

# ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL



FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICAS  
ESCUELA DE GRADUADOS

TESIS DE GRADO

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:  
“MAGÍSTER EN GESTIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD  
Y LA CALIDAD”

TEMA

“OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE MANTENIMIENTO DE LAS  
REDES DE AGUA POTABLE UTILIZANDO MODELOS  
ESTADÍSTICOS. EL CASO DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL”

AUTOR:

PAULO CÉSAR CRUZ CORRAL

Guayaquil- Ecuador

AÑO  
2015

## DEDICATORIA

A Dios que es el que todo lo puede, a mi hija Paulita por ser el combustible de mi vida, a mi esposa Marjorie por incentivarme a seguir estudiando todos los días, a mis padres y abuelos por criarme y educarme como un hombre de bien.

## **AGRADECIMIENTO**

A Francisco Vera y a todos los instructores de la maestría, por su aporte en el desarrollo del presente trabajo; a Interagua y a todo el personal de la organización que me abrió las puertas para dar vida a la presente investigación.

## DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad por los hechos y doctrinas expuestas en este Proyecto de Graduación, así como el Patrimonio Intelectual del mismo, corresponde exclusivamente a la FCNM (Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas) de la Escuela Superior Politécnica del Litoral”.

(Reglamento de graduación de la ESPOL)



Paulo César Cruz Corral

## TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



MPC. Miriam Ramos Barberán  
Presidente del Tribunal

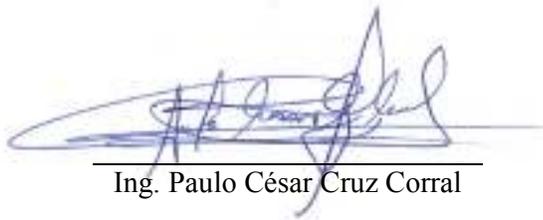


Omar Ruiz Barzola Ph.D.  
Vocal



Francisco Vera Alcivar Ph.D.  
Director de Tesis

## **AUTOR DE LA TESIS**



Ing. Paulo César Cruz Corral

# ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>ÍNDICE DE CONTENIDO</b> .....	<b>VII</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>X</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	<b>XI</b>
<b>ÍNDICE DE GRÁFICOS</b> .....	<b>XIII</b>
<b>SIMBOLOGÍA</b> .....	<b>XV</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>XVI</b>
<b>OBJETIVOS GENERALES</b> .....	<b>XVII</b>
<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b> .....	<b>XVII</b>
<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	<b>XVIII</b>
<b>JUSTIFICACIÓN</b> .....	<b>XVIII</b>
<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>19</b>
1.1 Generalidades de la Ciudad de Guayaquil .....	19
1.1.1 Reseña histórica del Agua potable en Guayaquil .....	21
1.1.2 La Concesión de Interagua .....	25
1.1.3 Información Geográfica, Climática y el impacto que puede causar sobre las redes de agua potable en la ciudad de Guayaquil .....	28
1.1.4 La potabilización del Agua.....	30
1.1.5 Demanda y sectores geográficos.....	35
1.1.6 Materiales Utilizados en la red de Distribución de Agua Potable de Guayaquil.....	38
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>46</b>
2.1 MARCO TEÓRICO .....	46
2.1.1 Definición de Población .....	46
2.1.2 Definición de Muestra.....	46
2.1.3 Definición de Parámetro.....	46
2.1.4 Definición de Estadísticos o Estimadores .....	46
2.1.5 Definición de Media.....	46
2.1.6 Definición de Mediana.....	47
2.1.7 Definición de Percentil.....	47
2.1.8 Definición de Cuartil.....	47
2.1.9 Definición de Histogramas.....	47

2.1.10 Definición de Diagrama de Caja.....	48
2.1.11 Definición de Gráfico de Pasteles.....	49
2.1.12 Definición de Tablas de Contingencia o Tablas cruzadas.....	50
2.1.13 Definición de Experimento.....	50
2.1.14 Definición de Espacio muestral de un experimento.....	51
2.1.15 Definición de Función de probabilidades.....	51
2.1.16 Definición de Frecuencias Absolutas.....	51
2.1.17 Definición de Frecuencia Absoluta Acumulada.....	52
2.1.18 Definición de Principio de Pareto.....	52
2.1.19 Definición de Principio de Pareto ABC.....	52
2.1.20 Definición de Prueba de Ji cuadrado para tablas de contingencia.....	53
2.1.21 Definición de Residuos ajustados corregidos para tablas de Contingencia.....	55
2.1.22 Definición de Análisis de Correspondencias.....	56
<b>CAPÍTULO 3.....</b>	<b>58</b>
3.1 Interpretación de Variables.....	58
3.2 Análisis Estadístico.....	60
3.2.1 Análisis Univariado.....	61
3.3 Selección, priorización y tratamiento de Variables para estructurar tablas cruzadas.....	93
3.3.1 Nivel de Índice de daños ml por 1000.....	95
3.3.2 Nivel de Antigüedad.....	100
3.3.3 Nivel de costos de reparación por Sector.....	101
3.3.4 Nivel de Usuarios por sector.....	103
3.3.5 Materiales Predominantes por sector.....	105
3.4 Pruebas de Ji Cuadrado para analizar independencia de variables y residuos estandarizados de Pearson.....	107
3.4.1 Prueba Ji Cuadrado y análisis en tablas de contingencia para las variables Nivel de índice de daños por 1000 VS Material predominante.....	108
3.4.2 Prueba Ji Cuadrado y análisis en tablas de contingencia para las variables Nivel de Antigüedad Vs Material predominante.....	110
3.4.3 Prueba Ji Cuadrado y análisis en tablas de contingencia para las variables Años de antigüedad VS Nivel de índice de daños por 1000.....	113

3.4.4 Prueba Ji Cuadrado y análisis en tablas de contingencia para las variables Nivel de Usuarios VS Nivel de índice de daños por 1000.....	115
3.4.5 Prueba Ji Cuadrado y análisis en tablas de contingencia para las variables Nivel de costo de reparación VS material predominante .....	117
3.5 Análisis de Correspondencias Simples .....	119
3.6 Análisis de Correspondencias Múltiples.....	124
<b>CAPÍTULO 4.....</b>	<b>128</b>
4.1 Modelo utilizado para la decisión de la priorización óptima de la renovación de las redes de abastecimiento del sistema de Agua Potable.....	128
4.1.1 Variables que se deben considerar para elegir un método de priorización en la rehabilitación de redes de abastecimiento del sistema de agua potable .	128
4.2 Resultados de la evaluación de todos los sectores hidráulicos en el modelo IPOR	139
4.3 Contraste de la metodología expuesta versus referencias encontradas en el desarrollo de esta investigación.....	143
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>145</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>147</b>
<b>GLOSARIO .....</b>	<b>148</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>150</b>
<b>Anexo 1 .....</b>	<b>153</b>
<b>Anexo 2 .....</b>	<b>164</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Fotografía de Guayaquil Tomada desde el Cerro Santa Ana.....	20
<b>Figura 2</b> Plano turístico de Guayaquil Sectores y Principales Avenidas .....	21
<b>Figura 3</b> Pintura del Puerto de Guayaquil etapa colonial .....	22
<b>Figura 4</b> Fotografía de Diario Hoy de las reparaciones de tuberías de Guayaquil .....	26
<b>Figura 5</b> Fotografía de Diario El Comercio Nuevas Redes en el Sur de Guayaquil.....	27
<b>Figura 6</b> Fotografía de Material deteriorado por condiciones del Suelo.....	29
<b>Figura 7</b> Fotografía vista desde la parte superior de la Planta de tratamiento La Toma	31
<b>Figura 8</b> Fotografía vista desde la parte superior de la Planta de tratamiento La Toma	32
<b>Figura 9</b> Zonas de Operación de la Concesionaria en la Ciudad de Guayaquil .....	37
<b>Figura 10</b> Fotografía tubería material Asbesto Cemento .....	40
<b>Figura 11</b> Fotografía tubería material Hierro Dúctil .....	41
<b>Figura 12</b> Fotografía tubería material PEAD.....	42
<b>Figura 13</b> Fotografía material tuberías PVC.....	44
<b>Figura 14</b> Figura de un Histograma .....	48
<b>Figura 15</b> Figura de un gráfico de Cajas .....	49
<b>Figura 16</b> Figura de un gráfico de Pastel.....	49
<b>Figura 17</b> Figura de un gráfico de Pareto ABC .....	53

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>TABLA I</b> Demostración de la entrega de variables utilizadas para la investigación.....	59
<b>TABLA II</b> Estadísticos Año de instalación .....	68
<b>TABLA III</b> Estadísticos Daños .....	71
<b>TABLA IV</b> Estadísticos Densidad de Daño por redes x 1000.....	74
<b>TABLA V</b> Estadísticos de Costos.....	84
<b>TABLA VI</b> Estadísticos Número de Usuarios.....	90
<b>TABLA VII</b> Cuartiles Densidad de Daños por redes x 1000 .....	94
<b>TABLA VIII</b> Intervalos de variable Nivel de índice de Daños ml x 1000 .....	94
<b>TABLA IX</b> Intervalos de variable Nivel de índice de Daños ml x 1000 .....	95
<b>TABLA X</b> Intervalos de variable Nivel de índice de Daños ml x 1000 .....	99
<b>TABLA XI</b> Pruebas Ji Cuadrado para Tablas de Contingencias Nivel de Daños por 1000 y Material predominante .....	108
<b>TABLA XII</b> Tabla de Contingencia y residuos corregidos para Nivel de Índices de daños ml por 1000 y Material Predominante.....	109
<b>TABLA XIII</b> Pruebas Ji Cuadrado para Tablas de Contingencias Nivel de Antigüedad y Material predominante.....	111
<b>TABLA XIV</b> Tabla de Contingencia y residuos corregidos para Nivel de antigüedad y Material Predominante .....	112
<b>TABLA XV</b> Pruebas Ji Cuadrado para Tablas de Contingencias Nivel de Antigüedad y Nivel de índice de daños ml por 1000 .....	113
<b>TABLA XVI</b> Tabla de Contingencia y residuos corregidos para Nivel de antigüedad y Nivel de Índice de daños ml por 1000.....	114
<b>TABLA XVII</b> Pruebas Ji Cuadrado para Tablas de Contingencias Nivel de Usuarios y Nivel de índice de daños ml por 1000 .....	115
<b>TABLA XVIII</b> Tabla de Contingencia y residuos corregidos para Nivel de índice de daños por 1000 VS Nivel de Usuarios por sector .....	116
<b>TABLA XIX</b> Pruebas Ji Cuadrado para Tablas de Contingencias Nivel de Costo de reparación y Material predominante.....	117
<b>TABLA XX</b> Tabla de Contingencia y residuos corregidos para Nivel de Costos de reparación por sector y Material Predominante .....	118

<b>TABLA XXI</b> Tabla de Resumen de Correspondencias Simples para las Variables Índices de daño ml por 1000 y Material Predominante.....	119
<b>TABLA XXII</b> Tabla de Resumen de Correspondencias Simples para las Variables Índices de daño ml por 1000 y Macrosector.....	121
<b>TABLA XXIII</b> Tabla de Resumen de Correspondencias Simples para las Variables Nivel de Costo de reparación y Macrosector.....	123
<b>TABLA XIV</b> Resumen del Modelo para Varianza Explicada.....	125
<b>TABLA XV</b> Sectores de ejemplo para codificar modelo de optimización .....	130
<b>TABLA XVI</b> Sectores de ejemplo para codificar modelo de optimización .....	131
<b>TABLA XVII</b> Sectores de ejemplo para codificar modelo de optimización .....	132
<b>TABLA XVIII</b> Sectores de ejemplo para codificar modelo de optimización .....	132
<b>TABLA XIX</b> Estructura de categorización de variables .....	133
<b>TABLA XX</b> Sectores de ejemplo para codificar modelo de optimización .....	135
<b>TABLA XXI</b> Sectores de ejemplo para codificar modelo de optimización .....	135
<b>TABLA XXII</b> Distribución de probabilidades para 5 variables y sus categorías .....	136
<b>TABLA XXIII</b> Cantidad de redes a rehabilitar luego de la evaluación.....	142

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1.1</b> Sectores Hidráulicos de Guayaquil .....	38
<b>Gráfico 3.1</b> Gráfico de Barras de metros lineales por materiales .....	67
<b>Gráfico 3.2</b> Histograma de Año de Instalación .....	69
<b>Gráfico 3.3</b> Histograma Daños .....	72
<b>Gráfico 3.4</b> Histograma Densidad de Daño por redes por 1000.....	75
<b>Gráfico 3.5</b> Gráfico de Cajas de Material Predominante .....	76
<b>Gráfico 3.6</b> Gráfico de Barras de Macrosectores por total de redes .....	78
<b>Gráfico 3.7</b> Gráfico de Barras de Macrosectores por total de daños .....	79
<b>Gráfico 3.8</b> Gráfico de Barras de Zonas por total de redes .....	81
<b>Gráfico 3.9</b> Gráfico de Barras de Zonas por total de daños .....	82
<b>Gráfico 3.10</b> Histograma costos invertidos en reparaciones.....	85
<b>Gráfico 3.11</b> Diagrama de Cajas de costos invertidos en reparaciones.....	86
<b>Gráfico 3.12</b> Diagrama de Cajas de costos invertidos en reparaciones por Zonas.....	87
<b>Gráfico 3.13</b> Diagrama de Cajas de costos invertidos en reparaciones por macro-sector .....	88
<b>Gráfico 3.14</b> Diagrama de Cajas de costos invertidos en reparaciones por Tipo de Material.....	89
<b>Gráfico 3.15</b> Histograma de número de Usuarios .....	91
<b>Gráfico 3.16</b> Gráfico de Barras Categoría por Sector.....	93
<b>Gráfico 3.17</b> Plano de índices de daños por sectores Hidráulicos.....	97
<b>Gráfico 3.18</b> Plano de Antigüedad por sectores hidráulicos .....	101
<b>Gráfico 3.19</b> Plano de Costos Invertidos por sectores hidráulicos.....	103
<b>Gráfico 3.20</b> Plano de Nivel de Usuarios por sectores hidráulicos .....	104
<b>Gráfico 3.21</b> Gráfico de Barras Material Predominante .....	106
<b>Gráfico 3.22</b> Plano de Material predominante por sector hidráulico .....	107
<b>Gráfico 3.23</b> Gráfico de 2 Dimensiones para Normalización Simétrica de las variables Nivel de Índice de daños ml por 1000 y Material Predominante.....	120
<b>Gráfico 3.24</b> Gráfico de 2 Dimensiones para Normalización Simétrica de las variables Nivel de Índice de daños ml por 1000 y Macrosector.....	122

<b>Gráfico 3.25</b> Gráfico de 2 Dimensiones para Normalización Simétrica de las variables Nivel de Índice de daños ml por 1000 y Material Predominante.....	124
<b>Gráfico 3.26</b> Gráfico de 2 Dimensiones para Normalización Simétrica de las variables Tipo de Material Predominante; Nivel de Antigüedad; Nivel Costos de Reparación por sector hidráulico; Nivel de Índice de daños ml por 1000; Nivel de usuarios por Sector .....	126
<b>Gráfico 4.1</b> Histograma de probabilidades para el espacio muestral de multiplicar 5 variables por sus categorías .....	137
<b>Gráfico 4.2</b> Ojiva para el espacio muestral de multiplicar 5 variables por sus categorías .....	138
<b>Gráfico 4.3</b> Estructura de aplicación de modelo IPOR.....	139
<b>Gráfico 4.4</b> Plano de Priorización por Rehabilitación por sector hidráulico .....	140
<b>Gráfico 4.5</b> Plano de Priorización por Rehabilitación por sector hidráulico .....	141
<b>Gráfico 4.6</b> Plano de Priorización por Rehabilitación por sector hidráulico .....	142

## SIMBOLOGÍA

$\mu$	Media Poblacional
$\sigma^2$	Varianza poblacional
$\sigma$	Desviación estándar de la población
$\bar{\alpha}_4$	Curtosis
$\tilde{x}$	Mediana
$P(X=x)$	Función de Distribución de probabilidades
$n$	Tamaño de muestra
$Q_1$	Cuartil 1
$Q_2$	Cuartil 2
$Q_3$	Cuartil 3
$H_0$	Hipótesis Nula
$H_1$	Hipótesis Alterna
$\chi^2$	Distribución Ji-Cuadrado
$\chi^2_{\alpha,(r-1)(c-1)}$	Estadístico de Pruebas Ji Cuadrado.
80-20	Evaluación de Pareto

## INTRODUCCIÓN

El agua dulce como bien natural es el bien máspreciado por el ser humano, esta se ha convertido en su medio de supervivencia y también como herramienta para su desarrollo económico y social. (Organización de las Naciones Unidas, 2013).

Los países que tienen carencias sobre este insumo, generalmente se ven abocados a realizar grandes inversiones y algún tipo de desarrollo tecnológico importante para poder conseguirla y de esta forma garantizar el bienestar de su población.

El agua potable es un bien escaso y más rara aún que al agua dulce natural, ya que para conseguirla se precisa algún tipo de tratamiento especial que en muchas ocasiones no es barato en su producción y más complicada distribuirla, por este concepto el líquido vital se lo ha tomado como bandera de lucha por sectores sociales, movimientos políticos y a la comunidad en general cuando algún tema relacionado a este tópico se vuelve noticia.

En el Ecuador desde hace algunos años se está emitiendo un marco regulatorio para el manejo autosustentable del recurso agua, con la revisión de la ley de aguas y la creación del Senagua como ente de aplicación y control se pretende proteger este recurso primordial para el desarrollo del país.

Para el caso de Guayaquil debido a su gran crecimiento poblacional y de asentamientos irregulares en cortos periodos de tiempo se presenta un reto mayor al tener que suministrar el líquido vital por tubería a sectores no planificados que tienen un alto impacto social por la gran cantidad de personas que viven en estos lugares.

Por tal motivo realizar cualquier tipo de investigación que ayude a minimizar las pérdidas de este recurso y maximizar su distribución, entrega y cumpliendo con el marco regulatorio vigente será una contribución importante tanto del punto de vista científica como social.

## **OBJETIVOS GENERALES**

Identificar patrones de recurrencia en variables de estudios, que afectan significativamente la calidad de las redes de los sectores hidráulicos que distribuyen el agua potable a la ciudad de Guayaquil. Plantear el modelo estadístico que aporte a la disminución de la reparación de sectores, con elevados índices de daños y proponer soluciones integrales para reducir pérdidas del líquido vital.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Entre los objetivos específicos que se esperan conseguir con la elaboración de esta Tesis se encuentran:

- 1) Identificar si el tipo de material utilizado en las redes de agua Potable tiene incidencia directa sobre el número de daños de un sector Hidráulico.
- 2) Analizar gráficamente los focos de concentración de mayores daños en Guayaquil
- 3) Encontrar si existe dependencia estadística entre variables globales significativas para negocios de Agua Potable y su aporte dentro del modelo estadístico para priorizar Optimización de Mantenimiento de sectores hidráulicos de la ciudad de Guayaquil.
- 4) Diseñar un modelo estadístico que proyecte resultados priorizados de atención a sectores con mayores pérdidas utilizando variables significativas del objetivo anterior
- 5) Indicar los porcentajes ahorrados en pérdidas si se aplica el modelo planteado en la rehabilitación de sectores con mayores índices.

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Desde el inicio de la concesión, el 01 de agosto del 2001 el principal problema relacionado con la distribución del líquido vital de Guayaquil ha sido la reducción de pérdidas en distribución de agua potable, considerando que este valor al inicio de dicha concesión se encontraba por el orden del 92%. (Concesionaria de los servicios de Agua Potable y Alcantarillado, 2013)

A la fecha de esta investigación abril del 2013 se estima que el índice de pérdidas de agua potable está por el orden del 59.7 %. Esto quiere decir que por cada 100  $m^3$  de agua potable que Interagua produce, están siendo facturados 40.3  $m^3$  de estos aproximadamente. (Concesionaria de los servicios de Agua Potable y Alcantarillado, 2013).

Sin embargo el indicador promedio de pérdidas de agua según ADERASA (ADERASA, 2011) indica que el porcentaje está en el orden del 41.05% , por tal razón es de vital importancia realizar análisis estadístico con la información que ha sido facilitada por la empresa concesionaria de los servicio de agua potable de Guayaquil, para identificar variables que puedan influenciar directa o indirectamente este índice de pérdidas y llevarlos a niveles comparables con el promedio de la región y con estas variables identificadas proponer soluciones para la reducción de estas pérdidas.

## **JUSTIFICACIÓN**

La Justificación a este tema está primero el compromiso contractual de alcanzar como meta al final del 3er quinquenio en agosto del 2016 de la concesión, la reducción del índice de pérdidas deberá llegar al 54%, por lo que todo aporte de carácter técnico investigativo que ayude a identificar variables que afecten directa o indirectamente sobre este indicador se convierte en una justificación necesaria y tiene un aval de prioritario para este proyecto.

# CAPÍTULO 1

## 1.1 Generalidades de la Ciudad de Guayaquil

Guayaquil o su nombre oficial Santiago de Guayaquil es la ciudad que tiene la mayor cantidad de habitantes en la República del Ecuador así como también es la más grande del Ecuador, también conocida como La Perla del Pacífico o La Capital Económica del Ecuador es la ciudad en donde se desarrolla el servicio básico que será estudiado y que en uno de líneas de negocio serán propuestas las optimizaciones respectivas.

A Guayaquil también se la conoce por su gran movimiento de comercio portuario considerándose entre los principales puertos fluviales del área del pacífico. Es la capital de la Provincia del GUAYAS, localizada en la costa Noroccidental de América del Sur y bañada sus costas por el gran río Guayas y el Estero Salado es una urbe que se ha desarrollado de gran forma en los últimos 20 años.

La ciudad se divide en 16 parroquias urbanas y es la que posee la mayor densidad poblacional con un total de 2'350.915 habitantes según el último censo realizado en el año 2010 a esto también se le estima que posee una población flotante de 500.000 personas, ya que en esta ciudad convergen personas que residen en cantones aledaños como Samborondón, Daule y Durán, teniendo en promedio un crecimiento poblacional anual del 2.70%. (INEC, 2013)

## Figura 1

Fotografía de Guayaquil Tomada desde el Cerro Santa Ana



**Fuente:** Wikileaks Historia de Guayaquil

Su superficie es de aproximadamente  $350 \text{ Km}^2$ . La costa del Pacífico se encuentra a unos 100 Km aproximadamente de la urbe con parroquias como Posorja o cantones vecinos como General Villamil Playas, Santa Elena, Salinas y La Libertad

En este escenario que se ha expresado en números se desarrolla la empresa concesionaria de los servicios de Agua Potable y Alcantarillado de la Ciudad de Guayaquil, durante el desarrollo de esta tesis se conocerá más a fondo cierto tópicos tanto históricos como actuales en el desarrollo del servicio de la distribución de Agua potable en Guayaquil y la optimización que se precisa realizar en un área clave de la organización.

## Figura 2

Plano turístico de Guayaquil Sectores y Principales Avenidas.



**Fuente:** Municipalidad de Guayaquil  
**Plano:** Diario el Universo 2011

### 1.1.1 Reseña histórica del Agua potable en Guayaquil

Para hablar del agua potable en Guayaquil hay que remontarse a los inicios de la ciudad, allá por su fundación, cuando para poder proveerse del líquido vital había que conseguirlo a lomo de mula y esclavos de aquella época cargaban desde pozos y riachuelos lejanos a los primeros asentamientos de la ciudad. (Avilés, 2013)

### Figura 3

Pintura del Puerto de Guayaquil etapa colonial



**Fuente:** Puerto de Guayaquil de Ernesto Charton de Treville

Allá a mediados del siglo XIX en los inicios de la República del Ecuador continuó el desabastecimiento del líquido vital que satisfacía las necesidades vitales de los habitantes de Guayaquil.

Pasaron cincuenta años con ese sistema para que el ilustrísimo Dr. Francisco Campos Coello, sea el gestor de un nuevo sistema de abastecimiento para cubrir las necesidades de este servicio básico y dotar a la creciente población de la ciudad de Guayaquil.

A pesar de las adversidades que sufría la ciudad el Dr. Campos Coello continuó sin inmutarse con su gestión para la obtención de una nueva fuente de abastecimiento de agua potable para los habitantes de esta ciudad, superando todas las dificultades y afrontando obstáculos con decisión.

En 1886, el Concejo de Guayaquil conociendo las dificultades que poseía la ciudad con el abastecimiento de agua potable tomó la decisión, que iniciaría los trabajos necesarios para traer el agua desde la vertiente de la cordillera que se llama “AGUA CLARA” que estaba ubicada a 90 Km de la ciudad de Guayaquil a la altura de Bucay, toda esta titánica labor fue encabezada por el Dr. Francisco Campos Coello como Presidente del M.I. Concejo de Guayaquil.

En Bucay el agua caía de una cascada a un depósito de mampostería y por cañerías era transportada hasta Durán, donde era bombeada por una tubería que pasaba por debajo del río Guayas, hasta la estación de La Proveedora, situada en ese tiempo al norte de la ciudad, justamente donde se ubica en la actualidad la entrada a uno de los túneles del Cerro Santa Ana. (Avilés, 2013)

Una vez llegada a ese punto el agua era impulsada por poderosas bombas y almacenada en grandes reservorios que se mantienen hasta la actualidad en ese punto a una cota de 130 m desde donde por gravedad atmosférica era distribuida a las redes de la ciudad.

Este macro proyecto estuvo en operación desde el 1 de enero de 1893. Sin embargo, por el crecimiento exponencial de la población y los múltiples daños técnicos poco tiempo después el abastecimiento volvió a ser insuficiente.

Allá por el año 1914 la Cía JC White propuso que sea el Río Daule el principal proveedor del líquido vital sin embargo aunque existieron muchos análisis del agua del río y se explicó a la comunidad lo beneficioso que sería producir agua potable tomada de este, la colectividad se opuso porque presumieron que el agua se podría contaminar y esto traer enfermedades colectivas, por tal razón la idea de una planta de potabilización cerca de Guayaquil no prosperó y se decidió seguir trayendo el agua desde Durán.

Sin embargo los frecuentes daños ocurridos en la tubería que pasaba por debajo del Río Guayas hacían que la ciudad sufriera de interrupciones prolongadas, pasaron casi

25 años a este ritmo para que el cabildo tomara la decisión de que se debía encontrar una solución y se retomó la idea de potabilizar agua del Río Daule allá por 1940.

Para poder dar solución a esta necesidad del principal puerto del Ecuador el presidente de la república de aquella época Dr. Carlos Alberto Arroyo del Río, firmó un decreto para encontrar el financiamiento necesario y también exigió que para este proyecto se debiera establecer una junta de provisión de Agua Potable que fue conformada en el año de 1941.

Esta primera junta de notables la conformaron los ilustrísimos señores Dr. Leopoldo Izquieta Pérez, Sr Francisco Ferruzola, José María Estrada Coello, Francisco Illingworth Icaza, Jerónimo Avilés Alfaro, Augusto Alvarado Olea, que era Presidente del Consejo Cantonal; y José Luis Tamayo Concha, Concejal Comisionado de Agua Potable.

Pasaron 5 años de la conformación de esta junta para que en el año de 1946 se procediera a firmar el contrato con las firmas asociadas Frederick Corporation, Buck Seifertand Jost & The Pitometer Company, para la realización de los trabajos sobre una nueva planta productora de Agua Potable de Guayaquil.

La nueva planta de tratamiento estaría ubicada en el sector de Petrillo a unos 26 Km del centro de Guayaquil, a este sector solo se podría acceder en bote, por lo que se construyó un campamento que funcionaría de base de la nueva construcción de la planta de tratamiento.

En el año de 1950 fue inaugurada la planta de tratamiento en el mandato del Burgomaestre Sr. Rafael Guerrero Valenzuela. Esta nueva planta tenía una producción nominal de  $75.000 m^3$  cada día para satisfacer en ese tiempo la demanda de aproximadamente 270.000 habitantes esto no representa en la actualidad ni el 10% de lo que la planta “La Toma” envía hoy a la ciudad ( $970.000 m^3$  cada día).

En el año 1989 fue la última ampliación de la planta de tratamiento, está formada por tres planta independientes denominadas: Planta Convencional, que fue la primera planta fundada en el año de 1950, la Planta Lurgi, que es una planta de origen Alemán que fue fundada por la década de los setenta e incrementó la capacidad de producción de la Planta a esa fecha, y la última en inaugurarse en 1991 es la Planta llamada Nueva, una planta que produce teóricamente  $10 \text{ m}^3/\text{seg}$  de gran capacidad y entre las tres aseguraría un volumen de agua de hasta  $1400.000 \text{ m}^3$  cada día aproximadamente. Estudios realizados en el año 2004 indicaban que la planta llegaría a su producción máxima en el año 2020 según el crecimiento demográfico que registra esta ciudad y a los múltiples planes habitacionales que se encuentran desarrollándose en Guayaquil.

### **1.1.2 La Concesión de Interagua**

Debido a malos manejos en la empresas públicas en general durante la década de los 80 y 90, entre esas la Empresa Cantonal de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado de Guayaquil, ECAPAG, en directorio ejecutivo se resuelve concesionar la operación de los servicio de agua potable y alcantarillado, lanzando una licitación pública para que se adjudique esta gestión a 30 años bajo la supervisión de ECAPAG como ente regulador, en el 2001 resulta ganadora del concurso la empresa International Wáter Service INTERAGUA. Este grupo internacional manejó bajo tutela de capital Británico la operación por casi 8 años cediendo sus derechos de paquete accionario en lo posterior.

#### Figura 4

Fotografía de Diario Hoy de las reparaciones de tuberías de Guayaquil



**Fuente:** Diario HOY, Sábado, 09 de octubre de 1999

Desde el año 2009 Proactiva Medio Ambiente, junto con sus compañías asociadas Hidalgo e Hidalgo de Ecuador, Fanalca de Colombia y Equivia controla y gestiona las acciones de Interagua.

Proactiva Medio Ambiente es una empresa de servicios medioambientales, especializada en la gestión integral de agua y residuos. Entre las actividades que realiza constan, mantenimiento de redes de agua y/o alcantarillado, tratamiento de agua potable y/o residual, recolección de residuos sólidos urbanos, reciclaje de residuos industriales, construcción y operación de rellenos sanitarios, entre otras.

Esta compañía inició su actividad en el año 1996. Con sede en Madrid, España; opera en ocho países de Latinoamérica a través de una amplia red de delegaciones y empresas locales. Ecuador ha sido el último país en el cual ha iniciado gestiones Proactiva Medio Ambiente.

Además, presta asistencia de calidad orientada al bienestar de sus clientes y usuarios a través de servicios avanzados en la gestión medioambiental (Normas ISO 9.001,

OHSAS 18001 e ISO 14001). Altamente preocupada de su responsabilidad con la sociedad, ha suscrito importantes compromisos dentro del pacto mundial de la ONU y trabaja permanentemente a favor del acceso a los servicios de primera necesidad para aquellos sectores considerados de alta vulnerabilidad en diversos sectores del planeta.

Interagua, bajo el control de Proactiva Medio Ambiente, canaliza sus esfuerzos en mejorar el nivel de vida de los guayaquileños, mediante la dotación y ampliación de los servicios de agua potable y la construcción y/o operación de los sistemas de alcantarillado sanitario y pluvial. (Veolia Environnement, 2014).

### Figura 5

Fotografía de Diario El Comercio Nuevas Redes en el Sur de Guayaquil.



**Fuente:** Diario El Comercio sábado 15 de octubre del 2011:

**Foto:** Sur de Guayaquil. Vicente Noriega se beneficia del servicio en el sector de la Isla Trinitaria

Todo lo anterior se suma al respeto por el Medio Ambiente y al mejoramiento constante de las relaciones con la comunidad, integrando a ésta en diversas acciones concernientes a su bienestar, calidad de vida y entorno.

Desde el 2013 Proactiva Medio Ambiente pasó a ser parte del grupo Veolia Environnement.

En todos los continentes, Veolia acompaña a las entidades públicas y empresas industriales a gestionar, optimizar y valorizar sus recursos en forma de agua, energía

y materiales, en especial a partir de residuos, proporcionándoles soluciones de economía circular.

La misión de los 202.800 colaboradores es contribuir directamente a la sostenibilidad de los clientes, privados y públicos, para permitir que los hombres y mujeres continúen progresando sin dejar de preservar el medio ambiente.

### **1.1.3 Información Geográfica, Climática y el impacto que puede causar sobre las redes de agua potable en la ciudad de Guayaquil**

La Ciudad de Guayaquil se encuentra a un promedio de 4 metros sobre el nivel del mar y presenta una topografía básicamente plana. Sin embargo, existen zonas con lomas de poca elevación como Santa Ana, El Carmen, Mapasingue, Ceibos, Urdesa, entre otras.

Está asentada sobre la ribera oeste del río Guayas y está bañada por el Estero Salado.

Dado que la ciudad de Guayaquil está rodeada por el Estero Salado y los ríos, su nivel freático es muy elevado y se presentan generalmente altos niveles de corrosión sobre acueductos de hierro o sobre hormigón pretensado. También presenta una salinidad muy elevada generando altos niveles de corrosión sobre estructura metálicas y no metálicas.

### Figura 6

Fotografía de Material deteriorado por condiciones del Suelo



**Fuente:** <http://www.atmosferis.com/wp-content/uploads/2013/05/corriente-vagabunda.jpg>.

Guayaquil se encuentra asentada sobre una planicie cuyas cotas se encuentran entre los 2,5m a 6m existiendo varias prolongaciones montañosas como el Cerro Santa Ana, Cerro Bellavista y el Cerro Mapasingue éstos en sus faldas tienen pendientes de hasta el 80 %, alcanzando alturas de hasta 250m, aproximadamente el 75 % de la ciudad consta de pendientes que varían del 0 % al 20 %, el resto de la ciudad yace sobre pendientes del 20 % al 100 %.

