICACIÓN DE LOS CONSUMOS DE LAS 6 ÚLTIMAS VIGENCIAS..	53
6.4.3 VERIFICACIÓN DE SUSCRIPTORES CON CONSUMO CERO (0)	53
6.5 CÓDIGOS DE OBSERVACIONES	54
7. ANÁLISIS DISTRITO ESTADIO	55
7.1 ANÁLISIS DE CONSUMO DISTRITO ESTADIO.....	61
7.2 CÁLCULO DE ÍNDICE DE AGUA NO CONTABILIZADA	62
7.3 CONTROL DE PÉRDIDAS	66
7.4 CONTROL DEL AGUA NO CONTABILIZADA.....	67
7.4.1 CONSUMOS OPERACIONALES	67
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	69
BIBLIOGRAFÍA.....	71
ANEXOS.....	72

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Uso Legal Utilizado A.M.B S.A E.S.P	20
Tabla 2. estrato legal utilizado a.m.b s.a e.s.p	21
Tabla3: rugosidades de los materiales de la tubería	21
Tabla4. materiales presentes en la longitud de la red de distribución	22
Tabla 5: diámetros presentes de ac en la red de distribución	23
Tabla 6: diámetros presentes de ap en la red de distribución	24
Tabla 7: diámetros presentes de hd en la red de distribución	25
Tabla 8: Diámetros Presentes De Hf En La Red De Distribución	26
Tabla 9: diámetros presentes de hg en la red de distribución	27
Tabla 10: diámetros presentes de polietileno en la red de distribución	28
Tabla 11: diámetros presentes de polietileno en la red de distribución	29
Tabla 12: válvulas reguladoras de presión del distrito estadio	31
Tabla 13: cantidad de usuarios según su uso.	31
Tabla 14: cantidad de usuarios según su estrato.	32
Tabla 15: clasificación de los flujos según el número de reynolds	44
Tabla 16:características del consumo de 2011	61
Tabla17: caudales de salida, volumen de plata y del modelo.	66

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: subsectores del Distrito Estadio	19
Figura 2: distribución porcentual de los materiales de la red	22
Figura 3: cantidad de tuberías de ac en la red de distribución según el diámetro	24
Figura 4: cantidad de tuberías de ap en la red de distribución según el diámetro	25
Figura 5: cantidad de tuberías de hd en la red de distribución según el diámetro	26
Figura 6: cantidad de tuberías de hf en la red de distribución según el diámetro	27
Figura 7: cantidad de tuberías de hg en la red de distribución según el diámetro	28
Figura 8: cantidad de tuberías de polietileno en la red de distribución según el diámetro	29
Figura 9: cantidad de tuberías de pvc en la red de distribución según el diámetro	30
Figura 10: cantidad de usuarios clasificados por uso	32
Figura 11: cantidad de usuarios clasificados por estrato	33
Figura 12: interfaz gráfica del distrito estadio en epanet 2.0	41
Figura 13: pérdida por fricción (h_f) debida al desplazamiento de una masa de fluido a través de una longitud (l).	42
Figura 14: base de datos siidar	51
Figura 15: subsectores distrito estadio	55
Figura 16: usuarios subsector transición	56
Figura 17: usuarios subsector santander	56
Figura 18: usuarios subsector san rafael	57
Figura 19: usuarios subsector la independencia	57
Figura 20: usuarios subsector gaitán	58
Figura 22: usuarios subsector estadio	59
Figura 23: usuarios subsector comuneros	59
Figura 24: usuarios subsector bosque norte bajo	60
Figura 26: características del consumo distrito estadio año 2011	62

Figura 27: modelo distrito estadio y subsectores	63
Figura 28:caudal de salida del distrito estadio	64

LISTA DE ANEXOS

Anexo A: Gráficas Consumo-Usuarios Distrito Estadio	72
Anexo B: Gráficas Uso- Consumo Usuarios	76
Anexo C: Gráficas Estrato- Consumo Usuario	84
Anexo D: Gráficas Suscriptores-Consumo Usuario	92
Anexo E: Válvulas Reguladoras Distrito Estadio	94
Anexo F: Gráficas Subsectores	98
Anexo G: Gráficas Sectores	105

RESUMEN

TÍTULO: INFLUENCIA EN EL CONSUMO DE LOS USUARIOS BAJO DIFERENTES ESTADOS DE PRESIÓN SIMULADOS MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE VÁLVULAS REGULADORAS*

AUTORES: PINZÓN Grimaldos Jennifer Paola **

PALABRAS CLAVE: Índice De Agua No Contabilizada (IANC), Redes de Distribución, Válvulas Reguladoras de Presión, Epanet, Calibra.

DESCRIPCIÓN

Una metodología que establece cual debe ser la presión óptima de entrada para cada sector o subsector de la red de distribución, permite un manejo eficiente y una correcta planeación de los costos de operación de la red. Esto significa reducir la cantidad de agua no contabilizada, reducir el número de estallidos de tuberías, aumentar la vida útil de las tuberías ya que están sometidas a menores presiones, identificar en forma fácil y rápida zonas con problemas comerciales, ubicar especialmente suscriptores con consumo cero (0), ubicar zonas con pérdidas técnicas altas con el fin de localizar fugas y conexiones clandestinas.

Los ingresos máximos se obtienen cuando se encuentra un nivel de presión en el sector que minimice las pérdidas técnicas de agua, causadas por fugas no detectables, estallidos y conexiones clandestinas, a la vez que minimiza los efectos de disminución sobre el agua facturada, dentro de las restricciones de presiones máximas y mínimas impuestas por la normatividad nacional del sector agua potable y saneamiento básico.

Una presión alta aumenta los caudales a través de las fugas no detectables y aumenta el número de estallidos y daños visibles, pero en principio permite una mayor facturación de agua. Una presión baja hace lo contrario. Sin embargo, el efecto de la presión sobre la cantidad de agua facturada no es igual, en magnitud, que sobre los otros fenómenos.

* Proyecto de Grado.

** Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas, Escuela de Ingeniería Civil UIS. Director: CASTAÑEDA Galvis Luís Fernando

ABSTRACT

TITLE: INFLUENCE ON THE CONSUMPTION OF USERS UNDER DIFFERENT STATES OF PRESSURE SIMULATED BY THE INSTALLATION OF CONTROLLED VALVES*

AUTHOR:

PINZÓN Grimaldos, Jennifer Paola

KEYWORDS:

Index of Unaccounted Water, Networks of Distribution, Pressure of Reduced Valves, Epanet, Calibra and Arcview.

DESCRIPTION

A methodology that establish optimum water head pressure at the entrance of each hydraulic sector of the potable water distribution system, allow an efficient management and a fine asset cost operation of the network subsector of the distribution network. This means reducing the amount of unaccounted for water, reduces the number of burst of pipes, increase the lifespan of the pipes as they are under less pressure, identify areas quickly and easily with commercial problems, especially to locate subscribers with zero consumption (0), to locate areas with high technical losses in order to locate leaks and illegal connections.

The maximum income is obtained when a pressure level in the sector minimizes technical losses of water, caused by undetectable leaks, bursts and illegal connections, while minimizing the effects of decreased water billed within constraints of maximum and minimum pressures imposed by the national regulation of drinking water and basic sanitation.

High pressure increases the flow rates through the undetected leaks and increases the number of bursts and visible damage, in principle it allows a higher water bill. A low pressure does the opposite. However, the effect of pressure on the billed amount of water is not equal in magnitude, on the other phenomena

* Draft Grade.

Physicomechanical ** Faculty of Engineering, School of Civil Engineering UIS. Director: CASTAÑEDA Galvis Luis Fernando

INTRODUCCIÓN

Uno de los problemas más importantes en el estudio de redes de distribución de agua potable es la determinación del caudal de fugas. Este es uno de los temas de mayor importancia en el momento de determinar la eficiencia y calidad del servicio prestado por el a.m.b S.A E.S.P. Además, el poder establecer las causas por las cuales se originan las pérdidas de agua, como por ejemplo los producidos por asentamientos, errores de instalación, la masiva utilización de cargas considerables encima de la tubería, conexiones fraudulentas, exceso de presiones, entre otros.

Debido a esto, y teniendo en cuenta la importancia del control sobre la operación a nivel mundial, las empresas del sector de agua potable han aumentado notablemente su interés en el control de agua no facturada manejando una serie de indicadores que permite medir, evaluar y controlar periódicamente los resultados de su operación. Dentro de estos se encuentra el porcentaje de Agua no Contabilizada (IANC), el cual relaciona el volumen total de agua potable producido por la entidad con el volumen de agua facturado. La diferencia entre estos dos valores evidencia las pérdidas del acueducto en el ejercicio de su operación.

En términos generales, el objetivo de este proyecto se centra en una metodología que consiste en la recopilación de datos de facturación que muestran el consumo de los usuarios basado en criterios socioeconómicos y topológicos. La tesis consiste en el análisis de los consumos de los usuarios y la cantidad de usuarios que existen en el Distrito Estadio; cómo el consumo de los usuarios ha variado en los últimos 5 años y observar si el IANC ha disminuido en relación con la implementación de válvulas reguladoras.

1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

En Latinoamérica se presenta el mayor porcentaje de Agua no Contabilizada, por lo tanto al reducir éste, se presentaría un ahorro sustancial de dinero que se utilizaría en otras obras de infraestructura.¹

La razón para desarrollar una metodología de optimización como ésta se debe a que es necesario definir una presión a la entrada de cada sector, disminuyendo las pérdidas de agua en la red de distribución y maximizando los ingresos para la empresa prestadora del servicio. Los ingresos máximos se obtienen cuando se encuentra un nivel de presión en el sector que minimice las pérdidas técnicas de agua, causadas por fugas no detectables, estallidos y conexiones clandestinas, a la vez que minimiza los efectos de la reducción de agua no contabilizada en el consumo.

Una de las alternativas utilizadas para dar solución a los problemas mencionados, es el plano óptimo de presiones, el cual se utiliza para controlar la presión de suministro de redes, con el propósito de disminuir las fugas presentes, reducir los estallidos y disminuir los costos del agua pérdida (no contabilizada), teniendo en cuenta que el caudal de fuga es función de la presión y que si se disminuye la presión también los estallidos.

¹Aspectos Técnicos del índice de agua no contabilizada en Colombia. Universidad de los Andes. Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental. Diciembre de 2003. Oscar Andrés Benavides.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Verificar si la demanda de los usuarios disminuye con las Válvulas Reguladoras de Presión (VRP) que se encuentran instaladas en el periodo de Enero de 2007 a Diciembre de 2011 y determinar el Índice de Agua no Contabilizada para el régimen de presión actual en el Distrito Estadio del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A E.S.P.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Establecer si existe un efecto de la disminución en el consumo de los usuarios por subsectores.
- Estimar el Índice de Agua no Contabilizada para el Distrito Estadio en el régimen de presión actual.

3. MARCO REFERENCIAL

3.1 INFORMACIÓN DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN

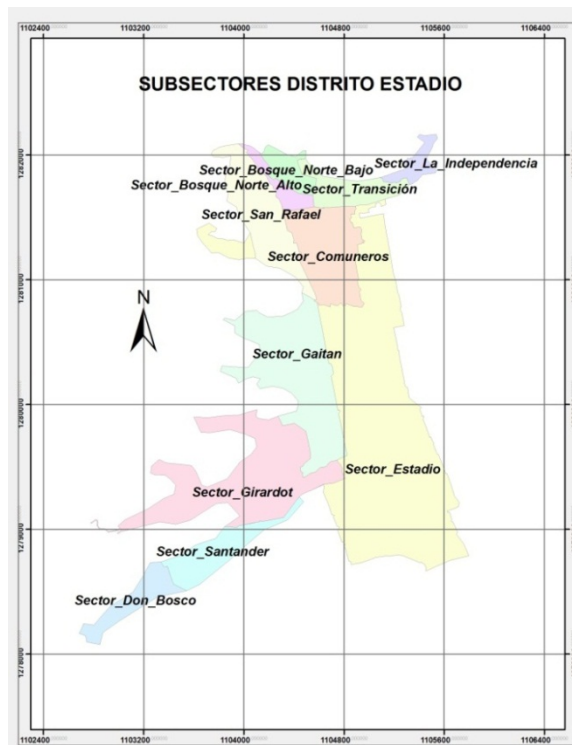
3.1.1 Localización del Distrito.

La zona utilizada como sector de estudio correspondió al Distrito Estadio que hace parte del municipio de Bucaramanga y el cual está conformado por 51 barrios, que hacen parte del Distrito Estadio y sus respectivos subsectores.

3.1.1.1 Subsectores

Están conformados por: Transición, Santander, San Rafael; La independencia, Girardot, Gaitán, Don Bosco, Estadio (pequeña parte), Comuneros, Bosque Norte Bajo y Bosque Norte Alto.

Figura 1: subsectores del distrito estadio



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

3.1.2 Catastro de la red.

Se seleccionó el distrito Estadio por contener la mayoría de los datos, siendo uno de los distritos más grandes de la ciudad de Bucaramanga y uno de los que más heterogeneidad presenta en cuanto a la composición de materiales de tuberías y usos de suelo.

A diferencia del Distrito Estadio, la zona de los subsectores se caracteriza por tener una topología quebrada con gran número de cerros y colinas, por lo cual se determino no tomar en cuenta para la calibración del modelo.

A continuación se muestran en la Tabla 1, Tabla 2 y Tabla 3, los códigos utilizados por el a.m.b S.A E.S.P en la red de distribución del Distrito Estadio uso legal, estrato legal, rugosidades de los materiales respectivamente.

3.1.2.1 Uso legal

Tabla 1: uso legal utilizado a.m.b s.a e.s.p

Código	Nombre
1	Residencial
2	Comercial
3	Industrial
4	Oficial
5	Especial
C	Control
H	Temporal
M	Multiusuario
P	Pila Pública

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

3.1.2.2 Estrato legal

Tabla 2. Estrato legal utilizado a.m.b s.a e.s.p

Código	Nombre
1	Estrato 1
2	Estrato 2
3	Estrato 3
4	Estrato 4
7	Menor a 5/8"
8	3/4"
9	1"
A	Mayor a 1"
F	Categoría 1
R	Medidor Control

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

3.1.2.3 Rugosidades de los materiales

tabla3: rugosidades de los materiales de la tubería

Material	Rugosidad
AC	0,03
AP	0,3
HD	0,25
HF	0,26
HG	0,15
Polietileno	0,1
PVC	0,0015

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

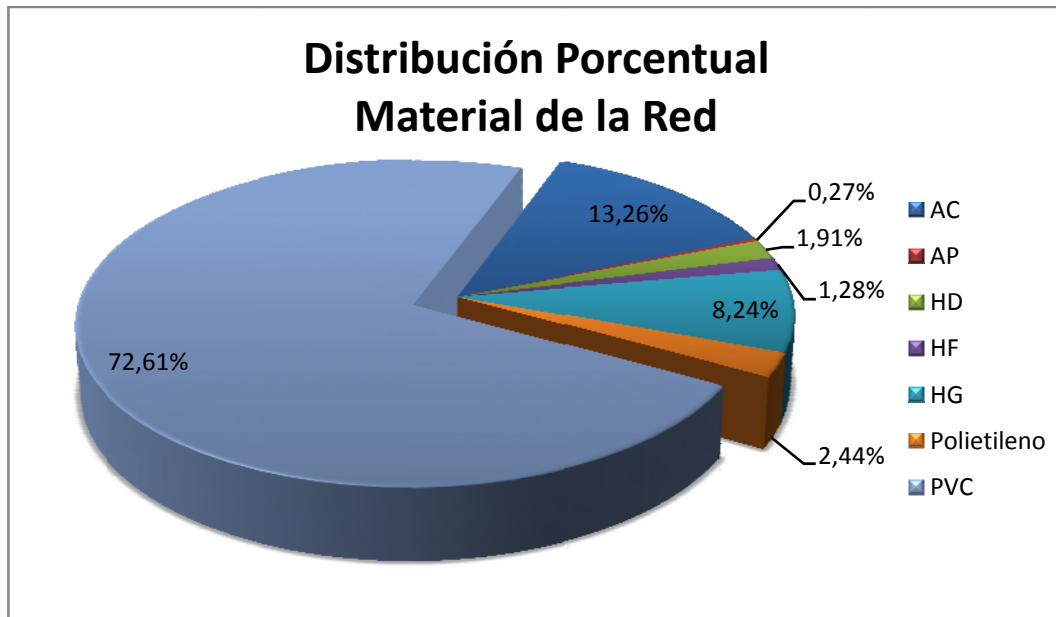
3.1.2.4 Materiales

tabla4. materiales presentes en la longitud de la red de distribución

Tipo de Tubería	Rugosidad	Cantidad	% Porcentaje
AC	0,03	695	13,26%
AP	0,3	14	0,27%
HD	0,25	100	1,91%
HF	0,26	67	1,28%
HG	0,15	432	8,24%
Polietileno	0,1	128	2,44%
PVC	0,0015	3806	72,61%

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

Figura 2: distribución porcentual de los materiales de la red



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

3.1.2.5 Diámetro

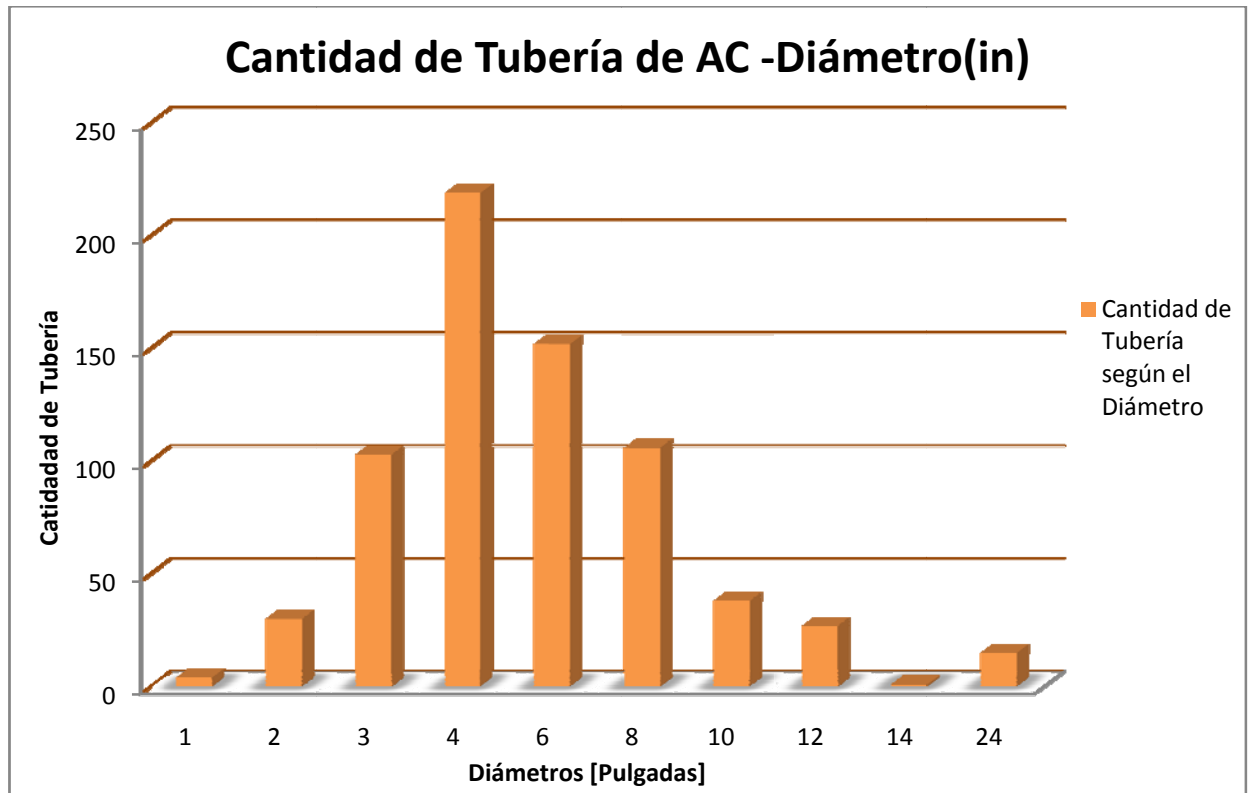
Tubería Asbesto Cemento

Tabla 5: diámetros presentes de ac en la red de distribución

Tubería	
Asbesto Cemento (AC)	
Diámetro	Cantidad
1	4
2	30
3	103
4	219
6	152
8	106
10	38
12	27
14	1
24	15

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

Figura 3: cantidad de tuberías de Ac en la red de distribución según el diámetro



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

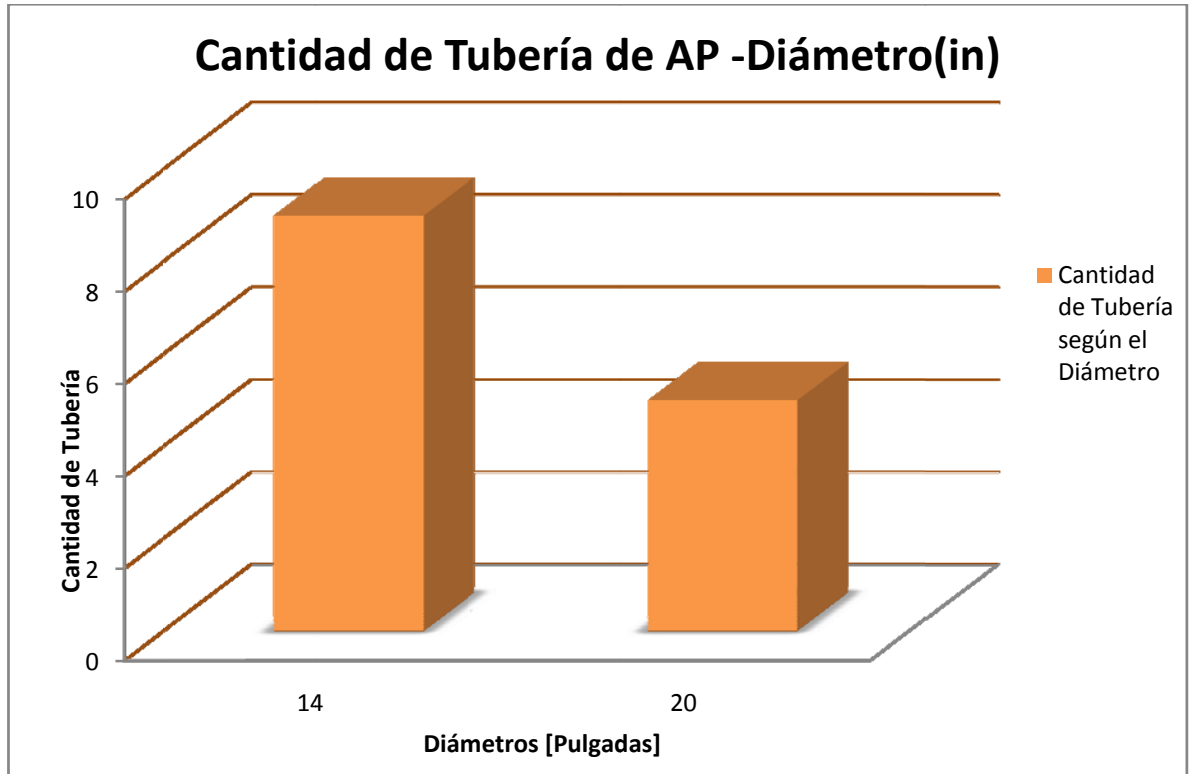
Tubería AP

Tabla 6: diámetros presentes de ap en la red de distribución

Tubería (AP)	
Diámetro	Cantidad
14	9
20	5

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

Figura 4: cantidad de tuberías de AP en la red de distribución según el diámetro



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

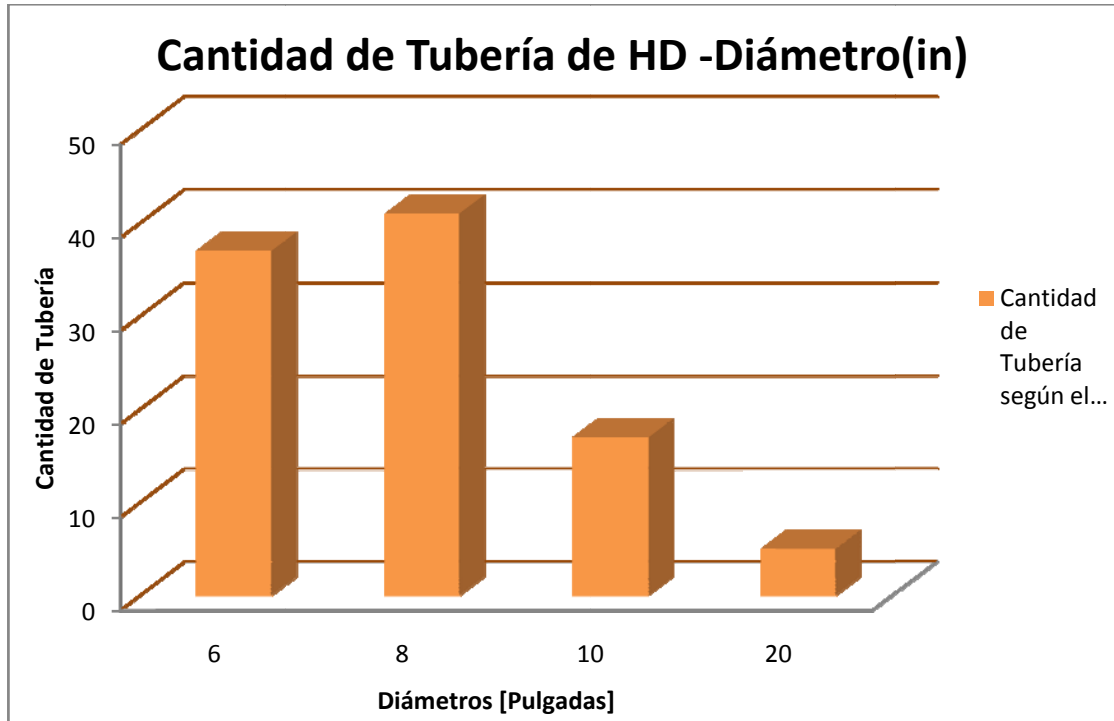
Tubería Hierro Dúctil

Tabla 7: diámetros presentes de hd en la red de distribución

Tubería	
Hierro Dúctil (HD)	
Diámetro	Cantidad
6	37
8	41
10	17
20	5

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

Figura 5: cantidad de tuberías de hd en la red de distribución según el diámetro



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

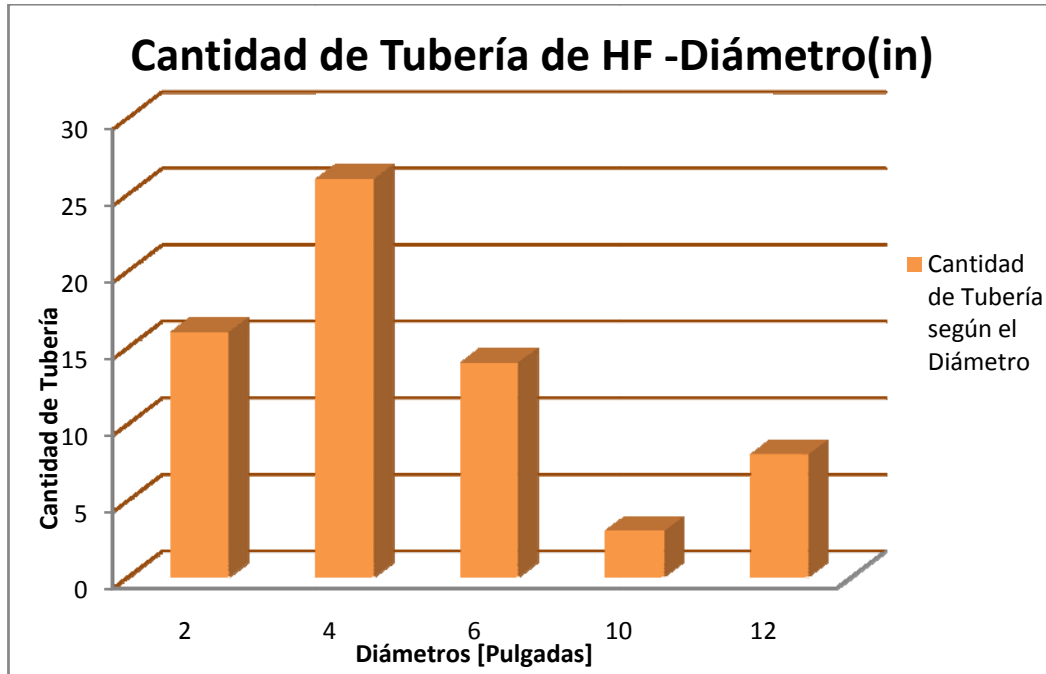
Tubería Hierro Forjado

Tabla 8: diámetros presentes de hf en la red de distribución

Tubería Hierro Forjado (HF)	
Diámetro	Cantidad
2	16
4	26
6	14
10	3
12	8

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

Figura 6: cantidad de tuberías de HF en la red de distribución según el diámetro



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

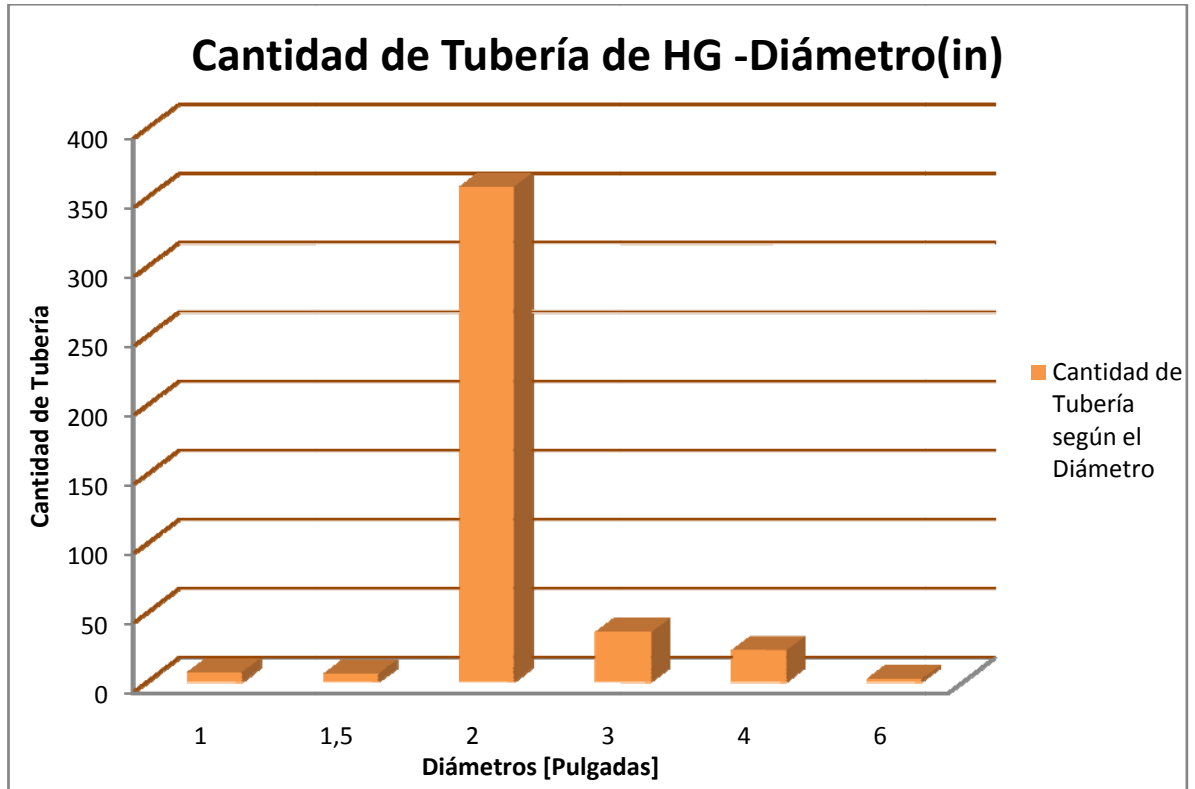
Tubería Hierro Galvanizado

Tabla 9: diámetros presentes de hg en la red de distribución

Tubería Hierro Galvanizado (HG)	
Diámetro	Cantidad
1	7
1,5	6
2	358
3	36
4	23
6	2

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

Figura 7: cantidad de tuberías de hg en la red de distribución según el diámetro



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

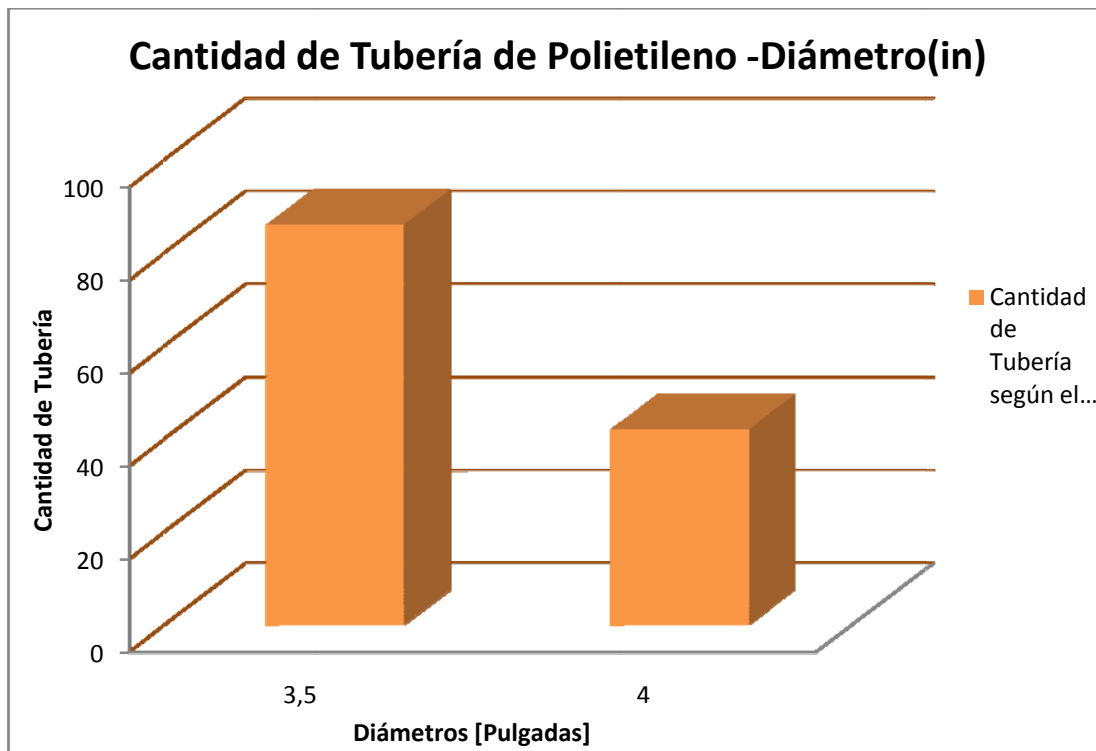
Tubería de Polietileno

Tabla 10: diámetros presentes de polietileno en la red de distribución

Tubería Polietileno	
Diámetro	Cantidad
3,5	86
4	42

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

Figura 8: cantidad de tuberías de polietileno en la red de distribución según el diámetro



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

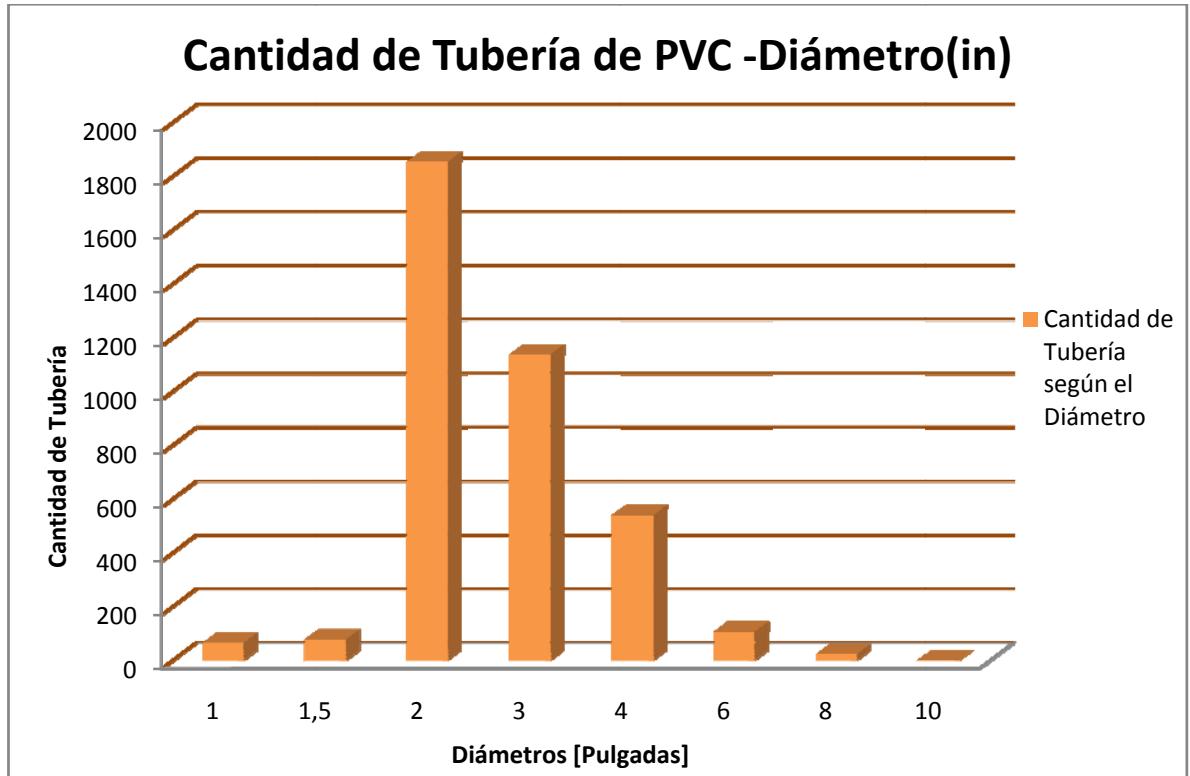
Tubería de PVC

Tabla 11: diámetros presentes de polietileno en la red de distribución

Tubería PVC	
Diámetro	Cantidad
1	65
1,5	78
2	1854
3	1138
4	540
6	107
8	23
10	1

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

Figura 9: cantidad de tuberías de pvc en la red de distribución según el diámetro



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

3.1.2.6 Válvulas Regulatoras de Presión

En la **Tabla 12** se presenta un resumen de las estaciones reguladoras de presión instaladas actualmente en el Distrito Estadio.

Tabla 12: válvulas reguladoras de presión del distrito estadio

Válvula Nombre	Ubicación	Diámetro	Material	Fecha Inst
V_Reg_Presión	LA INDEPENDENCIA	3	HD	01-ene- 95
V_Reg_Presión	GIRARDOT	3	HD	01-ene- 99
V_Reg_Presión	SAN RAFAEL	3	HD	01-ene- 05
V_Reg_Presión	COMUNEROS	6	HD	01-ene- 05
V_Reg_Presión	GRANADA	6	HD	01-ene- 05
V_Reg_Presión	CENTRO	8	HD	01-ene- 05
V_Reg_Presión	TRANSICION	4	HD	01-ene- 10
V_Reg_Presión	SANTANDER	3	HD	01-jun-11
V_Reg_Presión	BOSQUE NORTE	3	HD	10-jun-11
V_Reg_Presión	U.I.S.	8	HD	
V_Reg_Presión	REGADERO NORTE	8	HF	

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

3.1.2.7 Usuarios por estrato y por uso

Tabla 13: cantidad de usuarios según su uso.

Distrito	Uso	# Usuarios
Estadio	1	19095
Estadio	2	7126
Estadio	3	152
Estadio	5	54
Estadio	4	181
Estadio	H	103
Estadio	P	24
Estadio	C	226
Estadio	M	20
	Total	26982

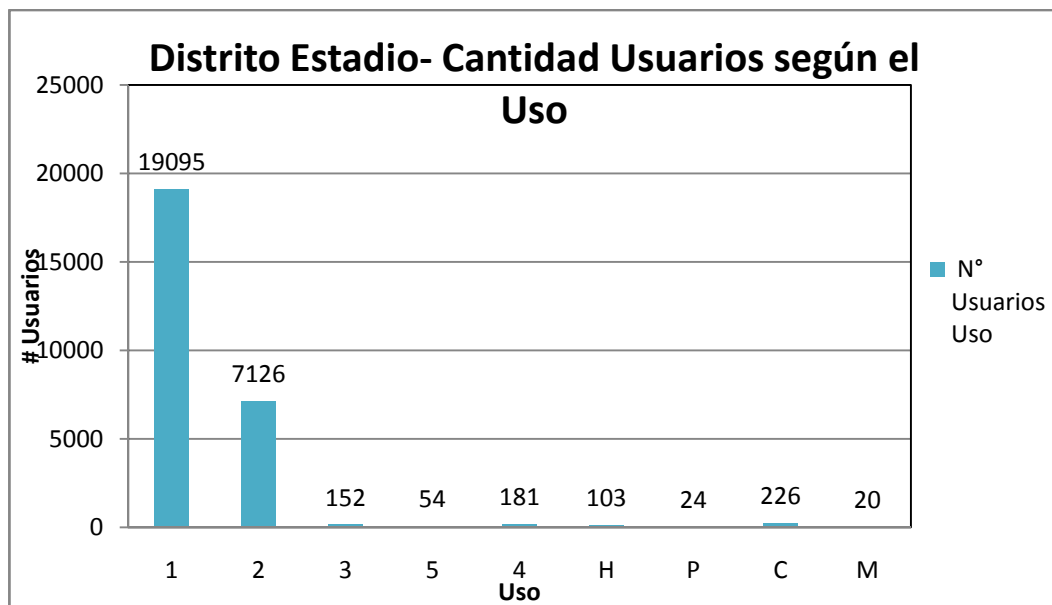
Fuente: Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A E.S.P.

Tabla 14: cantidad de usuarios según su estrato.

Distrito	Estrato	# Usuarios
Estadio	1	3043
Estadio	7	7396
Estadio	2	5379
Estadio	F	15
Estadio	9	94
Estadio	8	154
Estadio	A	31
Estadio	3	10572
Estadio	4	297
Estadio	R	1
	Total	26982

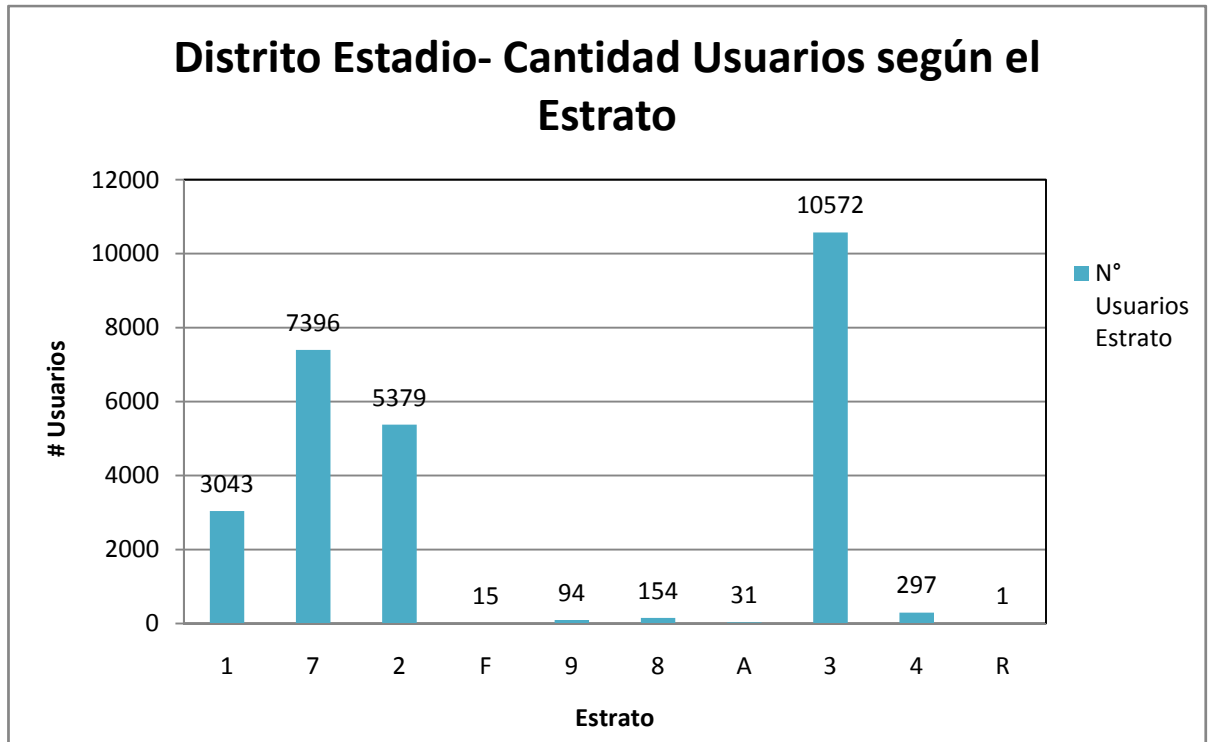
Fuente: Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A E.S.P.

Figura 10: cantidad de usuarios clasificados por uso



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

Figura 11: cantidad de usuarios clasificados por estrato.



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

4. ÍNDICE DE AGUA NO CONTABILIZADA (IANC)

El agua no contabilizada (ANC) es toda aquella que habiendo sido producida en la planta de tratamiento no es comercializada. Se cuantifica como la diferencia entre el agua potabilizada y el agua facturada.

$$ANC = AP - AF$$

Ecuación 1: Agua no contabilizada

Donde,

ANC: Volumen de agua no contabilizada

AP: Volumen de agua producida.

AF: Volumen de agua facturada.

El índice de agua no contabilizada se expresa como una fracción del agua producida.

$$IANC = \frac{AP - AF}{AF} * 100\%$$

Ecuación 2: Índice de Agua no Contabilizada

4.1 CLASIFICACIÓN DE LAS PÉRDIDAS

Para efectos prácticos se considera que el IANC se pierde de dos formas

- Pérdidas Comerciales
- Pérdidas Técnicas

4.1.1 Pérdidas técnicas

Las pérdidas técnicas o por fugas son el volumen de agua que se encuentra dentro de las redes de distribución de agua pero que no llega a ser consumida por los usuarios ya sea porque se filtra a la superficie desde los tanques de almacenamiento o directamente desde las redes de conducción o distribución.

- Rebores de los tanques, tanto urbanos como rurales.
- Fugas en las redes, consumo de agua en operaciones de desinfección de redes y en tanques.
- Mal funcionamiento de válvulas e hidrantes.

Las principales causas de fugas en las redes pueden ser:

- Desgaste del material de las tuberías por el tipo de suelo que las rodea (ácidos orgánicos, llenos con basuras, arcillas, suelos limosos, etc.)
- Asentamientos del terreno que hacen que las tuberías se rompan.
- Movimientos sísmicos.
- Calidad de los materiales utilizados en las redes (tuberías, uniones, codos y en general todos los accesorios incluyendo válvulas e hidrantes).
- Mala operación del sistema, causando sobre-presiones o sub-presiones en un rango superior o inferior al de diseño.
- Desinfección de las redes y tanques de almacenamiento.
- Consumos en operaciones de lavado de tuberías y en tanques de almacenamiento.

Las pérdidas técnicas son aquellas presentes en la estructura de producción y conducción del agua (25% de las pérdidas totales).

4.1.2 Pérdidas Comerciales

Estas se refieren al agua que es consumida pero que no es registrada y por lo tanto no es facturada, o sea, el agua no contabilizada más el agua utilizada en el proceso de potabilización.

Las comerciales son aquellas relacionadas con el funcionamiento de la empresa como la no detección de conexiones ilegales, deficiencia en la medición y usuarios no facturados (aproximadamente el 75% de las pérdidas totales). A pesar de que las deficiencias en los medidores requieren de una solución técnica, estas pérdidas se consideran comerciales.

En Colombia, el índice de agua no contabilizada promedio en las entidades prestadoras del servicio es excesivamente alto y se constituye en la mayor dificultad para que los sistemas puedan operar en condiciones técnicas y de equilibrio financiero suministrando agua a una mayor cantidad de población.

4.2 RAZONES PARA DISMINUIR EL IANC²

- **Razón Ambiental:** Representa una disminución en el volumen de agua potabilizada, lo que se traduce en una menor explotación del recurso y en el uso racional del agua.

El crecimiento continuo de la demanda de agua con un alto IANC, solo sería ambientalmente viable si el agua fuera un recurso ilimitado.

- **Razón Social:** La preocupación sobre las cifras de pérdidas en los municipios del país no es en vano; aproximadamente 860 municipios del país con menos de 12.000 habitantes, tienen pérdidas de agua superiores al 51%, mientras que en promedio las ciudades principales tienen 32% de ANC.

²Efecto de índice de agua no contabilizada en las tarifas para acueductos medianos y pequeños en Colombia. Susana Lara Mesa.

- **Razón Financiera:** Los costos de producción de agua son costos directos que se cargan en la factura de cada usuario proporcionalmente al agua que consume.

Si se reduce el Agua no Contabilizada (ANC) es claro que la cantidad de agua a producir es menor. El volumen de agua a producir se calcula con la Ecuación 3. Es evidente que entre menores sean las pérdidas de agua, menor será el volumen de agua, por lo tanto menores serán los costos de producción y consecuentemente, menores los costos directos y menor el valor de la factura. Los costos involucrados son: captación, transporte, tratamiento, almacenamiento y distribución, los cuales dependen del volumen de agua producido.

$$AP = \frac{AF}{P}$$

Ecuación 3: Cantidad de agua a producir

AP: Volumen de agua a producir.

AF: Volumen de agua facturado.

P: Volumen agua pérdida en el sistema.

4.3ASPECTOS DE LAS FUGAS

Las fugas pueden ser de dos tipos:

- **Fugas Subterráneas:** son fugas indetectables. Cantidades pequeñas pero de larga duración.
- **Fugas Detectables:** se pueden localizar y reparar. Estas fugas representan grandes cantidades de pérdidas de agua pero normalmente de poca duración para las fugas que se reportan.

4.4 FACTORES QUE AFECTAN LAS FUGAS³

Los factores que afectan las fugas son los siguientes:

4.4.1 Presión

La presión incide de diferentes formas dentro del volumen de agua perdido:

- Las pérdidas en las uniones y demás accesorios, aumenta con un aumento de presión.
- Los cambios drásticos de presión (Ej. Encendido o apagado de una bomba) causan damos en las tuberías que dan lugar a fugas.
- Los ciclos de presión pueden desgastar las tuberías.
- Altas presiones aumentan la tasa a la cual se fuga el agua por huecos o fisuras. A pesar de que se producen más fugas, cuando hay mayor presión es más fácil detectarlas.

4.4.2 Movimiento del suelo

Los movimientos del suelo pueden causar fracturas en las tuberías, movimiento de accesorios, o generar una concentración de esfuerzos localizados causando la falla de la tubería. Los movimientos pueden ser causados por cambio de humedad del terreno, de temperatura o movimientos naturales como sismos.

4.4.3 Condición de la tubería

El problema más serio lo constituye la corrosión de las tuberías, ya que no sólo reduce la sección aumentando la presión, sino que puede eventualmente romper las tuberías. También se puede presentar corrosión externa causada por los suelos dañando de la misma forma las tuberías.

³Efecto de índice de agua no contabilizada en las tarifas para acueductos medianos y pequeños en Colombia. Universidad de los Andes. Departamento de Ingeniería civil y ambiental. Mayo de 2004. Susana Lara Mesa.

4.4.4 Baja calidad de los materiales

La baja calidad de los materiales y equipos como accesorios defectuosos, válvulas mal instaladas, sellos pobres y baja resistencia de los materiales de las tuberías, son una fuente de fugas muy importante.

4.4.5 Características del suelo

El tipo de suelo que se encuentre cimentada la red favorece o perjudica el tiempo y duración de la aparición y detección de fugas.

4.4.6 Carga de tráfico

Las vibraciones del tránsito vehicular pueden ocasionar fallas en las tuberías.

4.4.7 Edad

A pesar de no ser un factor relacionado directamente con el estado de la red, a medida en que la tubería envejece pierde sus propiedades físicas y mecánicas.

5. CALIBRACIÓN

5.1 EPANET 2.0⁴

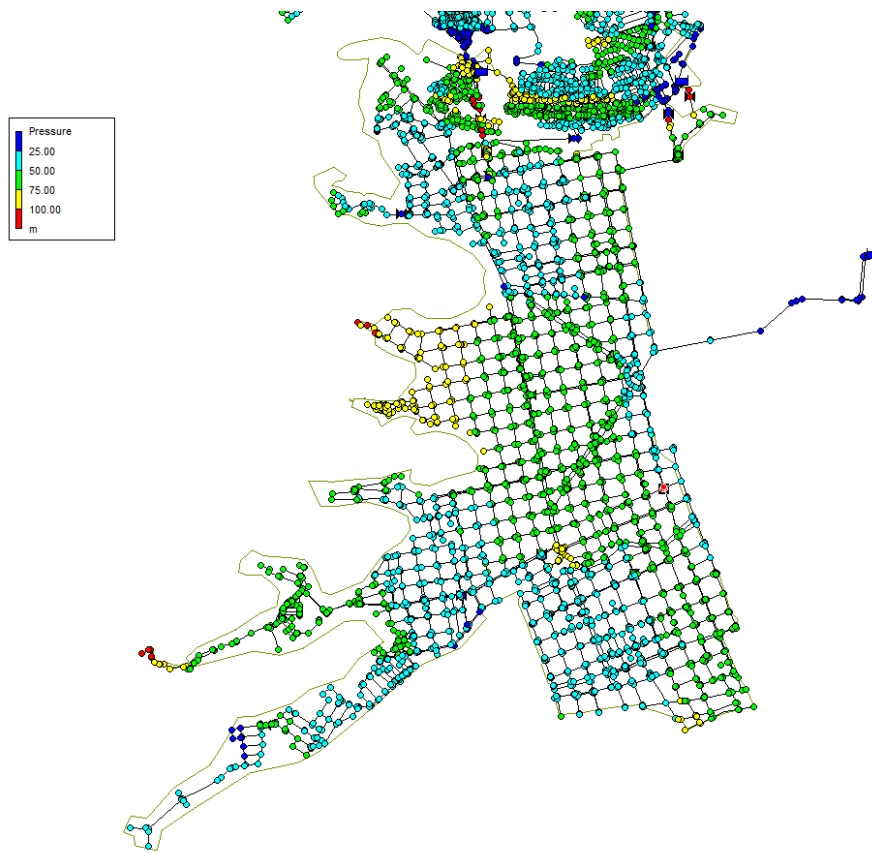
EPANET es un programa que realiza simulaciones en periodos prolongados del comportamiento hidráulico y de la calidad del agua en redes de suministro a presión. Una red puede estar constituida por tuberías, nudos (uniones de tuberías), bombas, válvulas y depósitos de almacenamiento o embalses.