Se encuentra rodeada de cerros al noroeste y de estuarios al sur, sus cerros que son estribaciones de la cordillera Chongón-Colonche, presentan pendientes que varían del 15 % al 45 %, con elevaciones máximas de hasta 320m. Al pie de estas estribaciones, al noroeste de la ciudad, se presentan cerros ondulados donde se encuentran asentadas las Cooperativas Flor de Bastión y El Fortín. Existen sólo dos estaciones climáticas bien diferenciadas: Invierno y Verano. (Avilés, 2013)

El invierno es una estación con muchas lluvias y bastante calurosa; dura normalmente de enero hasta mayo, durante esta etapa las instalaciones de tuberías se ven reducidas por el temporal que afecta directamente a las expansiones y mantenimientos de redes. El verano es un poco más fresco y templado, corresponde a los meses que van de junio a diciembre, es en estas fechas en donde se aprovecha para realizar las mayorías de trabajos de instalaciones de redes de agua potable. Es una ciudad principalmente cálida

y húmeda, que alcanza temperaturas que bordean los 40° C en el invierno, y que bajan aproximadamente hasta 23° C en el verano, estos cambios de temperatura afectan al consumo de agua de la ciudad. Las lluvias invernales durante el fenómeno de El Niño son mucho más abundantes. Este fenómeno, está asociado a una de las mayores alteraciones en el sistema Océano- Atmósfera en la región Indo – Pacífico; la “Oscilación del Sur”. La comunidad científica mundial agrupa a estos dos eventos, bajo un solo término: Evento ENOS (El Niño Oscilación del Sur). El Niño ha sido catalogado como un evento atípico, acíclico pero recurrente, pues sus manifestaciones no siempre tienen el mismo patrón de comportamiento, ni se presentan en un determinado periodo; sin embargo, Modelos Matemáticos de la Administración Nacional de la Atmósfera y el Océano de los Estados Unidos (NOAA) sugieren que la presencia de ésta anomalía se da cada 7 u 8 años, estas alteraciones climáticas tienen un impacto en la operatividad del negocio de distribución de Agua Potable.

Los cerros que rodean a Guayaquil están constituidos por rocas ígneas y sedimentarias. Las rocas ígneas son rocas formadas por enfriamiento y solidificación de una masa fundida, siendo las más comunes los granitos, riolitas, gabros, basaltos, dioritas, andesitas, etc. Estas rocas muchas veces complican las instalaciones de nuevas redes en sectores elevados de la ciudad, inclusive llegando a los rediseños de las redes para nuevas instalaciones. Las rocas sedimentarias son el resultado de la consolidación y cementación de sedimentos acumulados en capas.

### **1.1.4 La potabilización del Agua**

El Agua, el elemento más abundante de la naturaleza y de vital importancia para el ser humano, solo puede servir de beneficio a este una vez que ha sido procesada para su consumo, por tal razón es de vital importancia entender el procedimiento desde su captación hasta la disposición final.

### Figura 7

Fotografía vista desde la parte superior de la Planta de tratamiento La Toma



**Fuente:** Evidencia Fotográfica Interagua

Guayaquil consume  $970.000 m^3$  al día regularmente y para entender la magnitud de sus consumos hacemos la siguiente referencia;  $1 m^3$  es igual a 1000 litros y si se conoce que la ciudad consume 970'000.000 litros / día y en esta viven 2'350.915 entonces el consumo per capita sería de 412.60 litros / día (Considerando las pérdidas), siendo este superior el consumo de 260 litros / día per capita de la ciudad de New York para 8'400.000 habitantes aproximadamente. (American Waterworks Association Research Foundation, 1999).

Toda esta captación se la realiza con 4 estaciones de bombeo también llamados grupos de bombeos, que se dividen en dos tipos (horizontales y verticales), teniendo los horizontales una tasa de bombeo de  $2500 m^3/$  hora en promedio y los grupos verticales que son los más nuevos con una tasa de  $6500 m^3/$  hora promedio, con una capacidad total instalada de alrededor de  $1'950.000 m^3$  de succión por día, lo que representa un poco más del doble de lo que actualmente producen las plantas de potabilización, esto da suficiente margen para que no existan carencias de agua cruda para la producción.

Estos grupos de bombeo están abastecidos por una Sub-estación eléctrica de 69.000Mw, y el abastecimiento de esta energía está coordinado directamente con la empresa CNEL Guayas-Los Ríos.

El proceso de la potabilización comienza a las orillas del Río Daule en la planta de tratamiento de La Toma. El agua cruda es absorbida por las estaciones de bombeo directamente del río, esta agua cruda captada entra en una primera retención de sólidos pasando por unas rejillas de contención y un sistema de cribado que recoge todo sólido de gran tamaño como troncos de árboles, lechuguines, palos de balsa entre otros para que no ingresen al proceso de tratamiento.

Esta agua es transportada por líneas de impulsión (tuberías presurizadas) de 1.8 metros; 1.5m y 1.2m de diámetro hasta las plantas de tratamiento ubicadas a unos 2 km de distancia a una altura de 100m sobre el nivel del mar aproximadamente.

### **Figura 8**

Fotografía vista desde la parte superior de la Planta de tratamiento La Toma



**Fuente:** Evidencia Fotográfica Interagua

La etapa que sigue es la del tratamiento para esto la concesionaria cuenta con tres plantas de potabilización que están ubicadas en el Km 26 de la vía a Daule en el complejo alto de La Toma.

El agua cruda que fue bombeada desde las orillas del río llega a tres plantas: Convencional, Lurgi y Nueva, cada una opera de manera independiente. La primera es la más antigua conocida como Convencional, la cual fue construida en la década de los 50, tiene capacidad de producción nominal de  $400.000 \text{ m}^3 / \text{día}$ , la segunda fue construida en la década de los 70 conocida como planta Lurgi tiene una capacidad de producción nominal de  $140.000 \text{ m}^3 / \text{día}$ ; La última y más grande es conocida como Planta Nueva, esta comenzó a operar en la década de los 90 y es la que posee mayor producción con  $864.000 \text{ m}^3 / \text{día}$ . Aunque la capacidad de bombeo es de  $1'950.000 \text{ m}^3 / \text{día}$ , todas las plantas solo pueden potabilizar  $1'404.000 \text{ m}^3 / \text{día}$  aproximadamente a su máxima capacidad teórica.

El tratamiento que se le realiza al agua cruda es un proceso convencional (*Aplicación de químicos para su potabilización*), donde se ejecutan las diferentes etapas dentro de la transformación del producto; la primera es la Coagulación, que es la etapa en donde se utiliza Sulfato de Aluminio ( $\text{SO}_4\text{AL}_3$ ) en estado líquido y que es aplicado por un sistema de bombas automáticas con la calibración de las dosificaciones adecuadas dependiendo del nivel de turbiedad con la que es captada el agua, este químico por la mezcla física con el agua cruda permite en cuestión de segundos separar las impurezas suspendidas en el agua para luego hacerlas descender al fondo de las piscinas de tratamiento, estas impurezas agrupadas se las conoce con el nombre de floc, iniciándose de esta manera la etapa de sedimentación del agua.

Los sedimentos que caen al fondo por peso y gravedad son purgados dejando como materia prima el agua superficial que queda cristalina por el efecto químico antes mencionado, esta agua clara es captada por desbordamiento en otras piscinas en donde se le realizará el proceso de filtración, que es la acción física por el cual esta agua pasa por un manto de arena y grava que separa definitivamente del proceso las partículas y microorganismos que no han sido eliminados por el proceso de sedimentación, esta agua filtrada luego se traslada a la cisterna central.

Desde que fue aplicado el coagulante (Sulfato de aluminio) el agua tiene un nivel de acidez ya que este producto químico tiene Ph de 5.7 aproximadamente, todo este

tiempo en la producción que permanece con el coagulante se llama proceso de oxidación esto sirve para desinfectar el agua de microorganismos bacterianos y algas que puedan afectar la salud, así como ayuda a reducir los gustos y olores que puedan traer consigo el agua cruda.

A continuación ya en las cisternas se procede a la etapa de cloración (Cl) que es la etapa en donde se inyecta gas cloro para desinfectar el agua en caso de que algún microorganismo llegue y haya resistido a los procesos anteriores, para esto se utilizan aproximadamente 2'000.000 de Kg/año para desinfectar el agua que consume la ciudad.

El proceso final de la potabilización es la Alcalinización del producto donde se agrega cal para estabilizarlo y lograr que su Potencial de Hidrógeno Ph alcance valores que marquen 7.0 o muy cercanos a este valor.

Este como otros parámetros de calidad de agua están establecidos dentro de la norma nacional INEN 110 8:2014 quinta revisión así como la norma Internacional ISO 9001:2008 y de estricto cumplimiento de los parámetros del contrato de concesión vigente por la Concesionaria los cuales son verificados en puntos de muestreo en diferentes sitios de la ciudad, con esto se da cumplimiento a los controles del ente regulador que vigila la correcta operación del sistema.

La frecuencia de control es horaria a todos los parámetros básicos de calidad de agua entre ellos los Coliformes Fecales; Coliformes Totales; Ph y Turbiedad.

Se realizan aproximadamente 10.000 análisis mensuales sumado a estos otros parámetros de orden físico, químicos y microbiológicos. Estos análisis se realizan tanto en la planta como en las redes de distribución de agua potable que abarcan toda la ciudad de Guayaquil.

El agua Potable es transportada desde La Toma hasta la ciudad por 4 acueductos de 2000mm, 1800mm, 1500mm y 1050mm de diámetro, cada uno a diferentes zonas de la ciudad. (Florsheim, 2012)

Los acueductos principales generalmente llegan a reservorios de agua que se encuentran en algunos puntos elevados dentro de Guayaquil, estos reservorios ayudan a mantener la red de agua potable presurizada por presión atmosférica, adicionalmente por encontrarse en lugares elevados hace factible la distribución del agua a todas las redes de agua potable menores por gravedad.

La infraestructura que brinda el servicio de agua potable de Guayaquil, está en su mayoría conformada por redes de diámetros que van desde 90mm hasta los 2000mm, como se expuso anteriormente todas estas redes son propiedad del regulador, así como las otras infraestructuras que están conformadas por accesorios, reservorios, estaciones de bombeos y estaciones rectoradoras que en esta operan.

Cuando la presión que maneja un acueducto no es suficiente para llevar al agua a zonas elevadas es necesario bombear, por tal razón la concesionaria cuenta con alrededor de 50 estaciones de bombeo que están ubicados en diferentes sectores de la ciudad.

En total la Ciudad cuenta con una red de 4'796,948 m de tubería que transportan el líquido vital a los usuarios de todo Guayaquil.

### **1.1.5 Demanda y sectores geográficos**

Actualmente, Interagua sufre la demanda de la población a través de la red de distribución de agua, bocatomas que abastecen a los camiones tanques (o tanqueros), y por acueductos públicos o piletas. El servicio de agua a través de la red de distribución en el norte centro y sur, es por lo general, un servicio continuo de 24 horas al día, siete días en la semana durante todo el año.

Durante todo el 2012 se realizó el Plan HUANCAVILCA que conllevaba la reparación de los grandes acueductos del Norte de Guayaquil, para este efecto se elaboró cronograma de cortes programados que afectaron durante todo este año la distribución. La concesionaria evalúa cada corte en función a mantenimientos, rehabilitaciones y ampliaciones.

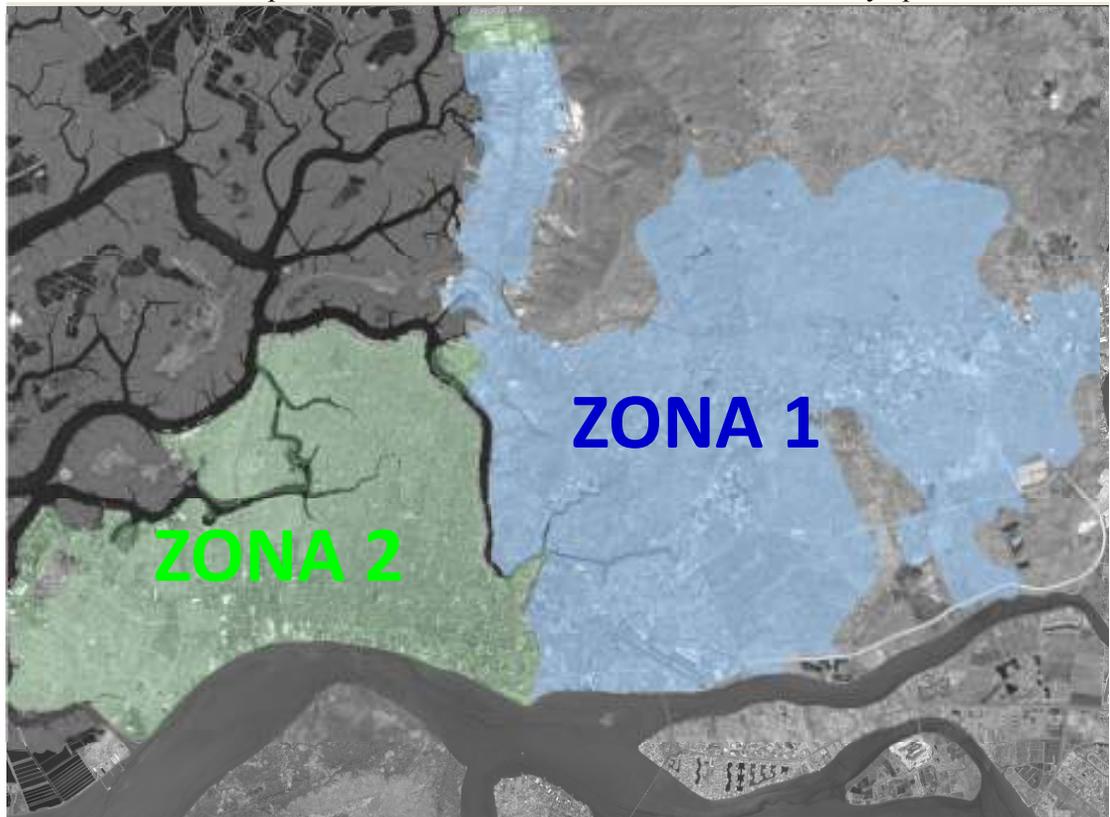
Dentro de las categorías de usuarios que maneja la concesionaria están los diferentes tipos de usuarios del sistema que pueden ser clasificados de la siguiente manera:

1. Domésticos
2. Comerciales
3. Industriales
4. Bocatomas/Tanqueros
5. Piletas
6. Clientes de agua en bloque
7. Exentos

Al final del año 2013, la población servida por Interagua se estima en aproximadamente 470.000 usuarios con guías de abastecimiento dentro de cada hogar, esto representa 2'346.000 habitantes dando una cobertura de 99 % de la población total de la Ciudad. En este estimado se asume que por cada conexión de guía de abastecimiento a hogares existen en promedio 5 habitantes por hogar. (Concesionaria de los servicios de Agua Potable y Alcantarillado, 2013).

### Figura 9

Zonas de Operación de la Concesionaria en la Ciudad de Guayaquil

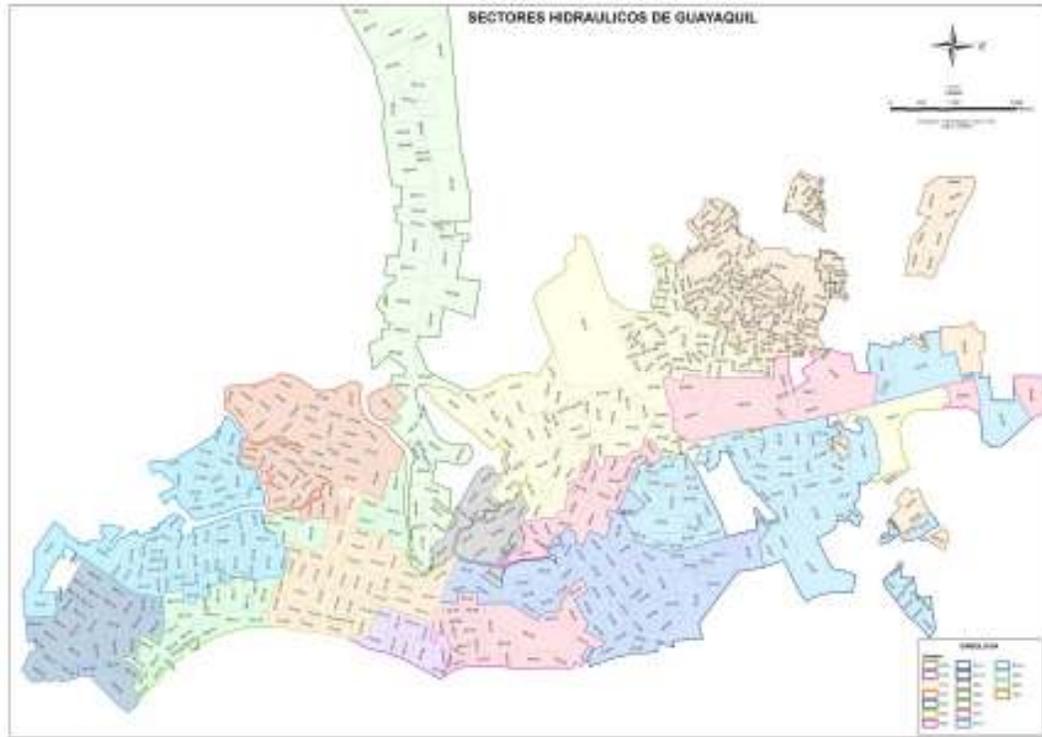


**Fuente:** Empresa Concesionaria del servicios de Agua Potable  
**Elaborado:** Departamento de SIG y Catastro de Redes

Para la más eficiente operación del control de la distribución de agua potable se han estructurado las redes en sectores hidráulicos, esto al fin de controlar y causar el menor impacto en caso de presentarse daños y tener que cerrar estos sectores para proceder a repararlo o a rehabilitarlos.

La distribución de estos sectores se detalla a continuación.

**Gráfico 1.1**  
Sectores Hidráulicos de Guayaquil



**Fuente:** Concesionaria de Agua potable de Guayaquil

**Elaborado:** Departamento de SIG

### **1.1.6 Materiales Utilizados en la red de Distribución de Agua Potable de Guayaquil.**

La Ciudad de Guayaquil por tener condiciones particulares en su medio geográfico como se mencionó anteriormente, ha precisado instalar diferentes tipos de materiales en su red, a medida que ha ido evolucionando la tecnología y con el paso del tiempo se han cambiado y reinstalado las redes, evaluando siempre las prestaciones a nivel de durabilidad, precio e instalación, a continuación se detallan los materiales que poseen las redes de distribución de agua de la ciudad:

### **1.1.6.1 Tuberías de asbesto Cemento (AC)**

El **asbesto**, también llamado **amianto**, es un grupo de minerales metamórficos fibrosos (Rocas expuestas a grandes presiones y a altas temperaturas) están compuestos de silicatos de cadena doble (rocas comunes compuestas por silicio), los minerales de asbesto tienen fibras largas y resistentes que se pueden separar y son suficientemente flexibles como para ser entrelazadas y también resisten altas temperaturas. Debido a estas especiales características, el asbesto se ha usado en una gran variedad de productos manufacturados, principalmente en materiales de construcción (tejas para recubrimiento de tejados, baldosas y azulejos, productos de papel y productos de cemento con asbesto), productos de fricción (embrague de automóviles, frenos, componentes de la transmisión), materias textiles termo-resistentes, envases, paquetería y revestimientos, equipos de protección individual, pinturas, productos de vermiculita o de talco, etc. También está presente como contaminante en algunos alimentos.

Las autoridades médicas demostraron que los productos relacionados con el asbesto/amianto provocan cáncer con una elevada mortalidad desde los años 1980.

A principios de la década de 2000 empezó a prohibirse en los países desarrollados, quedando totalmente prohibido su uso en la Unión Europea desde 2005, aunque se continúa utilizando en algunos países en vías de desarrollo. (Organización para las Naciones Unidas, 1986).

### **Figura 10**

Fotografía tubería material Asbesto Cemento.



**Fuente:** Evidencia Fotográfica Interagua

Las tuberías de la ciudad de Guayaquil fueron instaladas a partir de la década de los 70 cuando estas remplazaron las antiguas redes de plomo que existían en la ciudad, ya que a esa fecha estudios médicos habían demostrado que el plomo mezclado con el agua producía graves problemas en la salud por eso se decidió usar esta nueva tecnología de tuberías.

Las tuberías instaladas están conformadas de una mezcla de cemento con asbesto que dará la respectiva rigidez para el transporte a presión del agua potable, actualmente la norma de adopción es la NTE INEN 485:1992 (Norma técnica Ecuatoriana), en donde se definen los estándares de cumplimiento para su clasificación:

- a) Por su clase
- b) De acuerdo a su diámetro nominal
- c) De acuerdo a su presión de trabajo
- d) De acuerdo a su características químicas.

Actualmente el 12% de las redes de Guayaquil están formadas por AC. El diámetro generalmente usado para estas redes son desde los 90mm hasta los 250mm Por lo que este tipo de material en tuberías se convierte en una de las variables de este estudio. (Concesionaria de los servicios de Agua Potable y Alcantarillado, 2013).

### 1.1.6.2 Tuberías de Hierro Dúctil (HD)

El hierro dúctil o nodular se obtiene mediante la introducción controlada de magnesio en el hierro fundido, y bajas proporciones de azufre y fósforo. Se obtiene de este modo una extraordinaria modificación en la micro-estructura del metal, ya que el carbono se deposita en la matriz ferrítica en forma de esferas al contrario de lo que ocurre en el hierro gris, en el que el carbono toma la forma de láminas.

El resultado de este importante cambio de estructura, es un hierro mucho más fuerte, resistente, elástico, resistente a la compresión, posee aptitud al moldeo, es resistente a la abrasión y a la fatiga. (Moser & Folkman, 2008)

**Figura 11**

Fotografía tubería material Hierro Dúctil



**Fuente:** Evidencia Fotográfica Interagua

Una de las ventajas más importantes que aporta este material es la reducción de peso en las piezas, lo que permite disminuir las cuadrillas de instalación y aligerar el transporte. Para seguir enumerando ventajas, podríamos mencionar un apreciable aumento de la resistencia a la tracción ( $420 \text{ N/mm}^2$ ) respecto de las ya elevadas de las fundiciones grises ( $180 \text{ N/mm}^2$  a  $200 \text{ N/mm}^2$ ); también la capacidad de alargamiento que rebasa ampliamente el 5%. Por ello este tipo de fundición, que sigue conservando las excelentes propiedades de resistencia a la corrosión de las fundiciones de hierro, se comporta desde un punto de vista mecánico, prácticamente como el acero. En resumen, aun poseyendo el mismo contenido de carbono que la fundición gris, la fundición dúctil añade tres características importantes:

Resistencia a la tracción y a los choques, alargamiento importante, alto límite elástico.

Las tuberías de Hierro Dúctil son usadas generalmente en tuberías de grandes diámetros aunque existen en ciertos sectores hidráulicos, este tipo de tubería desde los 50mm en adelante, en Guayaquil por el nivel de corrosión y salinidad que existe en su geografía a este tipo de tuberías se las protege con un sistema de protección catódica.

Actualmente el 11% de las redes de Guayaquil están conformadas por HD. Por lo que el análisis de este material es importante dentro de los resultados que puedan arrojar la hipótesis de estudio. (Concesionaria de los servicios de Agua Potable y Alcantarillado, 2013).

### 1.1.6.3 Tubería de Polietileno de alta densidad (PEAD)

El **polietileno de alta densidad** es un polímero de la familia de los polímeros olefinicos (como el polipropileno), o de los polietilenos. Es un polímero termoplástico conformado por unidades repetitivas de etileno. Se designa como **HDPE** (por sus siglas en inglés, *High Density Polyethylene*) o **PEAD** (*polietileno de alta densidad*). Este material se utiliza, entre otras cosas, para la elaboración de envases plásticos desechables. (Ceresana, 2013).

**Figura 12**

Fotografía tubería material PEAD



**Fuente:** Evidencia Fotográfica Interagua

El PEAD es una de las tecnologías para la elaboración de tuberías relativamente nueva dentro de la instalación de redes de Agua potable en la ciudad de Guayaquil.

Se lo utiliza debido a sus prestaciones en:

1. Excelente resistencia térmica y química.
2. Muy buena resistencia al impacto.
3. Es sólido, incoloro, translúcido, casi opaco, en tuberías viene con un color azulado fuerte, con protección UV por deterioro por el sol.
4. Muy buena procesabilidad, es decir, se puede procesar por los métodos de conformado empleado para los termoplásticos, como inyección y extrusión.
5. Es flexible, aún a bajas temperaturas.
6. Es tenaz.
7. Es más rígido que el polietileno de baja densidad, en tuberías generalmente vienen en mangueras o tuberías de color negro, que se deterioran rápidamente por los agentes externos..
8. Presenta dificultades para imprimir, pintar o pegar sobre él.
9. Es muy ligero.
10. Su densidad es igual o menor a  $0.952 \text{ g/cm}^3$ .
11. No es atacado por los ácidos, resistente al agua a  $100 \text{ }^\circ\text{C}$  y a la mayoría de los disolventes ordinarios.

A la fecha es el material que se está usando para la instalación de nuevos sectores o el cambio a reparaciones de sectores existente por sus prestaciones de flexibilidad y maniobrabilidad en el momento de la instalación. En proporción de existencias de tuberías en Guayaquil este material representa el 30% de todas las redes instaladas en Guayaquil.

#### **1.1.6.4 Policloruro de Vinilo (PVC)**

El **PVC** es el producto de la polimerización del monómero de cloruro de vinilo a **policloruro de vinilo**. Es el derivado del plástico más versátil. Este se puede producir mediante cuatro procesos diferentes: Suspensión, emulsión, masa y solución.

Se presenta como un material blanco que comienza a reblandecer alrededor de los 80 °C y se descompone sobre 140 °C. Es un polímero por adición y además una resina que resulta de la polimerización del cloruro de vinilo o cloroeteno. Tiene una muy buena resistencia eléctrica y a la llama.

### **Figura 13**

Fotografía material tuberías PVC



**Fuente:** Evidencia Fotográfica Interagua

El átomo de cloro enlazado a cada átomo de carbono le confiere características amorfas principalmente e impiden su re-cristalización, la alta cohesión entre moléculas y cadenas poliméricas del PVC se deben principalmente a los momentos dipolares fuertes originados por los átomos de cloro, los cuales a su vez dan cierto impedimento estérico es decir que repelen moléculas con igual carga, creando repulsiones electrostáticas que reducen la flexibilidad de las cadenas poliméricas, esta dificultad en la conformación estructural hace necesario la incorporación de aditivos para ser obtenido un producto final deseado.

En la industria existen dos tipos:

- Rígido: para envases, ventanas, tuberías, las cuales han reemplazado en gran medida al hierro (que se oxida más fácilmente), muñecas antiguas.
- Flexible: cables, juguetes y muñecas actuales, calzados, pavimentos, recubrimientos, techos tensados...

El PVC se caracteriza por ser dúctil y tenaz; presenta estabilidad dimensional y resistencia ambiental. Además, es reciclable por varios métodos. (Wilkes & Summers, 2005).

El PVC es el material con mayor proporción que existen en las redes de distribución de agua potable de Guayaquil con el 40%, sin lugar a duda es uno de los materiales a examinar a ver si con las técnicas estadísticas de evaluación arrojan resultados palpables para definir una conclusión.

#### **1.1.6.5 Otros Materiales**

El 5% de la red la conforman otros materiales, entre ellos están el hierro, GRP, hierro galvanizado, y en una pequeña cantidad de hormigón, estos materiales serán considerados en un solo conjunto como la variable “Otros Materiales” y también serán analizados en este estudio. (Concesionaria de los servicios de Agua Potable y Alcantarillado, 2013).

# CAPÍTULO 2

## 2.1 MARCO TEÓRICO

Para el desarrollo de esta tesis se utilizarán las siguientes herramientas con el fin de entender en un ambiente generalizado las variables que de una u otra forma podrían aportar a la solución de los objetivos planteados.

Dentro de las herramientas estadísticas de estudio estarán. (Zurita, 2008).

### 2.1.1 Definición de Población

Conjunto de entes a los cuales se les realiza cierta investigación.

### 2.1.2 Definición de Muestra

Subconjunto de cierto número de entes seleccionados de una población

### 2.1.3 Definición de Parámetro

Es un valor numérico que es calculado a partir de un Población, el parámetro es un número fijo que refleja una realidad al momento de haber calculado esa información.

### 2.1.4 Definición de Estadísticos o Estimadores

Valores numéricos calculados a partir de muestras, esta información puede variar según el número de muestras tomadas de una población,

### 2.1.5 Definición de Media

La media aritmética estadística es una medida de tendencia central que se encuentra ubicada entre el mínimo y el máximo valor de los datos, también es una medida que denota equilibrio de un conjunto de valores que precisan representar algún tipo de información y se denota con el símbolo  $\bar{x}$  se expresa matemáticamente de la siguiente manera:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

### 2.1.6 Definición de Mediana

La mediana es una medida de posición, también pertenece al grupo de estadísticos de tendencia central, esta medida ordena los datos de menor a mayor y selecciona el valor central en posición se denota con el símbolo  $\tilde{x}$  su expresión es la siguiente:

$$\tilde{x} = x_{\left(\frac{n+1}{2}\right)}$$

### 2.1.7 Definición de Percentil

Medida de posición que divide a la muestra en 100 partes hay que tener las siguientes consideraciones:

- $X_i$ : i-ésima observación
- $X_{(i)}$  : i-ésima observación ordenada tal que

$$X_{(1)} \leq X_{(2)} \leq X_{(3)} \leq \dots \leq X_{(n)}$$

El  $i\%$  de los elementos de la muestra toman valores menores o iguales a  $P_i$ , denominado percentil  $i$ ;  $i=1,2, \dots, 99$

### 2.1.8 Definición de Cuartil

Medida de posición de valores ordenados y que divide a la muestra en cuatro partes, de frecuencias similares. Se denota con la letra  $Q$ .

- $Q_1$ =Primer cuartil = Percentil 25
- $Q_2$ =Segundo cuartil = Percentil 50 = mediana
- $Q_3$ =Tercer cuartil = Percentil 75

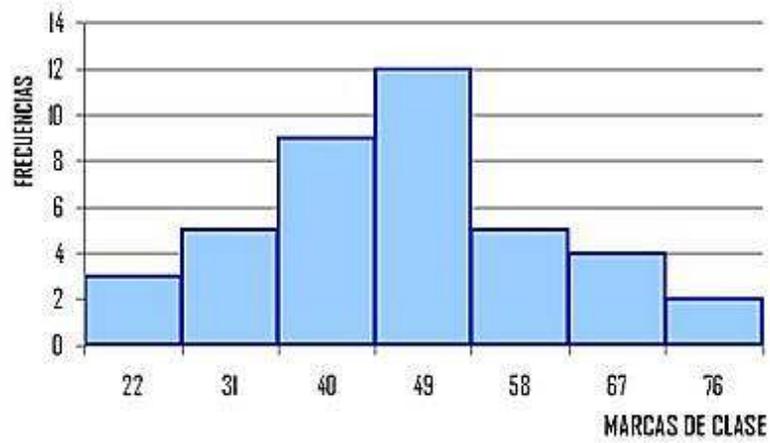
### 2.1.9 Definición de Histogramas

Un **histograma** es una representación gráfica de una variable en forma de barras, donde la superficie de cada barra es proporcional a la frecuencia de los valores representados,

Sirven para dar una revisión rápida y visual de la información analizada.

**Figura 14**

Figura de un Histograma



**Fuente:** Herramientas y técnicas de calidad

### 2.1.10 Definición de Diagrama de Caja

Un **Diagrama de caja** es un gráfico, basado en cuartiles, mediante el cual se visualiza un conjunto de datos. Está compuesto por un rectángulo, la "caja", y dos brazos, los "bigotes".

La forma de graficarlos puede ser horizontal o vertical, es un gráfico que puede analizar la dispersión de la información así como la mediana que es una de las medidas de tendencia central.

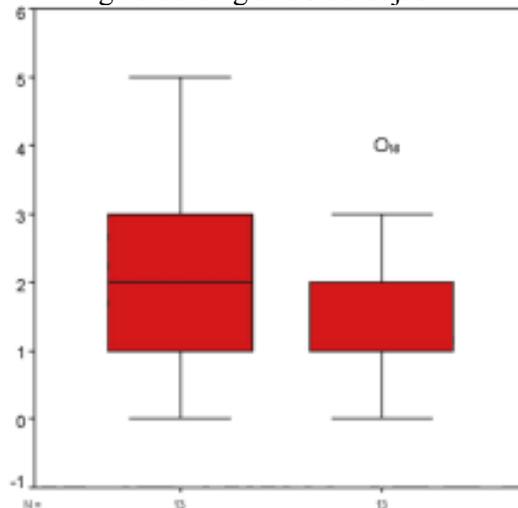
Es muy utilizado para analizar medianas y dispersiones de información entre diferentes categorías o clasificaciones de estudio

También es importante esta herramienta porque se utiliza para identificar agrupamiento en torno a los cuartiles y valores atípicos.

Los diagramas de cajas pueden expresarse de manera vertical u horizontal según el software o la necesidad.

**Figura 15**

Figura de un gráfico de Cajas



**Fuente:** Herramientas y técnicas de calidad

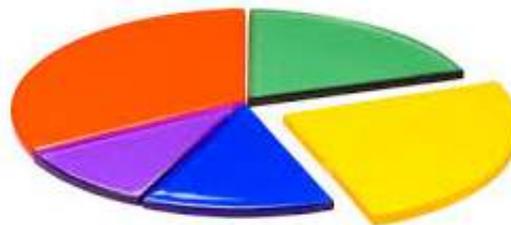
### 2.1.11 Definición de Gráfico de Pasteles

Las gráficas de pasteles también llamados de PIE son dibujos circulares que categorizan proporcionalmente al total de observaciones dentro de una única medida circular.

Es de los gráficos más utilizados y más sencillos de ser entendidos por las personas generalmente hacen referencia a una medida total del 100%, en otros casos se dibujan frecuencias relativas por cada unidad de medida.

**Figura 16**

Figura de un gráfico de Pastel



**Fuente:** Herramientas y técnicas de calidad

### 2.1.12 Definición de Tablas de Contingencia o Tablas cruzadas

La tabla de contingencia es la forma estructurada de organizar información que se combina o comparte entre variables categóricas, esta forma de agrupar la información sirve para realizar diferentes pruebas estadísticas que verificarán Hipótesis de dependencia o independencia estadística entre estas variables estudiadas.