EPANET 2.0 efectúa un seguimiento de la evolución de los caudales en las tuberías, las presiones en los nudos, los niveles en los depósitos, a lo largo del periodo de simulación discretizado en múltiples intervalos de tiempo; contiene un simulador hidráulico muy avanzado que ofrece las siguientes posibilidades:

- No existe límite en cuanto al tamaño de la red que puede procesarse.
- Las pérdidas de carga pueden calcularse mediante las formulas de Hazen-Williams, de Darcy-Weisbach o de Chezy-Manning.
- Contempla pérdidas menores en los codos, accesorios, etc.
- Admite bombas de velocidad fija o variable.
- Determina el consumo energético y sus costes.
- Permite modelar varios tipos de válvulas, tales como válvulas de corte, de retención y reguladoras de presión o caudal.

⁴EPANET 2, Manual de Usuario en Español, traducido por Fernando Martínez Alzamora, Universidad Politécnica de Valencia, España.

Figura 12: interfaz gráfica del distrito estadio en epanet 2.0

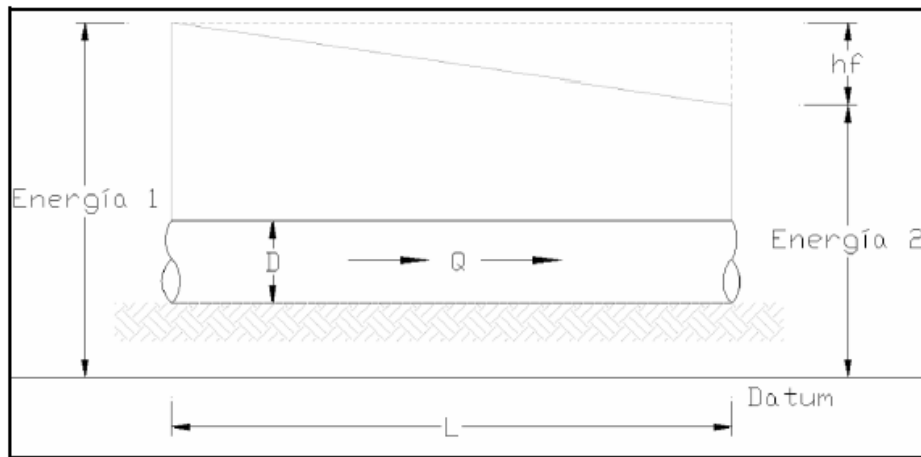


5.2 ECUACIONES BÁSICAS UTILIZADAS EN EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN

Para modelar la hidráulica de las redes de acueducto se utilizan ecuaciones que rigen la resistencia fluida, la conservación de masa y la conservación de energía. La resistencia fluida es la energía que se requiere para mover un caudal dado a través de una tubería con diámetro, rugosidad y longitud específicos, se encuentra directamente relacionada con el fluido que se desea transportar (densidad, viscosidad) y el tipo de flujo que se desarrolle (laminar o turbulento), las cuales se describen en la Figura 4. La conservación de masa rige la distribución del agua en los nodos, y la conservación de energía rige la cantidad de energía disponible para cada tubo.

La ecuación de resistencia es suficiente para modelar la hidráulica en una sola tubería. Para modelar una red, se requieren las ecuaciones que rigen la interacción de masa y energía entre tubos. Estas son las ecuaciones de cabeza y de caudal, que se obtienen a partir de las leyes de conservación de masa y energía.

Figura 13: pérdida por fricción (h_f) debida al desplazamiento de una masa de fluido a través de una longitud (l).



Fuente: Tesis: Metodología de calibración de redes de distribución de agua potable. Autor: César Mauricio Jurado Toro.

5.2.1 Ecuación de resistencia Darcy-Weisbach

La ecuación hidráulica físicamente basada que gobierna las pérdidas de energía por unidad de peso del flujo al interior de una tubería es la siguiente:

$$H_f = f \frac{L}{D} \frac{v^2}{2g}$$

Ecuación 3: Darcy- Weisbach

Dónde:

H_f : Pérdida de carga debida a la fricción (m)

f: Factor de fricción de Darcy- Weisbach (Adimensional)

L: Longitud de tubería (m)

D: Diámetro promedio de la tubería (m)

v: Velocidad del flujo al interior de la tubería (m)

g: Aceleración de la gravedad (9.81 m/s^2)

5.2.2 Ecuación de Colebrook-White

La ecuación de Colebrook-White tiene la siguiente forma:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log_{10} \left(\frac{k_s}{3.7D} + \frac{2.51}{Re\sqrt{f}} \right)$$

Ecuación 4: Colebrook-White

Dónde:

F: Factor de fricción de Darcy (Adimensional)

k_s : Rugosidad absoluta (m)

D: Diámetro de la tubería (m)

Re : Número de Reynolds (Adimensional)

5.2.3 Ecuación Número de Reynolds

El número de Reynolds se define como:

$$Re = \frac{v_s * \rho * D}{\mu}$$

Ecuación 5: Número de Reynolds

Donde:

R_e : Número de Reynolds (Adimensional)

ρ : Densidad del fluido (Kg / m³)

v_s : Velocidad del fluido (m)

D : Diámetro de la tubería (m)

μ : Viscosidad dinámica del fluido (N s/m²)

tabla 15: clasificación de los flujos según el número de reynolds

Flujo Laminar	Re < 2000
Flujo Transicional	2000 < Re < 4000
Flujo Turbulento	Re > 4000

5.2.4 Ecuación de Pérdidas menores

La energía total que se requiere a lo largo de la tubería, corresponde a la consumida por la fricción más las pérdidas menores. Las pérdidas son generadas por los bordes de las uniones, contracciones, codos, etc.

Cada detalle a lo largo de la tubería genera una pérdida proporcional al cuadrado de la velocidad del flujo. El total de las pérdidas menores en la tubería se puede ver en la Ecuación 6.

$$H_m = \sum k_m * \frac{v^2}{2g}$$

Ecuación 6: Pérdidas menores

El gasto total de energía a lo largo de una tubería se puede ver en la Ecuación 7.

$$H = H_f + H_m$$

Ecuación 7: Pérdidas totales de energía

5.3 ESQUEMA DE PRESIONES

En el desarrollo de la determinación del plano óptimo de presiones se debe identificar de una manera particular para cada zona de estudio como afecta el nivel de presión de suministro en el consumo de los suscriptores, en la cantidad de agua no facturada y la cantidad de daños producidos.

La metodología para determinar los efectos de la presión, deben calcularse a partir de mediciones en campo de las condiciones hidráulicas a través de lecturas de macromedición y micromedición de variables como presión, caudal y si es posible calidad de agua. Estas lecturas deben realizarse por lo menos para tres períodos de operación definidos de la siguiente manera.

Presión Alta

En esta etapa se debe ofrecer una presión al sistema tan alta como las condiciones de operación general de la red lo permitan, sujeto a un máximo entre 50 y 70 m de cabeza de agua que depende de las características de los materiales de la red. En este nivel es posible la presencia de daños y el aumento de las pérdidas por fugas visibles y no visibles.

Presión Baja

Un segundo período de operación está definido por la presión mínima de suministro que el sistema puede proveer sujeto a la presión mínima de suministro en todos los puntos de la red. Para la determinación del nivel mínimo de operación es recomendable usar el modelo computacional calibrado y no recurrir a pruebas de ensayo y error.

Presión Media

Un tercer nivel de operaciones debe proveer una presión media a la red comprendida entre los niveles altos y medios de los otros períodos de operación.

El rango de presiones definido por los esquemas de presión debe incluir el nivel de presión normal del sector en estudio, de manera que sea posible determinar los efectos económicos y financieros de las variaciones de presión.

6. METODOLOGÍA GENERAL PARA EL ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN DE SUSCRIPTORES

La metodología general está compuesta por una serie de pasos que deben seguirse en un orden determinado.

Los pasos que conforman la metodología general se describen a continuación:

a. Análisis de Topología (Paso 1):

En este paso se recolecta toda la información referente a la topología de la red de distribución de agua potable, la cual se puede dividir en dos grandes grupos. El primero de ellos se relaciona con los componentes individuales de la red (tuberías, accesorios) buscando información de diámetros reales internos, diámetros nominales, materiales, edades, fecha de instalación, coeficientes de perdidas menores, etc.

En este paso también se establece la forma de operación hidráulica del sector: Puntos de abastecimiento de agua, presiones de abastecimiento, posibilidad de variar esa presión, presiones máximas y presiones mínimas con la localización. Esta operación permite ver que tanto se puede variar la presión en los puntos de entrada sin que ninguno de los nodos de la red quede con presiones por debajo de la norma.

b. Información de Suscriptores(Paso 2):

Paralelamente a la búsqueda de la información sobre la topología de la red, en este paso se inicia la recolección de información sobre todos los suscriptores que se localizan en el sector bajo estudio. Se utiliza la georeferenciación del a.m.b S.A E.S.P, o en su defecto sería necesario hacer un censo del sector. Esta georeferenciación se cruza con un plano de catastro distrital para verificar la correcta localización de todos los suscriptores.

Por otro lado se identifican los tipos de consumidores en la zona, de acuerdo con su tipo y su estrato socioeconómico. Se debe hacer especial énfasis en la identificación de grandes consumidores o de consumidores que sean susceptibles a las posibles bajas en la presión (fábricas, centros comerciales, hospitales, etc.) También se recolecta la información sobre los volúmenes de agua de consumo histórico de cada suscriptor, utilizando la Base de Datos de facturación (Gerencia Comercial) del a.m.b. Se genera una base de datos nueva con los consumos de los suscriptores que verdaderamente están dentro del sector, con sus consumos históricos y con sus coordenadas X, Y. Estos consumos son los que permitirán el cálculo de los caudales en cada uno de los nodos de la red durante su proceso de modelación matemática.

c. Análisis de consumos(Paso3):

Una vez se inicia el periodo de lectura de los micromedidores domiciliarios, se debe iniciar también este tercer paso de la metodología general. En él, por un lado, se hace el análisis detallado de la información histórica de consumos de cada uno de los suscriptores, comprando el consumo histórico con las lecturas de las últimas 6 vigencias. El objetivo de este análisis histórico es el de calcular como ha sido el consumo de cada uno de los suscriptores en los últimos años, con el fin de determinar si su patrón de consumo cambia o no con la presión. También se verifican en esta etapa aquellos consumidores que tiene consumos iguales a cero, de manera tal que sean revisados por parte de facturación del a.m.b S.A E.S.P. La verificación tiene por objeto detectar anomalías en el proceso de medición, consumos cero, consumos por fuera de los rangos normales. Una vez se han identificado suscriptores con problemas de lectura, estos se envían a un proceso de comprobación de suscriptores con consumo cero y si es el caso, a un proceso de crítica y relectura. Una vez se tiene toda la información anterior se procede a hacer la comparación entre el consumo histórico y los consumos leídos en los medidores y se analiza si ha habido o no un cambio en los patrones de consumo.

6.1 ANÁLISIS DE LA TOPOLOGÍA

Uno de los factores más importantes para la determinación del plano óptimo de presiones es la disponibilidad de un detallado modelo computacional de la red existente de tuberías. El primer paso para la construcción del modelo parte de una adecuada información de topología.

El objetivo de contar con un modelo computacional calibrado es el proveer la posibilidad de realizar las siguientes tareas.

- Prever las zonas de fallas en el suministro al disminuir la presión (zonas con presiones por debajo de las presiones mínimas normatizadas)
- Identificar zonas con necesidad de renovación y/o rehabilitación de la red.
- Identificar grandes fugas, al realizar comparaciones con las mediciones de campo.
- Identificación de zonas en las cuales no se cuenta con la base de datos de tuberías actualizada.
- Identificación de zonas con suscriptores no registrados.
- Identificar zonas con concentración de fugas no detectables.

6.1.1 Necesidades de la información de topología

El modelo computacional debe contar detalladamente con la información de la redde manera que se cubra en detalle el catastro del Distrito Estadio.

En cada tubería se debe contar con información de diámetros, materiales, edades, presencia o no de acometidas. También se debe disponer de la ubicación de accesorios como válvulas en las cuales es muy importante conocer su estado y el esquema de funcionamiento de estas.

Si el área del proyecto cuenta con tuberías de materiales susceptibles de incrustaciones.

6.2 METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN DE SUSCRIPTORES

Esta metodología está dirigida a la creación de una Base de Datos de suscriptores en el sector en estudio. La base de datos debe contar con la mayor cantidad de información de la cual se disponga. Para la creación de dicha base de datos es necesario contar con dos (2) bases de datos de la a.m.b S.A E.S.P: la primera es la base de datos de Facturación, y la segunda base de datos es la del catastro de micromedidores.

Adicionalmente durante el proceso de creación de la base de datos deberá realizar tres (3) verificaciones. La primera está relacionada con la verificación geográfica de los suscriptores que presenten problemas de coordenadas de direcciones, y la segunda es la referente al ciclo de facturación de los suscriptores, y la tercera es la referente a la información del catastro de medidores en el sector.

6.2.1 Base de datos de Facturación

La base de datos de facturación a.m.b S.A.E.S.P. es el punto de partida de todo el proceso. En esta se encuentra la información necesaria para extraer los campos para cada suscriptor. Algo que es importante aclarar es que para evitar suscriptores duplicados se debe trabajar con el Número de cuenta interna de cada suscriptor, este número es el identificador único del suscriptor dentro de la a.m.b S.A.E.S.P.

Figura 14: base de datos siidar

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
	USUAR	CODIGO RUTA	DIRECCION	DISTRITO	BARRIO	CICLO	USO	ESTRATO	NUMERO MEDIDO	LECTURA FACTURADA	LECTURA TOMADA	CONSUMO(m3mes)	CONSUMO (l/s)
1	801	10103-0010-0000	CARRT CAF.MAD. # 2-22	ESTADIO	VILLA MERCEDES	1	1	1	711764	800	588	18	0,00694
2	802	10103-0020-0000	KM 1-230	ESTADIO	VILLA MERCEDES	1	1	1	62191	5261	5333	73	0,02816
3	803	10103-0030-0000	CARRT CL # 2N/MONEQUE	ESTADIO	VILLA MERCEDES	1	1	1	17677	4618	4654	36	0,01989
4	804	10103-0040-0000	CARRT CAFE MADRID KM # 1338	ESTADIO	VILLA MERCEDES	1	1	1	73480	2893	2936	43	0,01659
5	805	10103-0050-0000	CARRT CAFE MADRID KM 1# 336	ESTADIO	VILLA MERCEDES	1	1	1	15716	1722	1753	32	0,01235
6	806	10103-0060-0000	CARRT CAFE MADRID KM 1# 340	ESTADIO	VILLA MERCEDES	1	1	1	73482	1023	1031	9	0,00347
7	807	10103-0070-0000	CARRT CAFE MADRID KM 1# 344	ESTADIO	VILLA MERCEDES	1	1	1	29399	1024	1047	23	0,00887
8	808	10103-0080-0000	CARRT CAFE MADRID KM 1# 342	ESTADIO	VILLA MERCEDES	1	1	1	155518	180	185	6	0,00231
9	809	10103-0090-0000	CARRT CAFE MADRID KM 1# 352	ESTADIO	VILLA MERCEDES	1	1	1	30290	23	35	12	0,00463
10	810	10103-0100-0000	VIA AL CAFE KM # 1# 3-54	ESTADIO	VILLA MERCEDES	1	1	1	93069	375	393	19	0,00733
11	811	10103-0110-0000	CARRT CAFE MADRID KM 1# 03-62	ESTADIO	VILLA MERCEDES	1	1	1	13183	691	705	14	0,00540
12	812	10103-0120-0000	CARRT CAFE MADRID KM 1# 374	ESTADIO	VILLA MERCEDES	1	1	1	812915	1490	1528	38	0,01466
13	813	10103-0130-0000	CARRT CAFE MADRID KM 1# 370	ESTADIO	VILLA MERCEDES	1	1	1	39151	1321	1335	14	0,00540
14	814	10103-0140-0000	CAFE MKM 1# 366	ESTADIO	VILLA MERCEDES	1	1	1	73479	3417	3440	23	0,00887
15	2252	1010-0100-0000	CRA 15 # 3N-170	ESTADIO	VILLA MERCEDES	1	2	7	63473	0	0	0	0,00000
16	2254	1010-0300-0000	CL 4N# 15-60	ESTADIO	VILLA MERCEDES	1	2	7	10185027	23	26	4	0,00154
17	2255	1010-0310-0000	CL 4N# 15-56	ESTADIO	VILLA MERCEDES	1	1	1	995932	0	0	0	0,00000
18	2257	1010-0330-0000	CL 4N# 15-48 NORTE	ESTADIO	VILLA MERCEDES	1	2	7	31881	1799	0	2	0,00077
19	2258	1010-0340-0000	CL 4N# 15-16	ESTADIO	VILLA MERCEDES	1	2	7	1802212	216	21	12	0,00463
20	2259	1010-0360-0000	CRA 15 # 3N-72	ESTADIO	VILLA MERCEDES	1	2	7	175318	1298	1353	56	0,02160
21	2260	1010-0380-0000	CRA 15 # 3N-58	ESTADIO	VILLA MERCEDES	1	2	7	23252	8377	8442	65	0,02508
22	2261	1010-0400-0000	CRA 15 # 3N-46	ESTADIO	VILLA MERCEDES	1	1	1	656226	1653	1677	25	0,00985
23	2262	1010-0410-0000	CL 3N# 15-05	ESTADIO	VILLA MERCEDES	1	1	1	57692	2087	2106	20	0,00772
24	2263	1010-0420-0000	CL 3N# 15-25	ESTADIO	VILLA MERCEDES	1	1	1	101287	304	322	18	0,00694
25	2264	1010-0430-0000	CL 3N# 15-31	ESTADIO	VILLA MERCEDES	1	1	1	146082	1497	1517	21	0,00810
26	2265	1010-0440-0000	CL 3N# 15-41	ESTADIO	VILLA MERCEDES	1	2	7	35587	126	127	2	0,00077
27	2266	1010-0450-0000	CL 3N# 15-53	ESTADIO	VILLA MERCEDES	1	1	1	149938	769	774	5	0,00193
28	2267	1010-0460-0000	CL 3N# 15-57	ESTADIO	VILLA MERCEDES	1	1	1	38202	3805	3918	13	0,00502
29	2268	1010-0470-0000	CL 3N# 15-63 NORTE	ESTADIO	VILLA MERCEDES	1	1	1	172915	115	138	24	0,00926
30	2269	1010-0480-0000	CL 3N# 15-69	ESTADIO	VILLA MERCEDES	1	1	1	84777	2644	2707	63	0,02431
31	2270	1010-0520-0000	CL 3N# 15-24/28	ESTADIO	VILLA MERCEDES	1	1	1	155609	306	325	19	0,00733
32	2271	1010-0525-0000	CL 3N# 15-28	ESTADIO	VILLA MERCEDES	1	2	7	9696	3654	3682	28	0,01080
33	2272	1010-0530-0000	CRA 15 # 2N-42	ESTADIO	VILLA MERCEDES	1	2	7	179544	145	152	7	0,00270
34	2273	1010-0540-0000	CRA 15 # 2N-34	ESTADIO	VILLA MERCEDES	1	1	1	10005440	406	443	38	0,01466
35	2274	1010-0550-0000	CRA 15 # 2N-22/26	ESTADIO	VILLA MERCEDES	1	1	1	146305	1902	1925	23	0,00887

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

6.2.2 Censo de suscriptores sector de estudio

Para tener una confiabilidad más alta en la información de suscriptores en el sector en estudio, se debe realizar un censo del sector. Esto con el fin de actualizar toda la información de la a.m.b y de tener una mejor aproximación a la situación real de los suscriptores en la zona. Dicho censo debe incluir toda la información necesaria para la a.m.b así como también la información del catastro de medidores. En el caso del Distrito Estado, no se hizo el censo pero esto se detectó como un problema a resolver.

6.2.3 Identificación de suscriptores en el sector de estudio

En éste paso se hace la identificación de los suscriptores en el sector de estudio se debe hacer en primera instancia con el identificador SIIDAR del a.m.b S.A E.S.P. Con este identificador se extraen los suscriptores que pertenecen al Distrito Estado.

Adicionalmente se debe hacer un chequeo por coordenadas para seleccionar los suscriptores que están en el sector pero en el SIIDAR no está debidamente asignado.

6.3 IDENTIFICACIÓN DE SUSCRIPTORES SEGÚN EL CICLO DE FACTURACIÓN

La identificación de los suscriptores según el ciclo de facturación permite establecer aquellos suscriptores que no pertenecen a los mismos y tomar acciones correctivas en cuanto a la inclusión de esto en el ciclo de facturación correspondiente.

Adicionalmente se establece como se debe ponderar el consumo del agua de cada suscriptor. La ponderación es necesaria ya que es el mecanismo que permite comparar los valores históricos de consumo con las lecturas de micromedición.

6.3.1 Suscriptores con ciclo de facturación normal

Para estos suscriptores la ponderación del consumo se hace normal, es decir por vigencia de facturación. La vigencia de facturación en éste caso es de 2 meses.

6.3.2 Suscriptores con ciclo de facturación institucional

Para éstos la ponderación del consumo se hace de acuerdo con la duración de la vigencia de facturación, en este caso la vigencia de facturación es de 6 meses.

6.3.3 Grandes consumidores

Para éstos suscriptores la ponderación del consumo se hace de acuerdo con la duración de la vigencia de facturación, en éste caso es de un mes. Éste tipo de suscriptores son importantes para el a.m.b S.A E.S.P ya que como su nombre lo dice son grandes consumidores ya que como su nombre lo dice son grandes consumidores.

6.3.4 Suscriptores sin ciclo de facturación

Estos suscriptores son tenidos en cuenta por facturación para establecer porque motivo no están en un ciclo de facturación regular.

6.4 METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN DE CONSUMOS

Para la metodología que se utilizará para el análisis de los consumos de cada suscriptor se toma como punto de partida la base de datos del Distrito Estadio.

6.4.1 Base de datos del Distrito Estadio

Con la información sobre los suscriptores ya depurada se inician dos procesos. El primero en el cual se analiza la historia de cada suscriptor y los consumos faltantes y el segundo en el cual se discretizan por barrios, usos, estratos socioeconómico según el consumo de los usuarios presentes en cada caso.

6.4.2 Verificación de los consumos de las 6 últimas vigencias

En este paso se realiza el cálculo de un promedio de las 6 últimas vigencias, esto con el fin de compararlo con el consumo histórico.

6.4.3 Verificación de suscriptores con consumo cero (0)

En este paso se generan un listado con los suscriptores que presentan consumo iguales cero (0) para los dos años en comparación, año 2007 inicio de tabulación de datos de consumidores y 2011 fin de los datos utilizados en el desarrollo del proyecto.

6.5 CÓDIGOS DE OBSERVACIONES

Si existe algún tipo de anomalía como las expuestas en la tabla 4. Debe colocarse dentro de los datos de consumos del SIIDAR del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga (a.m.b S.A E.S.P) registrando el código de la misma, para facilitar el proceso de crítica de lectura, para justificar el dato de lectura registrado y dar alternativas de solución según sea el caso.

7. ANÁLISIS DISTRITO ESTADIO

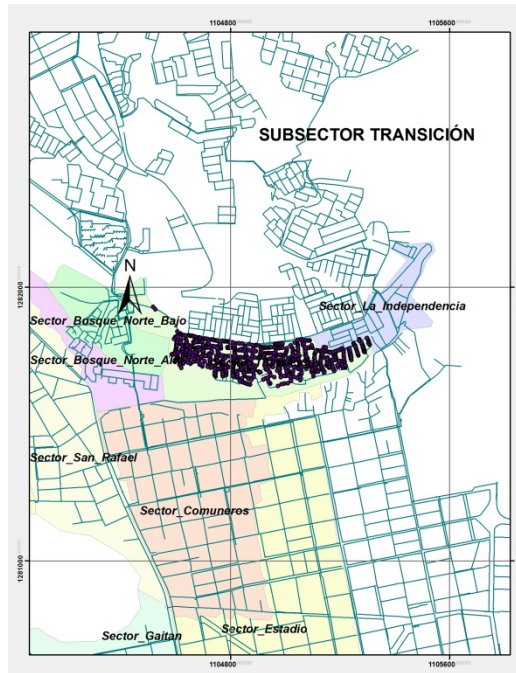
El análisis específico de consumo de agua para el Distrito Estadio, se inició haciendo un cruce entre las dos bases de datos suministradas (facturación y georreferenciada), con el fin de asignar a cada usuario su respectivo consumo. Luego se realizó la ubicación de los usuarios que pertenecen al Distrito Estadio.

Figura 15: subsectores distrito estadio



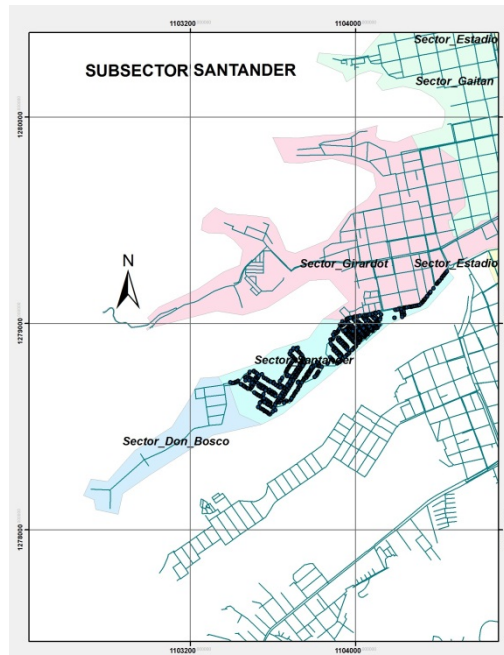
Fuente: Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A E.S.P.

Figura 16: usuarios subsector transición



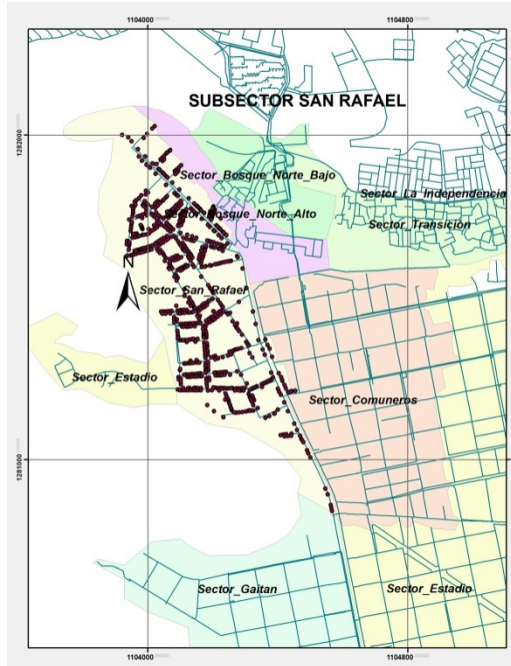
Fuente: Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A E.S.P.

Figura 17: Usuarios subsector santander



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

Figura 18: usuarios subsector san rafael



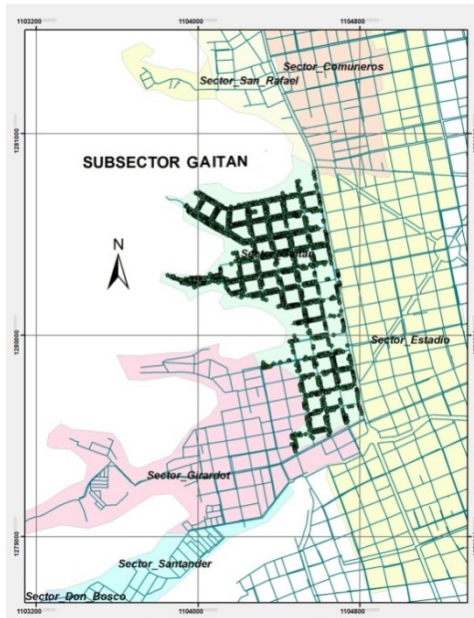
Fuente: Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A E.S.P.

Figura 19: usuarios subsector la independencia



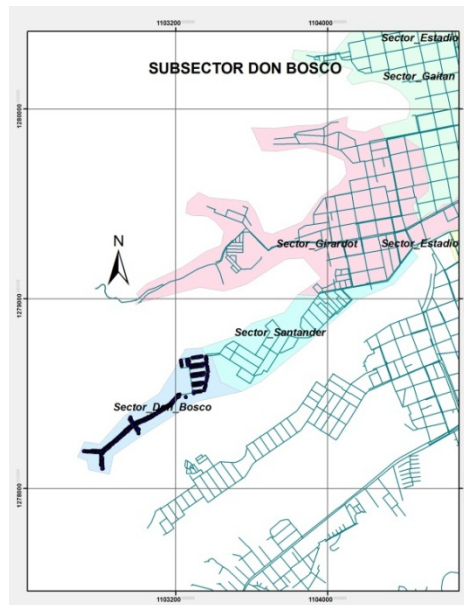
Fuente: Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A E.S.P.

Figura 20: usuarios subsector gaitán



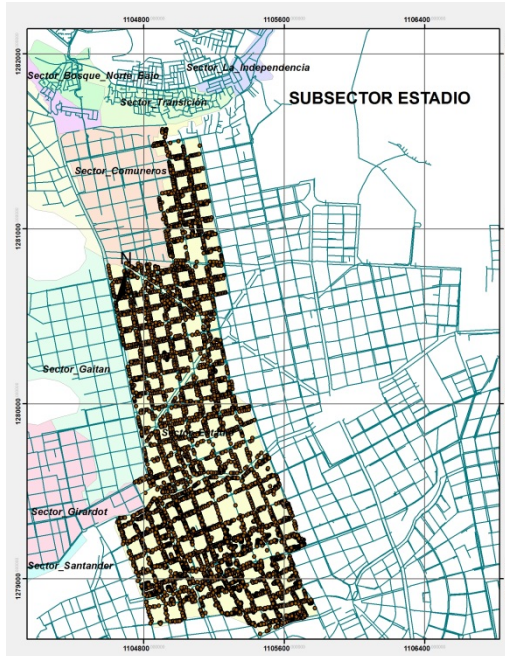
Fuente: Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A E.S.P.

Figura 21: usuarios subsector don bosco



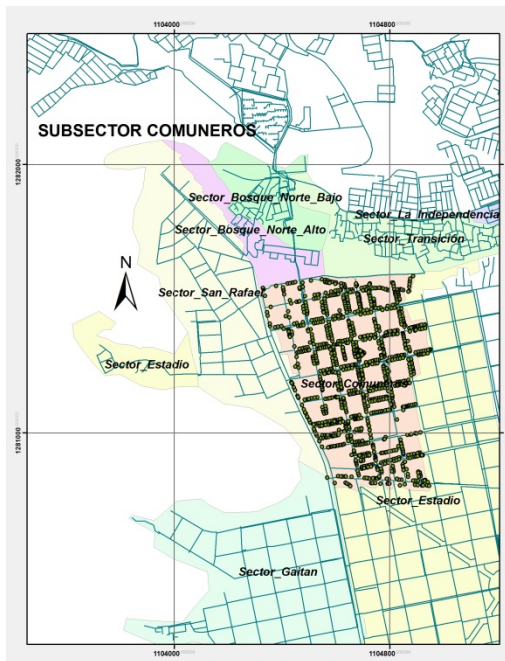
Fuente: Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A E.S.P.

Figura 22: usuarios subsector estadio



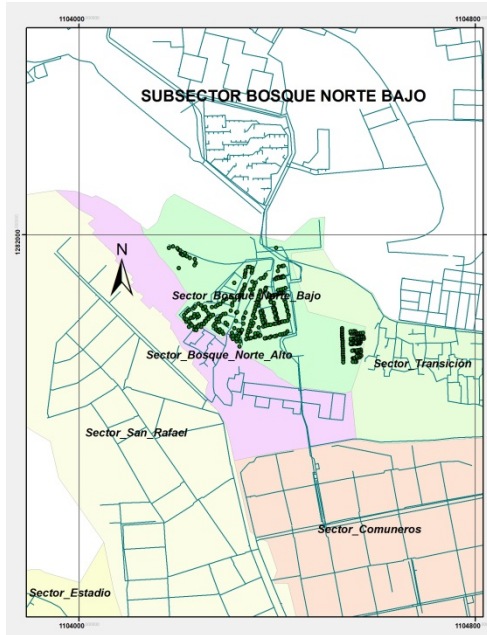
Fuente: Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A E.S.P.

Figura 23: usuarios subsector comuneros



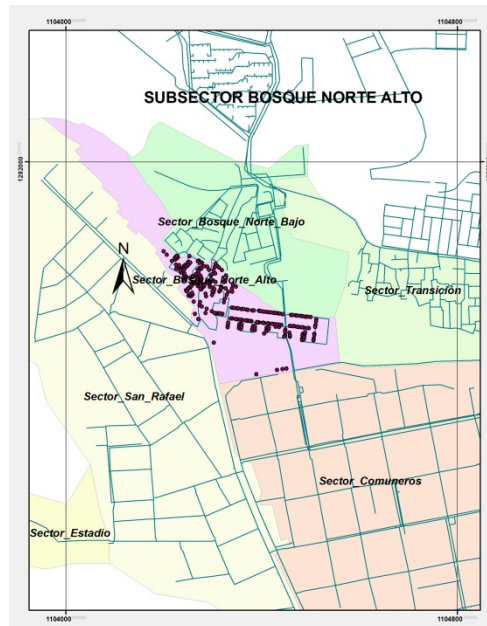
Fuente: Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A E.S.P.

Figura 24: usuarios subsector bosque norte bajo



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

Figura 25: usuarios subsector bosque norte alto2



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

7.1 ANÁLISIS DE CONSUMO DISTRITO ESTADIO

El análisis de consumo de agua del Distrito Estadio, se inició tomando las bases de datos suministradas en facturación con el fin de conocer la cantidad de usuarios y su respectivo consumo.

A partir de las lecturas suministradas se analizó el comportamiento de los consumos de agua de los usuarios del Distrito Estadio. En la tabla 5 se muestran los principales resultados.

Tabla 16: características del consumo de 2011

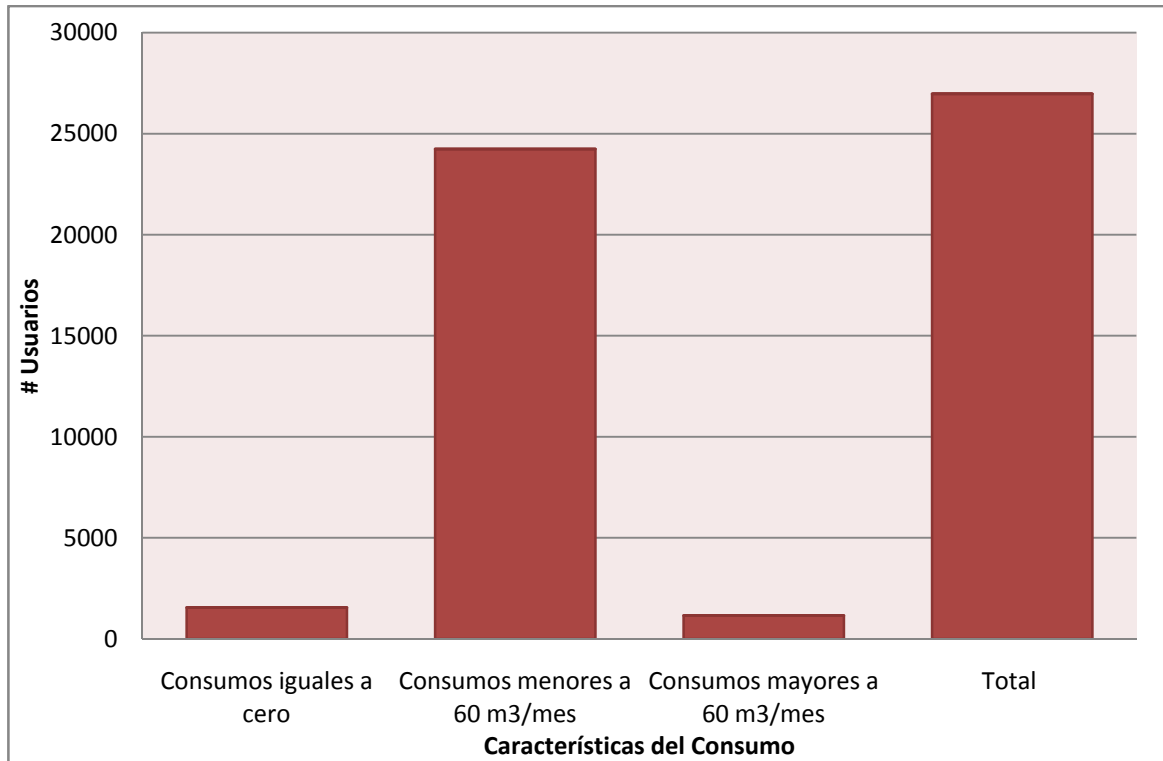
2011 Ene-Dic

Características del Consumo	Usuarios	Porcentajes %
Consumos iguales a cero	1561	5,79%
Consumos menores a 60 m ³ /mes	24253	89,89%
Consumos mayores a 60 m ³ /mes	1168	4,33%
Total	26982	100%

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

Los usuarios de mayor consumo se concentran en los valores menores de 60 m³ (89.89%), sin embargo hay un 5.79% de usuarios con consumos iguales a cero. El número de usuarios con consumos mayores a 60 m³, 1164 que son el 4.32% este valor es significativo si se compara con el valor de consumos iguales a cero. En la figura 15. Se presentan las características generales de los consumos en forma gráfica.

Figura 26: características del consumo distrito estadio año 2011



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

7.2 CÁLCULO DE ÍNDICE DE AGUA NO CONTABILIZADA

En el nivel de la red de distribución, el agua no Contabilizada se calcula mediante un indicador porcentual o Índice de Agua no Contabilizada (IANC), que relaciona el volumen total de agua que se factura a los usuarios de éstas en un periodo determinado, a saber:

$$IANC(\%) = \frac{\text{Volumen de Agua Producido} - \text{Volumen de Agua Facturado}}{\text{Volumen de Agua Producido}} * 100$$

Existen tres grandes causas reconocidas que con llevan a que este índice sea menor o mayor. La primera es por error en medición, ya sea en la macro o micromedición. Estas representan un 30% y 40% de las pérdidas de una empresa. La segunda causa son las fugas, las cuales aportan entre un 25% y

35% a la pérdida. El 25% restante, ésta representada en la tercera causa que son las conexiones clandestinas.

La primera y tercera causa, es agua que se consume, pero no se factura. Se puede decir que es agua que no se pierde pero que de todas maneras, le representa pérdidas de orden financiero.

Teniendo los datos de mediciones se puede calcular el caudal de salida de los tanques de almacenamiento respectivos ubicados en el distrito, lo cual me permite calcular el IANC.

Los valores a continuación muestran los datos obtenidos del caudal de salida de la planta, los medidos y los del modelo.

Figura 27: modelo distrito estadio y subsectores

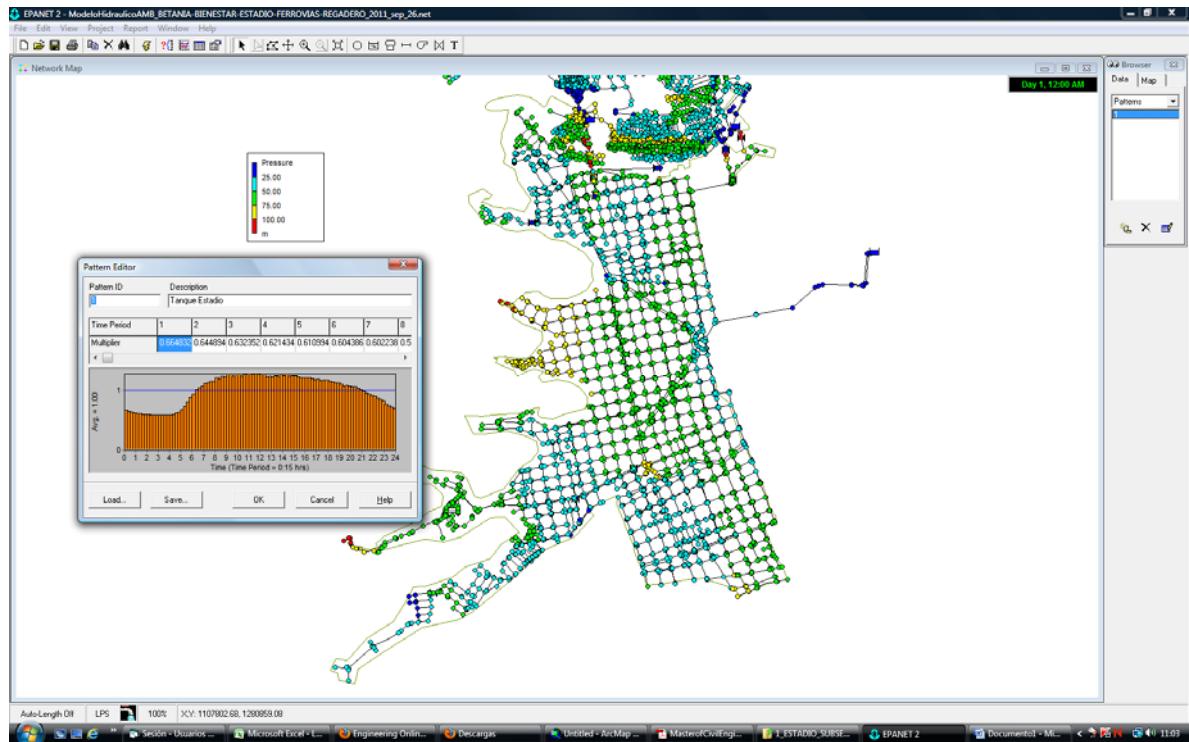
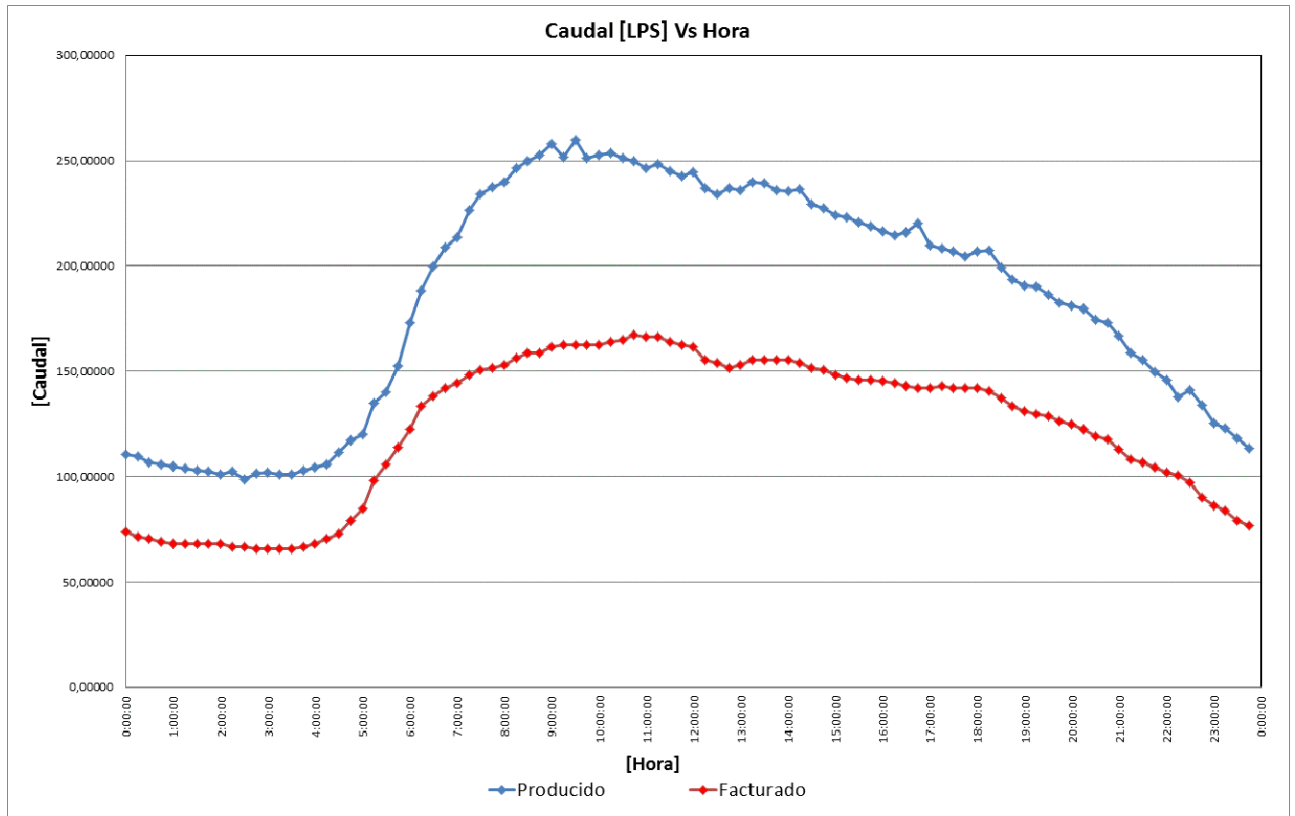


Figura 28: caudal de salida del distrito estadio



Período de Tiempo		Caudal Producido (Salida del Tanque) [LPS]	Caudal Facturado [LPS]
Inicio	Fin		
0:00:00	0:15:00	110,42920	74
0:15:00	0:30:00	109,66637	71,58
0:30:00	0:45:00	106,74382	70,36
0:45:00	1:00:00	105,70368	69,15
1:00:00	1:15:00	104,97872	67,93
1:15:00	1:30:00	103,96757	67,93
1:30:00	1:45:00	102,84599	67,94
1:45:00	2:00:00	102,20784	67,94
2:00:00	2:15:00	101,00438	67,94
2:15:00	2:30:00	102,42066	66,72
2:30:00	2:45:00	98,43147	66,72
2:45:00	3:00:00	101,37172	65,51
3:00:00	3:15:00	101,72780	65,51
3:15:00	3:30:00	100,78295	65,51
3:30:00	3:45:00	101,19576	65,51
3:45:00	4:00:00	102,70383	66,72
4:00:00	4:15:00	104,21179	67,93
4:15:00	4:30:00	105,96939	70,36
4:30:00	4:45:00	111,29939	72,79
4:45:00	5:00:00	117,07151	78,85
5:00:00	5:15:00	120,13335	84,92
5:15:00	5:30:00	134,70652	98,26
5:30:00	5:45:00	140,00054	105,54
5:45:00	6:00:00	152,51859	114,03
6:00:00	6:15:00	172,93636	122,52
6:15:00	6:30:00	188,30324	133,44
6:30:00	6:45:00	199,93398	138,28
6:45:00	7:00:00	208,67342	141,93
7:00:00	7:15:00	213,42222	144,35
7:15:00	7:30:00	226,27885	147,99
7:30:00	7:45:00	233,94126	150,42
7:45:00	8:00:00	237,30629	151,63
8:00:00	8:15:00	239,75790	152,82
8:15:00	8:30:00	246,64034	156,48
8:30:00	8:45:00	249,64178	158,9
8:45:00	9:00:00	252,51766	158,91
9:00:00	9:15:00	257,83506	161,33
9:15:00	9:30:00	251,56408	162,52
9:30:00	9:45:00	259,79833	162,55
9:45:00	10:00:00	251,24502	162,54
10:00:00	10:15:00	252,44390	162,55
10:15:00	10:30:00	253,78403	163,76
10:30:00	10:45:00	251,01383	164,97
10:45:00	11:00:00	249,90177	167,4
11:00:00	11:15:00	246,21401	166,21
11:15:00	11:30:00	248,12596	166,19
11:30:00	11:45:00	245,19246	163,76
11:45:00	12:00:00	242,83906	162,55

Período de Tiempo		Caudal Producido (Salida del Tanque) [LPS]	Caudal Facturado [LPS]
Inicio	Fin		
12:00:00	12:15:00	244,48360	161,33
12:15:00	12:30:00	237,10518	155,27
12:30:00	12:45:00	234,12891	154,05
12:45:00	13:00:00	236,80253	151,63
13:00:00	13:15:00	235,87016	152,82
13:15:00	13:30:00	239,75512	155,27
13:30:00	13:45:00	239,14083	155,27
13:45:00	14:00:00	236,12748	155,27
14:00:00	14:15:00	235,27978	155,27
14:15:00	14:30:00	236,23030	154,06
14:30:00	14:45:00	229,10254	151,63
14:45:00	15:00:00	227,52954	150,44
15:00:00	15:15:00	223,95891	147,99
15:15:00	15:30:00	223,13086	146,8
15:30:00	15:45:00	220,51380	145,59
15:45:00	16:00:00	218,88674	145,57
16:00:00	16:15:00	216,20366	145,56
16:15:00	16:30:00	214,59965	144,37
16:30:00	16:45:00	215,78467	143,14
16:45:00	17:00:00	220,04841	141,95
17:00:00	17:15:00	209,89655	141,92
17:15:00	17:30:00	208,46910	143,12
17:30:00	17:45:00	206,82451	141,92
17:45:00	18:00:00	204,46404	141,93
18:00:00	18:15:00	207,03503	141,92
18:15:00	18:30:00	207,17825	140,71
18:30:00	18:45:00	199,29006	137,08
18:45:00	19:00:00	193,36434	133,43
19:00:00	19:15:00	190,42747	131,01
19:15:00	19:30:00	190,20775	129,8
19:30:00	19:45:00	186,50949	128,58
19:45:00	20:00:00	182,41096	126,16
20:00:00	20:15:00	181,15985	124,95
20:15:00	20:30:00	179,63447	122,52
20:30:00	20:45:00	174,48627	118,88
20:45:00	21:00:00	173,06914	117,67
21:00:00	21:15:00	166,68856	112,82
21:15:00	21:30:00	158,67261	107,96
21:30:00	21:45:00	155,50265	106,75
21:45:00	22:00:00	149,83463	104,32
22:00:00	22:15:00	145,75131	101,9
22:15:00	22:30:00	137,49791	100,69
22:30:00	22:45:00	140,92595	97,05
22:45:00	23:00:00	134,03158	89,77
23:00:00	23:15:00	125,17733	86,13
23:15:00	23:30:00	123,02234	83,7
23:30:00	23:45:00	118,20861	78,85
23:45:00	0:00:00	113,59745	76,43

Volumen Total Producido = 15902,48 Volumen Total Facturado = 12317,89

tabla17: caudales de salida, volumen de plata y del modelo.

$$IANC(\%) = \frac{15902,48 - 12317,89}{15902,48} * 100$$

IANC(%) = 22,54%

7.3 CONTROL DE PÉRDIDAS

Un programa de control de pérdidas es un conjunto de actividades realizadas por una empresa de acueducto, para alcanzar y mantener un nivel en el que los componentes y las causas de las pérdidas sean los mínimos posibles, dentro de condiciones de viabilidad ambiental, financiera y social. Las actividades de control de pérdidas se extienden a todas las áreas de la entidad prestadora del servicio del acueducto.

Los resultados alcanzados por la entidad prestadora del servicio a través del control de pérdidas contribuyen para una gestión empresarial y técnica eficiente, capaz de alcanzar en forma permanente sus objetivos con el menor costo posible. Esta gestión está enmarcada a lograr cinco metas fundamentales que son:

1. El sistema de abastecimiento de agua debe ser capaz de captar, bombear, conducir, tratar y distribuir volúmenes de agua suficientes para atender la demanda de los usuarios.
2. El agua entregada a los usuarios debe cumplir con parámetros de calidad dentro de los estándares de potabilización.
3. El sistema de abastecimiento de agua debe proveer a los usuarios un servicio continuo, sin intermitencia y con la presión correspondiente.

4. Las variables capaces de influir en el abastecimiento de agua deben ser bien conocidas y dominadas por el personal encargado de la operación y el mantenimiento, logrando una confiabilidad en los equipos.
5. El costo del agua entregada a los usuarios debe ser el menor posible, para así obtener una mejor eficiencia y que la relación beneficio costo sea mayor.

7.4 CONTROL DEL AGUA NO CONTABILIZADA

Para abordar el control del Agua no Contabilizada debemos tener en cuenta que ella está compuesta por dos aportes distintos. El primero se denomina **Consumos Operacionales** y el segundo **Pérdidas**.

7.4.1 Consumos Operacionales

Los consumos operacionales corresponden al caudal mínimo necesario para desarrollar, en forma adecuada, la limpieza interna del AMB.

Si bien es cierto que estos caudales pueden ser medidos o estimados con cierta precisión, por lo tanto cuantificados, hacen parte ANCP porque es agua cruda captada que no termina transformándose en agua potable.

Pérdidas

Las pérdidas corresponden a una suma de efectos, que dan origen a que un porcentaje del caudal que ingresa a un sistema se pierda sin ser utilizado en el proceso.