La tabla de contingencia se denota de la siguiente forma:

Categorías r x c		Variable 2					
		<i>Categoría<sub>x1</sub></i>	<i>Categoría<sub>x2</sub></i>	<i>Categoría<sub>x3</sub></i>	<i>Categoría<sub>xj</sub></i>		
Variable 1	<i>Categoría<sub>1x</sub></i>	$n_{11}$	$n_{12}$	$n_{13}$	...	$n_{1j}$	$\sum_{j=1}^n n_{1j}$
	<i>Categoría<sub>2x</sub></i>	$n_{21}$	$n_{22}$	$n_{23}$	...	$n_{2j}$	$\sum_{j=1}^n n_{2j}$
	<i>Categoría<sub>3x</sub></i>	$n_{31}$	$n_{32}$	$n_{33}$	...	$n_{3j}$	$\sum_{j=1}^n n_{3j}$
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
	<i>Categoría<sub>ix</sub></i>	$n_{i1}$	$n_{i2}$	$n_{i3}$	...	$n_{ij}$	$\sum_{j=1}^n n_{ij}$
	$\sum_{i=1}^n n_{i1}$	$\sum_{i=1}^n n_{i2}$	$\sum_{i=1}^n n_{i3}$	...	$\sum_{i=1}^n n_{ij}$	$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m n_{ij}$	

Las sumatorias que de ellas se generan se llaman distribuciones conjuntas

### 2.1.13 Definición de Experimento

Conjunto de acciones con las que utilizando procedimientos claramente establecidos, se efectúa algún tipo de observación o medida.

Un experimento se dice que es un **Experimento Estadístico** si reúne las siguientes características:

- Se sabe cuáles son todos los resultados posibles del experimento ante una ejecución.
- Cualquier realización del experimento debe conducir a un resultado que no es conocido previo a tal ejecución, pero se sabe que es uno de los “posibles”, y
- El experimento puede ser repetido bajo idénticas condiciones.

### 2.1.14 Definición de Espacio muestral de un experimento

Dado un experimento Estadístico, se denomina Espacio muestral del experimento, al par  $(\Omega, \varphi)$ , donde:

- a)  $\Omega$  es un conjunto de todos los resultados posibles del experimento; y,
- b)  $\varphi$  es el conjunto potencia de  $\Omega$ , y es denominado espacio de eventos.

Los elementos de  $\Omega$  son llamados “puntos” y genéricamente se los representan con la letra griega  $\omega$ , los elementos de  $\varphi$ , se los denomina Eventos.

Téngase en cuenta que siempre es verdad que:

- 1)  $\Omega$  no es vacío, y
- 2)  $\varphi$  cumple con incluir al conjunto vacío  $\emptyset$ , ser “cerrado” bajo unión contable de sus elementos así como también bajo complementación de sus elementos.

Como estructura algebraica;  $\varphi$  es denominado sigma – algebra

### 2.1.15 Definición de Función de probabilidades

Es una función P cuyo dominio es  $\varphi$ , y cuyo conjunto de llegada es el intervalo cerrado de número reales de cero a uno, y que cumple los siguientes axiomas:

- a)  $P(\Omega) = 1$
- b)  $0 \leq P(E) \leq 1, \forall E \in \varphi$
- c)  $P(E_1 \cup E_2) = P(E_1) + P(E_2)$  siempre que  $E_1 \cap E_2 = \emptyset$

### 2.1.16 Definición de Frecuencias Absolutas.

La distribución de frecuencias se llama a la agrupación de información por intervalos cuantitativos de igual dimensión dentro de un rango de estudio. Sirve para luego poder

demostrar gráficamente de forma sencilla las proporciones en los que estuvo repartida la información.

Cuando se tienen datos cuantitativos de tipo discreto o continuo es la forma más sencilla de organizar información. (Alvarado & Obagi, 2008).

### **2.1.17 Definición de Frecuencia Absoluta Acumulada.**

La frecuencia acumulada es la suma de frecuencias absolutas por intervalos de todos los valores hasta llegar al total de observaciones investigadas. (Montgomery, 2004).

### **2.1.18 Definición de Principio de Pareto**

El principio de Pareto permite utilizar herramientas de gestión, como el diagrama de Pareto, que se usa ampliamente en cuestiones relacionadas con el control de calidad (el 80 % de los defectos radican en el 20 % de los procesos). (Pareto, 1906). Así, de forma relativamente sencilla, aparecen los distintos elementos que participan en un fallo y se pueden identificar los problemas realmente relevantes, que acarrearán el mayor porcentaje de errores.

### **2.1.19 Definición de Principio de Pareto ABC**

Es un principio que se deriva del principio de Pareto segmentando en tres partes los porcentajes descritos para el 80 – 20 quedando distribuidos los porcentajes de la siguiente manera:

A= 80% de lo representativo equivale aproximadamente al 20% de lo investigado.

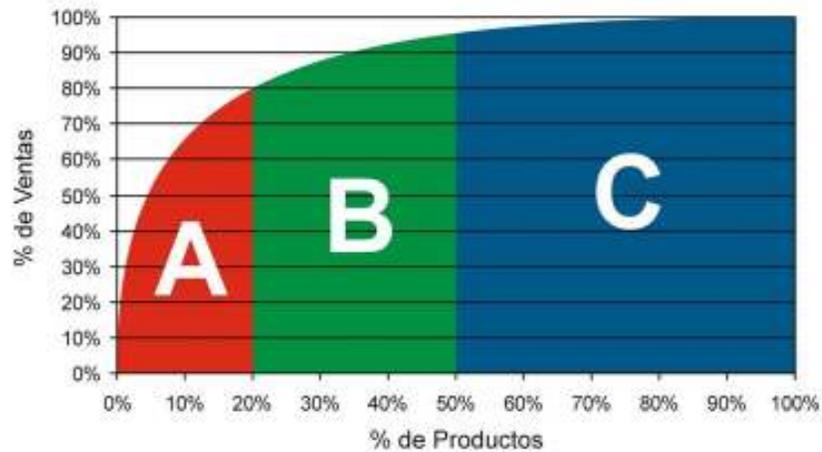
B= 15% de lo representativo equivale aproximadamente al 30% de lo investigado.

C= 5% de lo representativo equivale aproximadamente al 50% de lo investigado.

Ejemplo descrito para % de productos versus % de ventas.

**Figura 17**

Figura de un gráfico Pareto ABC



**Fuente:** Herramientas y técnicas de calidad

### 2.1.20 Definición de Prueba de Ji cuadrado para tablas de contingencia

La prueba Ji Cuadrado ( $\chi^2$ ) para tablas de contingencia se utiliza para conocer si existe algún tipo de dependencia entre las variables de estudio.

Generalmente se usa esta prueba para contrastar evidencia observada contra un modelo definido.

También identifica la variación que existe entre los datos observados y los esperados de las tablas de contingencia.

La prueba Ji Cuadrado ( $\chi^2$ ) realiza un contraste estadístico que para todos los casos es:

$$\begin{aligned} H_0: & \text{Variable 1 y Variable 2 son Independientes} \\ & \text{VS} \\ H_1: & \neg H_0 \end{aligned}$$

**La prueba  $\chi^2$  se realiza bajo el siguiente proceso:**

- 1) Se define el contraste de hipótesis que regirá la prueba

$$\begin{array}{c} H_0: \text{Variable 1 y Variable 2 son independientes} \\ VS \\ H_1: \neg H_0 \end{array}$$

- 2) La tabla de contingencia deberá poseer los valores Observados y las frecuencias absolutas para las filas y las columnas.

Para ajustar las definiciones anteriores con las mismas nomenclaturas de tablas de contingencia diremos que:

$$n_{ij} = O_{ij}$$

- 3) Se realiza para cada celda el cálculo del valor esperado denotado por la siguiente fórmula:

$$E_{ij} = \frac{(\text{total de } i - \text{ésima fila} \times \text{total de } j - \text{ésima columna})}{n}$$

- 4) Se calcula el estadístico de Prueba  $\chi^2$  usando la fórmula:

$$\chi^2 = \sum_{i=1, j=1}^n \frac{(O_{ij} - E_{ij})^2}{E_{ij}}$$

Dónde:

$O_{ij}$  = Valor observado de la celda i,j.

$E_{ij}$  = Valor esperado de la celda i,j

- 5) Se determina los grados de libertad con la que se contrastará el estadístico de la prueba

$$gl = (r - 1)(c - 1)$$

donde

r = número de filas

c = número de columnas

### Teorema

Si variable 1 y variable 2 son independientes, entonces  $\chi^2 \sim \chi^2_{(r-1)(c-1)}$

Si el valor crítico < valor del estadístico de prueba se rechaza  $H_0$  denotada:

$$\chi^2 > \chi^2_{(r-1)(c-1)} \Leftrightarrow p - \text{valor} = P(Y > \chi^2) < \alpha$$

Donde Y es una variable aleatoria con distribución  $\chi^2_{(r-1)(c-1)}$  generalmente toma valores de  $\alpha = 0.05$ .

### 2.1.21 Definición de Residuos ajustados corregidos para tablas de Contingencia

Los residuos conocidos también como residuos tipificados corregidos para tablas de contingencias, utiliza los conceptos de la prueba de Ji Cuadrado pero no para aplicarla al estudio de la tabla global y el análisis de las variables sino a cada una de las parejas de las categorías de las mismas. (Alvarado & Obagi, 2008).

En la prueba Ji cuadrado se considera al residuo a la diferencia entre los valores Observados menos el valor esperado denotado con la siguiente fórmula:

$$R_{ij} = O_{ij} - E_{ij}$$

Los residuos tipificados elimina los efectos que sobre el residuo regular tengan valores marginales de ambas variables dividiendo los residuos por la raíz cuadrada de las frecuencias esperadas denotada en la siguiente fórmula:

$$SR_{ij} = \frac{(O_{ij} - E_{ij})}{\sqrt{E_{ij}}}$$

Los residuos ajustados estandarizan los valores de los residuos tipificados dividiendo por la varianza estimada, esto se denota en la siguiente fórmula:

$$AR_{ij} = \frac{(O_{ij} - E_{ij})}{\sqrt{E_{ij}}} \text{ donde } V_{ij} = \left(1 - \frac{O_{i.}}{n}\right) \times \left(1 - \frac{O_{.j}}{n}\right)$$

Cuando el tamaño de muestra es lo suficiente grande los residuos ajustados corregidos tienden a una distribución normal con  $\mu=0$  y  $\sigma=1$  por lo que si son mayores en valor

absoluto a  $\pm 1.96$  tienen un 95% de confianza de ser estadísticamente significativos dentro de la interpretación de los resultados.

### **2.1.22 Definición de Análisis de Correspondencias**

El análisis de correspondencias es una técnica estadística exploratoria que trata de simplificar gran cantidad de información de las categorías de dos o más variables en un número reducido de dimensiones, con la menor pérdida de información.

Pertenece al grupo de técnica de reducción de dimensiones, muy parecido al análisis Factorial o componentes principales, pero aplicado a variables categóricas.

Uno de los fines del análisis de correspondencias es describir las relaciones existentes entre dos variables nominales, recogidas en una tabla de correspondencia, sobre un espacio de pocas dimensiones mientras que al mismo tiempo se describen las relaciones entre las categorías de cada variable. Para cada variable, las distancias sobre un gráfico entre los puntos de categorías reflejan las relaciones entre las categorías, con las categorías similares representadas próximas una a otras. La proyección de los puntos de una variable sobre el vector desde el origen hasta un punto de categorías que reflejan las relaciones entre las categorías, con las categorías similares representadas próximas una a otras.

La proyección de los puntos de una variable sobre el vector desde el origen hasta un punto de categoría de la otra variable describe la relación entre ambas variables.

El análisis de las tablas de contingencia a menudo incluye examinar los perfiles de fila y de columna, así como contrastar la independencia a través del estadístico de Ji-cuadrado. Sin embargo, el número de perfiles puede ser bastante grande y la prueba de Ji-cuadrado no revelará la estructura de la dependencia. El procedimiento tablas de contingencia ofrece varias medidas y pruebas de asociación pero no puede representar gráficamente ninguna relación entre variables. (Ferraz, 1995).

El análisis de correspondencias se puede utilizar para analizar cualquier tabla de medidas de correspondencias que sean positivas.

Además permitirá analizar la posible relación entre las variables, sus categorías estarán representadas en el gráfico como puntos más próximos o alejados en función al grado de la similitud y representación según la dimensión.

El método usado es el método de normalización simétrico que para cada punto de dimensión tanto las filas como las columnas son ponderadas y divididas por el valor propio coincidente

Se utiliza este método si se desea examinar las diferencias entre las categorías de las otras variables.

# CAPÍTULO 3

## 3.1 Interpretación de Variables

Este capítulo revisará las variables y aplicará las técnicas para identificar cuáles de estas son las que mejor se ajusten para determinar en el próximo capítulo un método de priorización para la optimización por renovación de las redes de agua potable,

Cabe recalcar que se analizarán variables que fueron proporcionadas por la Concesionaria y que corresponden a su operación regular, se indica esto ya que esta será la base del análisis para encontrar soluciones, no se ha solicitado dentro de este estudio ninguna variable adicional. Se informó al autor que el medio de la extracción de la información radicaba en bases de datos geográficos, bases de datos convencionales, que han sido alimentados por múltiples técnicas de observación e inspección en campo.

Dentro de un modelo de negocio de agua potable, generalmente las variables calculadas no se generan de forma *cuantitativa ordinal* ya que éstas son muchas veces obtenidas de equipos de medición que registran valores con su respectiva unidad y dependerá de especialistas en tabular estos datos para convertirlos en información que pueda ser utilizada para la toma de decisiones. A estas variables las llamaremos “*Variables Puras*” ver un resumen de cómo son obtenidas estas variables en la Tabla I, porque son obtenidas directamente del giro del negocio de fuentes primarias (Bases de datos, hojas de cálculo o Geodatabase) que posee la organización, a estas variables en este capítulo se le realizará estadística descriptiva para conocer en qué contexto se encuentran, si se las consideran relevantes y muestran su dependencia estadística dado la relevancia de estas variables a continuación en la Tabla I se observará un resumen de cómo fueron entregadas las variables para su análisis la información total de variables se mostrará en el Anexo 1 de esta tesis.

**TABLA I**

*Concesionaria de Agua de Guayaquil: Optimización de Proceso de Mantenimientos de redes de Agua Potable*

**Demostración de la entrega de variables utilizadas para la investigación**

Sector	Total Redes (ml)	Año instalación	Daños	costos invertidos en reparaciones (\$)	Número de Usuarios por sector	...	Categoría por sector
CRO-002	22865	1963	138	\$ 4.952	2114	...	URBANO
CRO-003	11311	1963	99	\$ 14.744	1149	...	URBANO
CRO-006	8242	1963	101	\$ 18.446	779	...	URBANO
CRO-010	19093	1963	191	\$ 18.891	2002	...	URBANO
CRO-011	9074	1963	95	\$ 7.793	833	...	URBANO
CRO-025	22535	1963	660	\$ 85.809	2975	...	URBANO
CRO-048	11738	1963	74	\$ 3.378	1484	...	URBANO
CRO-049	13063	1963	84	\$ 2.859	1410	...	URBANO
CRO-050	7353	1963	39	\$ 980	1014	...	URBANO
CSA-000	16287	1963	344	\$ 14.577	951	...	URBANO
CSA-035	22473	1963	168	\$ 7.793	1770	...	URBANO
CSA-213	7500	1995	18	\$ 1.197	515	...	URBANO
CSA-214	12024	1995	166	\$ 7.282	1779	...	URBANO
CSA-215	8584	1995	47	\$ 2.768	944	...	URBANO
CSA-216	5953	1995	74	\$ 3.919	611	...	URBANO
CSA-217	9521	1995	44	\$ 1.662	1388	...	URBANO
CSA-218	12885	1995	87	\$ 7.843	1108	...	URBANO
CTC-012	15254	1963	101	\$ 5.504	779	...	URBANO
CTC-013	11353	1963	52	\$ 2.403	725	...	URBANO
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
N42-850	<b>1677</b>	<b>2009</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>650</b>	...	<b>TERRENO NATURAL</b>

**Fuente:** Concesionaria de Servicio de Agua Potable de Guayaquil

**Elaboración:** Paulo C Cruz C

Cabe señalar que algunas de estas variables no se pueden excluir para este análisis y dentro del contexto del negocio de la operación del agua potable como son, *Sector hidráulico*, *Total de redes del sistema*, *daños*, *El año de instalación de las redes*, *El costo invertidos en reparaciones*, *Número usuarios por sector*, por tal razón se comenzará

analizando estas Variables Puras y demostrar su independencia por algún método estadístico.

### 3.2 Análisis Estadístico

Cada variable que se analizará tiene un componente de entendimiento estadístico, que al final de este capítulo dará una mejor comprensión del sistema y su operación.

Uno de los Objetivos de esta investigación es encontrar un modelo que ayude a Optimizar el proceso de Mantenimiento de las redes de Agua Potable por tal razón un factor clave será identificar si existe algún método estadístico convencional que ayude a definir este modelo con la variables puras tal como fueron dadas por la concesionaria o si se necesita recodificar estas variables cuantitativas a variables Cualitativas Ordinales (Solo para variables que se consideren significativas para el negocio de Agua Potable),

El autor solo expondrá en este trabajo las metodologías y resultados que considere concluyentes y que sirvan como pauta para futuras investigaciones.

Se realizarán un sin número de pruebas que será explicadas a medida se vayan analizando los datos entre las pruebas se utilizarán el cálculo de *Residuos Estandarizados* de Pearson. (Ferraz, 1995). Así como el Análisis de Correspondencias Simples, que busca independencia estadística entre variables a través de un estadístico de contraste denotado en una prueba de Hipótesis.

Para poder aplicar estas técnicas se precisa tener un punto de partida que para su análisis se describe a través de una tabla de contingencia (Tabla cruzada), Filas-Columnas.

El listado de las variables de estudio se denota a continuación:

- 1) Sector Hidráulico
- 2) Total de redes de Asbesto-Cemento (AC) en el Sector
- 3) Total de redes de Hierro Dúctil (HD) en el Sector
- 4) Total de redes de Polietileno de Alta densidad (PEAD) en el Sector
- 5) Total de redes de Policloruro de vinilo (PVC) en el Sector.

- 6) Total de redes de OTROS materiales en el Sector
- 7) Total de redes en el sector
- 8) Año de instalación de las redes en el sector
- 9) Daños.
- 10) Densidad de daños por redes por 1000 (Variable calculada)
- 11) Macrosector
- 12) Zona.
- 13) Costos invertidos en reparaciones
- 14) Número de usuarios por sector
- 15) Categoría de sector.

### **3.2.1 Análisis Univariado**

El análisis univariado reflejará estadísticos para cada variable, esto mostrará un contexto general de la interpretación para cada variable.

Los cuadros que se mostrarán a continuación hacen una reseña de las características para cada variable como por ejemplo el nombre de la variable, el origen de la variable si es pura o recodificada, el tipo de la variable si es cuantitativa o cualitativa Ordinal, las categorías de cómo se encuentran definidas y un breve resumen de la descripción de la variable.

#### **3.2.1.1 Sector Hidráulico (Plano de sectores hidráulicos)**

El Cuadro 1 resume la variable sector hidráulico que es en esencia la unidad geográfica de la investigación ya que la estratificación de la investigación y el resultado que de este análisis se obtengan repercutirán directamente sobre todos y cada uno de ellos.

Adicionalmente y como aporte a la línea de negocio de Agua Potable los especialistas técnicos de la concesionaria expresaron que todos los esfuerzos de reducción de pérdidas del producto se deben centrar en encontrar los sectores con pérdidas significativas y un modelo de identificación para los sectores con estos problemas.

**Cuadro 1**  
*Optimización del Proceso de Mantenimiento de Redes*  
**Variable de Estudio**

<b>Nombre de Variable</b>	Sector Hidráulico
<b>Origen de la Variable</b>	Variable Pura
<b>Tipo de Variable</b>	Cualitativo Nominal
<b>Categorías</b>	Definidos por 582 sectores que poseen una estructura codificada geográficamente, cada sector hidráulico tiene como referencia tres letras que indica al sector que distribuye agua potable y tres números que es una identificación única secuencial de la ubicación del sector, Ver Anexo 1 para observar detalle de todos los sectores hidráulicos que posee la ciudad de Guayaquil.
<b>Descripción de la variable</b>	<p>Se conoce como Sector hidráulico al área geográfica de un sistema conformado por redes de agua potable por donde se transporta este elemento, estas redes de distribución poseen diferentes diámetros y diferentes materiales que para su control y operación disponen de: válvulas, estaciones de bombeos, reservorios y flujos de entrada y salida, que permite el aislamiento hidráulico entre ellos.</p> <p>Se recabó información de 582 sectores hidráulicos distribuidos geográficamente como lo indica el Gráfico 3.16 de Distribución de sectores Hidráulicos de Guayaquil.</p> <p>Se usa como variable filtro los sectores hidráulicos, esta categorizará el sector geográfico de estudio que se está analizando.</p>

**Fuente:** Concesionaria de Servicio de Agua de Guayaquil

**Elaboración:** Paulo C Cruz C

### 3.2.1.2 Total de redes de Asbesto-Cemento (AC) en el Sector

Dentro de las variables suministradas por la concesionaria estuvieron las dimensiones de las redes de tuberías y sus materiales, estos son los canales primarios para la distribución del producto que se elabora en la plantas y el principal enfoque que estas empresas dan al momento de realizar sus mantenimientos ya que es ahí en donde se producen los desperdicios significativos y el enfoque de ahorro que se debe dar para optimizar el proceso al máximo.

El Cuadro 2 define la Variable Asbesto Cemento dentro de esta investigación.

**Cuadro 2**  
*Optimización del Proceso de Mantenimiento de Redes*  
**Variable de Estudio**

<b>Nombre de Variable</b>	Total de redes de Asbesto- Cemento
<b>Origen de la Variable</b>	Variable Pura
<b>Tipo de Variable</b>	Cuantitativa
<b>Unidad</b>	Metros lineales
<b>Nomenclatura Unidad</b>	M
<b>Descripción de la variable</b>	La variable Total de redes de Asbesto-Cemento, es la cantidad de metros lineales que posee el sector hidráulico que se está analizando, se toma esta variable.

**Fuente:** Concesionaria de Servicio de Agua de Guayaquil  
**Elaboración:** Paulo C Cruz C

### 3.2.1.3 Total de redes de Hierro Dúctil (HD) en el Sector

EL Hierro Dúctil es otra variable de los materiales con que se encuentran elaboradas las redes de Agua Potable en especial de los grandes acueductos que cruzan el líquido a grandes reservorios, el resumen de la variable se muestra a continuación.

**Cuadro 3**  
*Optimización del Proceso de Mantenimiento de Redes*  
**Variable de Estudio**

<b>Nombre de Variable</b>	Total de redes de Hierro Dúctil (HD) en el sector
<b>Origen de la Variable</b>	Variable Pura
<b>Tipo de Variable</b>	Cuantitativa
<b>Unidad</b>	Metros lineales
<b>Nomenclatura Unidad</b>	M
<b>Descripción de la variable</b>	La Variable en mención de redes de Hierro Dúctil hace reflejo al material que es instalado en tuberías de grandes diámetros distribuidos dentro de las redes por sector

**Fuente:** Concesionaria de Servicio de Agua de Guayaquil  
**Elaboración:** Paulo C Cruz C

### 3.2.1.4 Total de redes de Polietileno de Alta densidad (PEAD) en el Sector

El material Polietileno de Alta Densidad o PEAD está representado en el cuadro 4 y es el material con la tecnología más reciente en la instalación de la redes de agua potable en Guayaquil.

**Cuadro 4**  
*Optimización del Proceso de Mantenimiento de Redes*  
**Variable de Estudio**

<b>Nombre de Variable</b>	Total de redes de Polietileno de Alta Densidad (PEAD) en el sector
<b>Origen de la Variable</b>	Variable Pura
<b>Tipo de Variable</b>	Cuantitativa
<b>Unidad</b>	Metros lineales
<b>Nomenclatura Unidad</b>	M
<b>Descripción de la variable</b>	La variable Polietileno de alta densidad hace referencia a dicho material y a la cantidad de redes instaladas en el sistema por sector hidráulico de la Ciudad de Guayaquil

**Fuente:** Concesionaria de Servicio de Agua de Guayaquil

**Elaboración:** Paulo C Cruz C

### 3.2.1.5 Total de redes de Policloruro de vinilo (PVC) en el Sector.

El Policloruro de Vinilo o PVC son las tuberías de tecnología anterior al PEAD, y es como se mostrará a continuación uno de los materiales que está instalado en más sectores, el detalle de la variable se la expone a continuación:

**Cuadro 5**  
*Optimización del Proceso de Mantenimiento de Redes*  
**Variable de Estudio**

<b>Nombre de Variable</b>	Total de redes de Policloruro de Vinilo (PVC) en el sector
<b>Origen de la Variable</b>	Variable Pura
<b>Tipo de Variable</b>	Cuantitativa
<b>Unidad</b>	Metros lineales
<b>Nomenclatura Unidad</b>	M
<b>Descripción de la variable</b>	Esta variable hace relación al total de redes de Policloruro de Vinilo identificados de cada sector de Guayaquil

**Fuente:** Concesionaria de Servicio de Agua de Guayaquil  
**Elaboración:** Paulo C Cruz C

### 3.2.1.6 Total de redes de OTROS materiales en el Sector

Como parte de los mantenimientos a lo largo de la historia y como no ha sido significativo su aporte dentro del total de las redes de los sectores hidráulicos de Guayaquil se han instalado otros tipos de materiales que todos agrupados forman parte de las redes y que el cuadro 6 detalla muy bien la amalgama de materiales que poseen en la actualidad y que se los ha agrupado como una sola variable.

**Cuadro 6**  
*Optimización del Proceso de Mantenimiento de Redes*  
**Variable de Estudio**

<b>Nombre de Variable</b>	Total de redes de Otros materiales en el sector
<b>Origen de la Variable</b>	Variable Pura
<b>Tipo de Variable</b>	Cuantitativa
<b>Unidad</b>	Metros lineales
<b>Nomenclatura Unidad</b>	M
<b>Descripción de la variable</b>	Esta variable recaba toda la información de redes que poseen los materiales no predominantes dentro de las redes que se investigarán en este estudio, materiales como el Hierro fundido, GRP, Hierro Galvanizado, Hormigón Pretensado.

**Fuente:** Concesionaria de Servicio de Agua de Guayaquil  
**Elaboración:** Paulo C Cruz C

### 3.2.1.7 Total de redes en el sector

Esta variable es la suma de las 5 variables anteriores y que representa la totalidad de redes por sector hidráulico, la explicación en el cuadro 7.

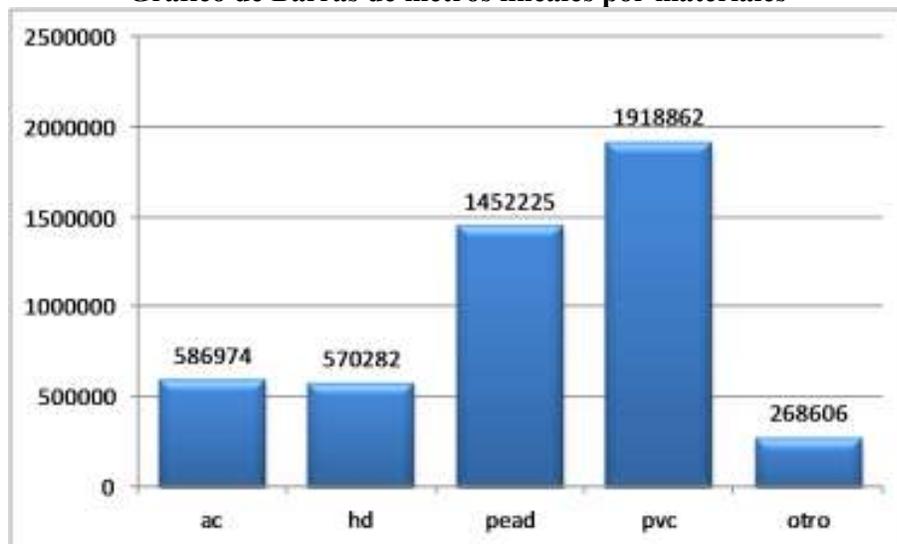
**Cuadro 7**  
*Optimización del Proceso de Mantenimiento de Redes*  
**Variable de Estudio**

<b>Nombre de Variable</b>	Total de redes en el sector
<b>Origen de la Variable</b>	Variable Pura
<b>Tipo de Variable</b>	Cuantitativa
<b>Unidad</b>	Metros lineales
<b>Nomenclatura Unidad</b>	M
<b>Descripción de la variable</b>	La variable es la sumatoria de todas las redes anteriormente mencionadas.

**Fuente:** Concesionaria de Servicio de Agua de Guayaquil  
**Elaboración:** Paulo C Cruz C

Para interpretar de mejor manera la cantidad de redes que existen en la ciudad de Guayaquil y el material del que están compuestos se expone en el gráfico 3.1 un resumen de esta información.

**Gráfico 3.1**  
*Optimización del Proceso de Mantenimiento de Redes*  
**Gráfico de Barras de metros lineales por materiales**



**Fuente:** Concesionaria de Servicio de Agua de Guayaquil

**Elaboración:** Paulo C Cruz C

Total de redes 4'796.948 a la fecha de esta investigación en la ciudad de Guayaquil.

El material predominante a esta fecha en las redes es el PVC sin embargo la política de que se informó al autor es que para todas las rehabilitaciones se use PEAD por ser una tubería con mejores prestaciones en durabilidad, esto se puede reflejar dentro del gráfico anterior al ser el segundo más usado dentro de la composición de las redes de agua potable de Guayaquil.

### **3.2.1.8 Año de instalación de las redes por sector**

La variable año de instalación de las redes por sector indica el año de la terminación de los trabajos de instalación para cada sector hidráulico de la ciudad de Guayaquil.

**Cuadro 8**  
Optimización del Proceso de Mantenimiento de Redes  
**Variable de Estudio**

<b>Nombre de Variable</b>	Año de instalación de las redes en el sector
<b>Origen de la Variable</b>	Variable Pura
<b>Tipo de Variable</b>	Fecha
<b>Unidad</b>	Año
<b>Nomenclatura Unidad</b>	AÑ
<b>Descripción de la variable</b>	La variable Año de instalación hace referencia al año reportado en la que fueron instalada o rehabilitadas los sectores hidráulicos de Guayaquil

**Fuente:** Concesionaria de Servicio de Agua de Guayaquil  
**Elaboración:** Paulo C Cruz C

A continuación la Tabla II mostrará los estadísticos más relevantes para la variable año de instalación.

**TABLA II**  
*Concesionaria de Agua de Guayaquil: Optimización de Proceso de Mantenimientos de redes de Agua Potable*  
**Estadísticos Año de instalación**

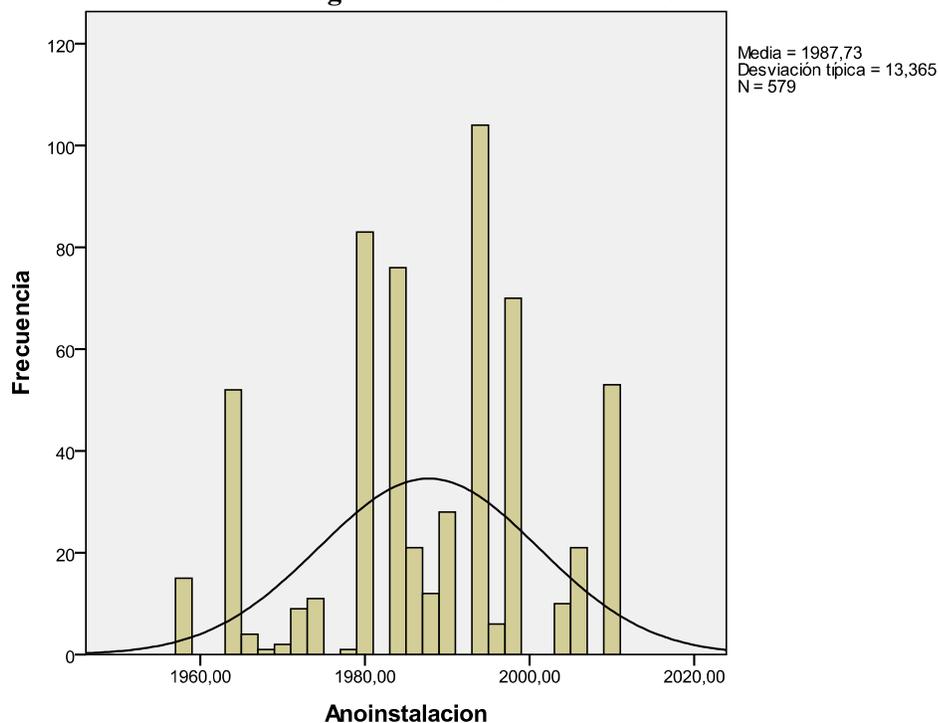
N	Válidos	579
	Perdidos	3
Media		1987,7271
Mediana		1990
Moda		1994
Desviación estándar.		13,36465
Asimetría		-,417
Curtosis		-,389
Rango		51
Mínimo		1958
Máximo		2009

**Fuente:** Concesionaria de Servicio de Agua Potable de Guayaquil  
**Elaboración:** Paulo C Cruz C

Información interesante resulta observar la mediana de instalación de 1990 esto indica que el 50% de las redes datan de esa fecha a la actualidad, también resulta interesante observar la moda que indica que el año en que más rehabilitaciones se dieron fue el año de 1994.

La información brindada para la vetustez de las redes corresponde a 51 años siendo el dato más antiguo correspondiente a redes que datan de 1958

**Gráfico 3.2**  
*Optimización del Proceso de Mantenimiento de Redes*  
**Histograma de Año de Instalación**



**Fuente:** Concesionaria de Servicio de Agua de Guayaquil  
**Elaboración:** Paulo C Cruz C

### 3.2.1.9 Daños reparados en el sector.

Ésta es una de las variables más importantes dentro de la investigación dado que lo óptimo es que en un sector existan cero daños para la operación sin embargo para las condiciones reales siempre los sectores por varios factores externos tendrán daños en un periodo de tiempo lo que se necesita es encontrar esos focos que indiquen cuales están en peores condiciones.