Las pérdidas pueden dividirse en:

Pérdidas Visibles: son aquellas que pueden ser detectadas por el operador y que obedecen a una mala operación del sistema o a fallas en las instalaciones tales como: válvulas, compuertas, tuberías, etc. Y que pueden ser disminuidas o eliminadas con las siguientes medidas:

- **Control de la Operación:** En esta clasificación se incluyen todas aquellas medidas tendientes a reducir pérdidas, tales como: control de reboses, cierre total de compuertas y válvulas de desagüe.
- **Mantenimiento Preventivo:** Este tipo de mantenimiento disminuye el porcentaje de fallas en compuertas, válvulas y conducciones. Reduce también las pérdidas que se producen desde el momento en que falla algún elemento de la instalación hasta su reparación.
- **Mantenimiento Correctivo:** Con este tipo de mantenimiento se atienden las fallas de las instalaciones productivas. Mientras persiste la falla, normalmente, se producen importantes pérdidas de agua en proceso.
- **Cambio tecnológico:** Se concluyen en este grupo las modificaciones del equipo utilizado o en la tecnología de la infraestructura productiva, debido al cumplimiento de la vida útil de los equipos o por obsolescencia tecnológica de los mismos, con lo cual se obtienen aumentos en la eficiencia del proceso.

Pérdidas No Visibles: Este tipo de pérdidas son, como su nombre lo indica, no visibles y por lo tanto difíciles de detectar. Es necesario tener presente que forman parte de todo el sistema productivo.

Estas pérdidas pueden también ser reducidas indirectamente con la atención que se le da a las pérdidas visibles.

Finalmente, con respecto al tema del control del Agua No Contabilizada, se podría señalar como una idea general que el objetivo es reducir al máximo, técnicamente factible, los consumos operacionales y eliminar las pérdidas, con medidas económicamente rentables.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La información topológica y de catastro de redes suministrada por el Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A E.S.P, se caracterizó por ser completa y detallada en la mayoría de los sectores que componen el Distrito Estadio. No obstante, a lo largo del proceso de análisis de suscriptores surgieron ciertas inconsistencias en el comportamiento de algunas mediciones, identificándolas y haciendo las respectivas correcciones.

Dentro de una metodología para hacer el análisis de suscriptores en cualquier Distrito que se piense estudiar, un factor importante que se debe evaluar detenidamente es la realización de un censo de suscriptores. El censo de suscriptores permitirá la actualización de los suscriptores georreferenciada en el sector de estudio y permitirá la unificación en la información de las tablas de facturación y las de catastro de medidores.

Con el modelo ya calibrado se calculó el IANC para el régimen de presión actual, con un volumen de caudal producido de 15902,48 m³; mientras que el volumen de caudal facturado fue de 10606,41m³. El Índice de Agua no Contabilizada encontrado para los consumos de los suscriptores pertenecientes al Distrito Estadio y subsectores fue de 33,30%, se concluye que el sector de estudio presenta pérdidas en su mayoría de tipo comercial.

Los beneficios que se obtienen al reducir el IANC se pueden resumir en mayor inversión en el estado de la red, ahorro de costos de ampliación en caso de aumento de los consumos, mejor calidad del servicio ofrecido, mejor relación entre los usuarios y la facturación (disminuyen las quejas y aumenta el índice de recaudo), y por último, si existe una menor cantidad de agua circulando en la red, habrá una menor cantidad de agua que debe ser tratada.

Los resultados obtenidos en esta red de distribución pueden no ser aplicables a todas las redes ya que se tomo uno en particular el Distrito Estadio de Bucaramanga, sabiendo que este es uno de los Distritos de mayor IANC.

Una recomendación es adoptar un nuevo modelo de asignación de consumos de los usuarios en cada distrito, teniendo como soporte la información de la base de datos del SIIDAR y la georeferenciación que permita abarcar la totalidad de los predios y la no inclusión de barrios que no hagan parte del Distrito Estadio.

BIBLIOGRAFÍA

[1] Metodología para la definición del plano óptimo de presiones y reducción del índice de agua no contabilizada. Departamento de ingeniería civil y ambiental. Centro de investigación en acueductos y alcantarillados, CIAUA. Universidad de los Andes. Bogotá, Octubre 2006.

[2] LEAL V., Felipe, Metodología para la calibración de redes de distribución bajo amente de fugas. Universidad de los Andes. Departamento de ingeniería civil y ambiental. Enero de 2003.

[3] Centro de investigaciones de acueductos y alcantarillados – CIACUA, Metodología para la definición de planos óptimos de presiones y reducción de agua no contabilizada. Departamento de ingeniería civil y ambiental. Octubre de 2006.

[4] LARA M., Susana, Efecto del Índice de Agua no Contabilizada en las tarifas para acueductos medianos y pequeños en Colombia. Departamento de ingeniería civil y ambiental. Mayo de 2004.

[5] JURADO T., César, Metodología de calibración de redes de distribución de agua potable. Universidad de los Andes. Magíster en Ingeniería Civil. Departamento de ingeniería civil y ambiental. Enero de 2007.

ANEXOS

Anexo A: gráficas consumo-usuarios distrito estadio

Mes	Vol[m³]	N° Usuarios	N° Barrios	N° Estratos	N° Usos
ene-07	712515	25584	64	10	9
feb-07	696593	25632	64	10	9
mar-07	691642	25653	64	10	9
abr-07	714520	25661	64	10	9
may-07	702002	25928	68	17	9
jun-07	687605	25952	68	17	9
jul-07	688391	25945	68	12	9
ago-07	688722	25968	68	12	9
sep-07	692935	25812	65	10	9
oct-07	700464	26034	67	12	9
nov-07	687521	26044	67	12	9
dic-07	679868	26068	67	12	9
ene-08	725866	26078	67	12	9
feb-08	718686	25991	66	10	9
mar-08	665697	26126	67	12	9
abr-08	681332	26136	67	12	9
may-08	706366	26182	67	12	9
jun-08	699419	26198	67	12	9
jul-08	690321	26227	67	12	9
ago-08	794224	26244	67	11	9
sep-08	708704	26182	67	10	9
oct-08	696969	26264	67	11	9
nov-08	685312	26271	67	11	9
dic-08	679353	26287	67	11	9
ene-09	686820	26287	67	11	9

feb-09	675175	26301	67	11	9
mar-09	673332	26305	68	11	9
abr-09	686885	26328	68	11	9
may-09	660490	26365	68	11	9
jun-09	679267	26281	69	10	9
jul-09	714960	26371	69	10	9
ago-09	706360	26398	69	10	9
sep-09	686295	26552	69	10	9
oct-09	689360	26419	69	10	9
nov-09	678479	26561	69	10	9
dic-09	753688	26558	69	10	9

Mes	Vol [m³]	N° Usuarios	N° Barrios	N° Estratos	N° Usos
ene-10	658353	26567	69	10	9
feb-10	643006	26465	69	10	9
mar-10	643546	26468	69	10	9
abr-10	670569	26601	69	10	9
may-10	665353	26644	69	10	9
jun-10	641560	26620	69	10	9
jul-10	638605	26626	69	10	9
ago-10	640500	26640	69	10	9
sep-10	648952	26724	69	10	9
oct-10	651620	26746	69	10	9
nov-10	641935	26750	69	10	9
dic-10	639013	26767	69	10	9
ene-11	642903	26829	69	10	9
feb-11	635932	26832	69	10	9
mar-11	630326	26854	69	10	9

11					
abr-11	640173	26851	69	10	9
may-11	658007	26933	69	10	9
jun-11	656613	26915	69	10	9
jul-11	657015	27092	69	10	9
ago-11	665260	27074	69	10	9
sep-11	672022	27091	69	10	9
oct-11	657566	27088	69	10	9
nov-11	651398	27106	69	10	9
dic-11	662236	27190	69	10	9

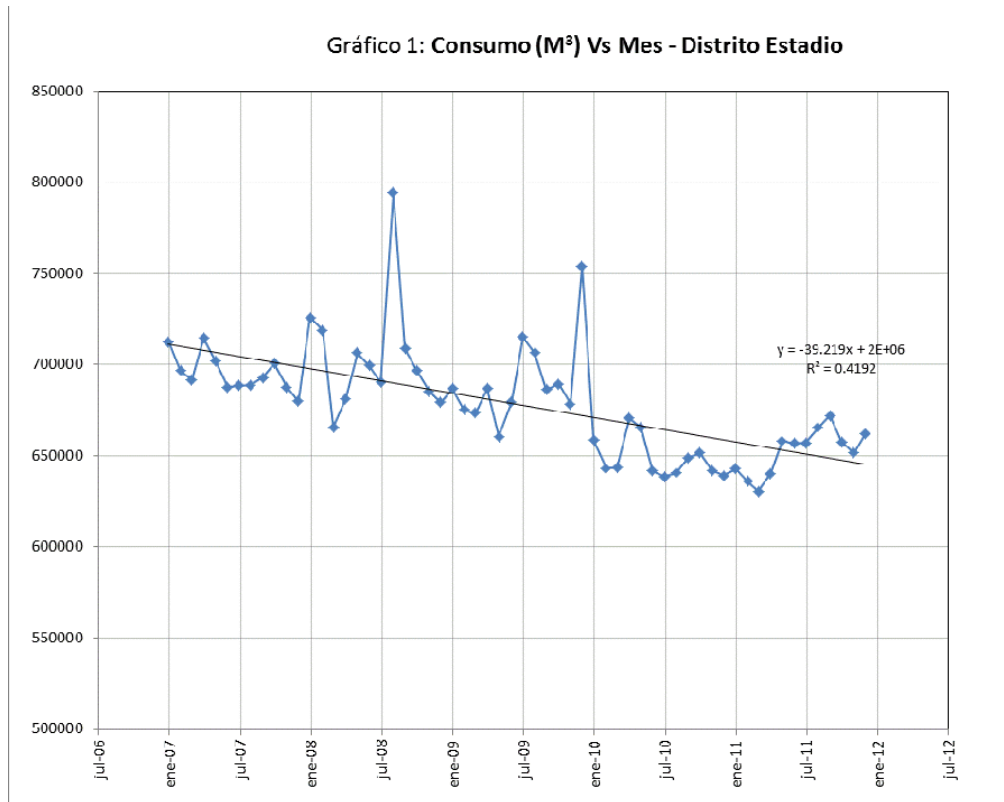
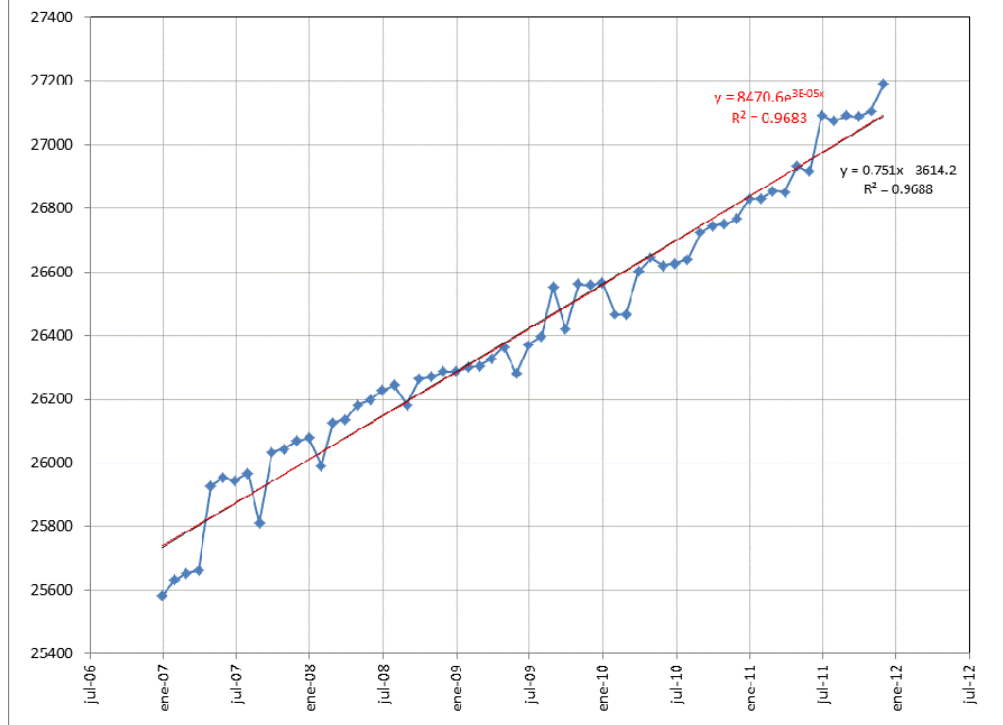


Gráfico 2: N° de Usuarios Vs Mes - Distrito Estadio



Anexo b: gráficas uso- consumo usuarios

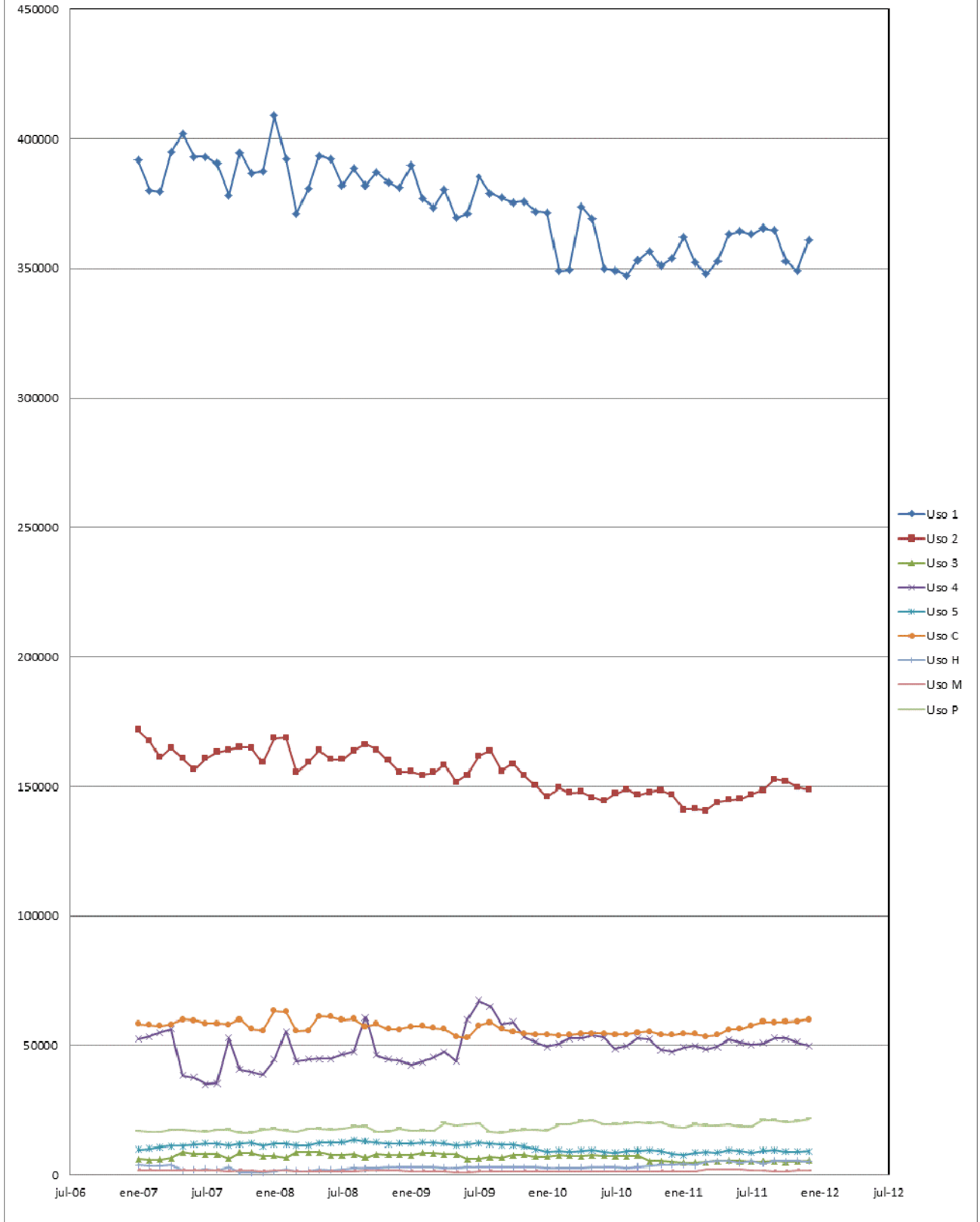
	USO								
Mes	1	2	3	4	5	C	H	M	P
ene-07	391665	171771	5971	52416	9673	58298	3708	1927	17086
feb-07	380163	167399	5710	53317	10198	57822	3496	1925	16563
mar-07	379497	161296	5820	55032	10794	57408	3567	1669	16559
abr-07	394790	164941	6447	56358	11122	58168	3632	1672	17390
may-07	401989	160795	8712	38401	11083	60050	1667	1891	17414
jun-07	393112	156505	8137	37589	11715	59709	1877	1895	17066
jul-07	393023	160873	7963	34921	12129	58416	2273	1980	16813
ago-07	390481	163111	7898	35412	11989	58526	1975	1975	17355
sep-07	378168	164080	6253	52782	11298	58166	2977	1619	17592
oct-07	394625	165145	8599	40726	11833	60086	1053	1970	16427
nov-07	386767	164916	8508	39640	12248	56353	983	1780	16326
dic-07	387462	159269	7235	38744	11147	55830	971	1567	17643
ene-08	408846	168702	7468	44580	11977	63339	1291	1778	17885
feb-08	392238	168763	6618	55372	11828	62896	2052	1808	17111
mar-08	371229	155418	8730	43799	11283	55498	1480	1606	16654
abr-08	380768	159308	8708	44544	11343	55676	1628	1576	17781
may-08	393525	164039	8754	44863	12306	61232	2089	1595	17963
jun-08	392115	160404	7690	44779	12237	60929	2007	1591	17667
jul-08	382098	160376	7640	46557	12409	59801	2158	1543	17739
ago-08	388484	163682	8060	47519	13428	60171	2615	1545	18720
sep-08	382117	166074	6596	60783	12968	57333	2424	1710	18699
oct-08	387239	164100	7925	46166	12447	58206	2585	1707	16594
nov-08	383242	160089	7859	44582	11904	56329	2894	1687	16726

dic-08	381195	155447	7787	44015	12036	56199	3090	1689	17895
ene-09	389710	155793	7621	42459	12130	57399	3195	1567	16946
feb-09	376995	154411	8605	43535	12509	57589	2846	1568	17117
mar-09	373541	155360	8409	45461	12374	56626	2931	1561	17069
abr-09	380365	158249	8038	47541	12135	56341	2713	1560	19943
may-09	369302	151676	7983	43821	11352	53362	2793	1222	18979
jun-09	371001	154266	6111	59838	11697	52709	3015	1220	19410
jul-09	385410	161708	6284	67292	12272	57672	3124	1471	19727
ago-09	378946	163717	6753	65225	11862	58813	2921	1472	16651
sep-09	377220	155859	6666	58097	11573	56244	2879	1377	16380
oct-09	375428	158736	7692	59063	11594	55261	2935	1377	17274
nov-09	375772	154217	7896	53260	10943	54521	2911	1441	17518
dic-09	371928	150305	6951	51181	9887	54192	2953	1445	17408

	USO								
Mes	1	2	3	4	5	C	H	M	P
ene-10	371479	146012	7101	49509	8934	54083	2761	1304	17170
feb-10	349039	149448	7543	50606	9325	53690	2709	1310	19336
mar-10	349464	147598	7421	52534	9057	54045	2798	1310	19319
abr-10	373955	147970	7203	52840	9350	54537	2689	1308	20717
may-10	368989	145713	7593	53914	9489	54586	2882	1315	20872
jun-10	349951	144382	7331	52944	8838	54644	2818	1314	19338
jul-10	349151	147025	7266	48732	8509	54099	2967	1368	19488
ago-10	347311	148894	7174	49771	9186	54230	2603	1369	19962
sep-10	353216	146748	7336	52710	9325	54978	3171	1423	20045
oct-10	356752	147762	5197	52447	9505	55351	3207	1420	19979
nov-10	351014	148543	5245	48394	9104	54261	3819	1490	20065

10									
dic-10	353857	146804	4830	47492	8059	53915	3850	1481	18725
ene-11	362233	141046	4592	49213	7673	54521	4026	1380	18219
feb-11	352467	141254	4651	49883	8647	54439	3721	1381	19489
mar-11	347901	140695	4953	48524	8741	53343	4797	2179	19193
abr-11	352658	143712	5216	49559	8660	53918	5273	2179	18998
may-11	363101	144771	5394	52143	9621	56119	5349	2097	19412
jun-11	364300	145105	5283	51089	9253	56274	4509	2097	18703
jul-11	363080	146908	5000	50264	8564	57598	5272	1800	18529
ago-11	365393	148457	5044	50831	9284	59103	4263	1800	21085
sep-11	364650	152830	5161	52885	9514	58868	5454	1625	21035
oct-11	352813	151944	4803	52683	9029	59077	5248	1615	20354
nov-11	349137	149738	5010	51145	9010	59227	5524	1988	20619
dic-11	361015	148587	5379	49789	9181	60020	5066	1753	21446

Gráfico 3 : Consumo (M³) Vs Mes - Distrito Estadio



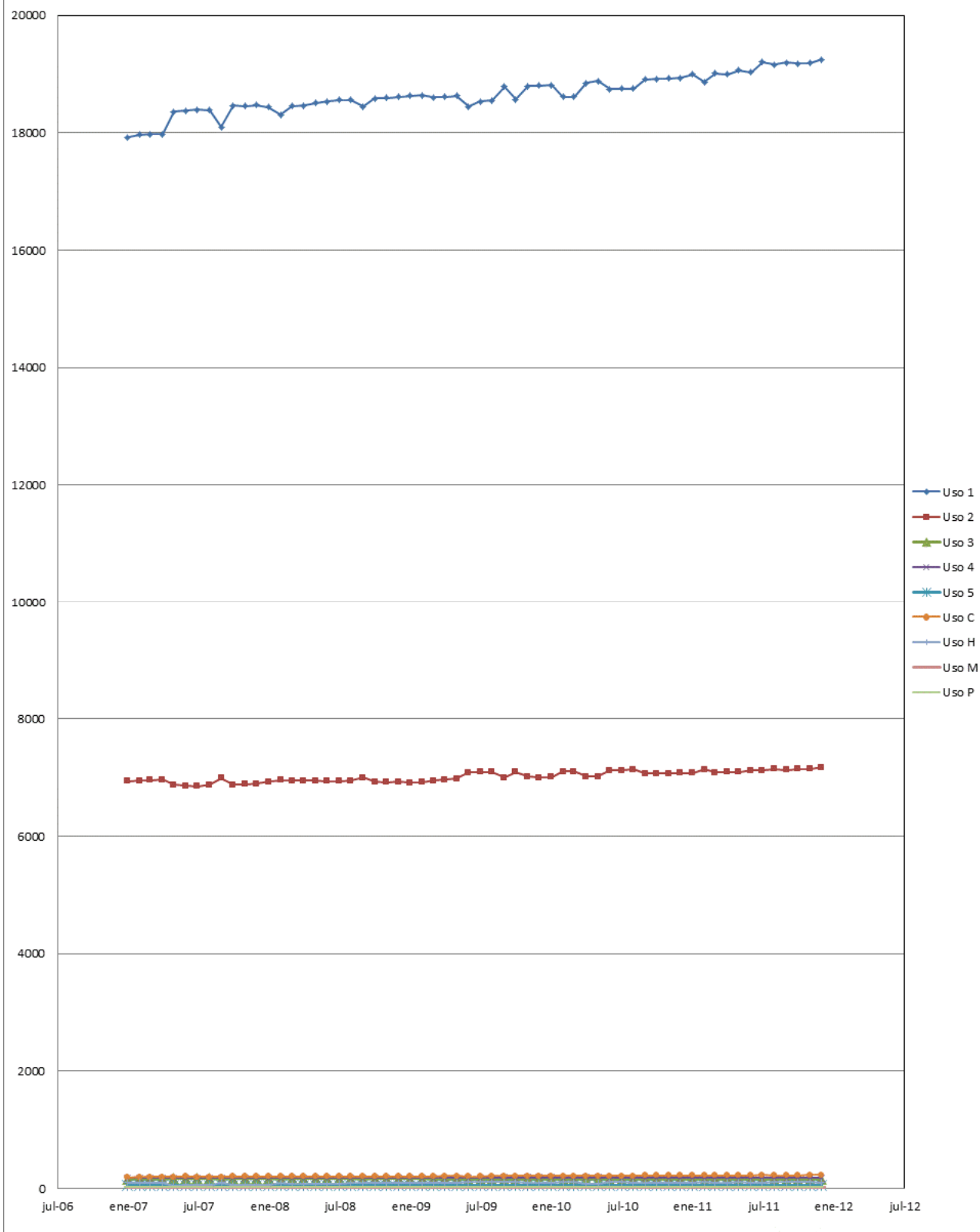
	USO								
Mes	1	2	3	4	5	C	H	M	P
ene-07	17924	6942	151	177	54	192	101	20	23
feb-07	17963	6949	151	177	54	193	102	20	23
mar-07	17975	6957	151	177	54	193	103	20	23
abr-07	17978	6962	151	177	54	193	103	20	23
may-07	18359	6876	171	177	52	200	49	21	23
jun-07	18376	6865	171	177	53	201	65	21	23
jul-07	18391	6849	170	177	52	200	62	21	23
ago-07	18382	6883	170	177	52	200	60	21	23
sep-07	18097	6990	151	177	54	196	103	20	24
oct-07	18463	6875	169	176	52	202	53	21	23
nov-07	18457	6888	169	175	53	203	55	21	23
dic-07	18473	6895	169	176	53	204	54	21	23
ene-08	18440	6930	169	176	53	204	62	21	23
feb-08	18307	6959	155	181	55	201	89	20	24
mar-08	18455	6947	169	176	53	205	77	21	23
abr-08	18464	6950	169	176	53	205	75	21	23
may-08	18511	6947	169	176	54	205	76	21	23
jun-08	18534	6941	168	176	54	205	77	20	23
jul-08	18556	6943	168	176	54	207	80	20	23
ago-08	18561	6945	167	177	54	208	89	20	23
sep-08	18446	7005	155	181	55	205	91	20	24
oct-08	18590	6932	166	177	54	208	94	20	23
nov-08	18599	6926	166	182	54	208	93	20	23
dic-08	18614	6928	166	181	55	208	92	20	23
ene-09	18627	6914	166	183	55	208	91	20	23
feb-09	18635	6923	166	181	55	208	90	20	23
mar-09	18607	6949	165	182	55	208	96	20	23

09									
abr-09	18609	6965	165	183	55	210	98	20	23
may-09	18627	6982	164	183	55	212	99	20	23
jun-09	18447	7092	151	180	54	208	105	20	24
jul-09	18533	7095	151	180	54	209	105	20	24
ago-09	18555	7099	151	180	54	210	105	20	24
sep-09	18787	7000	158	186	54	214	109	20	24
oct-09	18572	7101	151	180	54	212	105	20	24
nov-09	18795	7018	158	186	53	215	92	20	24
dic-09	18808	7004	157	186	53	215	91	20	24