**Cuadro 9**  
Optimización del Proceso de Mantenimiento de Redes  
**Variable de Estudio**

<b>Nombre de Variable</b>	Daños reparados en el sector
<b>Origen de la Variable</b>	Variable Pura
<b>Tipo de Variable</b>	Cuantitativa
<b>Unidad</b>	Número de Daños
<b>Nomenclatura Unidad</b>	Dñ
<b>Descripción de la variable</b>	Los daños reparados durante el periodo de estudio para cada sector hidráulico investigado

**Fuente:** Concesionaria de Servicio de Agua de Guayaquil

**Elaboración:** Paulo C Cruz C

La Tabla que se muestra a continuación detalla los estadísticos para la variable Daños.

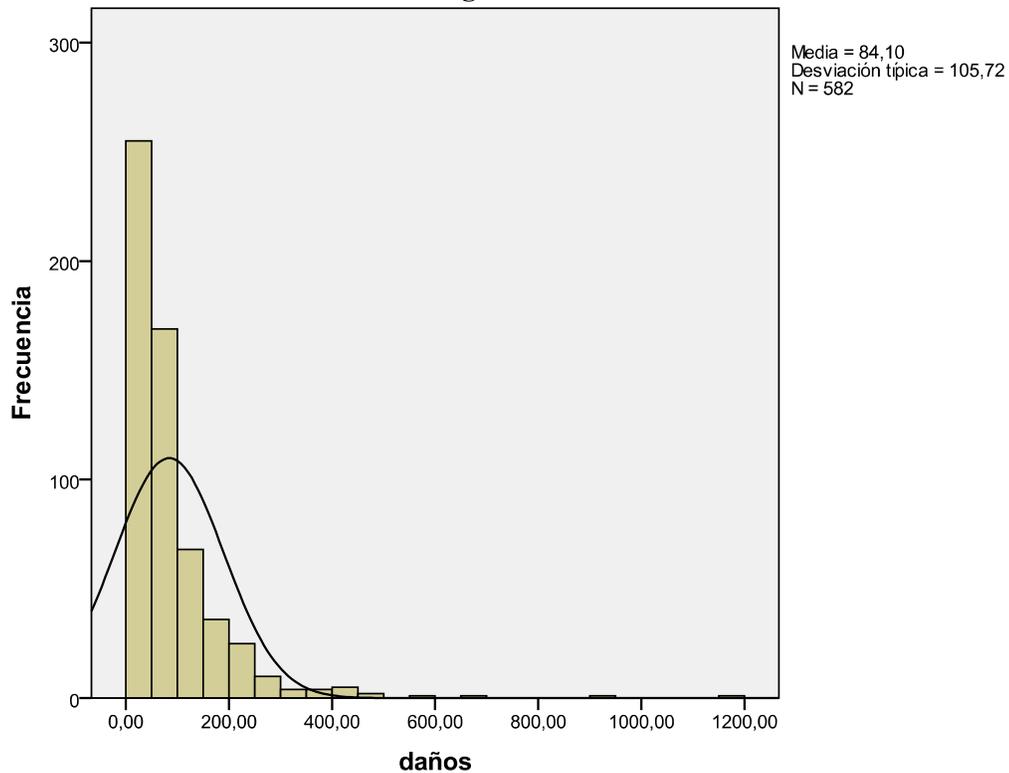
**TABLA III**  
*Concesionaria de Agua de Guayaquil: Optimización de Proceso de Mantenimientos de redes de Agua Potable*  
**Estadísticos Daños**

N	Válidos	582
	Perdidos	0
Media		84,09
Mediana		59
Moda		0
Desviación estándar		105,71966
Varianza		11176,646
Asimetría		4,115
Curtosis		29,802
Rango		1193
Mínimo		0
Máximo		1193
Suma		48945
Percentiles	25	17,0000
	50	59,0000
	75	105,2500

**Fuente:** Concesionaria de Servicio de Agua Potable de Guayaquil  
**Elaboración:** Paulo C Cruz C

El promedio de daños por sector es de 84.09 y una mediana de 59, también se puede observar sectores que no poseen daños así como el máximo valor de daños es de 1193.

**Gráfico 3.3**  
*Optimización del Proceso de Mantenimiento de Redes*  
**Histograma Daños**



**Fuente:** Concesionaria de Servicio de Agua de Guayaquil  
**Elaboración:** Paulo C Cruz C

### 3.2.1.10 Densidad de daños por redes por 1000 (Variable calculada)

Esta variable se recodifica como sugerencia del personal técnico de la concesión ya que se indicó que la densidad de daños por sector era una medida importante que estandarizaba los sectores y este valor comparaba de igual manera a sectores grandes en redes de agua potable haciendo una comparación por redes y por daños. Se multiplica el valor resultante de esta división por 1000, ya que para su interpretación este valor será muy cercano a 0 y este valor es de difícil interpretación y al multiplicar por esta constante también se puede indicar cuantos daños existen por cada 1000 metros.

**Cuadro 10**  
Optimización del Proceso de Mantenimiento de Redes  
**Variable de Estudio**

<b>Nombre de Variable</b>	Densidad de daños por redes por 1000
<b>Origen de la Variable</b>	Variable Calculada
<b>Tipo de Variable</b>	Cuantitativo
<b>Fórmula</b>	$\frac{\text{Daños}}{\text{Total de redes por sector}} \times 1000$
<b>Nomenclatura Unidad</b>	D/R
<b>Descripción de la variable</b>	<p>La variable Densidad de Daños por redes por 1000 es la forma de estandarizar a una única medida cuantos daños pueden existir sobre el total de redes distribuidas en el sector hidráulico,</p> <p>El indicador de Densidad de daños por redes por 1000 resulta una mejor medida para expresar resultados. Ya que posiblemente un sector mayor puede tener más daños, no se considera solo a los daños como una variable concluyente en la toma de decisiones para sectores en los que se deben invertir o rehabilitar</p> <p>Dado que los valores expresados de esta división (daños/ total de redes) son muy pequeños cercanos a cero el autor decidió multiplicar por 1000 para poder visualizar de mejor forma los resultados.</p> <p>Si un sector hidráulico no tuviere daños, este indicador sería representado como el valor de cero que sería el punto de partida para esta variable .el máximo valor óptimo entendiendo que los daños son un indicativo de la realidad de la red.</p>

**Fuente:** Concesionaria de Servicio de Agua de Guayaquil

**Elaboración:** Paulo C Cruz C

La variable recodificada Densidad de daño por redes x 1000 arroja los siguientes estadísticos que son presentados en la Tabla IV los siguientes estadísticos:

**TABLA IV**

*Concesionaria de Agua de Guayaquil: Optimización de Proceso de Mantenimientos de redes de Agua Potable*

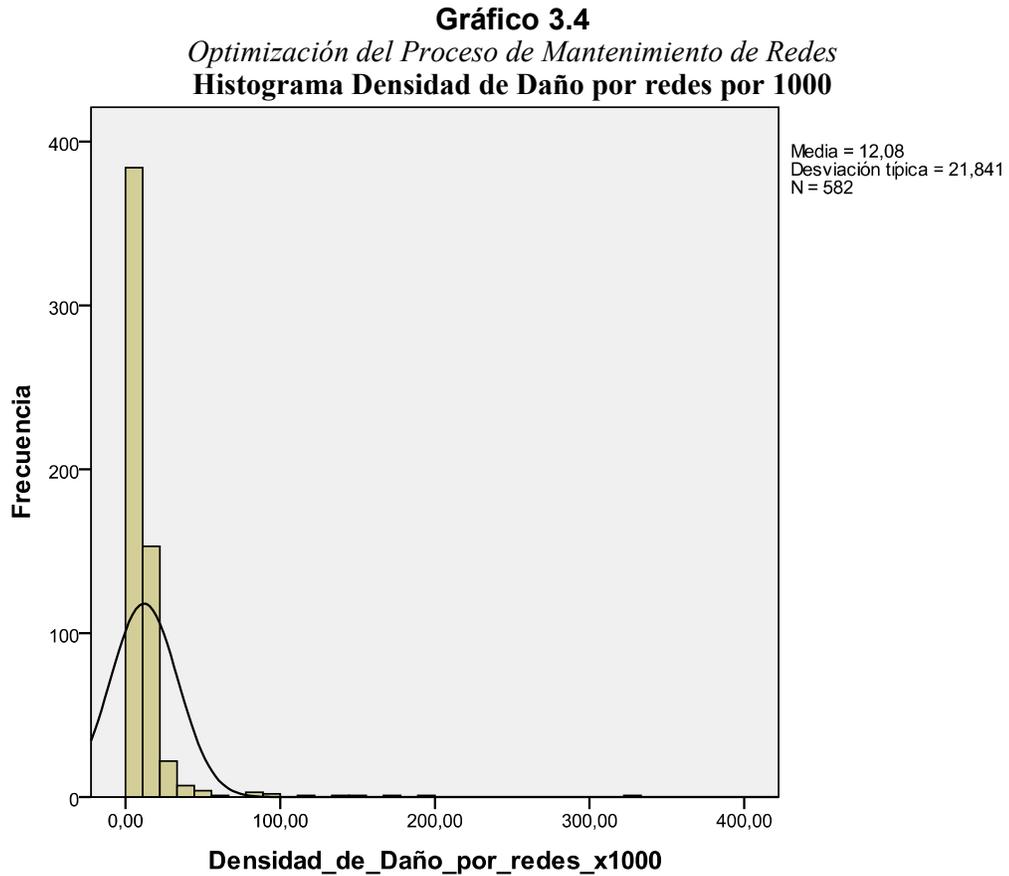
**Estadísticos Densidad de Daño por redes x 1000**

N	Válidos	582
	Perdidos	0
Media		12,0768
Mediana		7,9589
Desviación estándar		21,84077
Varianza		477,019
Asimetría		8,304
Curtosis		93,574
Rango		327,56
Mínimo		0
Máximo		327,56
Percentiles	25	4,4984
	50	7,9589
	75	13,1223

**Fuente:** Concesionaria de Servicio de Agua Potable de Guayaquil

**Elaboración:** Paulo C Cruz C

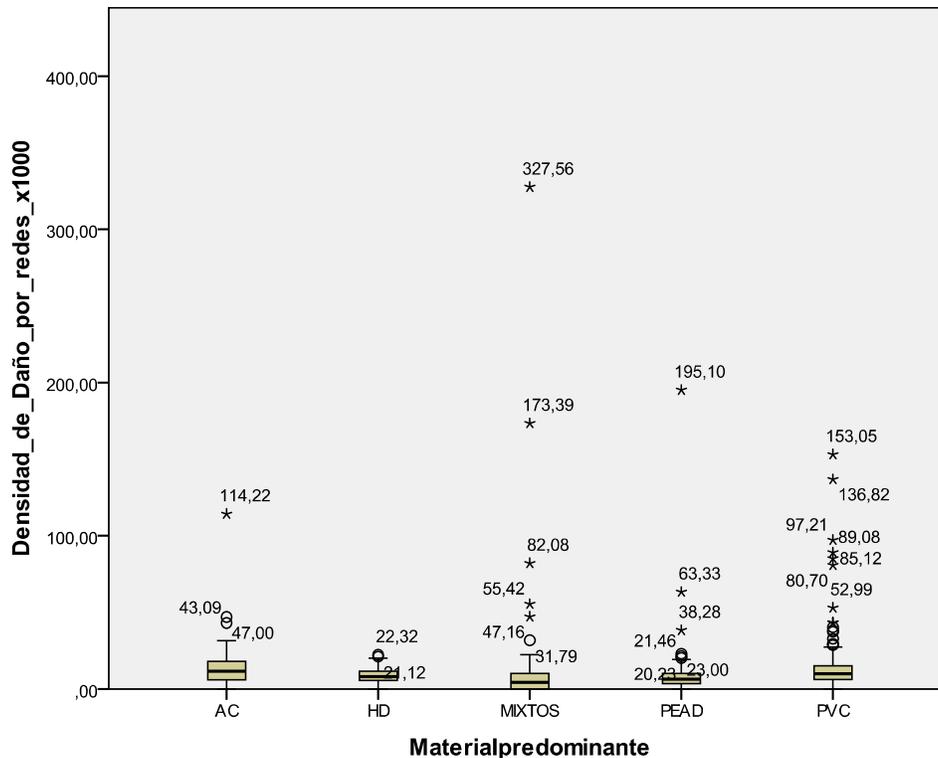
El promedio de la densidad de daños por cada 1000 metros es de 12.07, esto lo que indica es que la ciudad de Guayaquil en promedio por sector posee esta cifra en daños, la mayor densidad para los sectores hidráulicos es de 357.56 daños, con una dispersión de 21.84



**Fuente:** Concesionaria de Servicio de Agua de Guayaquil  
**Elaboración:** Paulo C Cruz C

El gráfico 3.5 demuestra el diagrama de cajas con la segmentación por tipo de material utilizado en las redes y sus valores atípicos para cada material.

**Gráfico 3.5**  
*Optimización del Proceso de Mantenimiento de Redes*  
**Gráfico de Cajas de Material Predominante**



**Fuente:** Concesionaria de Servicio de Agua de Guayaquil  
**Elaboración:** Paulo C Cruz C

El gráfico generado muestra similitud en torno a la mediana para las densidades de cada tipo de materiales, esto significa que no existe una marcada diferencia entre los valores de sus densidades en torno a su mediana sin embargo es importante observar que existen varios valores atípicos bastantes altos para el material PVC y Mixtos.

### 3.2.1.11 Macrosector

El Cuadro 11 describe la variable Macrosectores que es la forma como se ha dividido la ciudad hidráulicamente y es la colección de sectores en la actualidad, existen 16 Macrosectores

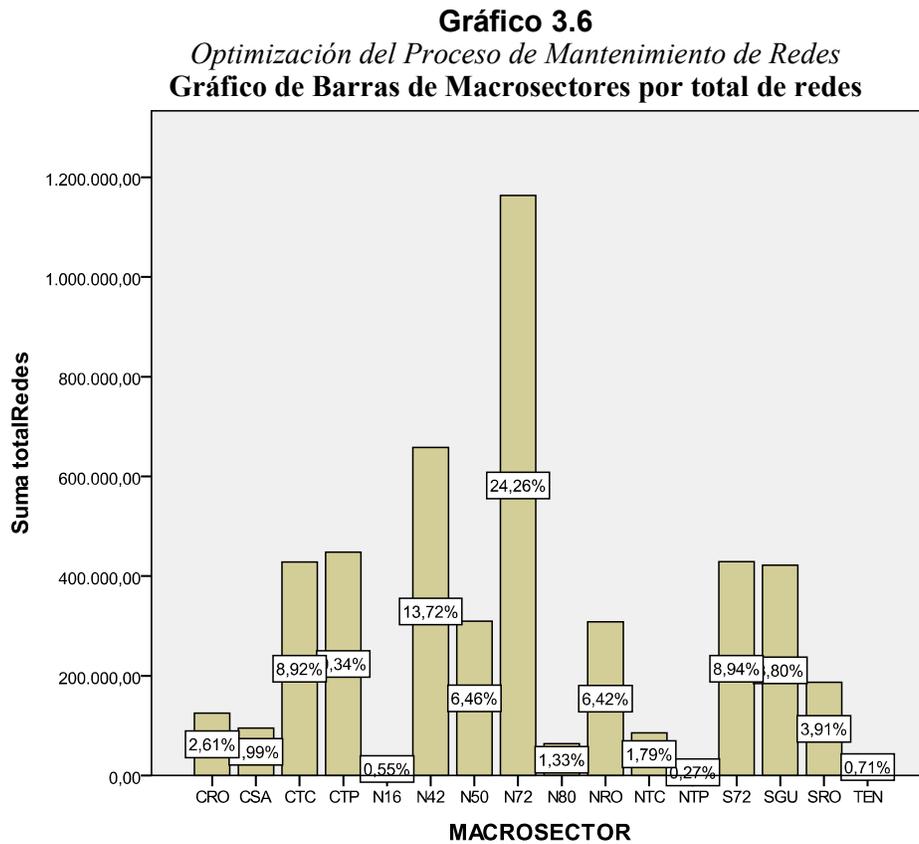
**Cuadro 11**  
Optimización del Proceso de Mantenimiento de Redes  
**Variable de Estudio**

<b>Nombre de Variable</b>	Macrosector
<b>Origen de la Variable</b>	Variable Pura
<b>Tipo de Variable</b>	Cualitativa nominal
<b>Categorías</b>	CRO CSA CTC CTP N16 N42 N50 N72 N80 NRO NTC NTP S72 SGU SRO TEN
<b>Descripción de la variable</b>	La variable Macrosector refiere a los sectores hidráulicos alimentados por un acueducto o reservorio de gran capacidad, geográficamente son de mayor dimensiones que un sector pero de menor que una zona

**Fuente:** Concesionaria de Servicio de Agua de Guayaquil

**Elaboración:** Paulo C Cruz C

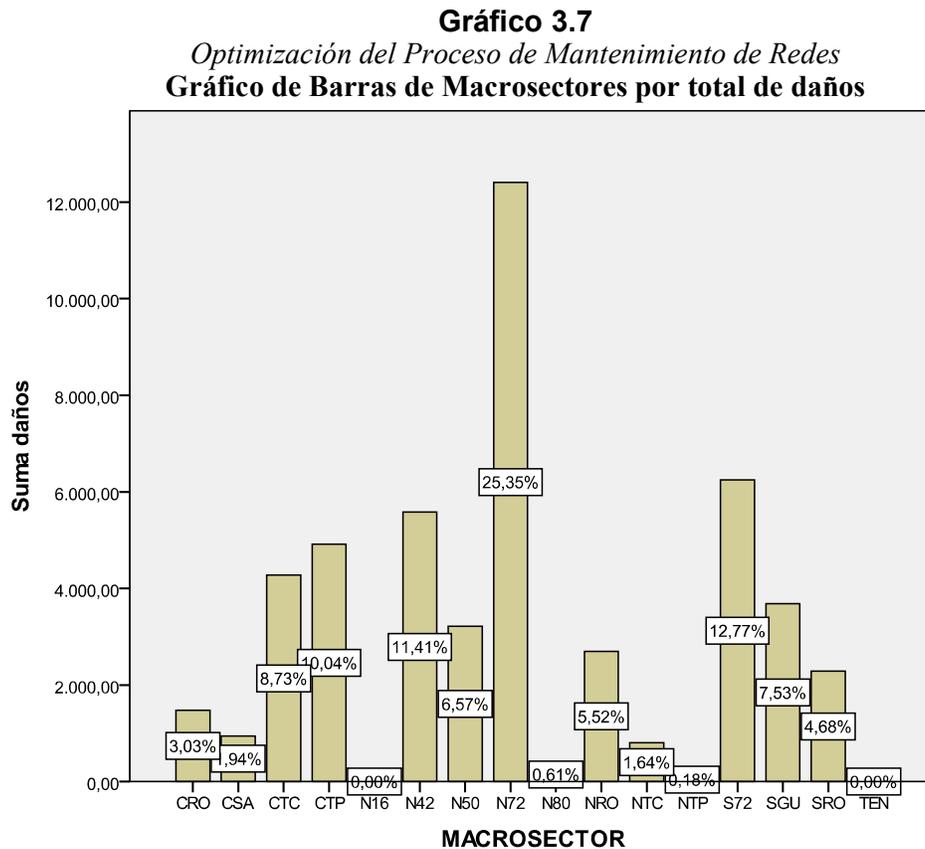
El gráfico 3.6 denotará la cantidad de redes para cada Macrosector y su proporción en torno a la cantidad total instalada en la Ciudad de Guayaquil.



**Fuente:** Concesionaria de Servicio de Agua de Guayaquil  
**Elaboración:** Paulo C Cruz C

El Macrosector con mayor proporción de cantidad de redes instaladas en Guayaquil corresponde al N72 con el 24.26% que geográficamente se encuentra al norte de la Ciudad de Guayaquil y abastece de agua potable a la mayoría de los usuarios del Norte de la urbe, le sigue en proporción el macrosector N42 con el 13.72% los dos macrosectores son complementarios en el abastecimiento de la ciudad, con estos resultados se puede constatar que la mayor cantidad de abastecimiento para los usuarios de Guayaquil se realiza en el sector norte de la ciudad.

Para tener una visión más amplia de donde se encuentran la mayor proporción de daños por sectores hidráulicos el autor elabora el gráfico 3.7 que detalla el total de daños por macrosector hidráulico de redes de distribución de agua potable.



**Fuente:** Concesionaria de Servicio de Agua de Guayaquil  
**Elaboración:** Paulo C Cruz C

El macrosector con mayor suma de daños en Guayaquil corresponde al macrosector N72 con el 25.35%, le sigue en proporción el macrosector S72 con el 12.77%, estos porcentajes pueden considerarse puntos de partida de análisis para ver si tienen incidencias factores sociales o físicos de materiales que influyen en la cantidad de daños para cada macrosector.

### 3.2.1.12 Zona

Una variable dentro de las bases de datos facilitadas por la concesionaria de los servicios de agua potable es la Zona geográfica a la que pertenece la red, para la concesionaria existen o han definido tres sectores, Norte, Centro, Sur.

**Cuadro 12**  
Optimización del Proceso de Mantenimiento de Redes  
**Variable de Estudio**

<b>Nombre de Variable</b>	Zona
<b>Origen de la Variable</b>	Variable Pura
<b>Tipo de Variable</b>	Cualitativa Nominal
<b>Categorías</b>	NORTE CENTRO SUR
<b>Descripción de la variable</b>	Las Zonas son la máxima diferenciación geográfica que contienen a uno o varios macrosectores hidráulicos, esta división se realiza principalmente por temas de logística de reparaciones y distribución de los recursos

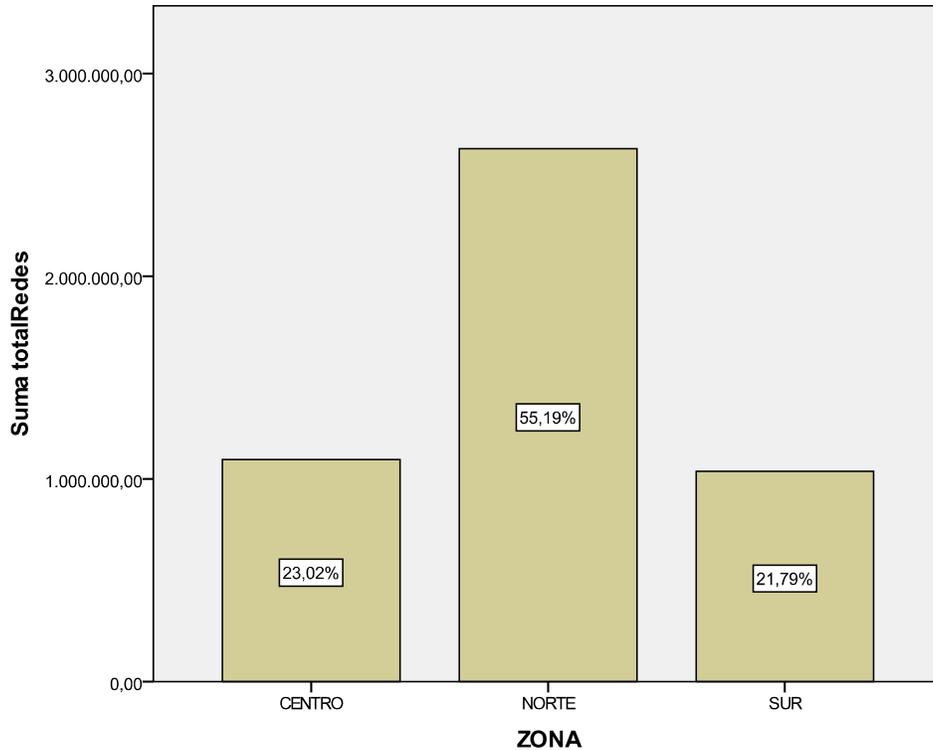
**Fuente:** Concesionaria de Servicio de Agua de Guayaquil

**Elaboración:** Paulo C Cruz C

El gráfico de barras 3.8 denota la proporción de la distribución del total de las redes por Zonas en la Ciudad de Guayaquil.

La Zona Norte representa prácticamente el 50% de la distribución de las redes de la Ciudad de Guayaquil.

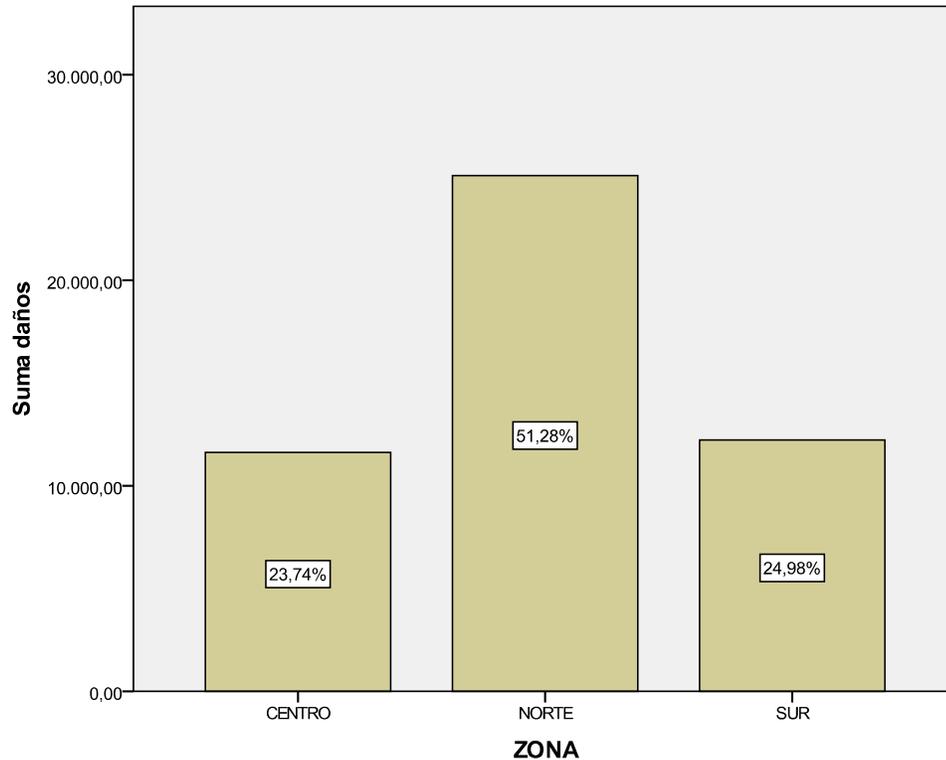
**Gráfico 3.8**  
*Optimización del Proceso de Mantenimiento de Redes*  
**Gráfico de Barras de Zonas por total de redes**



**Fuente:** Concesionaria de Servicio de Agua de Guayaquil  
**Elaboración:** Paulo C Cruz C

El gráfico de barras 3.8 muestra la proporción de daños por Zonas siendo la Norte la que mayor proporción de daños presenta con el 51.28%

**Gráfico 3.9**  
*Optimización del Proceso de Mantenimiento de Redes*  
**Gráfico de Barras de Zonas por total de daños**



**Fuente:** Concesionaria de Servicio de Agua de Guayaquil  
**Elaboración:** Paulo C Cruz C

### 3.2.1.13 Costos Invertidos en reparaciones.

El Cuadro 13 reseña los costos en reparaciones invertidos por la concesionara para el mantenimiento de las redes de distribución de Agua potable, esta es una variable importante porque los objetivos de optimización se reflejan generalmente en la reducción de costos.

**Cuadro 13**  
Optimización del Proceso de Mantenimiento de Redes  
**Variable de Estudio**

<b>Nombre de Variable</b>	Costos invertidos en reparaciones
<b>Origen de la Variable</b>	Variable Pura
<b>Tipo de Variable</b>	Cuantitativa
<b>Unidad</b>	Dólares
<b>Nomenclatura Unidad</b>	\$
<b>Descripción de la variable</b>	La Variable Costos Invertidos en reparaciones son los valores monetarios invertidos en los mantenimientos de las redes de distribución de Agua Potable.

**Fuente:** Concesionaria de Servicio de Agua de Guayaquil  
**Elaboración:** Paulo C Cruz C

A continuación se mostrarán los estadísticos de los costos por mantenimiento que han sido invertidos durante el periodo de esta investigación.

**TABLA V**

*Concesionaria de Agua de Guayaquil: Optimización de Proceso de Mantenimientos de redes de Agua Potable*

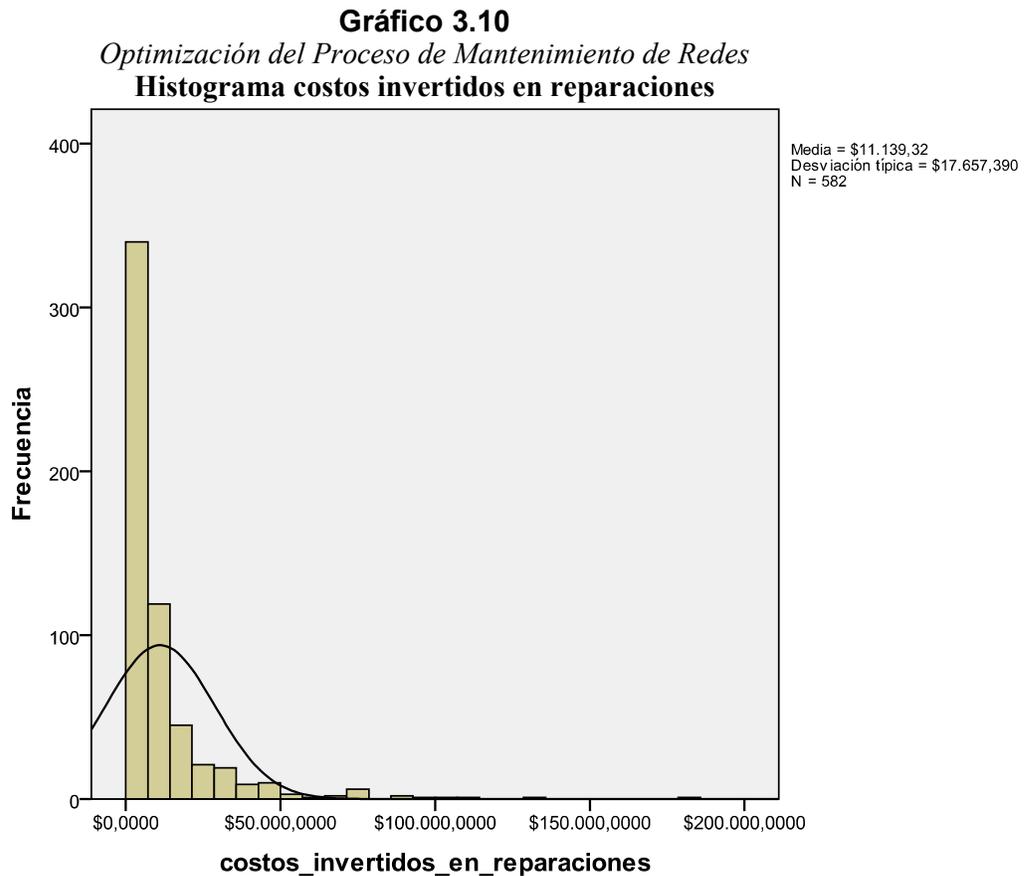
**Estadísticos de Costos**

N	Válidos	582
	Perdidos	0
Media		\$ 1.113
Mediana		\$ 5.5517
Moda		\$ 0
Desv. típ.		\$1.7657
Varianza		3,118
Asimetría		4,030
Curtosis		23,846
Rango		\$182.010
Mínimo		\$ 0
Máximo		\$182.010
Suma		\$648.310
Percentiles	25	\$1.688
	50	\$5.551
	75	\$12.670

**Fuente:** Concesionaria de Servicio de Agua Potable de Guayaquil

**Elaboración:** Paulo C Cruz C

Los estadísticos muestran que existe una moda de \$0 lo que significa que es el valor que más veces se repite, así como un valor máximo de \$182.010 en reparaciones. A esta variable se la considerará para ser parte del modelo de optimización que se enseñará en capítulos posteriores ya que su importancia es relevante para obtener resultados en torno a optimizaciones en las redes de distribución de agua potable.

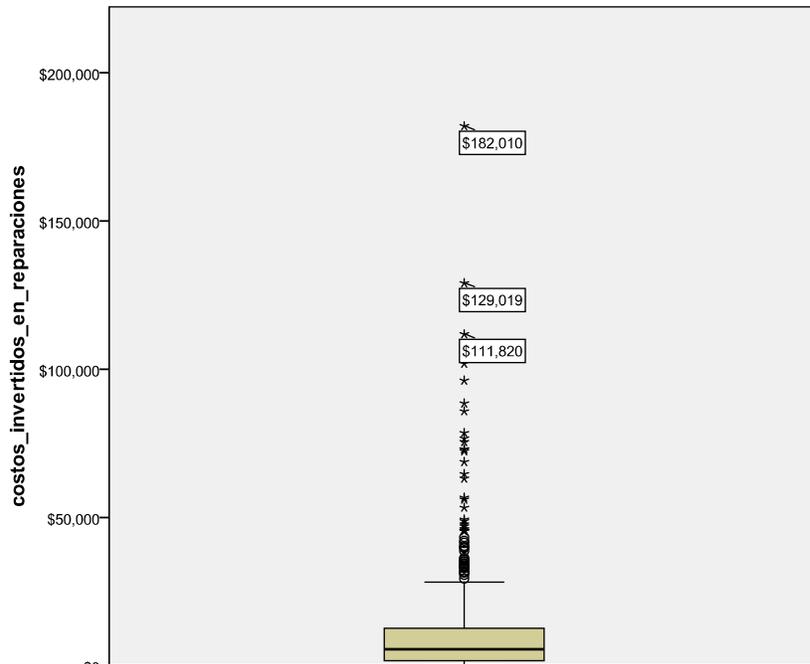


**Fuente:** Concesionaria de Servicio de Agua de Guayaquil  
**Elaboración:** Paulo C Cruz C

Las distribuciones que denota el histograma anterior no parecen pertenecer a una distribución normal, más bien su decrecimiento está marcado a reparaciones de menores a mayores costos por reparación

El siguiente gráfico de cajas enseña las inversiones que fueron realizadas para los mantenimientos de las redes de distribución de Agua Potable.

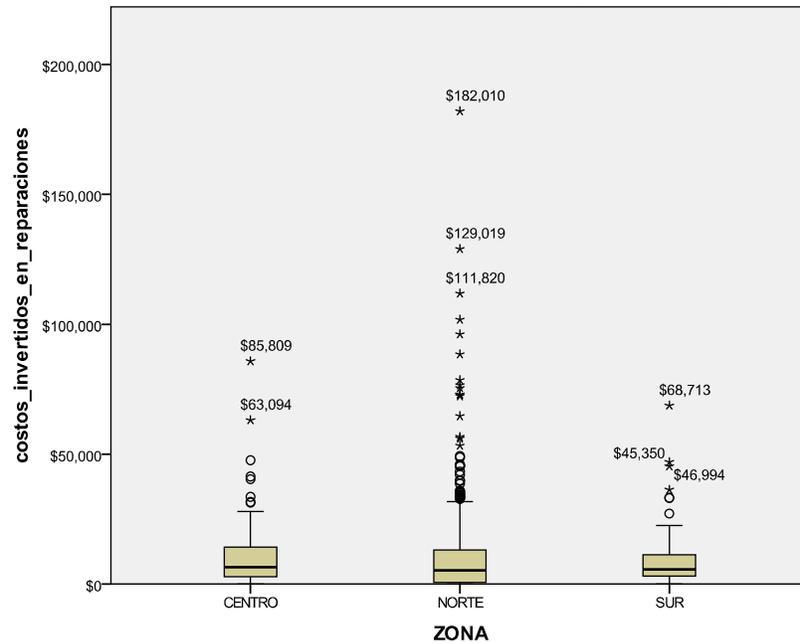
**Gráfico 3.11**  
*Optimización del Proceso de Mantenimiento de Redes*  
**Diagrama de Cajas de costos invertidos en reparaciones**



**Fuente:** Concesionaria de Servicio de Agua de Guayaquil  
**Elaboración:** Paulo C Cruz C

Los valores atípicos son los que muestra el gráfico 3.11 hacen referencias a los valores mayores que fueron invertidos dentro de las reparaciones de sectores hidráulicos siendo \$182.010 el mayor valor.

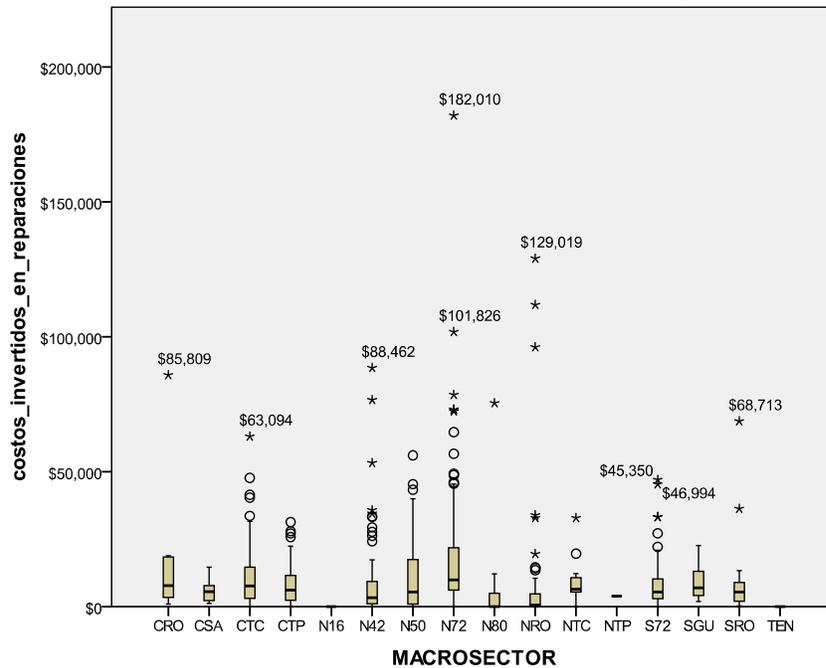
**Gráfico 3.12**  
*Optimización del Proceso de Mantenimiento de Redes*  
**Diagrama de Cajas de costos invertidos en reparaciones por Zonas**



**Fuente:** Concesionaria de Servicio de Agua de Guayaquil  
**Elaboración:** Paulo C Cruz C

Al analizar el costo invertido por Zona en el gráfico 3.12 se puede observar que las cajas marcan valores similares, sin embargo la zona norte posee valores atípicos más marcadas que las otras dos zonas y eso es comprensible ya que los técnicos en el momento de la investigación indicaron que una reparación de grandes acueductos es mucho mayor que el de las redes de menor dimensión y la mayoría de los grandes acueductos atraviesan esta parte geográfica de la ciudad.

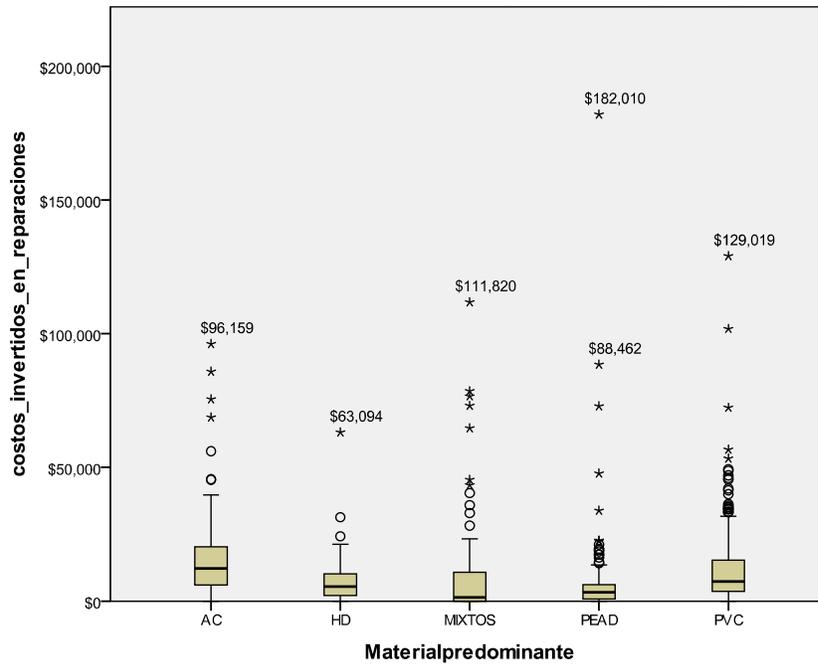
**Gráfico 3.13**  
*Optimización del Proceso de Mantenimiento de Redes*  
**Diagrama de Cajas de costos invertidos en reparaciones por macrosector**



**Fuente:** Concesionaria de Servicio de Agua de Guayaquil  
**Elaboración:** Paulo C Cruz C

Cuando se desglosa los costos invertidos por macrosector se puede observar que las cajas que presentan mayor dispersión son las que pertenecen al sector N72 y N50, estos tiene coherencia con lo visto anteriormente la zona norte es la que presenta mayores valores atípicos de inversión por reparación.

**Gráfico 3.14**  
*Optimización del Proceso de Mantenimiento de Redes*  
**Diagrama de Cajas de costos invertidos en reparaciones por Tipo de Material**



**Fuente:** Concesionaria de Servicio de Agua de Guayaquil  
**Elaboración:** Paulo C Cruz C

Cuando uno observa en el gráfico de cajas 3.14 de la inversión realizada por tipo de material reparado se puede observar que la mayor dispersión de la caja la posee el material AC y el PVC, siendo esto un indicativo de que algo ocurre con este material por la inversión realizada en los mantenimientos por eso habrá que prestar atención a los análisis posteriores para observar si verdaderamente estos materiales tienen alguna incidencia directa sobre los daños que se generen en la ciudad

### 3.2.1.14 Número de Usuarios por sector

El número de usuarios por sector está resumido en el siguiente cuadro, es de importancia conocer la cantidad de los usuarios a quienes se les brinda el servicio y si esta es alta para cada sector ya que dado esto se obtendrá una tasa de mayor rentabilidad si se reparasen estos sectores como prioritarios y se precisa una recuperación de la inversión en un periodo de tiempo menor

**Cuadro 14**  
Optimización del Proceso de Mantenimiento de Redes  
**Variable de Estudio**

<b>Nombre de Variable</b>	Número de Usuarios por sector
<b>Tipo de Variable</b>	Cuantitativa
<b>Unidad</b>	Número de cuentas
<b>Nomenclatura Unidad</b>	N-C
<b>Descripción de la variable</b>	La variable Número de cuentas son todas aquellas que se encuentran registradas y legalizadas activas dentro de los sectores, esta variable contribuye para identificar la densidad geográfica para la cantidad de redes, además da un indicativo de la rentabilidad en la facturación que esta pueda generar.

**Fuente:** Concesionaria de Servicio de Agua de Guayaquil  
**Elaboración:** Paulo C Cruz C

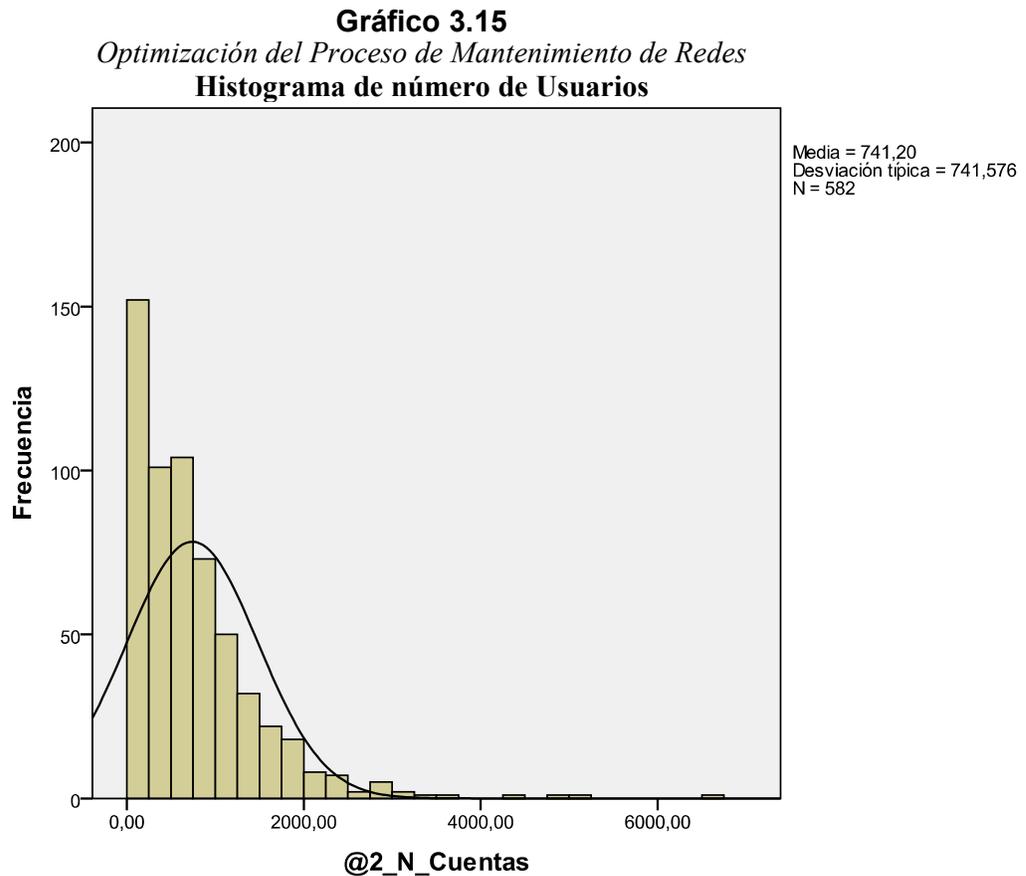
**TABLA VI**  
*Concesionaria de Agua de Guayaquil: Optimización de Proceso de Mantenimientos de redes de Agua Potable*

**Estadísticos Número de Usuarios**

N	Válidos	582
	Perdidos	0
Media		741,1976
Mediana		582,0000
Desviación estándar.		741,57558
Varianza		549934,345
Asimetría		2,461
Curtosis		11,229
Rango		6641,00
Mínimo		,00
Máximo		6641,00
Suma		431377,00
Percentiles	25	212,7500
	50	582,0000
	75	1032,2500

**Fuente:** Concesionaria de Servicio de Agua Potable de Guayaquil  
**Elaboración:** Paulo C Cruz C

El Grafico 3.15 muestra la distribución de usuarios que tiene cada sector teniendo en promedio 741 usuarios por sector con una desviación estándar de 741 usuarios.



**Fuente:** Concesionaria de Servicio de Agua de Guayaquil  
**Elaboración:** Paulo C Cruz C

### 3.2.1.15 Categoría de sector (Gráfico de barras por categoría de sector)

La variable categoría de sector muestra las condiciones del terreno del sector, ya que pudiere ser indicativo en sectores en donde el terreno natural sea predominante que exista mayor incidencia sobre el número de daños, el detalle de la variable se muestra a continuación:

**Cuadro 15**  
Optimización del Proceso de Mantenimiento de Redes  
**Variable de Estudio**

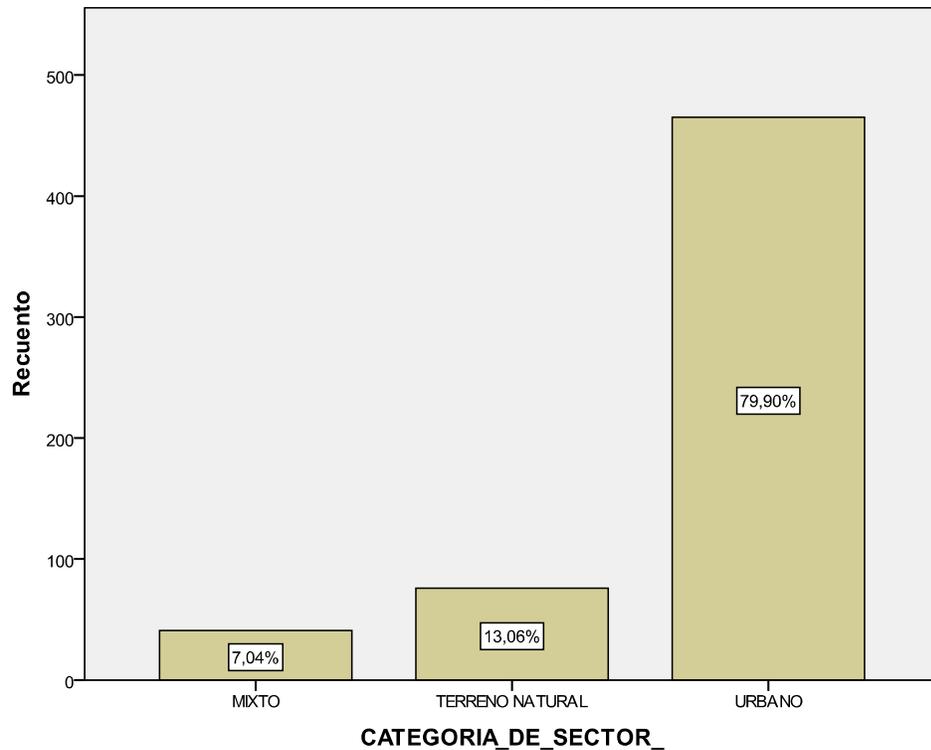
<b>Nombre de Variable</b>	Categoría de sector
<b>Tipo de Variable</b>	Cualitativa Nominal
<b>Categorías</b>	Urbano Terreno natural Mixto
<b>Descripción de la variable</b>	La Variable Categoría de sector es una variable que fue definida por la percepción de especialistas técnicos que son los que recorren los sectores manejando la operación. Esta variable debe tomársela como una referencia y no debe ser concluyente por no tratarse de valores medidos o recodificados como las variables anteriores

**Fuente:** Concesionaria de Servicio de Agua de Guayaquil

**Elaboración:** Paulo C Cruz C

El gráfico 3.16 muestra la proporción de los sectores en la que están instaladas las redes de agua potable de Guayaquil siendo el sector urbano (sectores con calles, aceras y bordillos) en el que se encuentran instalados las redes de la ciudad de Guayaquil.

**Gráfico 3.16**  
*Optimización del Proceso de Mantenimiento de Redes*  
**Gráfico de Barras Categoría por Sector**



**Fuente:** Concesionaria de Servicio de Agua de Guayaquil  
**Elaboración:** Paulo C Cruz C

### 3.3 Selección, priorización y tratamiento de Variables para estructurar tablas cruzadas

Una vez analizadas las Variables Puras, y dado que para realizar otros tipos de análisis se necesita categorizar o segmentar variables se estructurarán cruces de variables utilizando tablas de contingencias.

Con las tablas de Contingencia se pueden realizar ciertas pruebas estadísticas de independencia de variables, para esto se precisa recodificar una selección de variables cuantitativas continuas a categorías usando como límites entre estas categorías estadísticas como los cuartiles para las variables recodificadas

Un ejemplo de cómo estas variables cuantitativas continuas se recodificarán es la Calculada Cuantitativa “Densidad de Daño por redes X 1000” a una Nueva Cualitativa Ordinal la que se llamará “Nivel de índice de daños ml x 1000”.

Esta recodificación se la realizará porque se necesita que la variable esté dividida en categorías y con esta información poder estructurar tablas de contingencia.

El criterio para estructurar el intervalo de las categorías será tomar como referencia los cuartiles de la variable Densidad de Daño por redes x 1000.

**TABLA VII**

*Concesionaria de Agua de Guayaquil: Optimización de Proceso de Mantenimientos de redes de Agua Potable*

**Cuartiles Densidad de Daños por redes por 1000**

Cuartil 1	4,4984
Cuartil 2	7,9589
Cuartil 3	13,1223

**Fuente:** Concesionaria de Servicio de Agua Potable de Guayaquil

**Elaboración:** Paulo C Cruz C

Conociendo estos intervalos, esta nueva variable queda recodificada como se muestra a continuación:

**TABLA VIII**

*Concesionaria de Agua de Guayaquil: Optimización de Proceso de Mantenimientos de redes de Agua Potable*

**Intervalos de variable Nivel de índice de Daños ml por 1000**

<b>Intervalos para establecer categorías</b>	<b>Nombre de Categorías</b>
Valores < 4.49	Muy Bajo
$4.49 \leq \text{Valores} < 7,95$	Bajo Normal
$\text{Valores} \geq 7,95 \wedge < 13,12$	Alto Normal
Valores $\geq 13.12$	Muy Alto

**Fuente:** Concesionaria de Servicio de Agua Potable de Guayaquil

**Elaboración:** Paulo C Cruz C

A continuación se observa un ejemplo de cómo fue recodificado cada sector a esta nueva variable, el detalle total consta en el Anexo 2.

**TABLA IX**

*Concesionaria de Agua de Guayaquil: Optimización de Proceso de Mantenimientos de redes de Agua Potable*

**Intervalos de variable Nivel de índice de Daños ml x 1000**

<b>Sector</b>	<b>Densidad de Daño por redes x 1000</b>	<b>Nivel de índice de daños ml x 1000</b>
CRO-002	6.035309465	BAJO NORMAL
CRO-003	8.752278135	ALTO NORMAL
CRO-006	12.25467934	ALTO NORMAL
CRO-010	10.00370844	ALTO NORMAL
CRO-011	10.46928927	ALTO NORMAL
CRO-025	29.28803322	MUY ALTO
CRO-048	6.304459295	BAJO NORMAL
CRO-049	6.430171164	BAJO NORMAL
CRO-050	5.303869488	BAJO NORMAL
CSA-000	21.12153777	MUY ALTO
CSA-035	7.47560578	BAJO NORMAL
CSA-213	2.40015942	MUY BAJO
CSA-214	13.806068	MUY ALTO
CSA-215	5.475520515	BAJO NORMAL
CSA-216	12.43091407	ALTO NORMAL
CSA-217	4.621573792	BAJO NORMAL
⋮	⋮	⋮
N42-634	13.94039159	MUY ALTO

**Fuente:** Concesionaria de Servicio de Agua Potable de Guayaquil

**Elaboración:** Paulo C Cruz C

**3.3.1 Nivel de Índice de daños ml por 1000**

Una vez que la variable pura fue convertida en una variable recodificada se procede a explicar el detalle de la variable Nivel de Índice daños ml por 1000 en el cuadro 16:

**Cuadro 16**  
Optimización del Proceso de Mantenimiento de Redes  
**Variable de Estudio**

<b>Nombre de Variable</b>	Nivel del índice de daños ml por 1000
<b>Origen de la Variable</b>	Variable Recodificada
<b>Tipo de Variable</b>	Cualitativa Ordinal
<b>Categorías</b>	Muy Bajo Bajo Normal Alto Normal Muy Alto

**Fuente:** Concesionaria de Servicio de Agua de Guayaquil  
**Elaboración:** Paulo C Cruz C

El gráfico 3.17 fue elaborado en Arc Gis y enseña gráficamente las densidades y las categorías recodificadas de cómo en la actualidad se encuentran los sectores de Guayaquil con su índice de daños por sector, esto ya va mostrando como existen sectores con mayor índice que otros, por lo que se considera nuevamente que esta variable es muy importante para el final sacar conclusiones de la investigación

**Gráfico 3.17**  
*Optimización del Proceso de Mantenimiento de Redes*  
**Plano de índices de daños por sectores Hidráulicos**



**Fuente:** Concesionaria de Servicio de Agua de Guayaquil  
**Elaboración:** Departamento de SIG Concesionaria

Se recodificarán otras variables que se consideran importantes para el análisis como *“Nivel de antigüedad”* cuya variable original es *“Año de instalación”*, *“Nivel de costos de reparación por sector”* deducida de la variable *“costos invertidos en reparaciones”* y el *“Nivel de Usuarios”* por sector que se deriva de la variable *Número de Usuarios por Sector*.

Más adelante es importante analizar pruebas de dependencia estadística para observar si entre estas variables recodificadas existe algún tipo de relación.

Obteniendo estos resultados de dependencia, se puede inferir en una metodología que pueda dar indicios de optimizaciones y mejoras al sistema de distribución de Agua Potable.

Ya obtenida esta metodología se puede ampliar para otras variables que los negocios de agua potable estimen, estas 4 variables recodificadas se obtuvieron de las Variables Puras por tal razón la información en bruto y los posibles estudios que de ella deriven deben considerarse a las originales como cualquier fuente primaria de información. Siendo desconocida la interrelación que existiere entre ellas ya recodificadas, se procederá más adelante a evaluar su aporte en conjunto a través de metodologías de pruebas y análisis de Correspondencias que puedan desencadenar en una conclusión que permita tomar decisiones.

Un ejemplo de cómo querrán recodificadas las variables está dado en la Tabla X.

**TABLA X**

*Concesionaria de Agua de Guayaquil: Optimización de Proceso de Mantenimientos de redes de Agua Potable*

**Intervalos de variable Nivel de índice de Daños ml por 1000**

Sector	Año de instalación	Nivel de antigüedad	costos invertidos en reparaciones	Nivel de Costo de Reparación por sector	Número de Usuarios por sector	Nivel de Usuarios por sector
CRO-002	1963	Más de 34 años	\$ 4,952	NORMAL BAJO COSTO	2114	Muy altos usuarios
CRO-003	1963	Más de 34 años	\$ 14,744	MUY ALTO COSTO	1149	Muy altos usuarios
CRO-006	1963	Más de 34 años	\$ 18,446	MUY ALTO COSTO	779	Medio altos usuarios
CRO-010	1963	Más de 34 años	\$ 18,891	MUY ALTO COSTO	2002	Muy altos usuarios
CRO-011	1963	Más de 34 años	\$ 7,793	NORMAL ALTO COSTO	833	Medio altos usuarios
CRO-025	1963	Más de 34 años	\$ 85,809	MUY ALTO COSTO	2975	Muy altos usuarios
CRO-048	1963	Más de 34 años	\$ 3,378	NORMAL BAJO COSTO	1484	Muy altos usuarios
CRO-049	1963	Más de 34 años	\$ 2,859	NORMAL BAJO COSTO	1410	Muy altos usuarios
CRO-050	1963	Más de 34 años	\$ 980	MUY BAJO COSTO	1014	Medio altos usuarios
CSA-000	1963	Más de 34 años	\$ 14,577	MUY ALTO COSTO	951	Medio altos usuarios
CSA-035	1963	Más de 34 años	\$ 7,793	NORMAL ALTO COSTO	1770	Muy altos usuarios
CSA-213	1995	De 16 a 24 años	\$ 1,197	MUY BAJO COSTO	515	Medio bajos usuarios
CSA-214	1995	De 16 a 24 años	\$ 7,282	NORMAL ALTO COSTO	1779	Muy altos usuarios
CSA-215	1995	De 16 a 24 años	\$ 2,768	NORMAL BAJO COSTO	944	Medio altos usuarios
CSA-216	1995	De 16 a 24 años	\$ 3,919	NORMAL BAJO COSTO	611	Medio altos usuarios
CSA-217	1995	De 16 a 24 años	\$ 1,662	MUY BAJO COSTO	1388	Muy altos usuarios
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
N42-634	2009	Menos de 16 años	\$ 4,402	NORMAL BAJO COSTO	411	Medio bajos usuarios

**Fuente:** Concesionaria de Servicio de Agua de Guayaquil

**Elaboración:** Paulo C Cruz C

### 3.3.2 Nivel de Antigüedad

Esta variable recodificada indicará el tiempo de vida de la red desde que fue instalada, las categorías son los resultados de los cuartiles calculados anteriormente.

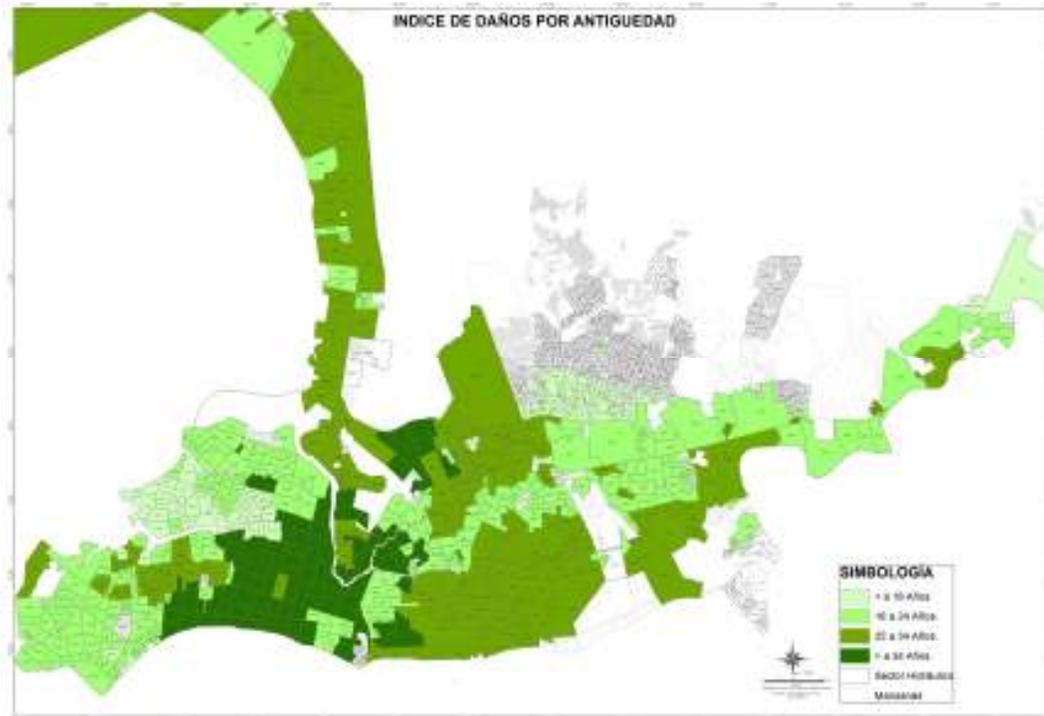
**Cuadro 17**  
Optimización del Proceso de Mantenimiento de Redes  
**Variable de Estudio**

<b>Nombre de Variable</b>	Nivel de Antigüedad de la red
<b>Origen de la Variable</b>	Variable Recodificada
<b>Tipo de Variable</b>	Cualitativa Ordinal
<b>Categorías</b>	Menores a 16 años De 16 a 24 años De 25 a 34 años Más de 34 años
<b>Descripción de la variable</b>	En base a variable fecha se categorizan nominalmente el año de instalación

**Fuente:** Concesionaria de Servicio de Agua de Guayaquil

**Elaboración:** Paulo C Cruz C

**Gráfico 3.18**  
*Optimización del Proceso de Mantenimiento de Redes*  
**Plano de Antigüedad por sectores hidráulicos**



**Fuente:** Concesionaria de Servicio de Agua de Guayaquil  
**Elaboración:** Departamento de SIG Concesionaria

### 3.3.3 Nivel de costos de reparación por Sector.

El Nivel de costo de reparación por sector es la variable que indica cuanta inversión el concesionario tuvo que hacer sobre las redes para que estas continúen operando.

**Cuadro 18**  
Optimización del Proceso de Mantenimiento de Redes  
**Variable de Estudio**

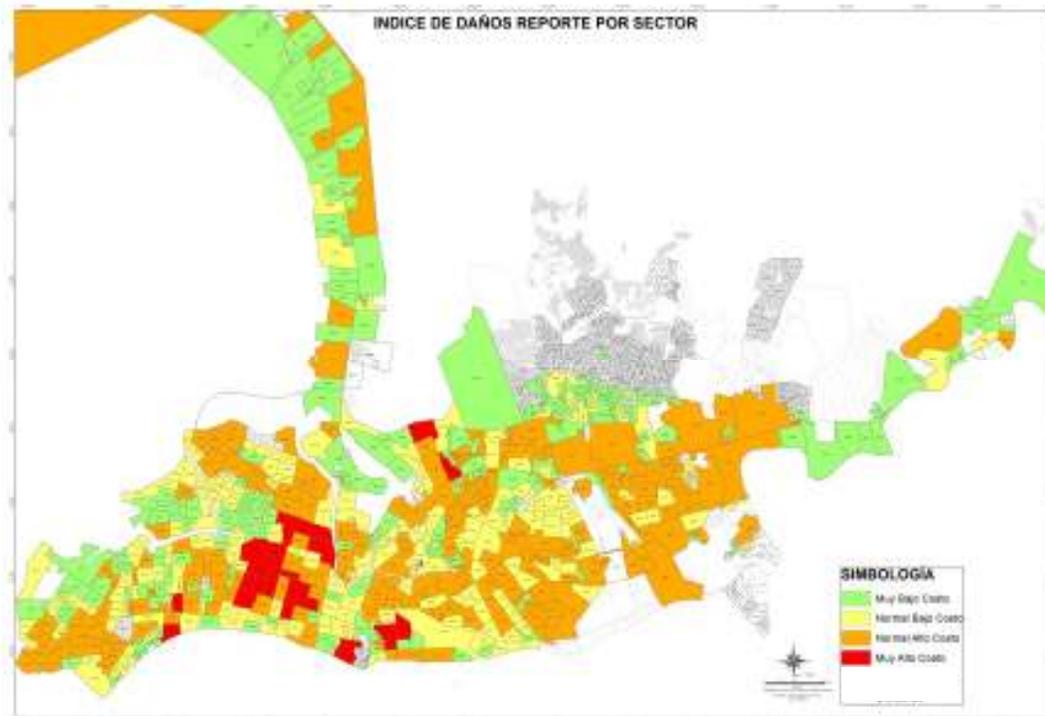
<b>Variable</b>	
<b>Nombre de Variable</b>	Nivel de costos de reparación por sector
<b>Origen de la Variable</b>	Variable Recodificada
<b>Tipo de Variable</b>	Cualitativa Ordinal
<b>Categorías</b>	Muy Bajo Costo Normal Bajo Costo Normal Alto Costo Muy Alto Costo
<b>Descripción de la variable</b>	<p>La Variable Nivel de costos de reparación de sector se deriva de la variable cuantitativa costos invertidos en reparaciones, tomando así a los cuartiles como estadístico que divide como los rangos que sirven como fronteras para establecer a que nivel de cada categoría de estas variable pertenecen:</p> <p>Si los costos invertidos por reparación del sector son menores a Cuartil Q1 de la variable original se dice que el Nivel de costo para este sector es de MUY BAJO COSTO.</p> <p>Si los costos invertidos están entre el Q1 y el Q2 entonces se dicen que el Nivel de costo es de NORMAL BAJO COSTO, si los costos invertidos están entre el Q2 y el Q3 entonces se dicen que el Nivel de costo es de NORMAL ALTO COSTO, por último todos los valores invertidos de costos de reparación mayores al Q3 será considerados de MUY ALTO COSTO.</p>

**Fuente:** Concesionaria de Servicio de Agua de Guayaquil

**Elaboración:** Paulo C Cruz C

Se puede observar en el gráfico 3.19 los sectores con mayores costos invertidos en mantenimientos por sectores hidráulicos.

**Gráfico 3.19**  
*Optimización del Proceso de Mantenimiento de Redes*  
**Plano de Costos Invertidos por sectores hidráulicos**



**Fuente:** Concesionaria de Servicio de Agua de Guayaquil  
**Elaboración:** Departamento de SIG Concesionaria

### 3.3.4 Nivel de Usuarios por sector.

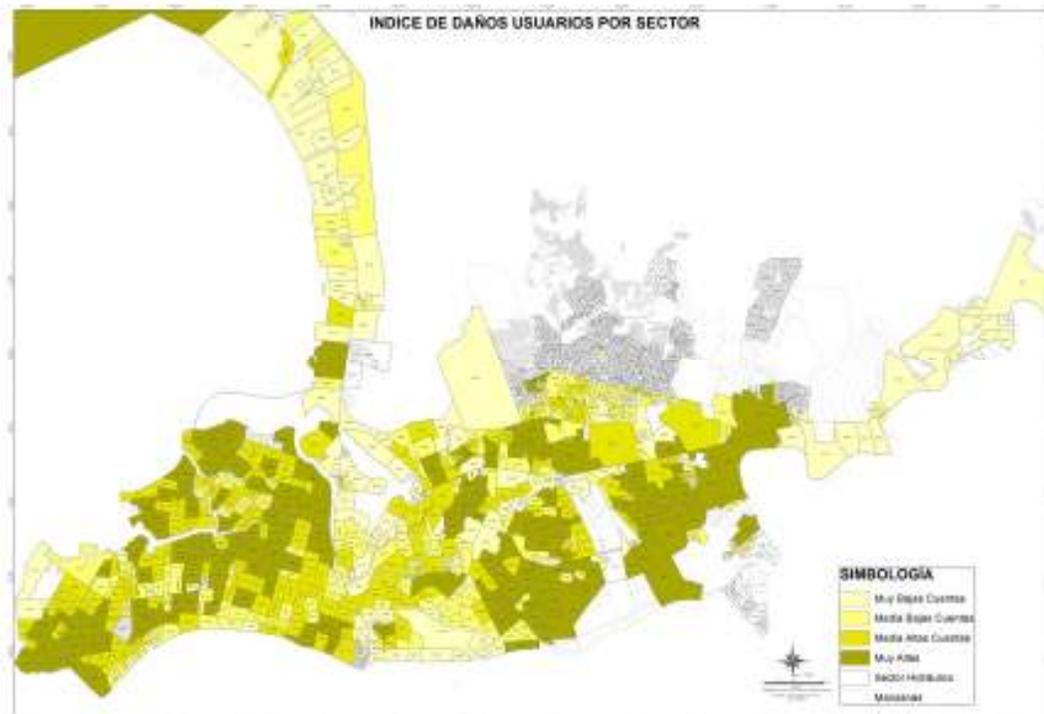
También se procede a recodificar la variable Nivel de Usuarios por sector para el resultado adaptarlo a tablas cruzadas y ver si existe independencia estadística.