	USO								
Mes	1	2	3	4	5	C	H	M	P
ene-10	18812	7012	157	186	53	215	88	20	24
feb-10	18613	7106	151	180	54	212	105	20	24
mar-10	18615	7107	151	180	54	212	105	20	24
abr-10	18846	7015	155	185	54	216	86	20	24
may-10	18883	7017	156	185	54	218	87	20	24
jun-10	18746	7121	151	180	54	217	106	20	24
jul-10	18753	7121	151	180	54	217	106	20	24
ago-10	18754	7137	151	181	54	218	101	20	24
sep-10	18906	7069	155	183	55	220	92	20	24
oct-10	18921	7074	155	183	55	222	92	20	24
nov-10	18924	7075	155	183	55	222	92	20	24
dic-10	18937	7078	155	183	55	223	92	20	24
ene-11	18997	7079	155	183	55	224	92	20	24
feb-11	18863	7142	151	180	54	222	106	20	24
mar-11	19010	7086	155	182	55	224	98	20	24

abr-11	18993	7097	154	182	55	224	102	20	24
may-11	19066	7101	154	182	54	227	105	20	24
jun-11	19034	7119	153	180	54	227	104	20	24
jul-11	19207	7124	151	180	54	228	104	20	24
ago-11	19165	7147	151	180	54	227	106	20	24
sep-11	19193	7135	151	180	54	227	107	20	24
oct-11	19175	7151	151	180	54	227	106	20	24
nov-11	19191	7151	151	180	54	228	107	20	24
dic-11	19251	7176	151	181	55	230	102	20	24

Gráfico 4: N° de Usuarios Vs Mes- Distrito Estadio



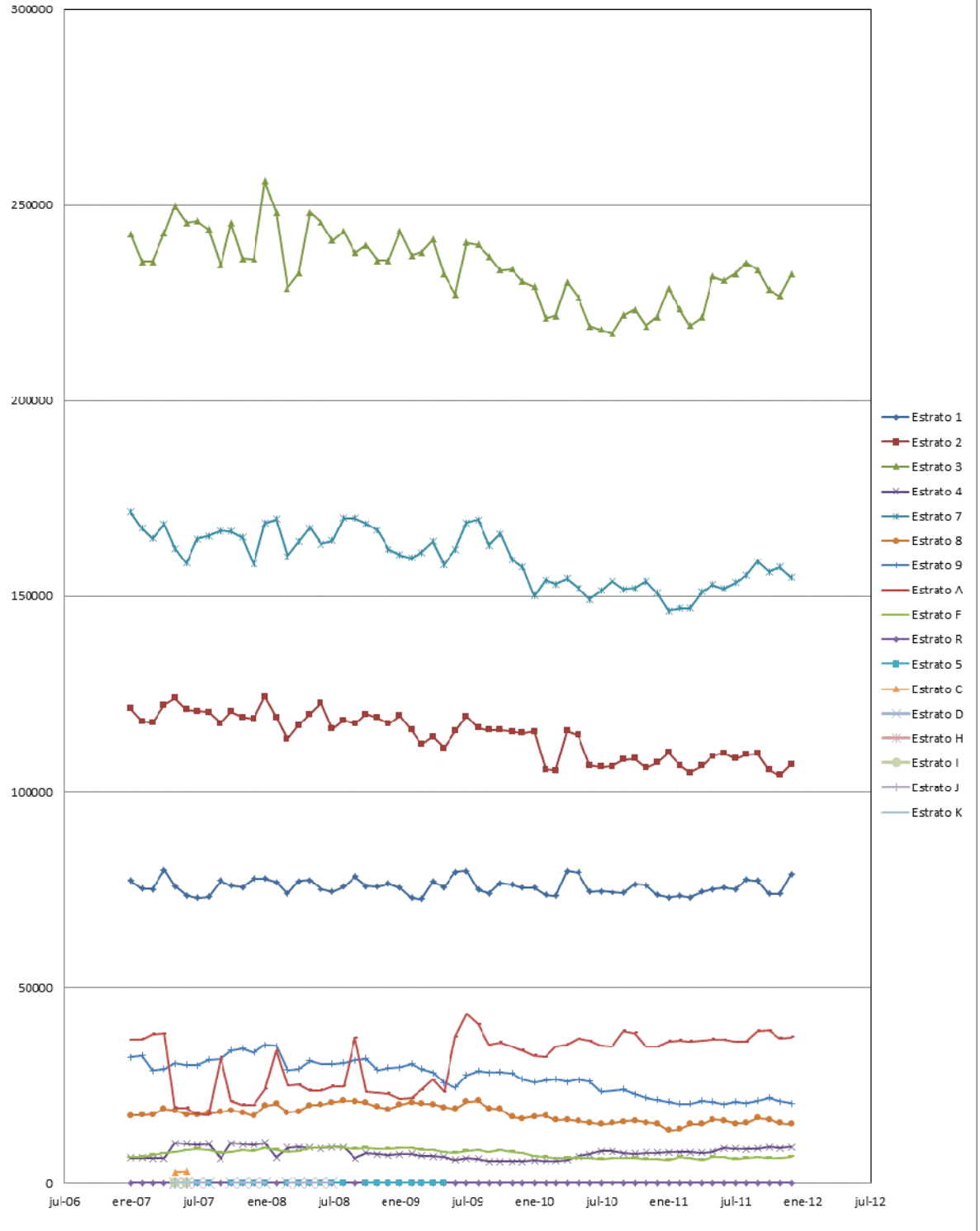
anexo c: gráficas estrato- consumo usuario

Mes	ESTRATO																
	1	2	3	4	7	8	9	A	F	R	5	C	D	H	I	J	K
ene-07	77419	121350	242663	6528	171571	17368	32264	36669	6646	37							
feb-07	75277	118130	235621	6487	167405	17405	32622	36842	6767	37							
mar-07	75226	117748	235594	6319	164841	17568	28880	38170	7265	31							
abr-07	80172	122276	242974	6376	168436	19080	29180	38304	7691	31							
may-07	75941	123909	249768	10309	162283	18642	30705	19344	7930	18	0	2949	0	61	70	72	1
jun-07	73587	121129	245523	10100	158505	17541	30232	19255	8408	18	0	3109	0	61	64	72	1
jul-07	72957	120698	245982	9867	164652	17531	30143	17663	8866	32	0		0				
ago-07	73177	120475	243816	10161	165481	17954	31658	17478	8490	32	0		0				
sep-07	77452	117615	234679	6372	166755	18246	31781	32248	7754	33							
oct-07	76126	120539	245423	10240	166567	18628	33944	21055	7909	33	0		0				
nov-07	75681	119088	236410	10068	165075	18087	34537	20100	8448	27	0		0				
dic-07	77951	118760	236189	9848	158223	17221	33372	20002	8275	27	0		0				
ene-08	77895	124362	256073	10455	168761	19851	35443	23996	8965	65	0		0				
feb-08	76995	119108	248199	6615	169745	20379	35140	33848	8592	65							
mar-08	74017	113469	228768	9068	160165	18065	28971	25092	8032	50	0		0				
abr-08	77323	117000	232628	9186	164040	18348	29300	25245	8212	50	0		0				
may-08	77536	119941	248142	9057	167529	19969	31338	23802	8996	56	0		0				
jun-08	75159	122852	245698	8949	163356	20044	30541	23754	9010	56	0		0				

Mes	ESTRATO																
	1	2	3	4	7	8	9	A	F	R	5	C	D	H	I	J	K
ene-09	75607	119464	243362	7404	160651	20112	29688	21562	8945	25	0						
feb-09	72980	115802	237092	7483	159774	20769	30501	21755	8994	25	0						
mar-09	72690	112240	237960	7012	161296	20376	29272	23895	8563	28	0						
abr-09	77152	114168	241212	6893	163971	20207	28297	26487	8470	28	0						
may-09	75672	111291	232355	6789	158077	19404	25708	23302	7874	18	0						
jun-09	79560	115548	227247	6009	162065	19018	24540	37494	7768	18							
jul-09	79929	119413	240408	6297	168800	20883	27615	43226	8363	26							
ago-09	74989	116447	239955	6252	169632	21189	28775	40621	8474	26							
sep-09	74126	115861	236886	5613	163049	19158	28332	35354	7888	28							
oct-09	76705	115795	233311	5594	165973	19004	28466	36096	8388	28							
nov-09	76343	115462	233656	5548	159450	16973	28183	34816	8027	21							
dic-09	75566	115045	230543	5573	157530	16484	26675	33950	7697	21							
ene-10	75533	115403	229226	5757	150125	17045	25828	32606	6814	16							
feb-10	73710	105774	221102	5700	154178	17270	26343	32193	6720	16							
mar-10	73469	105470	221770	5721	153158	16121	26588	34929	6301	19							
abr-10	79842	115641	230398	5953	154542	16231	25990	35473	6480	19							
may-10	79534	114487	226475	6847	152095	15948	26545	36906	6494	22							
jun-10	74528	106849	219045	7448	149253	15537	26082	36456	6340	22							
jul-10	74676	106415	218142	8209	151396	15080	23422	35094	6153	18							
ago-10	74326	106549	217192	8140	153933	15408	23625	35003	6306	18							
sep-10	74309	108319	221860	7592	151890	15700	24058	38879	6333	12							
oct-10	76470	108594	223288	7575	152139	15962	22816	38342	6422	12							
nov-10	76234	106174	219153	7773	153978	15538	21895	34921	6254	15							
dic-10	73668	107520	221504	7771	150911	15241	21442	34857	6084	15							

	ESTRATO																
Mes	1	2	3	4	7	8	9	A	F	R	5	C	D	H	I	J	K
ene-11	73041	110099	228768	7872	146358	13596	20869	36309	5977	14							
feb-11	73453	106841	223444	7872	146974	13786	20295	36582	6671	14							
mar-11	73115	104989	219173	7890	146938	15147	20402	36273	6381	18							
abr-11	74520	106705	221334	7756	151192	15053	21184	36428	5983	18							
may-11	75161	109155	231754	8048	153067	16298	20884	36875	6734	31							
jun-11	75585	109925	230730	8901	151953	15969	20198	36684	6637	31							
jul-11	75121	108564	232439	8786	153574	15183	20876	36215	6212	45							
ago-11	77693	109595	235261	8732	155400	15379	20509	36214	6432	45							
sep-11	77421	109841	233476	8872	158974	16641	21164	38949	6601	83							
oct-11	73999	105701	228401	9186	156311	16350	21954	39107	6474	83							
nov-11	74019	104324	226818	8982	157407	15386	20986	37077	6349	50							
dic-11	79062	107078	232289	9217	154877	15092	20529	37292	6750	50							

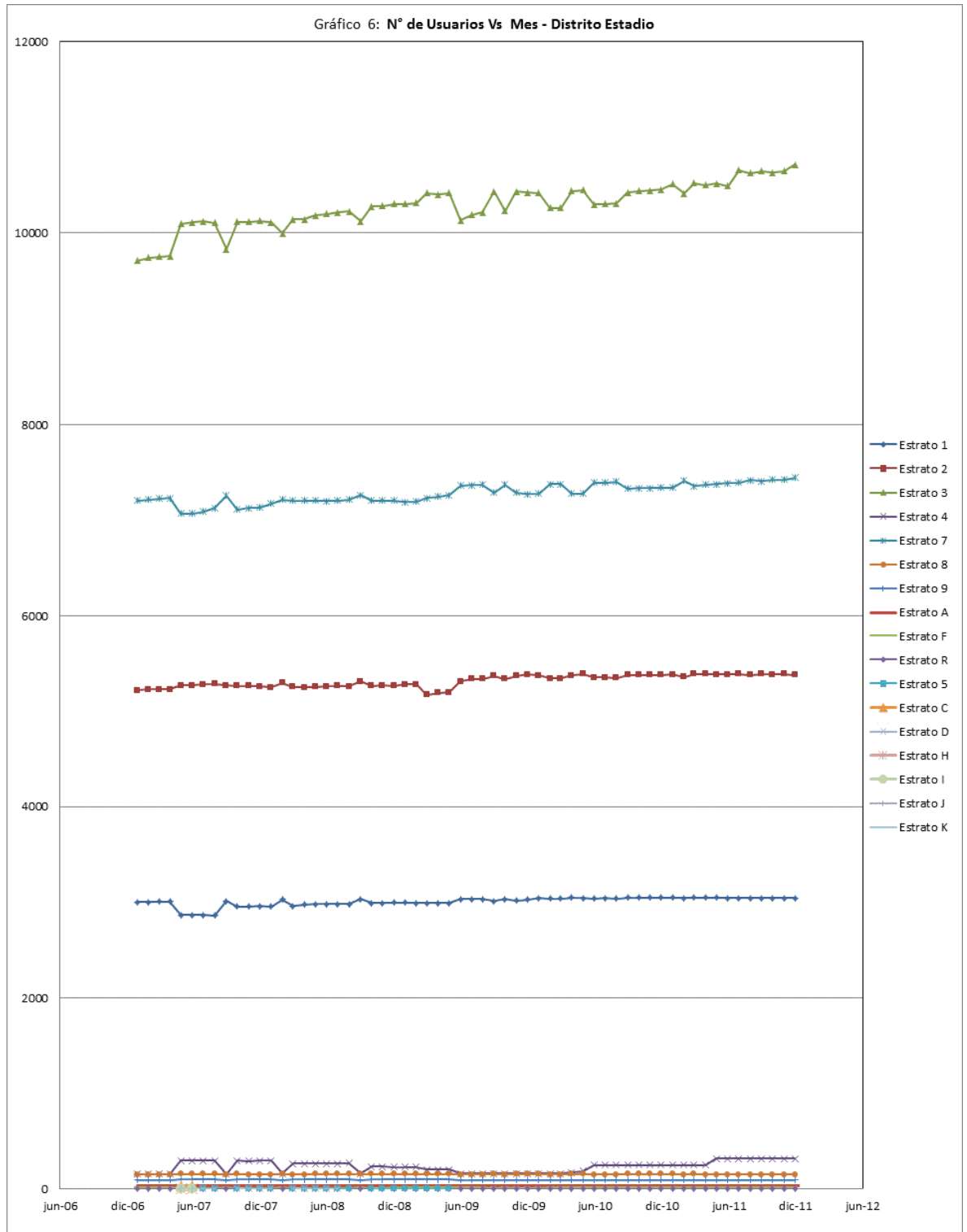
Gráfico 5: Consumo(M³) Vs Mes - Distrito Estadio



	ESTRATO																
Mes	1	2	3	4	7	8	9	A	F	R	5	C	D	H	I	J	K
ene-07	3001	5214	9712	158	7206	152	94	31	15	1							
feb-07	3002	5223	9742	158	7214	152	94	31	15	1							
mar-07	3003	5223	9753	158	7223	152	94	31	15	1							
abr-07	3003	5224	9755	158	7228	152	94	31	15	1							
may-07	2863	5264	10096	295	7067	156	100	31	12	1	1	34	2	1	2	2	1
jun-07	2864	5268	10109	296	7071	156	100	31	12	1	1	35	2	1	2	2	1
jul-07	2862	5277	10118	295	7090	156	100	31	12	1	1		2				
ago-07	2858	5281	10107	295	7125	155	100	31	12	1	1		2				
sep-07	3010	5264	9831	158	7256	152	94	31	15	1							
oct-07	2952	5261	10116	295	7109	155	99	31	12	1	1		2				
nov-07	2951	5260	10114	294	7125	154	99	31	12	1	1		2				
dic-07	2957	5258	10125	296	7132	154	99	31	12	1	1		2				
ene-08	2953	5246	10108	296	7175	154	99	31	12	1	1		2				
feb-08	3024	5294	9998	161	7217	155	95	31	15	1							
mar-08	2958	5251	10143	267	7207	154	99	31	12	1	1		2				
abr-08	2975	5247	10139	268	7207	154	99	31	12	1	1		2				
may-08	2977	5249	10183	267	7204	155	99	31	13	1	1		2				
jun-08	2980	5255	10197	267	7197	155	99	31	13	1	1		2				
jul-08	2980	5260	10215	268	7202	155	99	31	13	1	1		2				
ago-08	2981	5256	10223	269	7215	155	99	31	13	1	1						
sep-08	3031	5310	10118	161	7264	156	95	31	15	1							
oct-08	2990	5263	10274	232	7205	155	99	31	13	1	1						
nov-08	2989	5264	10283	232	7202	156	99	31	13	1	1						
dic-08	2993	5261	10303	227	7202	155	99	31	14	1	1						

	ESTRATO																
Mes	1	2	3	4	7	8	9	A	F	R	5	C	D	H	I	J	K
ene-09	2993	5274	10303	227	7190	155	98	31	14	1	1						
feb-09	2990	5277	10311	227	7196	155	98	31	14	1	1						
mar-09	2987	5168	10417	205	7228	155	98	31	14	1	1						
abr-09	2988	5187	10401	205	7247	155	98	31	14	1	1						
may-09	2991	5192	10415	203	7264	155	98	31	14	1	1						
jun-09	3030	5305	10129	161	7362	153	94	31	15	1							
jul-09	3030	5331	10190	161	7365	153	94	31	15	1							
ago-09	3030	5332	10212	161	7369	153	94	31	15	1							
sep-09	3008	5367	10430	161	7287	157	96	32	13	1							
oct-09	3032	5332	10229	161	7371	153	94	31	15	1							
nov-09	3017	5364	10432	162	7287	157	96	32	13	1							
dic-09	3026	5378	10421	163	7272	156	96	32	13	1							
ene-10	3043	5370	10415	164	7277	156	96	32	13	1							
feb-10	3035	5338	10261	161	7376	153	94	31	15	1							
mar-10	3035	5338	10263	161	7377	153	94	31	15	1							
abr-10	3045	5372	10438	172	7276	156	94	32	15	1							
may-10	3043	5385	10449	189	7279	156	95	32	15	1							
jun-10	3037	5349	10296	251	7392	153	94	31	15	1							
jul-10	3039	5350	10300	251	7392	153	94	31	15	1							
ago-10	3037	5345	10309	251	7404	153	94	31	15	1							
sep-10	3045	5375	10423	252	7331	156	95	31	15	1							
oct-10	3045	5375	10440	252	7336	156	95	31	15	1							
nov-10	3045	5376	10442	252	7337	156	95	31	15	1							
dic-10	3045	5377	10455	252	7340	156	95	31	15	1							

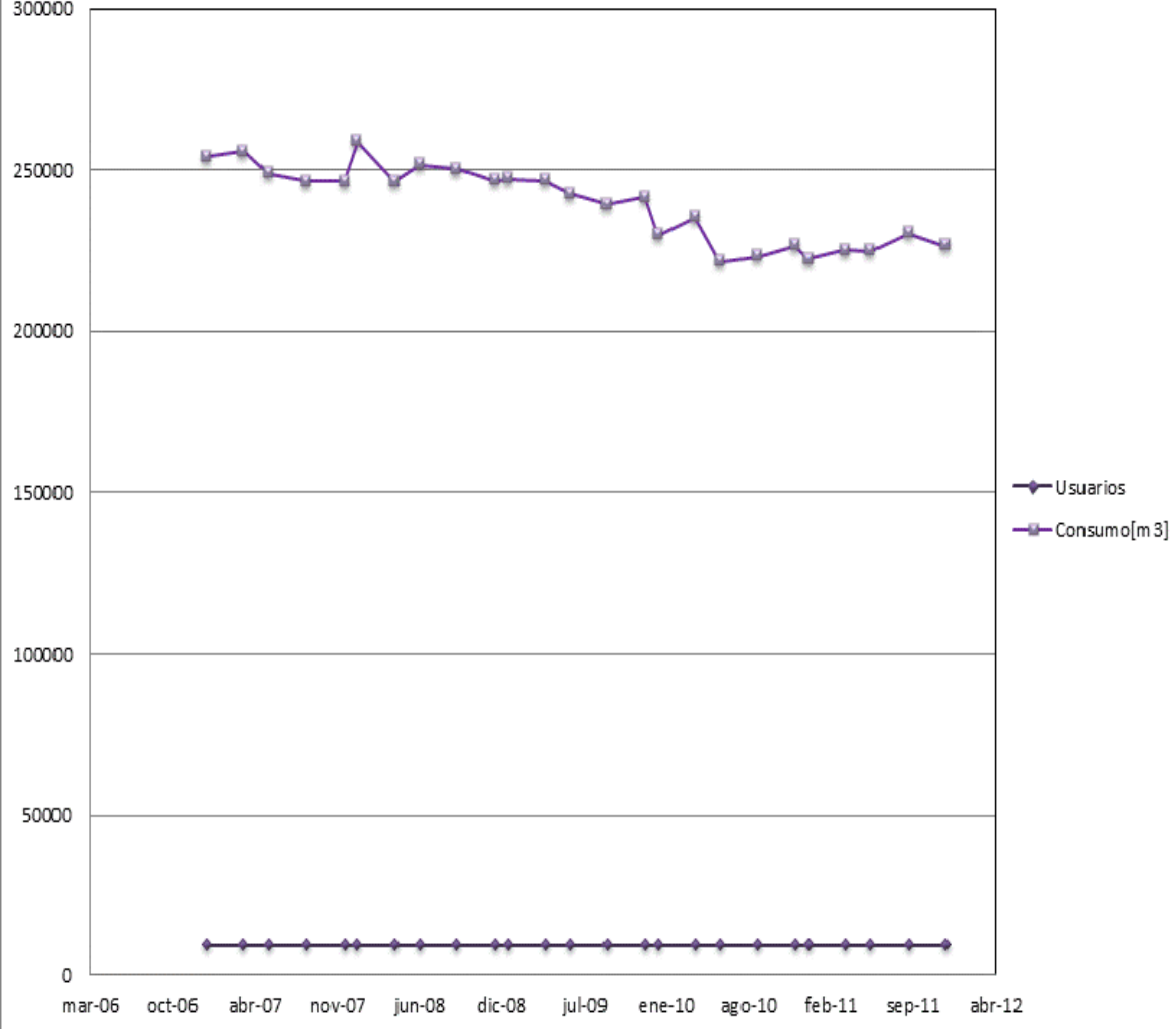
	ESTRATO																
Mes	1	2	3	4	7	8	9	A	F	R	5	C	D	H	I	J	K
ene-11	3045	5381	10512	252	7341	156	95	31	15	1							
feb-11	3039	5355	10410	251	7413	153	94	31	15	1							
mar-11	3046	5385	10520	252	7354	155	95	31	15	1							
abr-11	3049	5386	10500	251	7369	154	95	31	15	1							
may-11	3046	5382	10514	320	7375	154	95	31	15	1							
jun-11	3043	5380	10488	320	7389	154	94	31	15	1							
jul-11	3043	5384	10658	320	7393	153	94	31	15	1							
ago-11	3041	5375	10626	320	7418	153	94	31	15	1							
sep-11	3040	5384	10646	320	7407	153	94	31	15	1							
oct-11	3041	5379	10632	320	7422	153	94	31	15	1							
nov-11	3042	5384	10643	320	7423	153	94	31	15	1							
dic-11	3040	5376	10715	320	7443	154	94	31	16	1							



Anexo d: gráficas suscriptores-consumo usuario

Mes	Usuarios	Consumo[m3]
ene-07	9151	254143
abr-07	9153	255733
jun-07	9280	248933
sep-07	9153	246445
dic-07	9245	246345
ene-08	9242	258656
abr-08	9238	246579
jun-08	9224	251593
sep-08	9185	250339
dic-08	9210	246758
ene-09	9205	247279
abr-09	9198	246607
jun-09	9153	242564
sep-09	9217	239246
dic-09	9210	241630
ene-10	9210	229853
abr-10	9202	235345
jun-10	9153	221493
sep-10	9185	223157
dic-10	9185	226628
ene-11	9185	222531
abr-11	9185	225232
jun-11	9161	224865
sep-11	9151	230350
dic-11	9147	226531

Gráfico 7: Usuario-Consumo[m3] Vs Suscriptores-Ene2007-Dic2011



Anexo e: válvulas reguladoras distrito estadio

INVENTARIO DE ESTACIONES REGULADORAS DEL DISTRITO ESTADIO DE BUCARAMANGA

No	Distritos	Sectorización Distrito	Sectorización Reguladora	No	Reguladoras	ID	Estado Actual de operación	Diámetro Pulgadas	Dirección	TIPO DE CONTROL	Presión Promedio Aguas Arriba (psi)	setting (psi)	setting (m)	Observaciones	CATASTRO	
1	Estadio	OK	OK	1	Comuneros	271061	Operando	6	Calle 6 # 20 - 05	FIJO	85	40	28		OK	
1	Estadio		OK	2	San Rafael	269333	Operando	6	Calle 5 con Cra 15B Esquina	DINAMICO	98	50	35		OK	
													35			
1	Estadio		OK	3	Cinal	15987	Operando	3	Calle 6 # 8 - 16	PROPORCIONAL	50	20	14		OK	
1	Estadio		OK	4	Gaitán		Operando	4	Calle 17 # 15 - 10	FIJO	90	30	21	Falta ficha	OK	
1	Estadio		OK	5	Santander	22001	Operando	3	Cra 9 # 28 - 02	PROPORCIONAL	45	28	19,6		OK	
1	Estadio		OK	6	Girardot	271042	Operando	6	Cra 14 con calle 28 Esquina	ACTIVO	105	45	31,5		OK	
	Estadio												20	14		OK
1	Estadio		OK	OK	7	Don Bosco		Operando	3	Calle 27 con Cra 11 occ	FIJO	70	40	28	Falta ficha e incluir SIGIR	OK
1	Estadio		OK	OK	8	Bosque Norte Alto	168	Operando	6	Carrera 15 B # 3-31	PROPORCIONAL	105	42	29,4	Falta ficha y actualizar Reg. en SIIDAR	OK
1	Estadio		OK	OK	9	Bosque Norte Bajo	277	Operando	3	Carrera 16 con calle 2F Esquina	FIJO	107	45	31,5	Falta actualizar SIIDAR Reg. en SIIDAR	OK
1	Estadio				10	Transición	11422	Operando	4	Via a Matanza 700 m delante de la virgen	FIJO	77	20	14	Actualizar Ficha	OK
1	Estadio			11	Independencia	9056	Operando	3	Cra 25 # 3a -20	FIJO	122	30	21		OK	
1	Estadio	OK	OK	12	Centenario	271067	Operando	8	Cra 18 con 31 esquina	FIJO	87	35	24,5	Actualizar, reemplaza Reg. Centro	OK	

DISTRITO	REGULADORA	PRESIÓN BAJA	PRESIÓN POR ROTACIÓN
Estadio	Comuneros	No existe	CRA 18 # 6-39 PISO 2
Estadio	San Rafael	No existe	No existe
Estadio	Cinal	No existe	No existe
Estadio	Gaitán	No existe	CRA 14 # 20-51
Estadio	Gaitán	No existe	CL 16A # 8-23
Estadio	Santander	No existe	CL 28 # 8W-17
Estadio	Girardot	No existe	CL 25 # 4-01
Estadio	Don Bosco	No existe	No existe
Estadio	Bosque Norte Alto	No existe	No existe
Estadio	Bosque Norte Bajo	No existe	No existe
Estadio	Transición	No existe	CL 1 # 19-24 TRANSICION
Estadio	Independencia	No existe	No existe
Estadio	No existe	No existe	CL 31 # 13-52 LOCAL
Estadio	No existe	No existe	CL 14 # 18-45
Estadio	No existe	No existe	CL 33 # 19-42
Estadio	No existe	No existe	CL 41 # 19-08