**Cuadro 19**  
Optimización del Proceso de Mantenimiento de Redes  
**Variable de Estudio**

<b>Nombre de Variable</b>	Nivel de usuarios por sector
<b>Origen de la Variable</b>	Variable Recodificada
<b>Tipo de Variable</b>	Cualitativa Ordinal
<b>Categorías</b>	Muy bajos usuarios Medio bajos usuarios Medio altos usuarios Muy altos usuarios
<b>Descripción de la variable</b>	

**Fuente:** Concesionaria de Servicio de Agua de Guayaquil  
**Elaboración:** Paulo C Cruz C

**Gráfico 3.20**  
*Optimización del Proceso de Mantenimiento de Redes*  
**Plano de Nivel de Usuarios por sectores hidráulicos**



**Fuente:** Concesionaria de Servicio de Agua de Guayaquil  
**Elaboración:** Departamento de SIG Concesionaria

### 3.3.5 Materiales Predominantes por sector.

Esta es la última variable de estudio y es parte de los objetivos de la investigación, por tal razón cada categoría en la que se clasificó esta variable (materiales a investigar) será de riguroso análisis al momento de plantear una conclusión.

**Cuadro 20**  
Optimización del Proceso de Mantenimiento de Redes  
**Variable de Estudio**

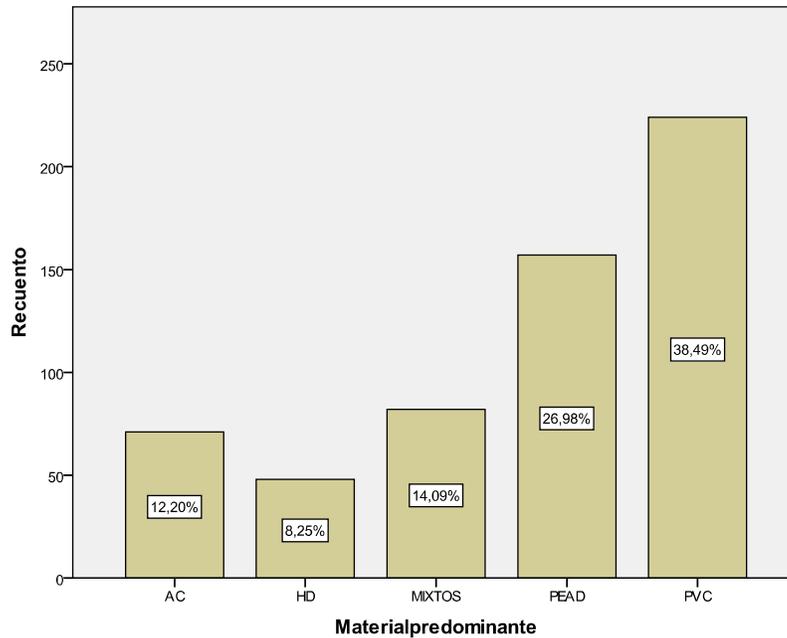
<b>Nombre de Variable</b>	Material predominante
<b>Tipo de Variable</b>	Cualitativa Nominal
<b>Categorías</b>	AC HD MIXTO PVC PEAD
<b>Descripción de la variable</b>	La Variable material predominante fue calculada de las proporciones de materiales con la que estaban conformados cada sector, diciendo que son materiales predominantes aquellos sectores cuyo material son $\geq$ al 50% del total de redes por sector. Ya que podían existir sectores en los cuales ningún material era $\geq$ a 50% entonces a estos sectores se los llamó de material mixto.

**Fuente:** Concesionaria de Servicio de Agua de Guayaquil

**Elaboración:** Paulo C Cruz C

El gráfico 3.21 muestra las distribuciones del material dentro de las redes instaladas en la ciudad de Guayaquil, teniendo con mayor proporción el PVC con el 38.49% seguido por el PEAD con el 26.98%

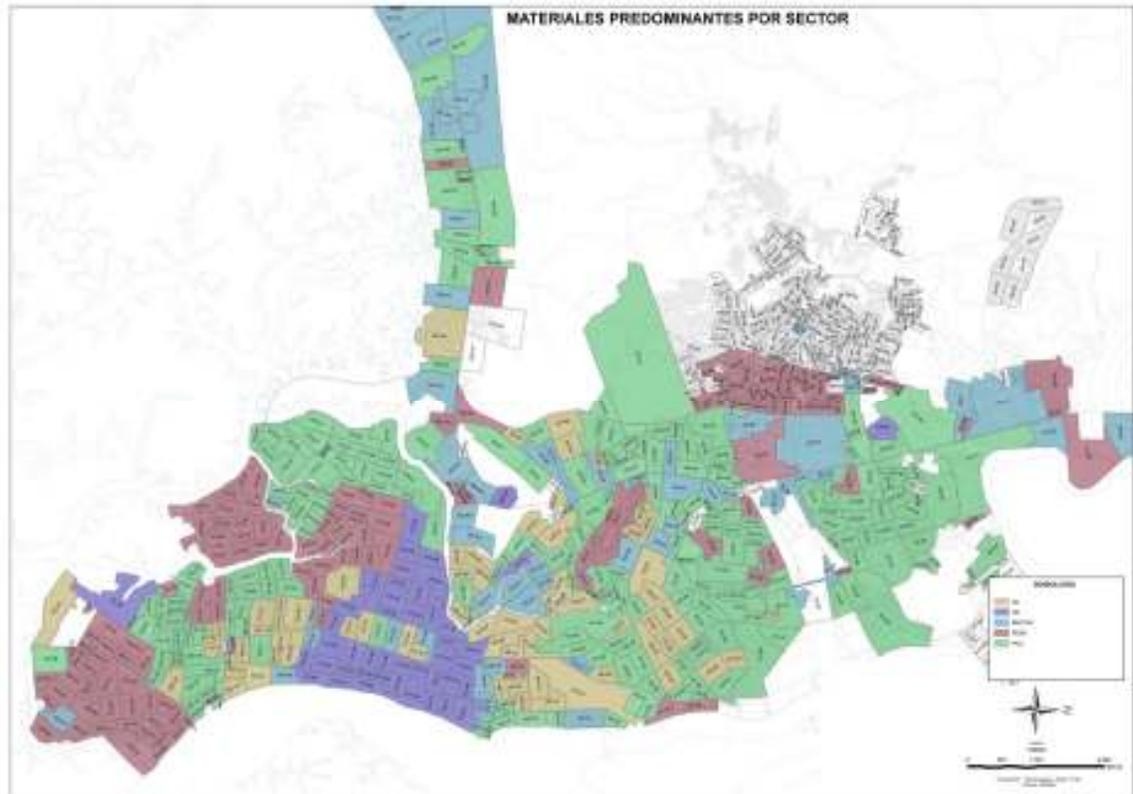
**Gráfico 3.21**  
*Optimización del Proceso de Mantenimiento de Redes*  
**Gráfico de Barras Material Predominante**



**Fuente:** Concesionaria de Servicio de Agua de Guayaquil  
**Elaboración:** Paulo C Cruz C

El gráfico 3.22 muestra la distribución de los sectores en donde predomina cierto material considerándose como material predominante si la estructura de sus redes supera el 50% del total de las mismas, el detalle se enseña a continuación:

**Gráfico 3.22**  
*Optimización del Proceso de Mantenimiento de Redes*  
**Plano de Material predominante por sector hidráulico**



**Fuente:** Concesionaria de Servicio de Agua de Guayaquil  
**Elaboración:** Departamento de SIG Concesionaria

### **3.4 Pruebas de Ji Cuadrado para analizar independencia de variables y residuos estandarizados de Pearson**

Las pruebas que se van a realizar a cada par de variables significativas son con el afán de identificar si entre ellas existe dependencia o independencia entre las variables.

Esto quiere decir que un valor  $p < 0.05$  indicaría que no se evidencia independencia estadística por tal motivo entre ambas variables existen categorías que están relacionadas y mientras la una es afectada esta a su vez afecta a la otra categoría de la otra variable.

Lo que se busca es que entre estas variables exista dependencia, o sea que sus categorías expliquen variaciones ya que sólidamente pueden justificar un modelo de priorización para la optimización por renovación de las redes de abastecimiento de agua potable.

### 3.4.1 Prueba Ji Cuadrado y análisis en tablas de contingencia para las variables Nivel de índice de daños por 1000 VS Material predominante

Se realizará la prueba de Ji Cuadrado para evaluar si ambas variables tienen algún tipo de relación estadística o son independientes entre ellas como lo muestra el Contraste de hipótesis a continuación:

#### Contraste de Hipótesis

$H_0$ : Nivel de índice de daños por 1000 y Material Predominante son independientes

Vs

$H_1$ :  $\neg H_0$

Los resultados se exponen en la tabla a continuación:

**TABLA XI**

*Concesionaria de Agua de Guayaquil: Optimización de Proceso de Mantenimientos de redes de Agua Potable*

#### Pruebas Ji Cuadrado para Tablas de Contingencias Nivel de Daños por 1000 y Material predominante

	Valor	Gl	Sig. asintótica (bilateral)
Ji-cuadrado de Pearson	86,732 <sup>a</sup>	12	,000
N de casos válidos	582		

a. 0 casillas (,0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es 11,46.

**Fuente:** Concesionaria de Servicio de Agua de Guayaquil

**Elaboración:** Paulo C Cruz C

Analizando la Tabla XI de la prueba de Ji Cuadrado se observa que la significancia asintótica (Bilateral) de Ji-cuadrado de Pearson es  $p=0.000$  por tal razón entre ambas variables al menos uno de sus categorías posea algún tipo de relación, lo que estadísticamente se interpretaría: Se rechaza la hipótesis nula a favor de la alterna ya que su valor  $p < 0.05$ .

**TABLA XII**

*Concesionaria de Agua de Guayaquil: Optimización de Proceso de Mantenimientos de redes de Agua Potable*

**Tabla de Contingencia y residuos corregidos para Nivel de Índices de daños ml por 1000 y Material Predominante**

			Material predominante					Total
			AC	HD	MIXTOS	PEA D	PVC	
R Nivel de índice de daños ml x 1000	1 MUY BAJO	Recuento	12	7	42	42	42	145
		Frecuencia esperada	17,7	12,0	20,4	39,1	55,8	145,0
		Residuos corregidos	-1,7	-1,7	5,9	,6	-2,7	
	2 BAJO NORMAL	Recuento	16	17	11	63	41	148
		Frecuencia esperada	18,1	12,2	20,9	39,9	57,0	148,0
		Residuos corregidos	-,6	1,7	-2,7	4,9	-3,1	
	3 ALTO NORMAL	Recuento	14	15	16	31	63	139
		Frecuencia esperada	17,0	11,5	19,6	37,5	53,5	139,0
		Residuos corregidos	-,9	1,2	-1,0	-1,4	1,9	
	4 MUY ALTO	Recuento	29	9	13	21	78	150
		Frecuencia esperada	18,3	12,4	21,1	40,5	57,7	150,0
		Residuos corregidos	3,1	-1,2	-2,2	-4,2	3,9	
Total	Recuento	71	48	82	157	224	582	
	Frecuencia esperada	71,0	48,0	82,0	157,0	224,0	582,0	

**Fuente:** Concesionaria de Servicio de Agua de Guayaquil

**Elaboración:** Paulo C Cruz C

La Tabla XII es el resultado de elaborar estructuradamente una tabla de contingencia para las dos variables de estudio y se puede observar lo siguiente:

Existe evidencia estadística para asegurar que la variable *Nivel de índice de daños mts x 1000* y *Material predominante por sector* tienen una fuerte vinculación por sus categorías internas o sea que el material sí influye en los daños.

Observando la tabla, analizando los residuos corregidos y teniendo como forma de evaluar la teoría que indica que cualquier valor superior a 2 es significativo se puede observar que el nivel muy bajo para la primera variable con el material Mixto de la segunda variable marca 5.9 esto indicaría que los materiales en donde se hayan sectores con materiales No predominantes tienen un índice muy bajo de daños.

Si se sigue analizando el nivel Bajo Normal con el PEAD marcan un valor de 4.9 lo que indicaría que este material tiene predominancia en este nivel de índice de daños.

Continuando con el cuadro los más grandes valores para el índice Muy alto los presenta el AC y el PVC con 3.1 y 3.9 respectivamente. Por esta razón sí habría que crear una escala o ranking yendo de menor a mayor de cuál es el peor material siendo 1 el mejor material y 5 el peor material quedaría de la siguiente manera:

**Cuadro 20**  
Optimización del Proceso de Mantenimiento de Redes  
**Ranking de Material predominante por Nivel de Índice de daños**

Variable	Tipo de Material Predominante por sector	Ranking
Tipo de material predominante	MIXTOS	1
	PEAD	2
	HD	3
	PVC	4
	AC	5

**Fuente:** Concesionaria de Servicio de Agua de Guayaquil

**Elaboración:** Paulo C Cruz C

Se considera al AC de peor calidad que el PVC porque este material ya se encuentra actualmente discontinuado sumado a esto algún análisis que demuestran que el asbesto es perjudicial para la salud y es consigna de la concesionaria cambiar totalmente los sectores que aún posean este material.

### 3.4.2 Prueba Ji Cuadrado y análisis en tablas de contingencia para las variables Nivel de Antigüedad Vs Material predominante

Las variables que se contratarán y evaluarán serán Nivel de Antigüedad y Material predominante el contraste y sus resultados se exponen a continuación:

### Contraste de Hipótesis

$H_0$ : Nivel de Antigüedad y Material Predominante son independientes

Vs

$H_1$ :  $\neg H_0$

**TABLA XIII**

Concesionaria de Agua de Guayaquil: Optimización de Proceso de Mantenimientos de redes de Agua Potable

### Pruebas Ji Cuadrado para Tablas de Contingencias Nivel de Antigüedad y Material predominante

Pruebas de Ji-cuadrado			
	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)
Ji-cuadrado de Pearson	377,229 <sup>a</sup>	12	0,000
N de casos válidos	582		
a. 0 casillas (,0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es 6,93.			

**Fuente:** Concesionaria de Servicio de Agua de Guayaquil

**Elaboración:** Paulo C Cruz C

La Tabla XIII muestra un valor de Ji Cuadrado de 377.22 con un valor p de 0.000 lo que se puede concluir que entre ambas variables existe evidencia estadística que no son independientes y que al menos una de sus categorías tiene algún tipo de relación.

**TABLA XIV**

*Concesionaria de Agua de Guayaquil: Optimización de Proceso de Mantenimientos de redes de Agua Potable*

**Tabla de Contingencia y residuos corregidos para Nivel de antigüedad y Material Predominante**

			Material predominante					Total
			AC	HD	MIXTOS	PEAD	PVC	
Nivel de antigüedad	1) Menos de 16 años	Recuento	1	0	6	73	4	84
		Frecuencia esperada	10,2	6,9	11,8	22,7	32,3	84,0
		Residuos corregidos	-3,3	-3,0	-2,0	13,4	-6,9	
	2) de 16 a 24 años	Recuento	15	11	27	50	106	209
		Frecuencia esperada	25,5	17,2	29,4	56,4	80,4	209,0
		Residuos corregidos	-2,8	-2,0	-,6	-1,2	4,5	
	3) de 25 a 34 años	Recuento	26	1	34	26	107	194
		Frecuencia esperada	23,7	16,0	27,3	52,3	74,7	194,0
		Residuos corregidos	,6	-4,8	1,7	-5,2	5,8	
	4) Más de 34 años	Recuento	29	36	15	8	7	95
		Frecuencia esperada	11,6	7,8	13,4	25,6	36,6	95,0
		Residuos corregidos	6,0	11,5	,5	-4,5	-6,8	
Total	Recuento	71	48	82	157	224	582	
	Frecuencia esperada	71,0	48,0	82,0	157,0	224,0	582,0	

**Fuente:** Concesionaria de Servicio de Agua de Guayaquil

**Elaboración:** Paulo C Cruz C

Observando la tabla XIV y como una forma de corroborar que las relaciones están correctas se observa que el PEAD tiene alto valor con 13.4 para Menos de 16 años de instalación y esta premisa es verdad ya que este es el material de última tecnología que ha sido instalado en los últimos 10 años, de ahí sigue el PVC y al final siendo de los materiales más antiguos en su instalación el AC y el HD.

### 3.4.3 Prueba Ji Cuadrado y análisis en tablas de contingencia para las variables Años de antigüedad VS Nivel de índice de daños por 1000.

Algo que parecería lógico es que a mayor antigüedad de las redes el índice de daños aumentaría y esto sería otra forma de corroborar que el paso del tiempo en las redes influye como factor de los índices de pérdidas, el contraste y las pruebas se realizan a continuación:

#### Contraste de Hipótesis

$$H_0: \text{Nivel de Antigüedad y Nivel de índice de daños son independientes}$$
$$Vs$$
$$H_1: \neg H_0$$

**TABLA XV**

*Concesionaria de Agua de Guayaquil: Optimización de Proceso de Mantenimientos de redes de Agua Potable*

#### Pruebas Ji Cuadrado para Tablas de Contingencias Nivel de Antigüedad y Nivel de índice de daños ml por 1000

Pruebas de Ji-cuadrado			
	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)
Ji-cuadrado de Pearson	39,243 <sup>a</sup>	9	0,000
N de casos válidos	582		

a. 0 casillas (,0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es 20,06.

**Fuente:** Concesionaria de Servicio de Agua de Guayaquil

**Elaboración:** Paulo C Cruz C

El estadístico Ji Cuadrado como el valor  $p=0.000$  corroboran las hipótesis pensadas que el tiempo si influye sobre el índice de daños.

**TABLA XVI**

*Concesionaria de Agua de Guayaquil: Optimización de Proceso de Mantenimientos de redes de Agua Potable*

**Tabla de Contingencia y residuos corregidos para Nivel de antigüedad y Nivel de Índice de daños ml por 1000**

			Nivel de índice de daños ml x 1000				Total
			1 MUY BAJO	2 BAJO NORMAL	3 ALTO NORMAL	4 MUY ALTO	
Nivel de antigüedad	1) Menos de 16 años	Recuento	34	29	8	13	84
		Frecuencia esperada	20,9	21,4	20,1	21,6	84,0
		Residuos corregidos	3,6	2,1	-3,3	-2,3	
	2) de 16 a 24 años	Recuento	37	47	57	68	209
		Frecuencia esperada	52,1	53,1	49,9	53,9	209,0
		Residuos corregidos	-3,0	-1,2	1,4	2,8	
	3) de 25 a 34 años	Recuento	57	43	45	49	194
		Frecuencia esperada	48,3	49,3	46,3	50,0	194,0
		Residuos corregidos	1,8	-1,3	-,3	-,2	
	4) Más de 34 años	Recuento	17	29	29	20	95
		Frecuencia esperada	23,7	24,2	22,7	24,5	95,0
		Residuos corregidos	-1,7	1,2	1,7	-1,1	
Total		Recuento	145	148	139	150	582
		Frecuencia esperada	145,0	148,0	139,0	150,0	582,0

**Fuente:** Concesionaria de Servicio de Agua de Guayaquil

**Elaboración:** Paulo C Cruz C

Analizando la tabla anterior se puede observar que los valores muy bajo o Bajo Normal corresponden a edades de redes inferiores a los 16 años, y los valores de índices muy altos corresponden a valores de redes de 16 a 24 años con un residuos corregido de 2.8

Se hubiera esperado que los índices muy altos correspondieran a las edades más altas, sin embargo podrían existir otras variables que aceleren este índice y que los sectores con redes instaladas hace más años hayan sido rehabilitadas y posean otro tipo de control, más adelante en el Análisis de Correspondencias múltiples observaremos de manera ampliada la interacción de todas las variables y se sacará una mejor conclusión en torno a estas interrogantes.

### 3.4.4 Prueba Ji Cuadrado y análisis en tablas de contingencia para las variables Nivel de Usuarios VS Nivel de índice de daños por 1000

Los Especialistas hidráulicos de la concesionará también sospechaban que mientras más usuarios podría existir algún tipo de relación con el índice de daños el contraste y la prueba se las mostrará en las siguientes tablas:

#### Contraste de Hipótesis

$$H_0: \text{Nivel de Usuarios y Nivel de índice de daños son independientes}$$

$$V_s$$

$$H_1: \neg H_0$$

**TABLA XVII**

*Concesionaria de Agua de Guayaquil: Optimización de Proceso de Mantenimientos de redes de Agua Potable*

#### Pruebas Ji Cuadrado para Tablas de Contingencias Nivel de Usuarios y Nivel de índice de daños ml por 1000

Pruebas de Ji-cuadrado			
	Valor	Gl	Sig. asintótica (bilateral)
Ji-cuadrado de Pearson	127,346 <sup>a</sup>	9	0,000
N de casos válidos	582		
a. 0 casillas (.0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es 34,63.			

**Fuente:** Concesionaria de Servicio de Agua de Guayaquil

**Elaboración:** Paulo C Cruz C

La prueba Ji Cuadrado fue de 127.34 con un valor p de 0.000 esto indica que existe alguna relación entre las variables.

**TABLA XVIII**

*Concesionaria de Agua de Guayaquil: Optimización de Proceso de Mantenimientos de redes de Agua Potable*

**Tabla de Contingencia y residuos corregidos para Nivel de índice de daños por 1000 VS Nivel de Usuarios por sector**

			Nivel de Usuarios por sector				Total
			1 Muy bajos usuarios	2 Medio bajos usuarios	3 Medio altos usuarios	4 Muy altos usuarios	
Nivel de índice de daños ml x 1000	1 MUY BAJO	Recuento	79	43	17	6	145
		Frecuencia esperada	36,4	36,1	36,1	36,4	145,0
		Residuos corregidos	9,4	1,5	-4,2	-6,7	
	2 BAJO NORMAL	Recuento	25	37	42	44	148
		Frecuencia esperada	37,1	36,9	36,9	37,1	148,0
		Residuos corregidos	-2,7	,0	1,1	1,5	
	3 ALTO NORMAL	Recuento	15	33	52	39	139
		Frecuencia esperada	34,9	34,6	34,6	34,9	139,0
		Residuos corregidos	-4,5	-,4	3,9	,9	
	4 MUY ALTO	Recuento	27	32	34	57	150
		Frecuencia esperada	37,6	37,4	37,4	37,6	150,0
		Residuos corregidos	-2,3	-1,2	-,7	4,2	
Total		Recuento	146	145	145	146	582
		Frecuencia esperada	146,0	145,0	145,0	146,0	582,0

**Fuente:** Concesionaria de Servicio de Agua de Guayaquil  
**Elaboración:** Paulo C Cruz C

Como se sospechaba entre el factor de muy bajos usuarios con el factor de Muy bajo índice de daños el valor es de 9.4 lo que indica que mientras menos usuarios existan en un sector menos daños se producirán en este.

Así mismo se nota cierta tendencia que mientras más altos son los usuarios más altos son los índices de daños esto lo demuestran los valores arrojados en los residuos corregidos de 3.9 y 4.2 o sea que para cada incremento de usuarios por sector existe incremento de índice de daños por los mismos sectores.

### 3.4.5 Prueba Ji Cuadrado y análisis en tablas de contingencia para las variables Nivel de costo de reparación VS material predominante

Algo importante que se confundiría con los daños es conocer que material tiene una relación mayor con lo invertido por repararlo, ya que no es lo mismo un daño que el valor que este desencadena en una reparación por tal razón se procede a realizar las pruebas respectivas y observar si de alguna manera estas variables tienen algún tipo de relación entre sus categorías.

#### Contraste de Hipótesis

$$H_0: \text{Nivel de Costo reparación y Material Predominante son independientes}$$

$$Vs$$

$$H_1: \neg H_0$$

**TABLA XIX**

*Concesionaria de Agua de Guayaquil: Optimización de Proceso de Mantenimientos de redes de Agua Potable*

#### Pruebas Ji Cuadrado para Tablas de Contingencias Nivel de Costo de reparación y Material predominante

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)
Ji-cuadrado de Pearson	139,918 <sup>a</sup>	12	,000
N de casos válidos	582		
a. 1 casillas (5,0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es 3,63.			

**Fuente:** Concesionaria de Servicio de Agua de Guayaquil  
**Elaboración:** Paulo C Cruz C

Al observar la prueba Ji Cuadrado y el valor  $p < 0.05$  obtenidos se puede concluir que efectivamente existe algún tipo de relación entre el costo por reparación y el Material predominante para cada sector hidráulico la tabla XX explicará cuales pueden ser las relaciones entre las categorías de las variables

**TABLA XX**

*Concesionaria de Agua de Guayaquil: Optimización de Proceso de Mantenimientos de redes de Agua Potable*

**Tabla de Contingencia y residuos corregidos para Nivel de Costos de reparación por sector y Material Predominante**

			Material predominante					Total
			AC	HD	MIXTOS	PEAD	PVC	
Nivel de Costo Reparación x sector	1 MUY BAJO COSTO	Recuento	7	10	42	54	33	146
		Frecuencia esperada	17,8	12,0	20,6	39,4	56,2	146,0
		Residuos corregidos	-3,2	-,7	5,9	3,1	-4,6	
	2 NORMAL BAJO COSTO	Recuento	13	18	15	64	57	167
		Frecuencia esperada	20,4	13,8	23,5	45,0	64,3	167,0
		Residuos corregidos	-2,1	1,4	-2,2	3,9	-1,4	
	3 NORMAL ALTO COSTO	Recuento	18	9	9	20	67	123
		Frecuencia esperada	15,0	10,1	17,3	33,2	47,3	123,0
		Residuos corregidos	,9	-,4	-2,4	-3,0	4,1	
	4 MUY ALTO COSTO	Recuento	33	11	16	19	67	146
		Frecuencia esperada	17,8	12,0	20,6	39,4	56,2	146,0
		Residuos corregidos	4,4	-,4	-1,3	-4,4	2,1	
Total	Recuento	71	48	82	157	224	582	
	Frecuencia esperada	71,0	48,0	82,0	157,0	224,0	582,0	

**Fuente:** Concesionaria de Servicio de Agua de Guayaquil  
**Elaboración:** Paulo C Cruz C

Los sectores Mixtos muestran un muy bajo costo de reparación esto se comprueba con el valor de los índices corregidos de 5.9 también se puede observar que el PEAD cae en esta categoría con un valor de 3.1, rehabilitar sectores con estas características resultan de muy bajo costos mientras que sectores con costo de reparación muy alto son aquellos que poseen de material predominante el AC con un valor de residuos corregidos de 4.4

### 3.5 Análisis de Correspondencias Simples

El análisis de Correspondencias Simples probará por cada par de variable si sus categorías tienen algún tipo de dependencia estadística, la Tabla XXI mostrará la explicación de la varianza que expresa el porcentaje que para cada dimensión las variables originales expresan en el gráfico.

También está el valor p de contraste de hipótesis siendo  $p < 0.05$  que evaluará en el contraste si estas variables son o no independientes.

#### 3.5.1 Análisis de Correspondencias simples Nivel de índice de daños por 1000 VS Material predominante

**TABLA XXI**

*Concesionaria de Agua de Guayaquil: Optimización de Proceso de Mantenimientos de redes de Agua Potable*

**Tabla de Resumen de Correspondencias Simples para las Variables Índices de daño ml por 1000 y Material Predominante**

Resumen									
Dimensión		Valor propio	Inercia	Ji-cuadrado	Sig.	Proporción de inercia		Confianza para el Valor propio	
						Explicada	Acumulada	Desviación típica	Correlación
									2
dimension 0	1	,292	,085			,571	,571	,039	,161
	2	,239	,057			,382	,953	,041	
	3	,084	,007			,047	1,000		
	Total		,149	86,732	0,000 <sup>a</sup>	1,000	1,000		

a. 12 grados de libertad

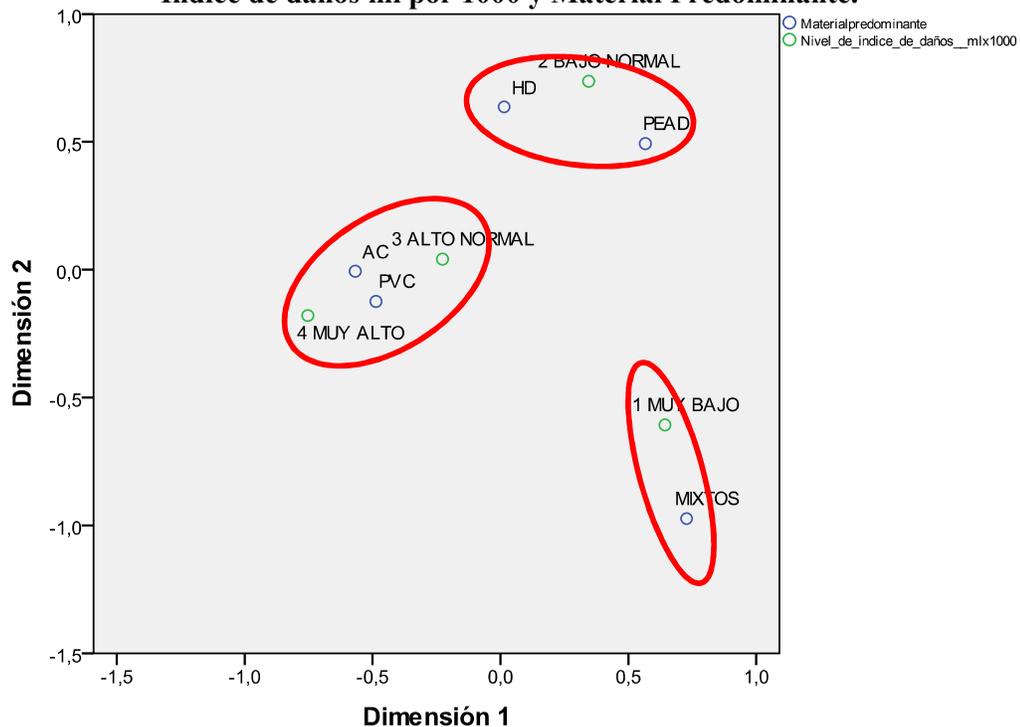
**Fuente:** Concesionaria de Servicio de Agua de Guayaquil  
**Elaboración:** Paulo C Cruz C

La Significancia muestra un valor de 0.000 lo que indica que la prueba de Análisis de Correspondencias simples para este par de variables es significativa y entre las dos primeras dimensiones está explicado aproximadamente el 95.3% del total de la información o sea cuando se observe el gráfico 3.23 los resultados de este gráfico estarán en ese porcentaje de explicación, es un gran valor considerando que cualquier valor por encima del 68% o sea una desviación estándar se lo considera de mucho aporte en su interpretación.

**Gráfico 3.23**

*Optimización del Proceso de Mantenimiento de Redes*

**Gráfico de 2 Dimensiones para Normalización Simétrica de las variables Nivel de Índice de daños ml por 1000 y Material Predominante.**



**Fuente:** Concesionaria de Servicio de Agua de Guayaquil

**Elaboración:** Paulo C Cruz C

Observando el gráfico 3.23 existe acercamiento entre tres grupos de puntos los que corresponden a Bajo normal con HD y PEAD, como lo habíamos observado en el estudio de residuos con las tablas cruzadas estos se podía evidenciar con valor ahora lo podemos evidenciar gráficamente con esta otra herramienta estadística.

Así también se puede observar que el AC y el PVC están cerca de las categorías índice Alto Normal y Muy alto lo que explicaría que dichos materiales presentan grandes daños.

Mientras que los sectores que poseen material Mixto tienen un índice muy bajo de daños.

### 3.5.2 Análisis de Nivel de índice de daños x 1000 VS Macrosector

Se procederá a realizar el Análisis de Correspondencias Simple al índice de daños y al Macrosector para ver si de alguna forma incide el lugar geográfico con los daños.

**TABLA XXII**

*Concesionaria de Agua de Guayaquil: Optimización de Proceso de Mantenimientos de redes de Agua Potable*

**Tabla de Resumen de Correspondencias Simples para las Variables Índices de daño ml por 1000 y Macrosector**

Resumen									
Dimensión		Valor propio	Inercia	Ji-cuadrado	Sig.	Proporción de inercia		Confianza para el Valor propio	
						Explicada	Acumulada	Desviación típica	Correlación
dimension	1	,474	,225			,712	,712	,035	,126
	2	,266	,071			,225	,937	,037	
	3	,141	,020			,063	1,000		
	Total		,315	183,526	0,000a	1,000	1,000		

a. 45 grados de libertad

**Fuente:** Concesionaria de Servicio de Agua de Guayaquil

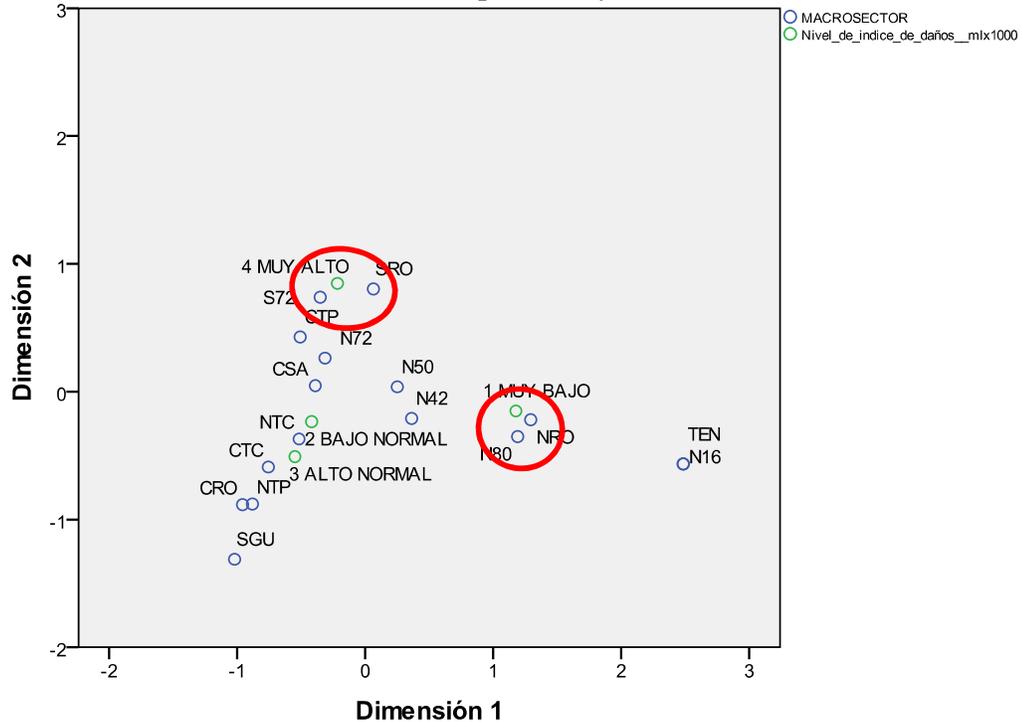
**Elaboración:** Paulo C Cruz C

El valor obtenido de significación es de 0.000 o sea que entre las categorías de las variables poseen algún tipo de relación vamos a observar en el gráfico 3.24 dichas relaciones

**Gráfico 3.24**

*Optimización del Proceso de Mantenimiento de Redes*

**Gráfico de 2 Dimensiones para Normalización Simétrica de las variables Nivel de Índice de daños ml por 1000 y Macrosector.**



**Fuente:** Concesionaria de Servicio de Agua de Guayaquil  
**Elaboración:** Paulo C Cruz C

Se observa que los Macrosectores NRO y N80 poseen un índice de daños Muy Bajo, mientras que el S72, SRO y CTP poseen un Muy alto índice de daños.

### 3.5.3 Análisis de Nivel de costo de reparación VS material predominante

El Nivel de costos de reparación y el material predominante será parte del análisis de Correspondencia Simple y así verificar numérica y gráficamente las relaciones que puedan existir entre las categorías.

**TABLA XXIII**

*Concesionaria de Agua de Guayaquil: Optimización de Proceso de Mantenimientos de redes de Agua Potable*

**Tabla de Resumen de Correspondencias Simples para las Variables Nivel de Costo de reparación y Macrosector**

Resumen									
Dimensión		Valor propio	Inercia	JII-cuadrado	Sig.	Proporción de inercia		Confianza para el Valor propio	
						Explicada	Acumulada	Desviación típica	Correlación
dimensio n	1	,331	,109			,833	,833	,039	,018
	2	,148	,022			,167	1,000	,041	
	Total		,131	76,400	0,000 <sup>a</sup>	1,000	1,000		

a. 8 grados de libertad

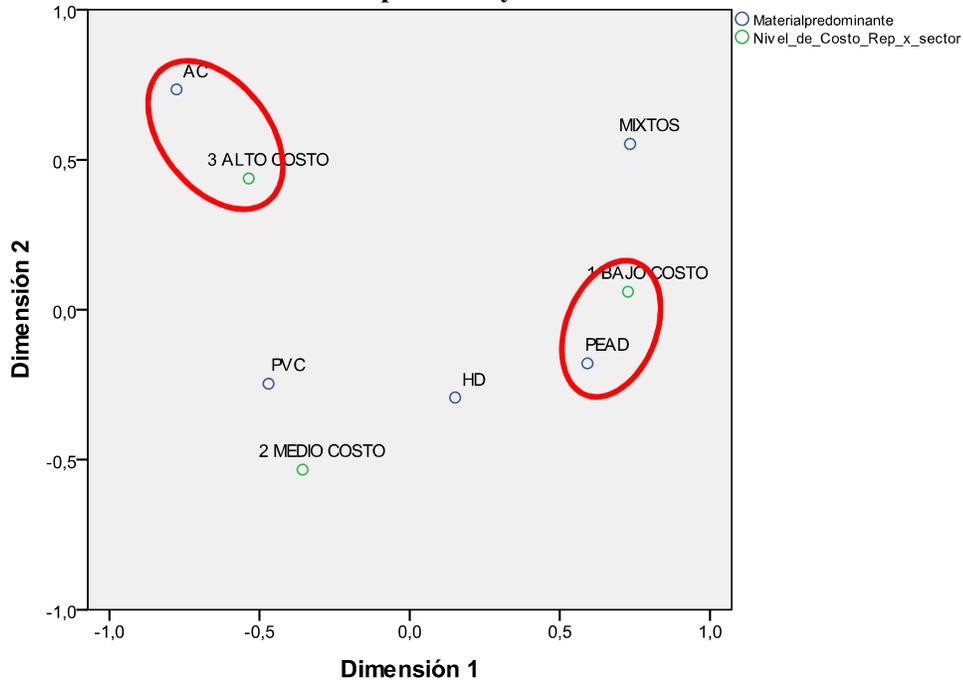
**Fuente:** Concesionaria de Servicio de Agua de Guayaquil  
**Elaboración:** Paulo C Cruz C

Existe una significación de 0.000, siendo significativo estadísticamente se procederá a analizar el gráfico 3.25.

**Gráfico 3.25**

*Optimización del Proceso de Mantenimiento de Redes*

**Gráfico de 2 Dimensiones para Normalización Simétrica de las variables Nivel de Índice de daños ml por 1000 y Material Predominante.**



**Fuente:** Concesionaria de Servicio de Agua de Guayaquil  
**Elaboración:** Paulo C Cruz C

La Categoría AC está cerca de Alto Costo mientras que el PEAD está más cerca de la Categoría Bajo Costo de reparación.

### 3.6 Análisis de Correspondencias Múltiples.

El análisis de Correspondencias Múltiple es una herramienta estadística que al igual que el de Correspondencias Simples arroja un estadístico de significancia de la prueba  $p < 0.05$  para que esta sea significativa y posee una interpretación de la varianza en dos dimensiones sin embargo la diferencia de esta prueba con las otras ya explicadas radica que esta en un solo plano puede posicionar varias variables con sus categorías y dar un panorama más amplio al momento de tomar decisiones y ver que variables están altamente vinculadas entre sí con análisis independientes se pudieren obviar.

**TABLA XIV**

*Concesionaria de Agua de Guayaquil: Optimización de Proceso de Mantenimientos de redes de Agua Potable*

**Resumen del Modelo para Varianza Explicada**

Dimensión	Alfa de Cronbach	Varianza explicada			
		Total (Autovalores)	Inercia	% de la varianza	
-	1	,741	2,458	,492	49,157
-	2	,603	1,931	,386	38,619
.	Total		4,389	,878	
.	Media	,680 <sup>a</sup>	2,194	,439	43,888

a. El Alfa de Cronbach Promedio está basado en los autovalores promedio.

**Fuente:** Concesionaria de Servicio de Agua de Guayaquil

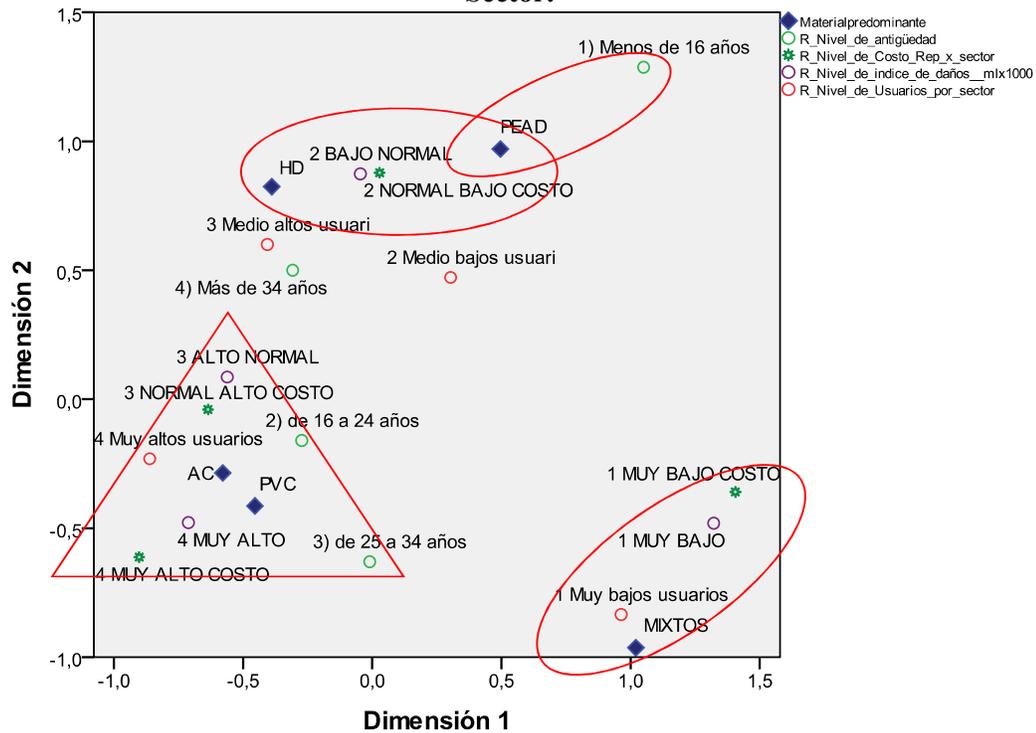
**Elaboración:** Paulo C Cruz C

La tabla anterior explica el resumen del modelo calculado para todas las variables en las dos dimensiones de evaluación donde se realiza el gráfico, el total de la varianza explicada por los autovalores es del 0.878 esto quiere decir que las dos dimensiones explican en un 87.8% la interacción entre estas variables, este es un buen resultado para observar relaciones entre las categorías de la interacción de las variables.

**Gráfico 3.26**

*Optimización del Proceso de Mantenimiento de Redes*

**Gráfico de 2 Dimensiones para Normalización Simétrica de las variables Tipo de Material Predominante; Nivel de Antigüedad; Nivel Costos de Reparación por sector hidráulico; Nivel de Índice de daños ml por 1000; Nivel de usuarios por Sector.**



Normalización principal por variable.

**Fuente:** Concesionaria de Servicio de Agua de Guayaquil  
**Elaboración:** Paulo C Cruz C

El gráfico del diagrama conjunto de puntos de categorías muestran la interacción entre las 5 Variables (*Nivel de índice de daños ml x 1000; Nivel de antigüedad; Nivel de costo de reparación por sector; Nivel de usuarios por sector; Tipo de Material predominante*) que presumimos son las que puedan arrojar resultados para un modelo y con esto obtener valores con lo que se puedan optimizar las redes; estos se encuentran plasmadas en un solo gráfico de 2 dimensiones.

Se pueden observar algunas interacciones interesantes como por ejemplo que los materiales PEAD y el HD están muy cercanos al índice de daños BAJO NORMAL y al Costo de Reparación NORMAL BAJO COSTO.

También se puede observar que los materiales MIXTOS están vinculados a Muy bajos usuarios así como un nivel de índice de daños MUY BAJO y a MUY BAJO COSTO.

Mientras que el AC y PVC están más cercanos a la mayoría de categorías de ALTOS COSTOS; Muy Altos Usuarios; índice de daños MUY ALTO así como que las redes tienen antigüedad que se encuentran desde los 16 a 24 años y desde los 25 a 34 años.

Toda esta información hace pensar que estas cinco variables son las apropiadas para evaluar algún tipo de indicador que pueda dar una Prioridad al momento de tomar una decisión para Rehabilitar y con esto Optimizar las redes de Distribución de Agua Potable.

# CAPÍTULO 4

## **4.1 Modelo utilizado para la decisión de la priorización óptima de la renovación de las redes de abastecimiento del sistema de Agua Potable.**

Uno de los objetivos planteados en este proyecto era encontrar un modelo que sustentado con cálculos y que al brindar un resultado numérico se pueda conceptualizar de mejor manera la toma de una decisión para rehabilitar sectores hidráulicos ya que para todos los casos los recursos son limitados y siempre hay que elegir cuales serían los sectores operativos a los que se les debe dar prioridad para hacer buen uso de estos recursos.

Por tal motivo durante el Capítulo IV se explicará los pasos para definir una metodología de **Priorización Óptima para la Rehabilitación de Sectores Hidráulicos de la Ciudad de Guayaquil** a la cual llamaremos Modelo **IPOR**.

Dentro de las variables que serán parte de este modelo se encuentra las variables recodificadas y categorizadas que fueron analizadas independientemente en el capítulo III, así como el tipo de material predominante por sector ya que el capítulo anterior muestra que existe evidencia estadística que el material influye sobre la eficiencia de las redes.

### **4.1.1 Variables que se deben considerar para elegir un método de priorización en la rehabilitación de redes de abastecimiento del sistema de agua potable**

Una vez que se han probado la relación estadística que existen entre algunas variables cuantitativas y cualitativas en el capítulo anterior estas se recodifican para ser usadas y obtener el modelo o metodología con el que se sustentará técnicamente los resultados que se obtengan de evaluar este modelo ya que el objetivo principal es dejar planteada a la Concesionaria una Herramienta que a futuro le ayude a enfocar sus costos de rehabilitación en sectores que por prioridad del modelo así lo sustente y no sean tomadas decisiones por empirismo o decisión de la experiencia de algún técnico.

También es importante al tener este modelo usarlo como un indicador de Eficiencia del Sector en la distribución de agua potable, esto indica que estos sectores,

representan altos costos en mantenimiento así como pérdidas significativas del principal bien de producción para esta empresa que es el agua potable.

Es importante también con este modelo de evaluación considerar los factores sociales vinculados a las variables y que repercuten en la imagen que da la empresa ante los Usuarios y esta se encuentra relacionada a los constante de reclamos por fugas y pérdidas no establecidas.

Ya que la Concesionaria responde a su Fiscalizador que es el Regulador de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado, el Modelo puede sustentar de manera técnica la inversión que este ente regulador pueda asignar para realizar mejoras en el sistema por mantenimientos del sector.

Por tal razón después de haber evaluado los resultados del capítulo anterior y consultado con técnicos en hidráulica que conocen el negocio y habiendo analizado su importancia dentro del negocio de distribución de Agua Potable se considerarán las siguientes variables para elaborar un modelo que defina prioridades de la rehabilitación de los sectores hidráulicos que son:

- 1) Nivel de índice de daños ml x 1000
- 2) Nivel de antigüedad
- 3) Nivel de costo de reparación por sector
- 4) Nivel de usuarios por sector
- 5) Tipo de Material predominante

Como se menciona estas serán las variables claves para estructurar un modelo que puede servir a cualquier negocio de Agua Potable o en su caso escoger otras variables que bajo el mismo criterio puedan dar un resultado de selección para priorizar alguna selección que se necesite obtener.

Al modelo lo llamaremos **IPOR** ya que significa Índice de Priorización óptima por Rehabilitación.

El modelo será multiplicativo entre categorías de las variables consideradas para este modelo, quedando la fórmula establecida de la siguiente manera:

$$IPOR = \left( \frac{\text{Nivel de indice de daños ml} \times 1000}{\text{antigüedad}} \right) \times \left( \frac{\text{Nivel de costos de reparación}}{\text{por sector}} \right) \times \left( \frac{\text{Material predominante}}{\text{Número de Usuarios por sector}} \right)$$

Cada variable arriba expuesta es una variable que originalmente fue numérica continua y que debe ser recodificada en categorías, el desafío es encontrar los niveles de segmentación para localizar las categorías de estas variables cuantitativas continuas. Por tal motivo se explicará paso a paso de cómo se llegó de variables con datos puros cuantitativos continuos tal cómo fueron entregadas las variables en las bases de datos originalmente pasando por la recodificación hasta llegar a la evaluación y contraste de los mismos y determinar si estos tienen prioridad de ser rehabilitados o se encuentran dentro de los parámetros permitidos por este modelo; para esto se tomará de ejemplo los datos de los sectores hidráulicos CRO-025 y N42-634 originales que se muestran a continuación:

**TABLA XV**

*Concesionaria de Agua de Guayaquil: Optimización de Proceso de Mantenimientos de redes de Agua Potable*

**Sectores de ejemplo para codificar modelo de optimización**

Sector	Total Redes (ml)	Año instalación	Daños	Costos invertidos en reparaciones (\$)	Número de Usuarios por sector	Material Predominante
CRO-025	22535	1963	660	\$ 85,809	2975	AC
N42-634	5093	2009	71	\$ 4,402	411	PEAD

**Fuente:** Concesionaria de Servicio de Agua de Guayaquil

**Elaboración:** Paulo C Cruz C

Ya que las variables originales que poseen los sectores de ejemplo tienen distintos tipos de unidades si se deseara multiplicar todas las variables posiblemente quedaría un número no entendible que tenga una unidad muy complicada para su comprensión y que no exprese mucho en significado de importancia, por tal motivo lo primero es transformar estas variables originales a alguna forma estandarizada de entendimiento de estas variables.

Una medida que los técnicos hidráulicos recomendaron para que los sectores hidráulicos tengan la misma densidad de daños por redes y que utilizaremos como base para la primera variable de nuestro modelo será obtener un índice, que se obtiene de la división de “*Daños*” sobre el “*Total de redes*” y multiplicarlo por 1000 (1000 mts igual a 1 Km), Esta medida estandariza a una unidad de densidad igual a los sectores sin importar que tan grande o pequeños sean en área, ya que el número que se obtenga estarán considerados bajo una misma unidad de medida y significará lo mismo para todos los sectores.

El resultado de los dos sectores ejemplo se exponen a continuación:

**TABLA XVI**

*Concesionaria de Agua de Guayaquil: Optimización de Proceso de Mantenimientos de redes de Agua Potable*

**Sectores de ejemplo para codificar modelo de optimización**

<b>Sector</b>	<b>Densidad de Daño por redes x 1000</b>
CRO-025	29.28803322
N42-634	13.94039159

**Fuente:** Concesionaria de Servicio de Agua de Guayaquil

**Elaboración:** Paulo C Cruz C

Esta nueva variable llamada “*Densidad de daños por redes X 1000*” se la recodificará pero ahora como una variable Cualitativa de cuatro categorías o niveles.

Los estadísticos que se utilizarán para dividir la variable en cuatro categorías serán los 3 cuartiles.

Esto se calcula utilizando toda la información de la Variable “*Densidad de daños por redes X 1000*” para todos los sectores hidráulicos y con su respectivo cálculo de Cuartiles los que funcionarán como resultados fronteras entre categorías, para el caso de la variable anteriormente mencionada fueron calculados los siguientes cuartiles:

**TABLA XVII**

*Concesionaria de Agua de Guayaquil: Optimización de Proceso de Mantenimientos de redes de Agua Potable*

**Sectores de ejemplo para codificar modelo de optimización**

Nivel de índice de daños ml x 1000	Valores
Q1	4.5202578
Q2	7.97543045
Q3	13.1245174

**Fuente:** Concesionaria de Servicio de Agua de Guayaquil

**Elaboración:** Paulo C Cruz C

Ante estos valores calculados y sabiendo que funcionarán como fronteras entre categorías, en el momento de asignar un valor de la escala, lo que toca es dar nombres e indicar el rango de cada categoría, esto se lo demuestra a continuación:

**TABLA XVIII**

*Concesionaria de Agua de Guayaquil: Optimización de Proceso de Mantenimientos de redes de Agua Potable*

**Sectores de ejemplo para codificar modelo de optimización**

Cuartiles para Nivel de índice de daños mlx1000	Valores de los cuartiles	Rangos de las categorías	Valor de la categoría	Nombre de la Categoría
Q1	4.520	$x < 4.52$	1	Muy Bajo
Q2	7.975	$4.52 \leq x \leq 7.97$	2	Bajo Normal
Q3	13.124	$7.97 \leq x \leq 13.12$	3	Alto Normal
		$x > 13.12$	4	Muy Alto

**Fuente:** Concesionaria de Servicio de Agua de Guayaquil

**Elaboración:** Paulo C Cruz C

Para calcular cada límite o frontera para el resto de las variables que se ya se mencionaron se utilizan también los cuartiles al igual que el cálculo de la variable Nivel de índice de daños ml x 1000 la tabla a continuación indica como quedaron los cuartiles y posterior a esto definidas las categorías:

**TABLA XIX**

*Concesionaria de Agua de Guayaquil: Optimización de Proceso de Mantenimientos de redes de Agua Potable*

**Estructura de categorización de variables**

Nombre de Variable	Nombre de Categoría	Valor de Cuartiles	Intervalos de evaluación para cada variable	Valor asignado Recodificado para cada Categoría
Nivel de índice de daños ml x 1000	1) Muy Bajo	Q1=4.5	$x < Q1$	1
	2) Bajo Normal	Q2=8	$Q1 \leq x < Q2$	2
	3) Alto Normal	Q3=13	$Q2 \leq x < Q3$	3
	4) Muy Alto		$\geq Q3$	4
Costo de reparación por sector	1) Muy Bajo Costo	Q1=1700	$x < Q1$	1
	2) Normal Bajo Costo	Q2=6230	$Q1 \leq x < Q2$	2
	3) Normal Alto Costo	Q3=12580	$Q2 \leq x < Q3$	3
	4) Muy Alto Costo		$\geq Q3$	4
Nivel de antigüedad	1) Menos de 16 años	Q1=16	$x < Q1$	1
	2) de 16 a 24 años	Q2=24	$Q1 \leq x < Q2$	2
	3) de 25 a 34 años	Q3=34	$Q2 \leq x < Q3$	3
	4) Más de 34 años		$\geq Q3$	4
Nivel de Usuarios por sector	1) Muy bajas cuentas	Q1=215	$x < Q1$	1
	2) Media Baja cuentas	Q2=580	$Q1 \leq x < Q2$	2
	3) Media Alta cuentas	Q3=1026	$Q2 \leq x < Q3$	3
	4) Muy altas cuentas		$\geq Q3$	4
Tipo de material predominante	1) MIXTOS		No Aplica	1
	2) PEAD		No Aplica	2
	3) HD		No Aplica	3
	4) PVC		No Aplica	4
	5) AC		No Aplica	5

**Fuente:** Concesionaria de Servicio de Agua de Guayaquil

**Elaboración:** Paulo C Cruz C

Aunque existen otros métodos de discretización de variables cuantitativas a cualitativas con algoritmos más robustos (Liu & Setiono, 1995), dividir a la variable en 4 categorías utilizando los cuartiles es más sencillo ya que define a los intervalos en frecuencias iguales.

Una vez que se han definido los cuartiles, sus nombres de categorías y el valor asignado recodificado para cada categoría; se puede decir que las variables se han estandarizado a una unidad adimensional y el resultado de la multiplicación estará vinculado a una función de distribución acumulada del cual se observará su cálculo más adelante.

Esta modalidad de recodificar las variables se observó en el capítulo anterior para realizar los cálculos de contrastes estadísticos para las tablas cruzadas.

Para la variable Tipo de Material predominante, que no es una variable cuantitativa que se puede segmentar con los estadísticos como los cuartiles y recodificar como ya se explico se le debe dar un tratamiento diferente ya que es una variable nominal con 5 categorías (Asbesto Cemento “AC”; Hierro Dúctil “HD”; Policloruro de vinilo PVC“; Polietileno de Alta Densidad “PEAD” y Varios materiales “Mixtos”; ); para variables de tipo nominal lo que se hace es buscar una relación de que material afecta de peor manera el rendimiento de de las redes y este ranking definido se le da un valor de categoría que puede ser multiplicado con las variables anteriores, el ranking de que material afecta más a las redes se encuentra establecido en el Capítulo III.

Retomando las dos variables de ejemplo quedan expresadas sus categorías recodificadas de la siguiente manera:

**TABLA XX**

*Concesionaria de Agua de Guayaquil: Optimización de Proceso de Mantenimientos de redes de Agua Potable*

**Sectores de ejemplo para codificar modelo de optimización**

Sector	Nivel de índice de daños ml x 1000	Nivel de antigüedad	Nivel de Costo de Reparación por sector	Nivel de Usuarios por sector	Tipo de material predominante
CRO-025	MUY ALTO	más de 30 años	ALTO COSTO	Muy altos usuarios	AC
N42-634	MUY ALTO	Menores a 15 años	MEDIO COSTO	Medio bajos usuarios	PEAD

**Fuente:** Concesionaria de Servicio de Agua de Guayaquil

**Elaboración:** Paulo C Cruz C

El mismo ejemplo pero ahora con los resultados de los valores recodificados se muestran en la siguiente tabla.

**TABLA XXI**

*Concesionaria de Agua de Guayaquil: Optimización de Proceso de Mantenimientos de redes de Agua Potable*

**Sectores de ejemplo para codificar modelo de optimización**

Sector	Nivel de índice de daños ml x 1000	Nivel de antigüedad	Nivel de Costo de Reparación por sector	Nivel de Usuarios por sector	Tipo de material predominante
CRO-025	4	4	4	4	5
N42-634	4	1	2	2	2

**Fuente:** Concesionaria de Servicio de Agua de Guayaquil

**Elaboración:** Paulo C Cruz C

En esta etapa se puede realizar un modelo multiplicativo entre los valores de categorías (Fine, 1973) si ejecutamos este criterio con los resultados para los sectores serían los siguientes:

$$IPOR_{CRO-025} = 4 \times 4 \times 4 \times 4 \times 4 \times 5 = 1280$$

$$IPOR_{N42-634} = 4 \times 1 \times 2 \times 2 \times 2 = 32$$

Para el sector CRO-025 el resultado es de 1280 mientras que para el sector N42-634 es de 32 estos resultados numéricamente indicarían que el que obtuvo el mayor valor tiene

mayor prioridad para rehabilitar las redes, sin embargo que valores se pueden considerar representativos para tomar una decisión de rehabilitar o no un sector hidráulico. Para tomar una decisión una forma para estimar que estos valores son representativos o no, se lo puede obtener al realizar el cálculo del espacio muestral para todos los posibles resultados de la multiplicación de las categorías por las variables de evaluación.

Existen 1280 posibles soluciones, de multiplicar todas las combinaciones de las categorías para cada variable.

Al final todos los resultados de la multiplicación de las variables generarán una función de distribución que se detallada a continuación:

**TABLA XXII**

*Concesionaria de Agua de Guayaquil: Optimización de Proceso de Mantenimientos de redes de Agua Potable*

**Distribución de probabilidades para 5 variables y sus categorías**

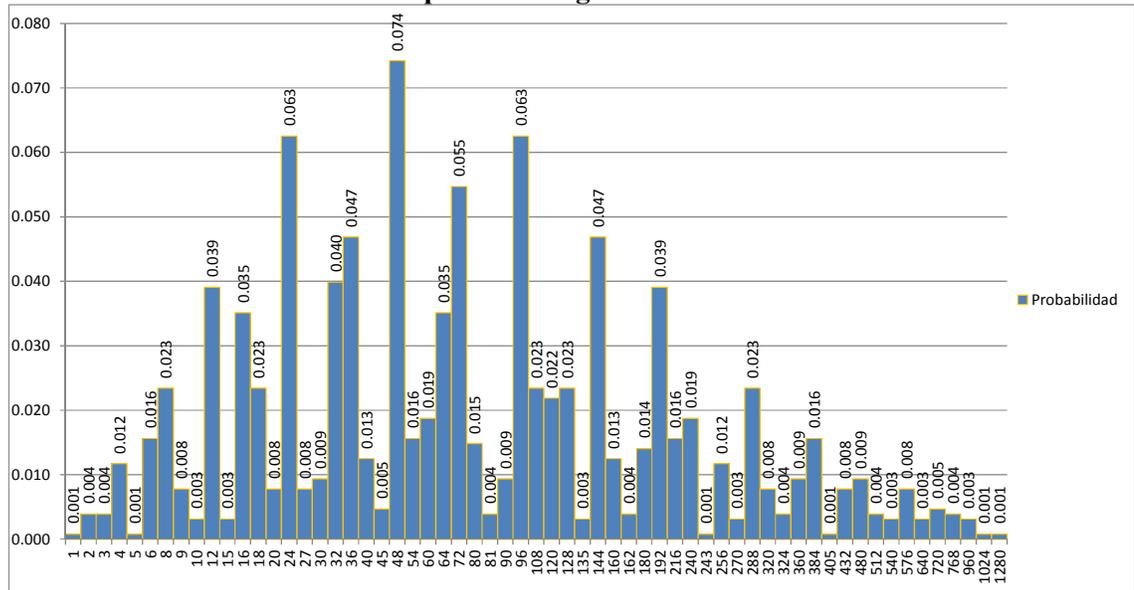
$P(X = x)$	{	$p$ 0.00078 ; $x = 1, 5, 243, 405, 1024, 1280$
		$p$ 0.00312 ; $x = 10, 15, 135, 270, 540, 640, 960$
		$p$ 0.00390 ; $x = 2, 3, 81, 162, 324, 512, 768$
		$p$ 0.00468 ; $x = 45, 720$
		$p$ 0.00781 ; $x = 9, 20, 27, 320, 432, 576$
		$p$ 0.00937 ; $x = 30, 90, 360, 480$
		$p$ 0.01171 ; $x = 4, 256$
		$p$ 0.01406 ; $x = 180$
		$p$ 0.01562 ; $x = 6, 54, 216, 384$
		$p$ 0.01875 ; $x = 60, 240$
		$p$ 0.02187 ; $x = 120$
		$p$ 0.02343 ; $x = 8, 18, 108, 128, 288$
		$p$ 0.03515 ; $x = 16, 64$
		$p$ 0.03906 ; $x = 12, 192$
		$p$ 0.03984 ; $x = 32$
		$p$ 0.04687 ; $x = 36, 144$
		$p$ 0.05468 ; $x = 72$
$p$ 0.06250 ; $x = 24, 96$		
$p$ 0.07421 ; $x = 48$		
$Resto$ de $x = 0$		

**Fuente:** Concesionaria de Servicio de Agua de Guayaquil

**Elaboración:** Paulo C Cruz C

Donde su Histograma de Probabilidades quedaría representado de la siguiente manera.

**Gráfico 4.1**  
*Optimización del Proceso de Mantenimiento de Redes*  
**Histograma de probabilidades para el espacio muestral de multiplicar 5 variables por sus categorías**



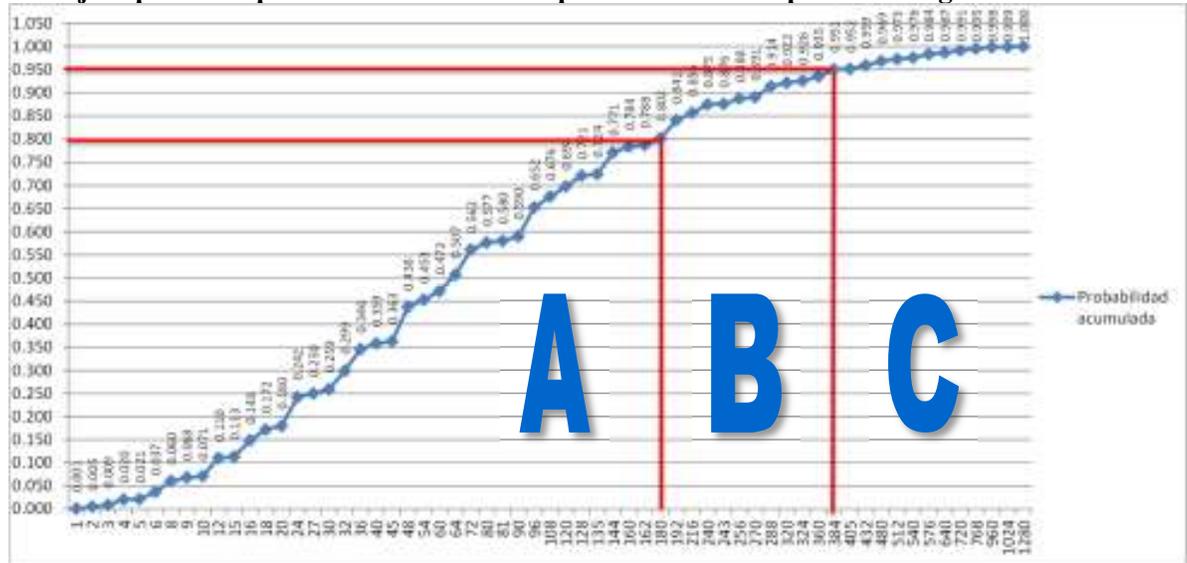
**Fuente:** Concesionaria de Servicio de Agua de Guayaquil

**Elaboración:** Paulo C Cruz C

Nótese que el histograma indica el valor con mayor probabilidad de ocurrencia al realizar la multiplicación de categorías de las variables, para evaluar los resultados que se generan de las multiplicación de las variables se utilizará la función de distribución acumulada  $F(x)$  representada gráficamente en una ojiva y si se considera el principio de Pareto que en su extracto indica que el 20% de los triviales expresan una relación del 80% de los vitales de alguna relación buscada entonces para nuestro escenario creado los valores que están por encima de este 0.80 en probabilidad son representativos así que para cualquier multiplicación de  $x \geq 180$  debe ser considerado para una rehabilitación por reparación, y será un sector con mayor prioridad o urgente aquellos superiores en probabilidad al 0.95 o sea  $x \geq 384$  ya que según el concepto de priorización ABC que se deriva del mencionado Principio de Pareto da una importancia de muy prioritaria a los resultados que caigan por encima de este valor. (Pareto, 1906).

El modelo gráfico de ojiva y las divisiones que se observan hacen referencia al modelo ABC que fue explicado en detalle en el Capítulo II.