Bienestar

Hora	PromVol[L]
12:00:00	62,3569
12:15:00	62,6259
12:30:00	62,7534
12:45:00	62,7395
13:00:00	62,1787
13:15:00	62,5479
13:30:00	62,5825
13:45:00	63,5555
14:00:00	64,0741
14:15:00	63,7383
14:30:00	63,7398
14:45:00	63,8436
15:00:00	63,5705
15:15:00	63,2051
15:30:00	63,1715
15:45:00	63,2175
16:00:00	64,1882
16:15:00	64,2790
16:30:00	63,4251
16:45:00	63,4978
17:00:00	63,5521
17:15:00	63,5056
17:30:00	63,1473
17:45:00	63,1686
18:00:00	63,2978
18:15:00	63,0605
18:30:00	62,8670
18:45:00	64,0878
19:00:00	64,1801
19:15:00	68,8875
19:30:00	62,8654
19:45:00	62,5471
20:00:00	62,6079
20:15:00	62,7243
20:30:00	62,8120
20:45:00	62,8716
21:00:00	63,9153
21:15:00	62,8695
21:30:00	62,8067
21:45:00	61,5971
22:00:00	58,8644
22:15:00	59,5985
22:30:00	60,1806
22:45:00	64,1608
23:00:00	64,3597
23:15:00	65,6046
23:30:00	65,6816
23:45:00	64,5994

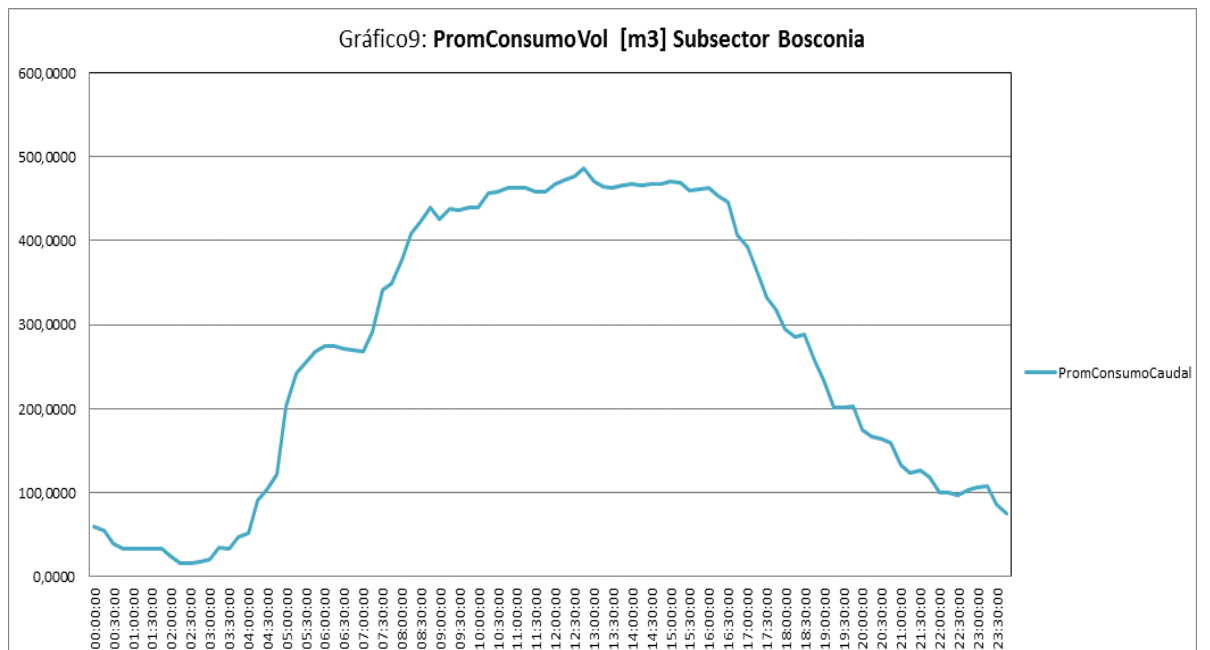
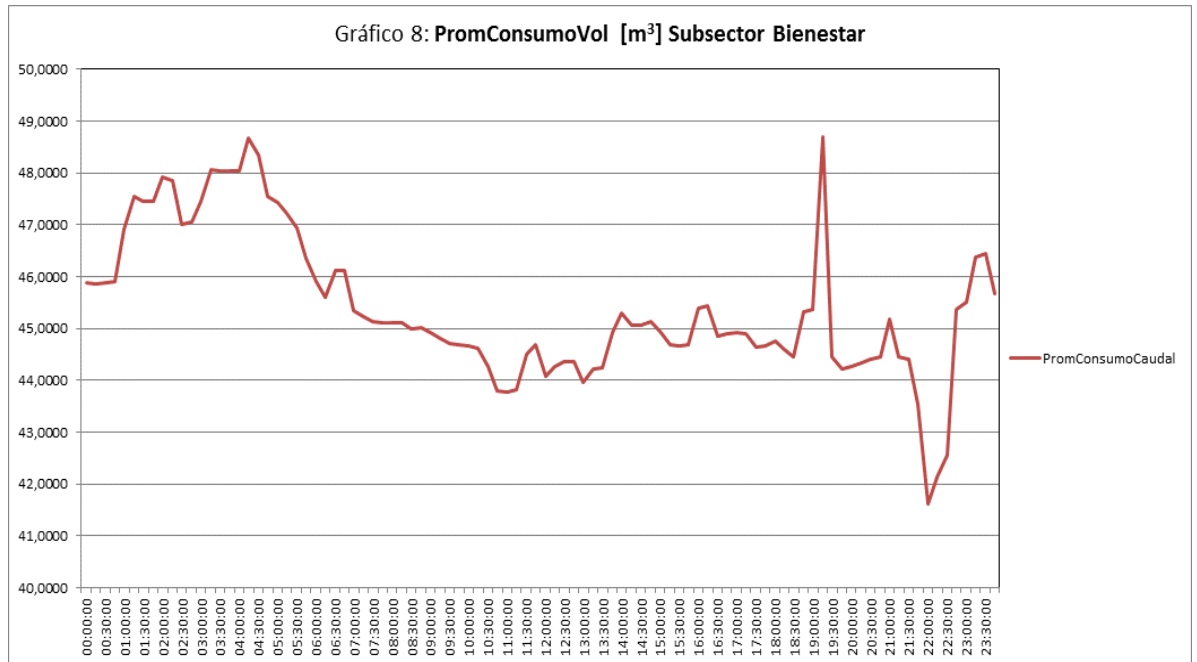
Hora	PromVol[L]
00:00:00	64,8944
00:15:00	64,8493
00:30:00	64,8946
00:45:00	64,9163
01:00:00	66,3505
01:15:00	67,2470
01:30:00	67,1149
01:45:00	67,1300
02:00:00	67,7888
02:15:00	67,6973
02:30:00	66,4950
02:45:00	66,5439
03:00:00	67,1119
03:15:00	67,9894
03:30:00	67,9556
03:45:00	67,9357
04:00:00	67,9413
04:15:00	68,8551
04:30:00	68,3674
04:45:00	67,2472
05:00:00	67,0729
05:15:00	66,7729
05:30:00	66,3742
05:45:00	65,5532
06:00:00	64,9479
06:15:00	64,4980
06:30:00	65,2169
06:45:00	65,2268
07:00:00	64,1351
07:15:00	63,9771
07:30:00	63,8524
07:45:00	63,8167
08:00:00	63,7925
08:15:00	63,7963
08:30:00	63,6490
08:45:00	63,6725
09:00:00	63,5510
09:15:00	63,3832
09:30:00	63,2440
09:45:00	63,2237
10:00:00	63,1723
10:15:00	63,1054
10:30:00	62,6242
10:45:00	61,9585
11:00:00	61,9270
11:15:00	61,9748
11:30:00	62,9535
11:45:00	63,1917

Anexo f: gráficas subsectores

Bosconia

Hora	Promedio[m3]
00:00:00	59,6075
00:15:00	54,3299
00:30:00	38,9494
00:45:00	33,6811
01:00:00	32,9587
01:15:00	33,3166
01:30:00	33,0133
01:45:00	33,1916
02:00:00	24,2727
02:15:00	16,5565
02:30:00	16,7920
02:45:00	16,9051
03:00:00	21,3206
03:15:00	34,0896
03:30:00	33,9845
03:45:00	46,7614
04:00:00	52,0377
04:15:00	90,0957
04:30:00	103,7401
04:45:00	121,6802
05:00:00	202,8611
05:15:00	241,3263
05:30:00	255,0345
05:45:00	268,0549
06:00:00	274,2238
06:15:00	273,9325
06:30:00	271,0456
06:45:00	270,2620
07:00:00	267,6864
07:15:00	291,7081
07:30:00	341,7098
07:45:00	349,4679
08:00:00	377,1896
08:15:00	409,0761
08:30:00	424,3887
08:45:00	440,2303
09:00:00	426,3718
09:15:00	438,5446
09:30:00	436,1061
09:45:00	439,0626
10:00:00	440,2831
10:15:00	456,9022
10:30:00	457,6535
10:45:00	462,6903
11:00:00	462,7534
11:15:00	462,7470
11:30:00	458,8029
11:45:00	457,9939

Hora	Promedio[m3]
12:00:00	467,4047
12:15:00	473,0149
12:30:00	476,4521
12:45:00	485,7237
13:00:00	471,5546
13:15:00	465,2614
13:30:00	463,7368
13:45:00	466,2370
14:00:00	468,4667
14:15:00	466,5889
14:30:00	467,3725
14:45:00	467,3493
15:00:00	470,0609
15:15:00	469,6047
15:30:00	460,0147
15:45:00	460,9967
16:00:00	462,6903
16:15:00	454,1532
16:30:00	445,8982
16:45:00	407,1524
17:00:00	392,4291
17:15:00	365,6539
17:30:00	331,6801
17:45:00	318,9364
18:00:00	294,5134
18:15:00	285,1582
18:30:00	288,5453
18:45:00	257,8203
19:00:00	233,5476
19:15:00	201,4243
19:30:00	201,1755
19:45:00	202,8345
20:00:00	174,3950
20:15:00	166,4614
20:30:00	164,6660
20:45:00	158,7711
21:00:00	132,7622
21:15:00	123,8958
21:30:00	127,1096
21:45:00	119,4249
22:00:00	99,5481
22:15:00	99,4283
22:30:00	97,0470
22:45:00	103,7090
23:00:00	106,5052
23:15:00	107,7287
23:30:00	86,1823
23:45:00	74,8151



Centro

Hora	Promedio	Prom[m3]
00:00:00	29,0906	20,5670
00:15:00	26,9675	19,0660
00:30:00	25,9278	18,3309
00:45:00	24,2953	17,1768
01:00:00	23,6156	16,6962
01:15:00	22,6667	16,0253
01:30:00	22,3475	15,7997
01:45:00	21,7211	15,3568
02:00:00	21,5011	15,2013
02:15:00	21,4811	15,1871
02:30:00	21,3339	15,0831
02:45:00	21,4558	15,1693
03:00:00	21,9431	15,5137
03:15:00	22,7728	16,1004
03:30:00	23,6442	16,7164
03:45:00	25,0383	17,7021
04:00:00	27,5675	19,4902
04:15:00	30,9367	21,8722
04:30:00	35,5806	25,1555
04:45:00	42,5411	30,0766
05:00:00	53,4394	37,7817
05:15:00	63,7997	45,1064
05:30:00	75,4903	53,3716
05:45:00	86,7256	61,3150
06:00:00	95,9139	67,8111
06:15:00	104,9878	74,2264
06:30:00	108,9769	77,0467
06:45:00	113,2614	80,0758
07:00:00	116,1175	82,0951
07:15:00	119,8914	84,7632
07:30:00	121,4656	85,8761
07:45:00	121,3686	85,8076
08:00:00	120,9903	85,5401
08:15:00	124,8367	88,2595
08:30:00	127,7928	90,3495
08:45:00	128,1038	90,5694
09:00:00	128,8841	91,1211
09:15:00	128,9578	91,1732
09:30:00	128,9425	91,1623
09:45:00	128,5860	90,9103
10:00:00	128,8478	91,0954
10:15:00	127,7191	90,2974
10:30:00	129,8228	91,7848
10:45:00	129,9317	91,8617
11:00:00	130,1882	92,0430
11:15:00	128,6000	90,9202
11:30:00	126,4962	89,4328
11:45:00	124,3185	87,8932

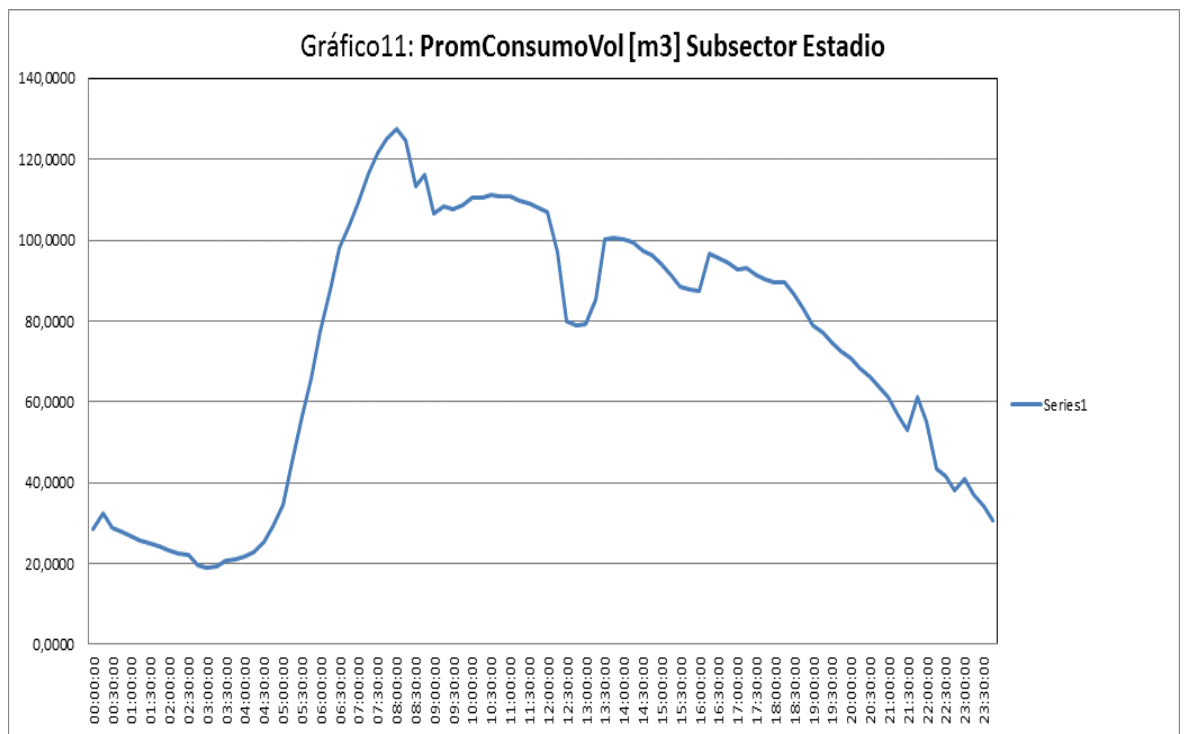
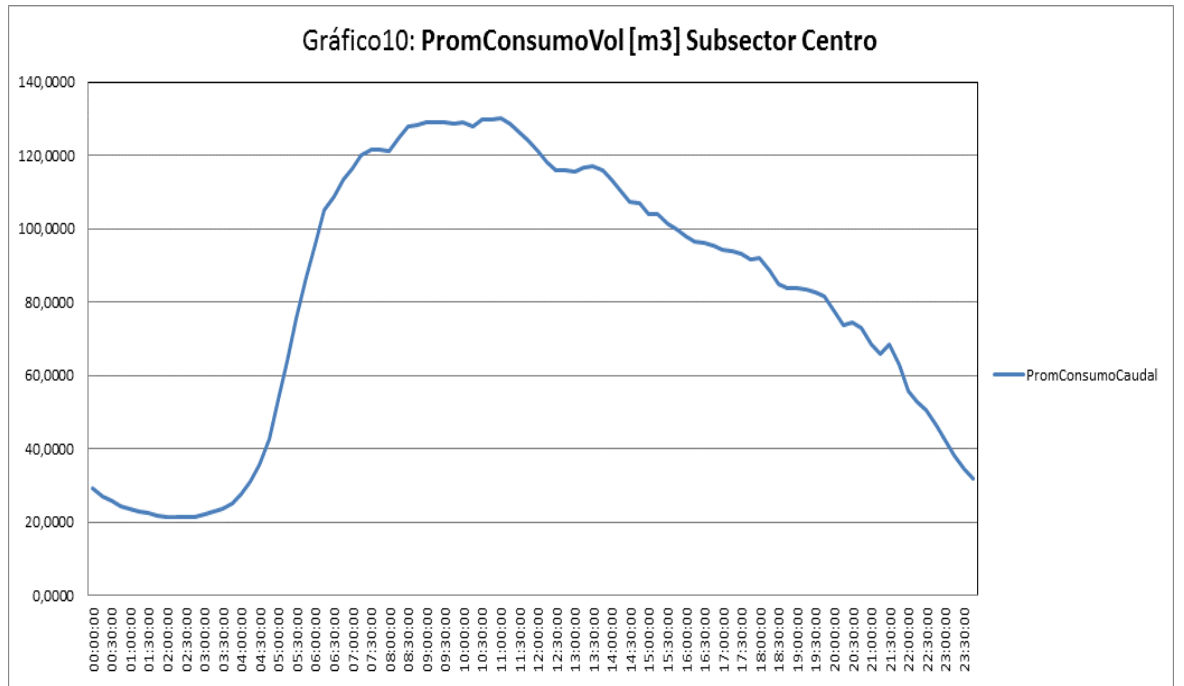
Hora	Promedio	Prom[m3]
12:00:00	121,3024	85,7608
12:15:00	118,3075	83,6434
12:30:00	115,8384	81,8978
12:45:00	115,8742	81,9231
13:00:00	115,3909	81,5813
13:15:00	116,7164	82,5185
13:30:00	117,0427	82,7492
13:45:00	116,0626	82,0563
14:00:00	113,3677	80,1510
14:15:00	110,4263	78,0714
14:30:00	107,2685	75,8389
14:45:00	106,8323	75,5304
15:00:00	104,0659	73,5746
15:15:00	103,7783	73,3713
15:30:00	101,2928	71,6140
15:45:00	99,9839	70,6886
16:00:00	97,9514	69,2516
16:15:00	96,5311	68,2475
16:30:00	96,2211	68,0283
16:45:00	95,5314	67,5407
17:00:00	94,2611	66,6426
17:15:00	93,9478	66,4211
17:30:00	92,9547	65,7190
17:45:00	91,5364	64,7162
18:00:00	91,8814	64,9601
18:15:00	88,5789	62,6253
18:30:00	85,0269	60,1140
18:45:00	83,9467	59,3503
19:00:00	83,6628	59,1496
19:15:00	83,5544	59,0730
19:30:00	82,5200	58,3416
19:45:00	81,5211	57,6354
20:00:00	77,4386	54,7491
20:15:00	73,7403	52,1344
20:30:00	74,4267	52,6197
20:45:00	72,7392	51,4266
21:00:00	68,3683	48,3364
21:15:00	65,6817	46,4369
21:30:00	68,3011	48,2889
21:45:00	62,8517	44,4362
22:00:00	55,5967	39,3068
22:15:00	52,7369	37,2850
22:30:00	50,5278	35,7231
22:45:00	46,5221	32,8911
23:00:00	42,4244	29,9941
23:15:00	38,2216	27,0226
23:30:00	34,3434	24,2808
23:45:00	31,6382	22,3682

Estadio

Hora	Promedio	Prom[m3]
------	----------	----------

Hora	Promedio	Prom[m3]
00:00:00	28,4896	20,1421
00:15:00	32,2849	22,8255
00:30:00	29,0370	20,5291
00:45:00	27,8569	19,6948
01:00:00	26,8192	18,9612
01:15:00	25,7245	18,1872
01:30:00	24,9281	17,6242
01:45:00	24,2547	17,1481
02:00:00	23,2043	16,4054
02:15:00	22,3723	15,8172
02:30:00	21,9879	15,5454
02:45:00	19,6888	13,9200
03:00:00	18,8636	13,3365
03:15:00	19,1438	13,5347
03:30:00	20,7675	14,6826
03:45:00	21,0719	14,8978
04:00:00	21,7493	15,3768
04:15:00	22,7843	16,1085
04:30:00	25,4435	17,9886
04:45:00	29,2319	20,6669
05:00:00	34,4610	24,3639
05:15:00	45,0477	31,8487
05:30:00	56,6707	40,0662
05:45:00	65,6163	46,3907
06:00:00	77,5457	54,8248
06:15:00	87,7520	62,0407
06:30:00	98,2164	69,4390
06:45:00	103,9012	73,4582
07:00:00	109,4247	77,3633
07:15:00	116,5040	82,3684
07:30:00	121,3353	85,7841
07:45:00	124,9012	88,3052
08:00:00	127,6290	90,2337
08:15:00	124,7030	88,1650
08:30:00	113,4583	80,2150
08:45:00	116,0853	82,0723
09:00:00	106,6224	75,3820
09:15:00	108,2715	76,5479
09:30:00	107,4622	75,9758
09:45:00	108,6810	76,8375
10:00:00	110,4746	78,1055
10:15:00	110,5840	78,1829
10:30:00	111,1400	78,5760
10:45:00	110,8249	78,3532
11:00:00	110,9948	78,4733
11:15:00	109,8158	77,6397
11:30:00	109,0202	77,0773
:45:00	107,9577	76,3261

12:00:00	106,7904	75,5008
12:15:00	97,0339	68,6029
12:30:00	79,9460	56,5218
12:45:00	79,0658	55,8995
13:00:00	79,2734	56,0463
13:15:00	85,1237	60,1825
13:30:00	100,0710	70,7502
13:45:00	100,3913	70,9766
14:00:00	100,0990	70,7700
14:15:00	99,5104	70,3539
14:30:00	97,3008	68,7917
14:45:00	96,1374	67,9691
15:00:00	94,0801	66,5146
15:15:00	91,2786	64,5340
15:30:00	88,5176	62,5819
15:45:00	87,6120	61,9417
16:00:00	87,2487	61,6848
16:15:00	96,7117	68,3752
16:30:00	95,6841	67,6487
16:45:00	94,4852	66,8010
17:00:00	92,6640	65,5134
17:15:00	93,0410	65,7800
17:30:00	91,2345	64,5028
17:45:00	90,2466	63,8044
18:00:00	89,3884	63,1976
18:15:00	89,7110	63,4257
18:30:00	86,6358	61,2515
18:45:00	82,8804	58,5964
19:00:00	78,9469	55,8155
19:15:00	77,1337	54,5336
19:30:00	74,7567	52,8530
19:45:00	72,6546	51,3668
20:00:00	70,8152	50,0663
20:15:00	68,1371	48,1729
20:30:00	66,1687	46,7813
20:45:00	63,6505	45,0009
21:00:00	61,2083	43,2743
21:15:00	56,6593	40,0581
21:30:00	53,0161	37,4824
21:45:00	61,1507	43,2335
22:00:00	54,9847	38,8742
22:15:00	43,6028	30,8272
22:30:00	41,7345	29,5063
22:45:00	38,2608	27,0504
23:00:00	41,0986	29,0567
23:15:00	37,2229	26,3166
23:30:00	34,2174	24,1917
23:45:00	30,8347	21,8001



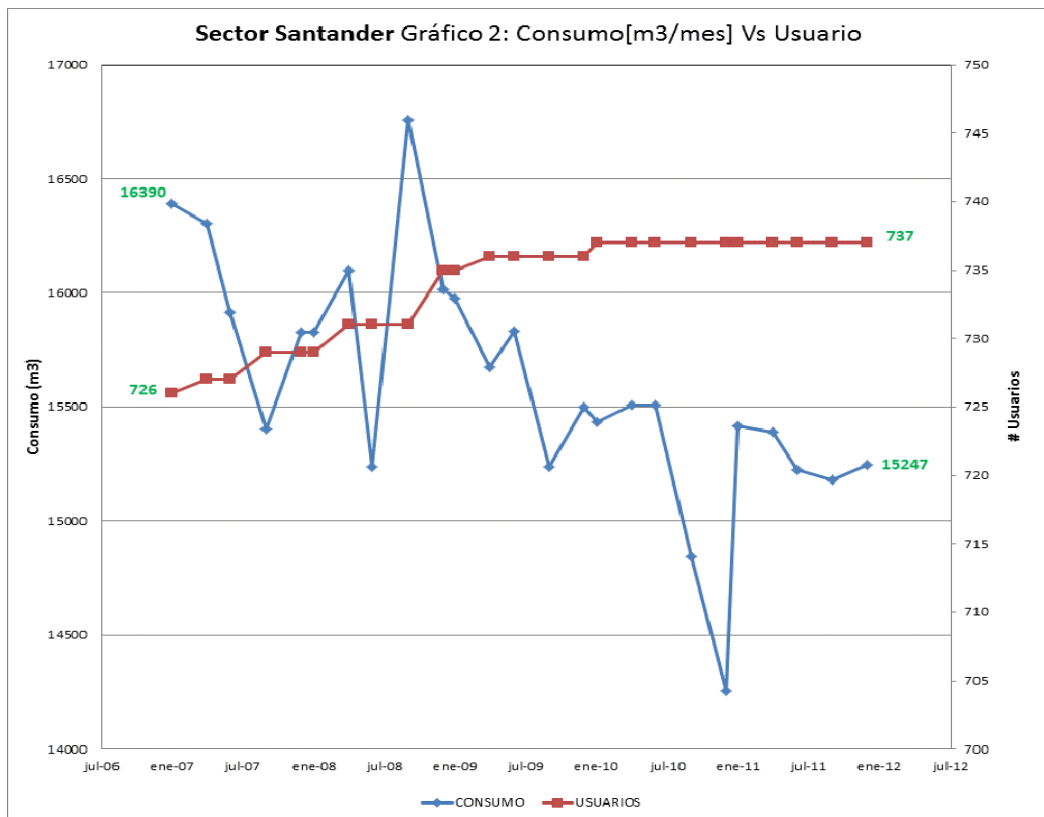
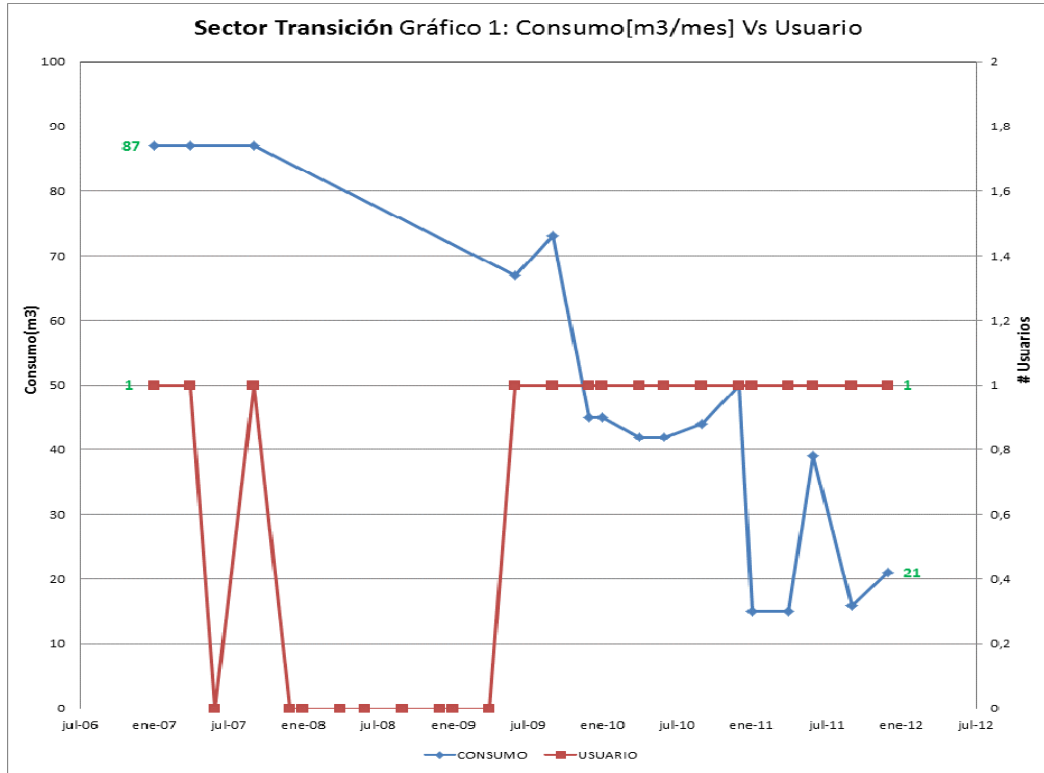
Anexo g: gráficas sectores

Sector Transición

Mes	Consumo	Usuario
ene-07	87	1
abr-07	87	1
jun-07	#N/A	0
sep-07	87	1
dic-07	#N/A	0
ene-08	#N/A	0
abr-08	#N/A	0
jun-08	#N/A	0
sep-08	#N/A	0
dic-08	#N/A	0
ene-09	#N/A	0
abr-09	#N/A	0
jun-09	67	1
sep-09	73	1
dic-09	45	1
ene-10	45	1
abr-10	42	1
jun-10	42	1
sep-10	44	1
dic-10	50	1
ene-11	15	1
abr-11	15	1
jun-11	39	1
sep-11	16	1
dic-11	21	1

Sector Santander

Mes	Consumo	Usuarios
ene-07	16390	726
abr-07	16304	727
jun-07	15915	727
sep-07	15402	729
dic-07	15829	729
ene-08	15829	729
abr-08	16097	731
jun-08	15236	731
sep-08	16756	731
dic-08	16014	735
ene-09	15975	735
abr-09	15673	736
jun-09	15833	736
sep-09	15238	736
dic-09	15501	736
ene-10	15435	737
abr-10	15508	737
jun-10	15508	737
sep-10	14842	737
dic-10	14253	737
ene-11	15415	737
abr-11	15391	737
jun-11	15226	737
sep-11	15181	737
dic-11	15247	737

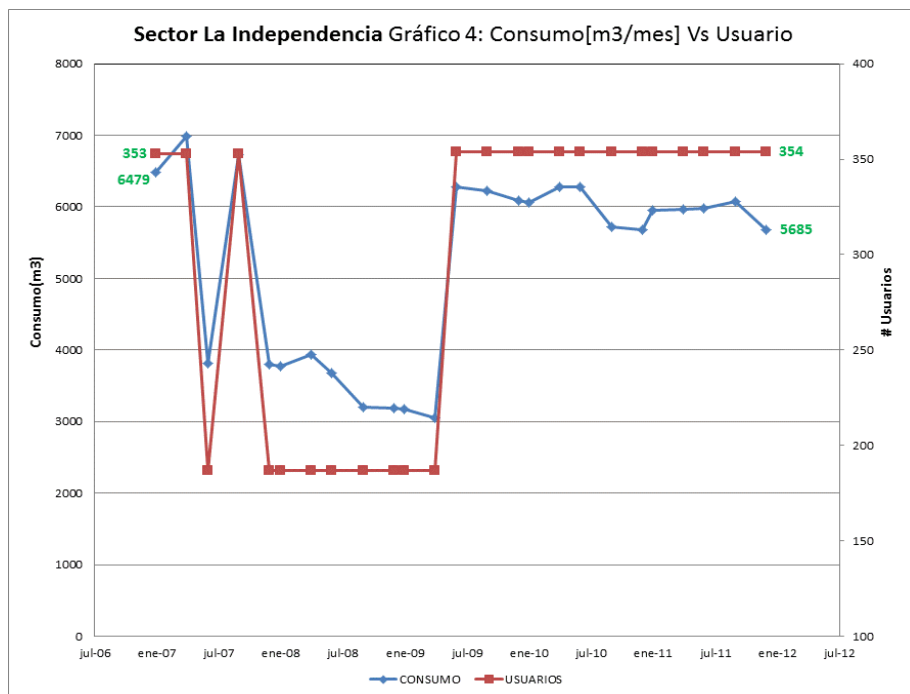
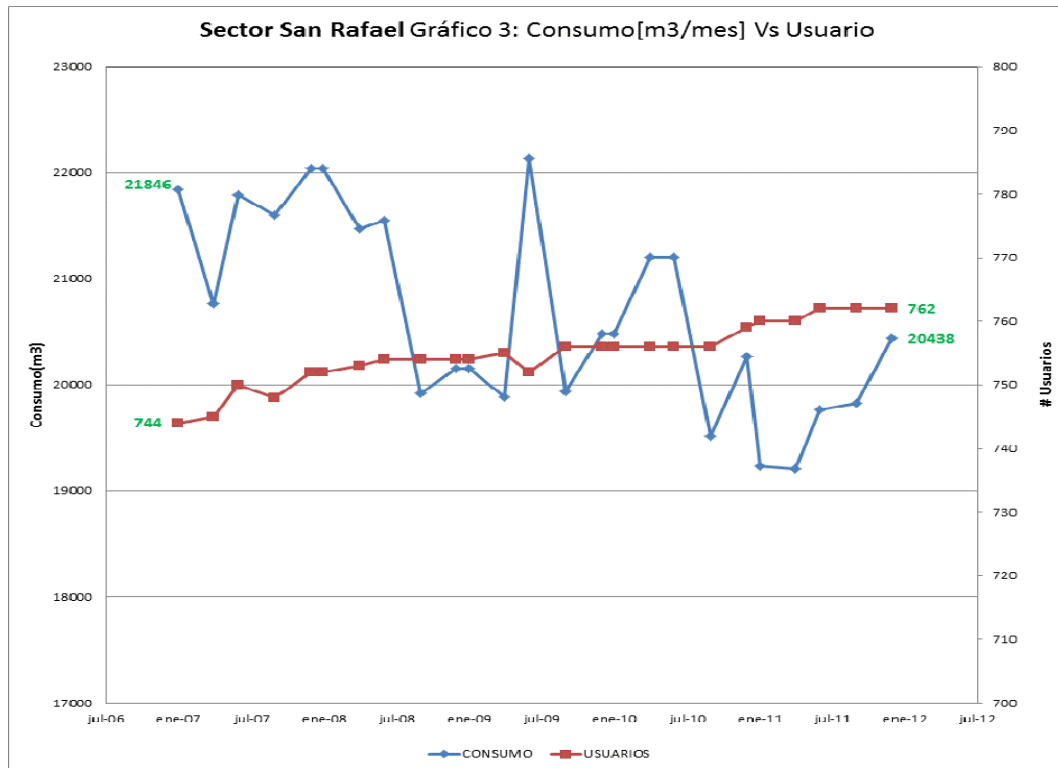


Sector San Rafael

Mes	Consumo	Usuarios
ene-07	21846	744
abr-07	20769	745
jun-07	21792	750
sep-07	21605	748
dic-07	22045	752
ene-08	22045	752
abr-08	21476	753
jun-08	21547	754
sep-08	19923	754
dic-08	20155	754
ene-09	20155	754
abr-09	19891	755
jun-09	22137	752
sep-09	19937	756
dic-09	20480	756
ene-10	20480	756
abr-10	21206	756
jun-10	21206	756
sep-10	19513	756
dic-10	20271	759
ene-11	19230	760
abr-11	19205	760
jun-11	19765	762
sep-11	19825	762
dic-11	20438	762

Sector la Independencia

Mes	Consumos	Usuarios
ene-07	6479	353
abr-07	6981	353
jun-07	3808	187
sep-07	6727	353
dic-07	3798	187
ene-08	3768	187
abr-08	3935	187
jun-08	3674	187
sep-08	3205	187
dic-08	3183	187
ene-09	3169	187
abr-09	3050	187
jun-09	6279	354
sep-09	6218	354
dic-09	6085	354
ene-10	6057	354
abr-10	6284	354
jun-10	6284	354
sep-10	5716	354
dic-10	5686	354
ene-11	5955	354
abr-11	5960	354
jun-11	5974	354
sep-11	6079	354
dic-11	5685	354

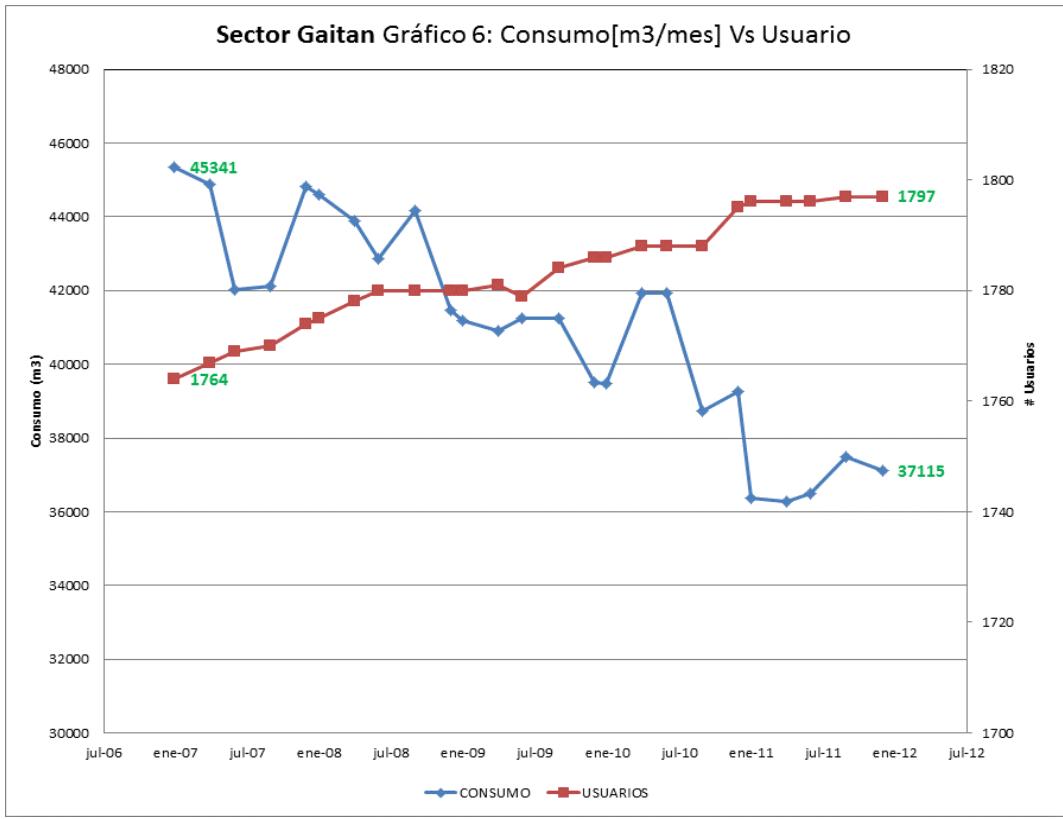
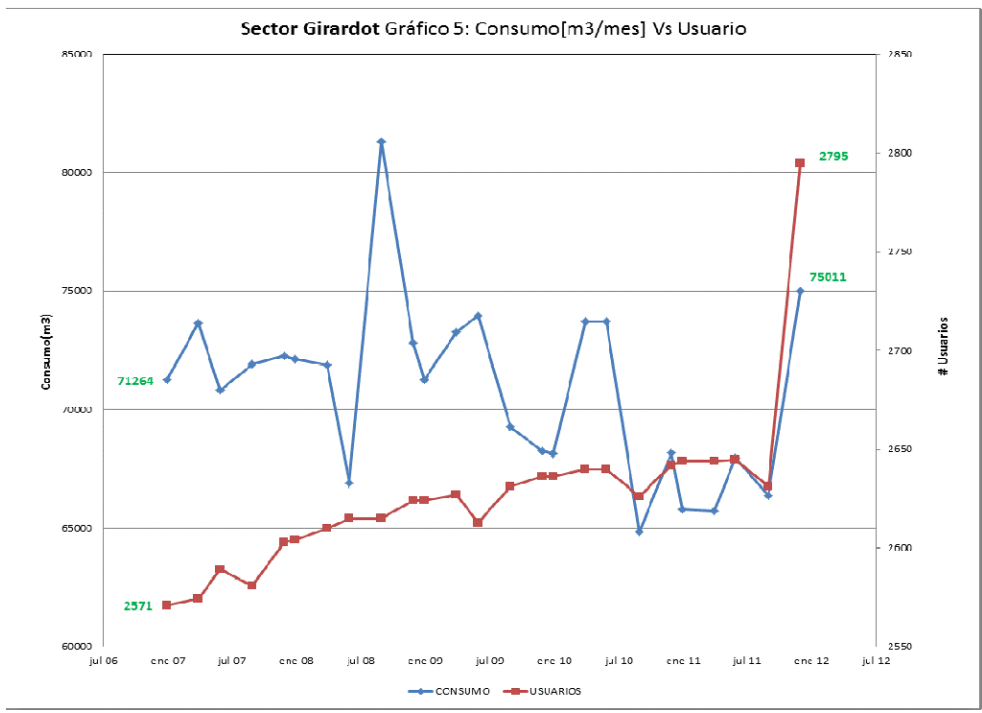


Sector Girardot

Mes	Consumo	Usuarios
ene-07	71264	2571
abr-07	73641	2574
jun-07	70825	2589
sep-07	71923	2581
dic-07	72271	2603
ene-08	72146	2604
abr-08	71894	2610
jun-08	66899	2615
sep-08	81299	2615
dic-08	72807	2624
ene-09	71254	2624
abr-09	73290	2627
jun-09	73960	2613
sep-09	69276	2631
dic-09	68248	2636
ene-10	68146	2636
abr-10	73729	2640
jun-10	73729	2640
sep-10	64840	2626
dic-10	68178	2642
ene-11	65798	2644
abr-11	65714	2644
jun-11	67961	2645
sep-11	66369	2631
dic-11	75011	2795

Sector Gaitán

Mes	Consumo	Usuarios
ene-07	45341	1764
abr-07	44887	1767
jun-07	42027	1769
sep-07	42111	1770
dic-07	44825	1774
ene-08	44600	1775
abr-08	43894	1778
jun-08	42871	1780
sep-08	44173	1780
dic-08	41458	1780
ene-09	41170	1780
abr-09	40902	1781
jun-09	41254	1779
sep-09	41254	1784
dic-09	39492	1786
ene-10	39462	1786
abr-10	41928	1788
jun-10	41928	1788
sep-10	38725	1788
dic-10	39248	1795
ene-11	36368	1796
abr-11	36269	1796
jun-11	36509	1796
sep-11	37480	1797
dic-11	37115	1797

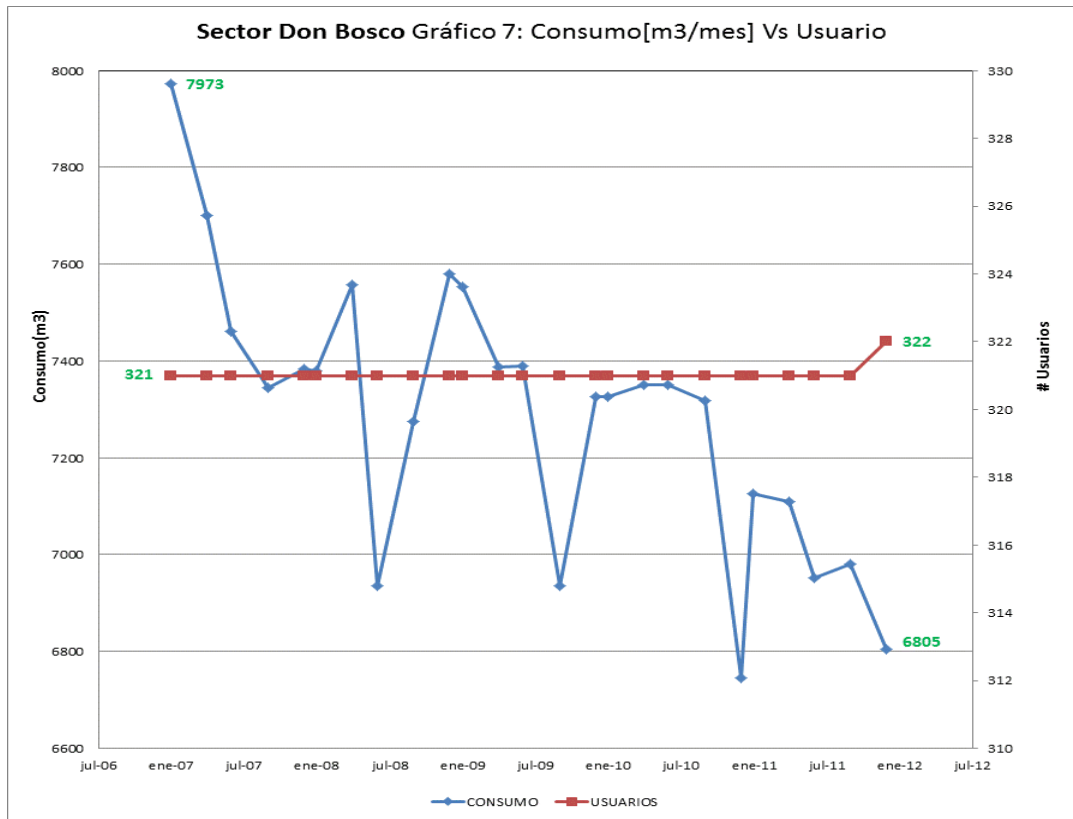
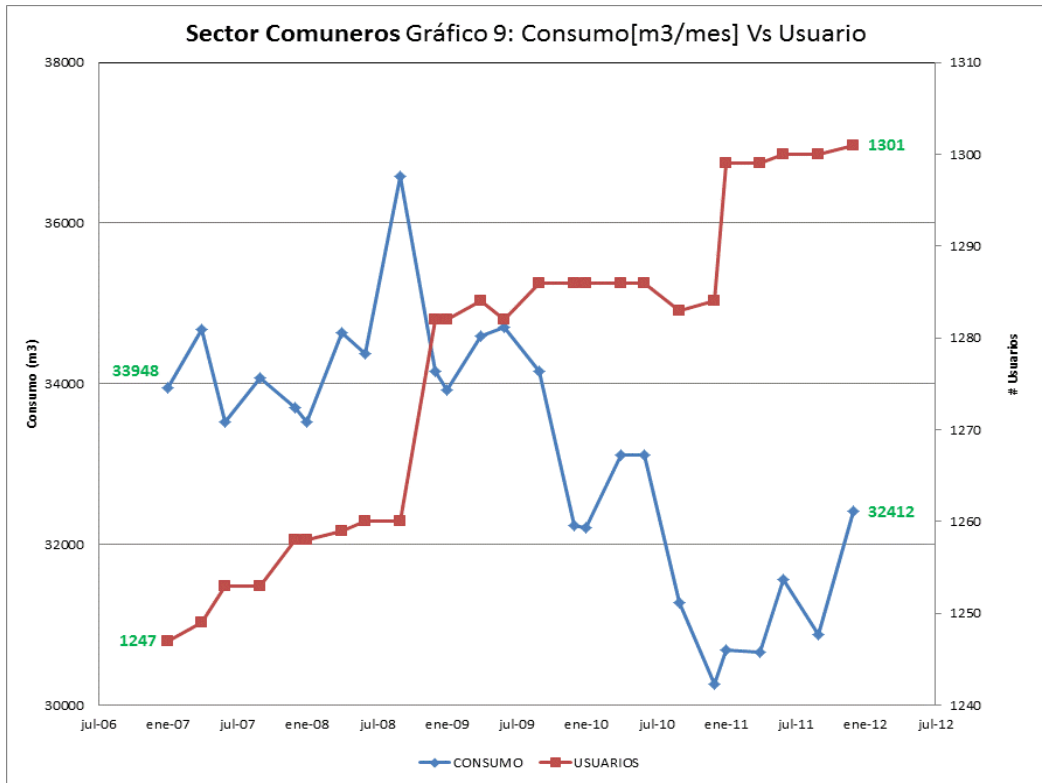


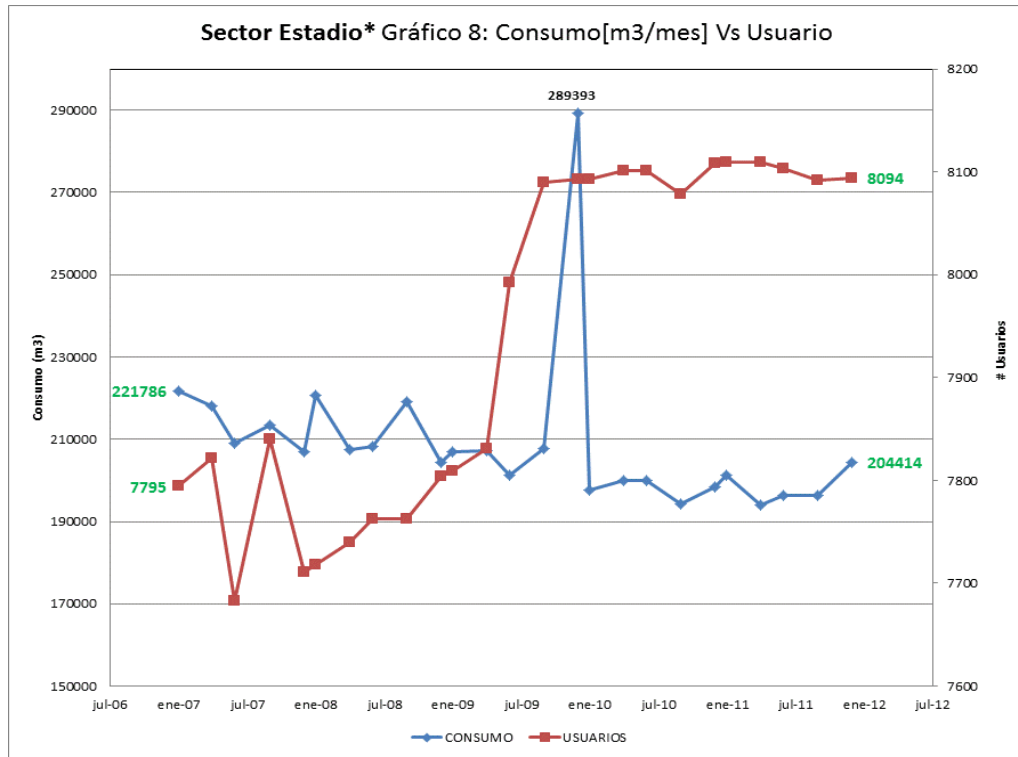
Sector Don Bosco

Mes	Consumo	Usuarios
ene-07	7973	321
abr-07	7701	321
jun-07	7462	321
sep-07	7345	321
dic-07	7383	321
ene-08	7379	321
abr-08	7557	321
jun-08	6935	321
sep-08	7276	321
dic-08	7581	321
ene-09	7554	321
abr-09	7388	321
jun-09	7390	321
sep-09	6935	321
dic-09	7326	321
ene-10	7326	321
abr-10	7350	321
jun-10	7350	321
sep-10	7318	321
dic-10	6746	321
ene-11	7125	321
abr-11	7110	321
jun-11	6952	321
sep-11	6980	321
dic-11	6805	322

Sector Estadio

Mes	Consumo	Usuarios
ene-07	221786	7795
abr-07	218072	7822
jun-07	208950	7683
sep-07	213358	7840
dic-07	207088	7711
ene-08	220769	7718
abr-08	207569	7740
jun-08	208185	7763
sep-08	219020	7763
dic-08	204377	7804
ene-09	206991	7809
abr-09	207308	7831
jun-09	201163	7993
sep-09	207747	8090
dic-09	289393	8093
ene-10	197715	8093
abr-10	199869	8101
jun-10	199869	8101
sep-10	194326	8078
dic-10	198382	8108
ene-11	201142	8109
abr-11	194018	8109
jun-11	196325	8103
sep-11	196350	8092
dic-11	204414	8094





Sector Bosque Norte Bajo

Mes	Consumo	Usuarios
ene-07	33948	1247
abr-07	34678	1249
jun-07	33522	1253
sep-07	34074	1253
dic-07	33708	1258
ene-08	33521	1258
abr-08	34638	1259
jun-08	34379	1260
sep-08	36582	1260
dic-08	34161	1282
ene-09	33918	1282
abr-09	34600	1284
jun-09	34703	1282
sep-09	34158	1286
dic-09	32236	1286
ene-10	32204	1286
abr-10	33115	1286
jun-10	33115	1286
sep-10	31281	1283
dic-10	30265	1284
ene-11	30680	1299
abr-11	30655	1299
jun-11	31566	1300
sep-11	30885	1300
dic-11	32412	1301

Mes	Consumo	Usuarios
ene-07	7482	364
abr-07	7295	364
jun-07	7296	362
sep-07	7142	365
dic-07	7427	362
ene-08	7399	363
abr-08	7237	363
jun-08	7017	363
sep-08	6367	363
dic-08	6607	363
ene-09	6607	363
abr-09	7055	363
jun-09	6820	366
sep-09	6616	366
dic-09	6786	366
ene-10	6786	366
abr-10	6951	366
jun-10	6951	366
sep-10	6350	366
dic-10	6324	367
ene-11	6476	367
abr-11	6476	367
jun-11	6741	367
sep-11	6622	367
dic-11	6495	367

Sector Bosque Norte Alto

Mes	Consumo	Usuarios
ene-07	5090	257
abr-07	5269	257
jun-07	5168	257
sep-07	5102	257
dic-07	5400	256
ene-08	5404	257
abr-08	4990	257
jun-08	5131	257
sep-08	4414	257
dic-08	4869	257
ene-09	4869	257
abr-09	4878	257
jun-09	5014	257
sep-09	4861	257
dic-09	4914	257
ene-10	4889	257
abr-10	4974	257
jun-10	4974	257
sep-10	4442	257
dic-10	4489	257
ene-11	4652	257
abr-11	4595	257
jun-11	4624	257
sep-11	4754	257
dic-11	4716	257

Sector Bosque Norte Alto Gráfico 11: Consumo[m3/mes] Vs Usuario