**Gráfico 4.2**  
*Optimización del Proceso de Mantenimiento de Redes*  
**Ojiva para el espacio muestral de multiplicar 5 variables por sus categorías**

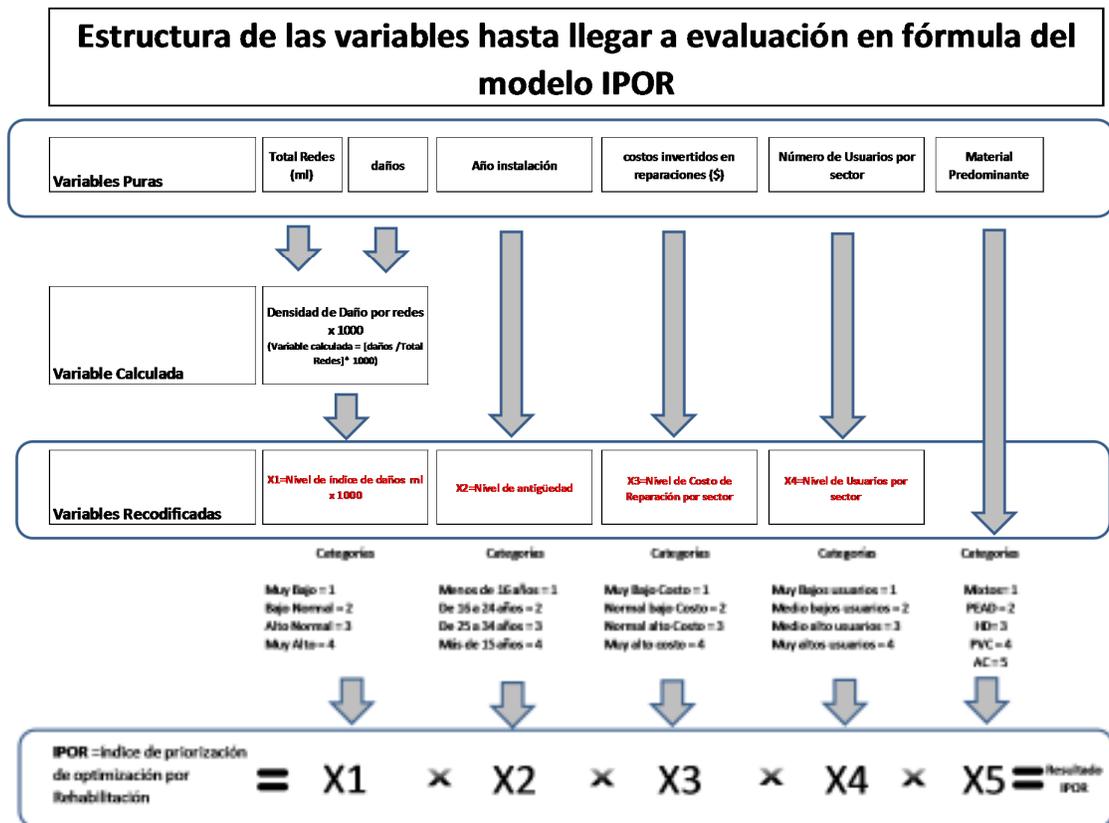


**Fuente:** Concesionaria de Servicio de Agua de Guayaquil  
**Elaboración:** Paulo C Cruz C

Para el ejemplo que se viene desarrollando de los dos sectores hidráulicos del sector CRO-025 el resultado de IPOR de 1280 tiene una prioridad muy alta de ser rehabilitado, ya que este valor supera los 384 que es el 0.95 de probabilidad, mientras que para el sector N42-634 con resultado IPOR de 32 no se considera significativo realizar una rehabilitación de sector hidráulico ya que no supera el valor de 180 que equivale el 0.80 de probabilidad.

A continuación se enseña el esquema explicado durante todo el Capítulo 4:

**Gráfico 4.3**  
*Optimización del Proceso de Mantenimiento de Redes*  
**Estructura de aplicación de modelo IPOR**



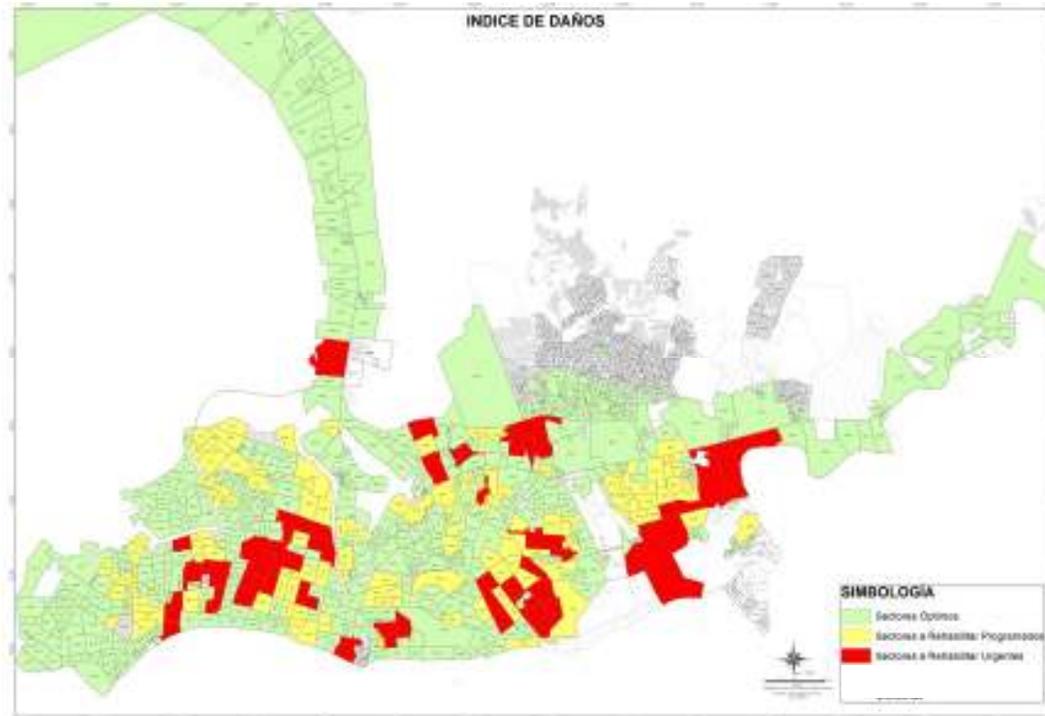
**Fuente:** Concesionaria de Servicio de Agua de Guayaquil  
**Elaboración:** Paulo C Cruz C

## 4.2 Resultados de la evaluación de todos los sectores hidráulicos en el modelo IPOR

Todo se resume a evaluar la totalidad de los sectores hidráulicos dando una visión general del estado de las redes de agua potable de una ciudad.

Para el caso de la ciudad de Guayaquil, el modelo IPOR evaluado en cada sector hidráulico se resume en el siguiente gráfico:

**Gráfico 4.4**  
*Optimización del Proceso de Mantenimiento de Redes*  
**Plano de Priorización por Rehabilitación por sector hidráulico**



**Fuente:** Concesionaria de Servicio de Agua de Guayaquil  
**Elaboración:** Paulo C Cruz C

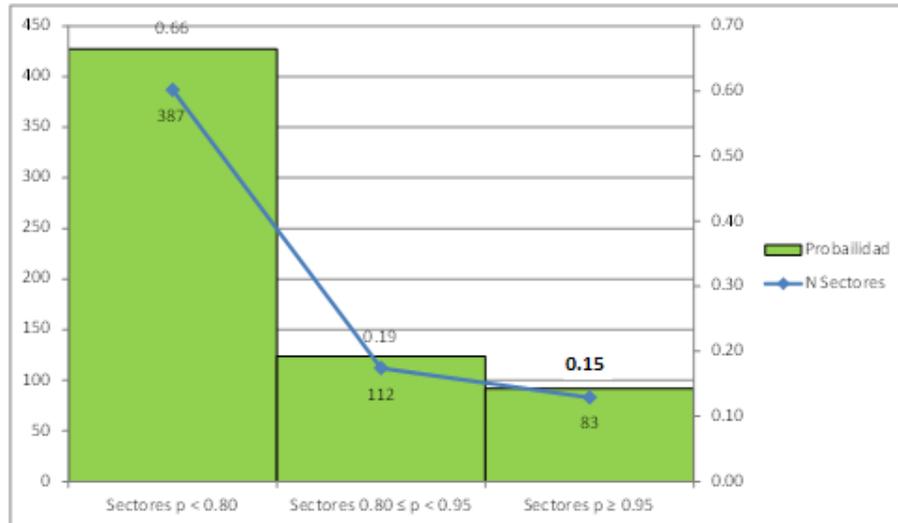
El gráfico 4.4 resume el análisis del proyecto categorizando gráficamente los tres niveles de priorización.

En la Ciudad de Guayaquil existen sectores críticos, como los sectores del centro por los que no ha pasado aún la regeneración, así como sectores identificados en los Sauces y sectores del Norte como los Vergeles Cooperativas Varias y Bastión Popular.

Existen sectores que se deben reparar pero de forma Planificada, estos sectores resaltados en amarillo son los que caen en la categoría de 0.80 a 0.95, generalmente se encuentran a lado de sectores a rehabilitar urgentes.

Los sectores resaltados de color verde, son los que por criterios de evaluación aún se encuentran dentro de los rangos de operación regular.

**Gráfico 4.5**  
*Optimización del Proceso de Mantenimiento de Redes*  
**Plano de Priorización por Rehabilitación por sector hidráulico**



**Fuente:** Concesionaria de Servicio de Agua de Guayaquil

**Elaboración:** Paulo C Cruz C

Como se observa la proporción del estado de sectores hidráulicos que deben ser reparados inmediatamente son 83 de 582 sectores hidráulicos lo que representa el 14% aproximadamente, estos sectores al evaluar sus condiciones en la fórmula IPOR arrojaron valores superiores al 95% de la distribución acumulada o sea para los valores que multiplicados sean  $x \geq 384$ .

Mientras que los sectores hidráulicos que deben ser reparados pero que no tienen una alta prioridad ya que se encuentran por encima de 80% pero inferiores al 95% son 112 lo que representa aproximadamente el 19% del universo de sectores hidráulicos.

Esto indicaría que el 34% de los sectores de Guayaquil deben ser rehabilitados para obtener una mayor eficiencia y reducción de pérdidas del aproximadamente 80% si se aplica el concepto de Pareto (ABC).

El resultado detallado de los sectores hidráulicos que deben ser rehabilitados se adjunta en lo ANEXOS.

El 66% de los sectores de la ciudad de Guayaquil se consideran en estado óptimo para la operación a la fecha de esta investigación.

**TABLA XXIII**

*Concesionaria de Agua de Guayaquil: Optimización de Proceso de Mantenimientos de redes de Agua Potable*

**Cantidad de redes a rehabilitar luego de la evaluación.**

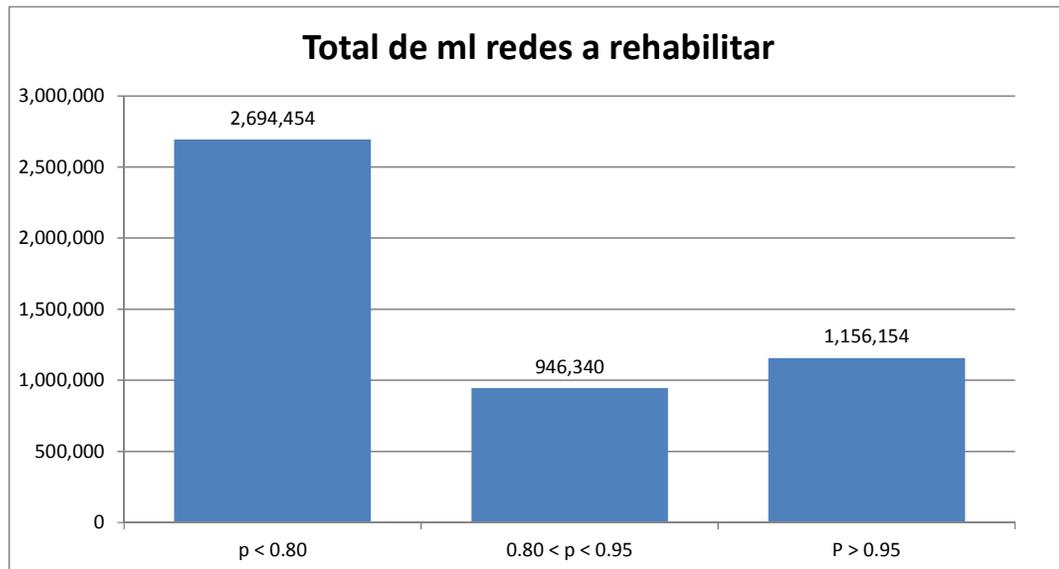
	Total de ml redes a rehabilitar	Monto de inversión para rehabilitar a \$80 c/ml
P > 0.95	1'156.154 ml	\$ 92'492.324
0.80 < p < 0.95	946.340 ml	\$ 75'707.200
p < 0.80	2'694.454ml	-
<b>Total</b>	<b>4'796.948 ml</b>	<b>\$ 168'199.520</b>

**Fuente:** Concesionaria de Servicio de Agua de Guayaquil

**Elaboración:** Paulo C Cruz C

**Gráfico 4.6**

*Optimización del Proceso de Mantenimiento de Redes*  
**Plano de Priorización por Rehabilitación por sector hidráulico**



**Fuente:** Concesionaria de Servicio de Agua de Guayaquil

**Elaboración:** Paulo C Cruz C

### **4.3 Contraste de la metodología expuesta versus referencias encontradas en el desarrollo de esta investigación.**

En el desarrollo de esta investigación existieron diferentes puntos de partidas para tratar de establecer este trabajo final, ya que al recabar material bibliográfico de trabajos similares realizados para empresas de agua potable, habían limitaciones sobre todo en autores de habla española, la mayoría de los trabajos citados hacían referencias a estudios privados contratados por municipios o empresas concesionarias de agua potable y saneamiento y dichos informes no hacía referencia a relaciones bibliográficas claras en estos estudios.

Las referencias más claras que se pudieron observar en relación a indicadores, sin esto derivar en un estudio profundo de priorización de reparación de sectores hidráulicos lo presentó ADERASA, que es la Asociación de entes reguladores de agua y saneamiento de las Américas.

Los datos que se pudieron observar son los obtenidos por una reunión regional realizada en el año 2011 en donde se hacen comparaciones de servicios entre entes reguladores sin esto derivar en modelos que puedan ayudar a determinar fallas y prioridades para la reparación de las redes de las diferentes ciudades a las que estas empresas representan.

Los modelos más parecidos a encontrar un número que de peso o ponderación de prioridades para este trabajo, desafortunadamente no fueron encontrados en las ramas de la ingeniería civil o la hidráulica sino en la seguridad industrial y priorización de riesgos, ya que en esta rama para realizar la evaluación de los riesgos existen modelos multiplicativos que miden el riesgo de multiplicar la consecuencia por la exposición y por la probabilidad como lo propuso William Fine en su libro evaluación Matemática para la evaluación y control de riesgos (Fine, 1973), este método generalmente para evaluar riesgos sobre todo de índole mecánica genera valores que pueden indicar que tan peligrosos como someros pueden ser los riesgos a las que están expuestos los trabajadores en sus actividades, sin embargo este modelo no presentaba un valor de contraste por lo que después de múltiples revisiones se determinó que la mejor forma de contrastar los resultados multiplicativos sería contra un modelo ampliamente utilizado en temas de eficiencia y calidad como la teoría de Vilfredo Pareto del 80-20.

Sin embargo el camino recorrido y con el apoyo de referencias bibliográficas estadísticas como el libro de probabilidad y estadística de G Zurita 2008 o de Alvarado J y Obagi J en fundamentos de inferencia estadística 2008, brindaron las herramientas para evaluar las variables multiplicativas que se utilizarían y para al final utilizar un número de contraste calculado que saldría de la idea de multiplicar variables de William Fine como ya fue mencionado.

Lo más complicado fue encontrar este valor de contraste teórico para saber si este número calculado de la multiplicación era significativo o no, encontrando nuevamente el concepto de calcular una función de probabilidades expuesto en el libro de G Zurita y cálculo del mismo de todas las posibles soluciones de multiplicar variables del modelo propuesto.

Tal vez lo más complicado resultó dentro de este trabajo recodificar las variables cuantitativas continuas en cualitativas ordinales para lo cual se utilizaron los cuartiles como referencia de esta división, se trató de soportar esta forma de dividir estas variables con bibliografía conocida para hacerla, encontrado que la mayoría de los trabajos realizados en este sentido han sido para aplicación de la parte informática y que han realizado trabajos similares los autores Kerbert R en 1992 con su publicación Chimarge: Discretización of numeric attributes.

Todas estas áreas y soportes bibliográficos anteriormente mencionados dan como resultado el producto final de este trabajo que espera contribuya como punto de partida a similares trabajos para la creación de eficiencias en el sector de la distribución de las redes de agua potable.

# CONCLUSIONES

- Se puede concluir que el material instalado afecta la eficiencia de las redes de agua potable como se pudo observar en el Capítulo III así al realizar el análisis de Residuos para la tabla de contingencia de Tipo de material Predominante y el Nivel de índice de daños de ml x 1000 se observa que tanto el AC y el PVC son los materiales con mayor índice de daños por sectores Hidráulicos mientras que los materiales que se consideran Mixtos y el PEAD son los que poseen sectores con menor índice de daños.
- Se observa que las variables de estudio: “*Nivel de índices de daños ml x 1000, Nivel de antigüedad, Nivel de Costos de reparación por sector, Nivel de usuarios por sector, Tipo de material*”, se ajustan perfectamente como variables de solución dentro del negocio de distribución de agua potable.
- El análisis de Correspondencias Múltiples establece que estadísticamente existe evidencia sobre la explicación de la varianza del 0.878 para las cinco variables antes mencionadas como importantes al momento de interactuar entre sí.
- El modelo de priorización de la optimización por renovación ha identificado 83 sectores hidráulicos que deben ser rehabilitados urgentemente por el criterio ABC y que estas rehabilitaciones deberían ser consideradas por la concesionaria dentro de sus futuras programaciones.
- Se concluye que 195 de los sectores de la Ciudad de Guayaquil deben ser rehabilitados según la evaluación del Modelo IPOR, ya que cumplen la condición del 80-20 de Pareto y si se conoce que el Nivel de Agua No Contabilizada representan el 57% aproximadamente para todo Guayaquil (valor proporcionado por personal técnico de la concesionaria) entonces sí se rehabilitan estos sectores se optimizaría en 48 puntos porcentuales el valor de pérdidas llegando a un valor teórico de pérdidas de 12% aproximadamente, cumpliendo con esto con uno de los objetivos planteados al inicio de esta investigación.
- El modelo de priorización de la optimización por renovación es un modelo que no solo sirve para la línea de negocios de distribución de agua potable sino que

encontrando las variables adecuadas, armando las categorías apropiadas y este resultado evaluándolo contra el modelo multiplicativo del espacio muestral encontrado para las distintas variables se puede convertir en un modelo general que priorice y evalúe distintos resultados para distintos tipos de situaciones.

- Al utilizar la ley de Pareto y el modelo ABC derivado de este se pueden fijar líneas bases, dentro de los negocios de distribución de Agua Potable; esta es una de las razones principales en cuando a calidad y eficiencia se refiere y al tener los valores con los cuales contrastar los resultados obtenidos y posteriormente mejorar esas líneas bases con las metas preestablecidas es el objetivo de sistema de calidad.

# RECOMENDACIONES

- Utilizar estos resultados de parte del concesionario para obtener financiamiento con el ente regulador de los sectores más críticos presentados en este estudio
- Utilizar el modelo con información de al menos 4 años para obtener conclusiones y tendencias más amplias.
- Experimentar con otras variables que no fueron consideradas para este estudio ya que se estaban recabando información por ejemplo presiones, caudales por sectores, costos de consumos por usuarios, entre otros para reemplazar las variables existentes por estas o ampliar el modelo al momento del cálculo.
- Plasmar el modelo obtenido en un software que haga el cálculo y de ser factible realizar la evaluación gráfica directamente.
- Se ha escogido para este modelo de evaluación a los sectores hidráulicos sin embargo la fórmula con otras variables se pudiere utilizar para evaluaciones en plantas de producción, estaciones de bombeos, infraestructuras o plantas de tratamientos.
- Como el evaluar todo el sistema de distribución de Agua Potable en el Modelo planteado, conllevará inversión para la rehabilitación de los sectores críticos, se recomienda llevar una serie temporal de las evaluaciones históricas que se realicen bajo los mismos parámetros de evaluación y así observar la mejora continua del sistema.

## GLOSARIO

**Sector Hidráulico:** Extensión parcelada de Guayaquil con redes de agua potable que son Hidráulicamente independientes unas de otras por válvulas de paso

**Macrosectores Hidráulicos:** Conjunto de sectores hidráulicos que son alimentados de agua potable por un acueducto principal que se origina en la planta La Toma o en algún reservorio de la Ciudad de Guayaquil

**Nivel Freático:** Es la distancia que se encuentra desde la superficie del suelo hasta un acuífero de agua subterránea, dicho de otra forma al cavar y encontrar el suelo empapado de agua se entiende por nivel freático.

**AC:** Tuberías elaboradas de material Asbesto Cemento

**PVC:** Tuberías elaboradas de material de Cloruro de Polivinilo

**PEAD:** Tuberías elaboradas de material de Polietileno de Alta Densidad

**HD** Tuberías elaboradas de material Hierro Dúctil

**CRO:** Hace referencia al macrosector de la zona Centro alimentado por el Reservorio del Oeste (Sector de Bellavista)

**CSA:** Hace referencia al macrosector de la zona Centro alimentado por el Reservorio de Santa Ana (Sector Cerro Sanata Ana)

**CTC** Hace referencia al macrosector de la zona Centro alimentado por el Reservorio de Tres Cerritos (Sector Lomas de Urdesa)

**CTP** Hace referencia al macrosector de la zona Centro alimentado por el acueducto de Portete

**N16** Hace referencia al macrosector de la zona Norte alimentado por el acueducto de 16''

**N42** Hace referencia al macrosector de la zona Norte alimentado por el acueducto de 42''

**N50** Hace referencia al macrosector de la zona Norte alimentado por el acueducto de 50''

**N72** Hace referencia al macrosector de la zona Norte alimentado por el acueducto de 72''

**N80** Hace referencia al macrosector de la zona Norte alimentado por el acueducto de 80''

**NRO** Hace referencia al macrosector de la zona Norte alimentado por el Reservorio del Oeste

**NTC** Hace referencia al macrosector de la zona Norte alimentado por el Reservorio Tres Cerritos

**S72** Hace referencia al macrosector de la zona Sur alimentado por el acueducto de 72''

**SGU** Hace referencia al macrosector de la zona Sur alimentado por el Reservorio del Guasmo

**SRO** Hace referencia al macrosector de la zona Sur alimentado por el Reservorio del Guasmo

## BIBLIOGRAFÍA

- ADERASA. (2011). *Grupo Regional de trabajo Benchmarking (GRTB)*. Buenos Aires: Ediciones ADERASA.
- Alvarado, J., & Obagi, J. (2008). *Fundamentos de inferencia estadística*. Bogota: Pontificia Universidad Javeriana.
- American Waterworks Association Research Foundation. (1999). *Residential End Uses of Water*. NJ: Publications- American Water Works Association.
- Avilés, E. (2013). *Agua Potable de Guayaquil, Enciclopedia del Ecuador*. Guayaquil: Pagina Web.
- Ceresana. (2013). *Market Study: Polyethylene -HDPE*. pagina Web.
- Concesionaria de los servicios de Agua Potable y Alcantarillado. (2013). *Informes Anuales e Internos de la Concesionaria*. Guayaquil: Dirección de Regulación.
- Ferraz, M. (1995). *SPSS para Windows Análisis Estadístico*. Madrid: Mc Graw Hill.
- Fine, W. (1973). *Mathematical Evaluations for controlling Hazards*. Widner.
- Florsheim, I. (2012). Tríptico de elaboración de Agua Potable. *Revista Interagua*, 2.
- INEC. (2013). *Ecuador en Cifras*. Quito: Editorial del Instituto Ecuatoriano de Estadística y Censos.
- Kerbert, R. (1992). Chimerge: Discretization of numeric Attributes, AAAI-92. *Tenth National Conference on Artificial Intelligence*.
- Liu, H., & Setiono, R. (1995). Feature selection and discretization of numeric attributes. *IEEE 24th International Conference on Tools with Artificial Intelligence*, (pág. 388). Herdon, Virginia.
- Montgomery, D. (2004). *Control Estadístico de la Calidad (Introduction to Statistical Quality Control)*. México: Limusa-Wiley.
- Moser, A., & Folkman, S. (2008). *Buried Pipe Design*. New York: Mc Graw-Hill.
- Organización de las Naciones Unidas. (2013). *Water Scarcity International Decade for Action "Water for life"*. Nueva York: Ediciones ONU.
- Organización para las Naciones Unidas. (1986). *Exámen del Documento de orientación para la adopción de un proyecto de decisión sobre el amianto crisolito*. New York: Editorial de la ONU.

- Pareto, V. (25 de mayo de 1906). *Wikipedia*. Recuperado el 15 de agosto de 2014, de Wikipedia la enciclopedia Libre: [https://es.wikipedia.org/wiki/Principio\\_de\\_Pareto](https://es.wikipedia.org/wiki/Principio_de_Pareto)
- Veolia Environnement. (2014). *Quienes Somos*. Ciudad de México.: Web de la Organización.
- Wilkes, C., & Summers, J. (2005). *PVC Handbook*. Hanser Verlag.
- Zurita, G. (2008). *Probabilidad y Estadística - Fundamentos y Aplicaciones, 1era edición*. Guayaquil: Ediciones de la Espol.

# **Anexos**

# Anexo 1

1) SECTOR	2) AC	3) HD	4) PEAD	5) PVC	6) OTR OS	7) Total Redes	8) Año de instalación	9) DAÑ OS	10) Densidad de Daño por redes x1000	12) ZONA	13) costos invertidos en reparaciones	14) N Usuarios x sector	15) CATEGORIA DE SECTOR
CRO-002	78	1538	1398	19852	0	22865	1963	138	6.0353	CENTRO	\$ 4,952	2114	URBANO
CRO-003	2127	5862	91	2927	305	11311	1963	99	8.7522	CENTRO	\$ 14,744	1149	URBANO
CRO-006	16	7103	5	1119	0	8242	1963	101	12.254	CENTRO	\$ 18,446	779	URBANO
CRO-010	2945	9670	2759	2309	1410	19093	1963	191	10.003	CENTRO	\$ 18,891	2002	URBANO
CRO-011	382	7110	250	985	348	9074	1963	95	10.469	CENTRO	\$ 7,793	833	URBANO
CRO-025	6963	4631	1000	4426	5514	22535	1963	660	29.288	CENTRO	\$ 85,809	2975	URBANO
CRO-048	27	0	11589	121	0	11738	1963	74	6.3044	CENTRO	\$ 3,378	1484	URBANO
CRO-049	3	0	11587	1472	2	13063	1963	84	6.430171164	CENTRO	\$ 2,859	1410	URBANO
CRO-050	0	0	7353	0	0	7353	1963	39	5.303869488	CENTRO	\$ 980	1014	URBANO
CSA-000	117	14018	0	622	1529	16287	1963	344	21.12153777	CENTRO	\$ 14,577	951	URBANO
CSA-035	12	21030	184	254	993	22473	1963	168	7.47560578	CENTRO	\$ 7,793	1770	URBANO
CSA-213	0	6515	87	75	823	7500	1995	18	2.40015942	CENTRO	\$ 1,197	515	URBANO
CSA-214	88	11002	0	276	657	12024	1995	166	13.806068	CENTRO	\$ 7,282	1779	URBANO
CSA-215	0	8332	249	1	1	8584	1995	47	5.475520515	CENTRO	\$ 2,768	944	URBANO
CSA-216	12	5940	0	0	1	5953	1995	74	12.43091407	CENTRO	\$ 3,919	611	URBANO
CSA-217	0	9052	0	0	468	9521	1995	44	4.621573792	CENTRO	\$ 1,662	1388	URBANO
CSA-218	0	11365	0	57	1463	12885	1995	87	6.75199025	CENTRO	\$ 7,843	1108	URBANO
CTC-012	324	9720	9	3502	1700	15254	1963	101	6.621276539	CENTRO	\$ 5,504	779	URBANO
CTC-013	63	10023	0	87	1180	11353	1963	52	4.580309472	CENTRO	\$ 2,403	725	URBANO
CTC-014	0	7368	772	421	20	8581	1963	80	9.323082432	CENTRO	\$ 3,300	493	URBANO
CTC-015	253	5224	408	78	1203	7167	1963	70	9.767420174	CENTRO	\$ 1,609	384	URBANO
CTC-016	728	10155	554	32	966	12436	1963	81	6.513466562	CENTRO	\$ 2,750	756	URBANO
CTC-017	278	10832	0	71	1281	12461	1963	144	11.55595631	CENTRO	\$ 8,857	913	URBANO
CTC-018	201	7052	656	360	1113	9382	1963	111	11.83117953	CENTRO	\$ 9,445	815	URBANO
CTC-019	75	8839	716	1131	169	10929	1963	72	6.58779173	CENTRO	\$ 4,815	871	URBANO
CTC-020	563	2617	553	413	423	4568	1963	92	20.13801979	CENTRO	\$ 21,254	379	URBANO
CTC-021	99	10166	1377	1590	205	13438	1963	137	10.19523681	CENTRO	\$ 10,924	1164	URBANO
CTC-022	1	5274	309	511	197	6291	1963	47	7.470659752	CENTRO	\$ 3,433	465	URBANO
CTC-023	14	1595	17070	3694	415	22788	1963	377	16.54386262	CENTRO	\$ 47,707	1962	URBANO
CTC-024	1220	8197	293	3966	1569	15245	1963	288	18.89094416	CENTRO	\$ 63,094	1872	URBANO
CTC-026	5306	5295	2127	228	1534	14489	1963	130	8.972187942	CENTRO	\$ 11,367	674	URBANO
CTC-027	4954	2	1828	960	272	8016	1963	99	12.35104358	CENTRO	\$ 14,244	554	URBANO
CTC-028	8229	210	1291	303	1161	11194	1963	148	13.22152919	CENTRO	\$ 31,612	606	URBANO
CTC-029	5200	172	2718	1993	3106	13189	1963	223	16.90773252	CENTRO	\$ 40,397	836	URBANO
CTC-030	4307	198	579	7156	1962	14200	1980	180	12.67563291	CENTRO	\$ 41,423	880	URBANO
CTC-031	9032	102	7	506	4261	13909	1963	179	12.86934513	CENTRO	\$ 33,610	1222	URBANO
CTC-032	900	8457	240	1249	6191	17036	1963	145	8.511511441	CENTRO	\$ 19,045	1576	URBANO
CTC-033	8608	860	94	263	908	10733	1963	95	8.851518577	CENTRO	\$ 13,638	702	URBANO
CTC-034	178	7426	86	1292	439	9421	1963	145	15.39070111	CENTRO	\$ 14,932	816	URBANO
CTC-052	16	4	6262	95	4	6379	1963	67	10.50320928	CENTRO	\$ 2,609	709	URBANO
CTC-053	380	502	6430	0	331	7643	1963	46	6.018616972	CENTRO	\$ 10,184	606	URBANO
CTC-082	0	9373	810	1240	568	11991	1963	91	7.588801954	CENTRO	\$ 8,031	653	URBANO
CTC-083	2	11573	117	239	1499	13429	1963	113	8.414919083	CENTRO	\$ 5,845	723	URBANO
CTC-084	0	6375	1404	66	2242	10087	1963	133	13.18547049	CENTRO	\$ 14,188	531	URBANO
CTC-085	0	4997	258	23	0	5278	1963	51	9.663032553	CENTRO	\$ 2,130	320	URBANO
CTC-086	0	7951	1568	63	967	10548	1963	77	7.299623588	CENTRO	\$ 3,093	617	URBANO
CTC-087	0	4524	265	0	0	4789	1963	27	5.638248262	CENTRO	\$ 1,417	273	URBANO
CTC-088	0	12060	0	0	1108	13168	1963	61	4.632416729	CENTRO	\$ 3,022	792	URBANO
CTC-089	843	9981	880	65	590	12359	1963	88	7.12017217	CENTRO	\$ 7,384	588	URBANO
CTC-090	293	7233	767	57	115	8466	1963	64	7.559348206	CENTRO	\$ 5,632	517	URBANO
CTC-091	22	14306	0	1988	2579	18896	1963	176	9.314338481	CENTRO	\$ 24,243	1293	URBANO
CTC-092	237	9450	243	2	0	9932	1963	47	4.73216999	CENTRO	\$ 2,038	341	URBANO
CTC-093	3805	1173	262	1724	732	7696	1963	100	12.99426684	CENTRO	\$ 11,781	654	URBANO
CTC-094	538	6552	0	423	2	7515	1963	50	6.653140977	CENTRO	\$ 5,348	350	URBANO

1) SECTOR	2) AC	3) HD	4) PEAD	5) PVC	6) OTR OS	7) Total Redes	8) Año de instalación	9) DAÑ OS	10) Densidad de Daño por redes x1000	12) ZONA	13) costos invertidos en reparaciones	14) N Usuarios x sector	15) CATEGORIA DE SECTOR
CTC-095	349	4439	296	0	326	5411	1963	62	11.45875996	CENTRO	\$ 5,505	288	URBANO
CTC-097	0	6721	0	0	857	7578	1963	25	3.299123807	CENTRO	\$ 834	212	URBANO
CTC-300	3532	7	0	349	943	4832	1970	1	0.206964564	CENTRO	\$ 13	86	URBANO
CTP-001	0	2472	22	34077	632	37204	1998	261	7.015357409	CENTRO	\$ 17,655	3195	URBANO
CTP-004	351	686	0	8714	468	10219	1998	123	12.03598619	CENTRO	\$ 11,537	848	URBANO
CTP-005	719	9393	472	4341	508	15433	1998	285	18.46706354	CENTRO	\$ 31,353	1704	URBANO
CTP-007	1202	166	120	8510	13	10011	1998	55	5.493972381	CENTRO	\$ 5,420	753	URBANO
CTP-008	276	287	15743	565	6	16876	1998	170	10.07360192	CENTRO	\$ 11,576	1374	URBANO
CTP-009	859	1413	19345	1	0	21618	1998	248	11.47210005	CENTRO	\$ 22,365	1760	URBANO
CTP-036	408	445	5662	0	0	6515	2004	40	6.139363522	CENTRO	\$ 1,223	542	URBANO
CTP-037	2	165	4912	110	0	5189	2004	31	5.97449652	CENTRO	\$ 894	514	URBANO
CTP-038	203	611	5587	490	4	6894	2004	43	6.237121416	CENTRO	\$ 2,338	649	URBANO
CTP-039	0	0	5005	77	0	5082	2004	17	3.345400547	CENTRO	\$ 704	408	URBANO
CTP-040	0	295	4801	188	0	5285	2004	17	3.216811951	CENTRO	\$ 347	535	URBANO
CTP-041	0	628	8266	0	0	8894	2004	22	2.473698522	CENTRO	\$ 690	755	URBANO
CTP-042	0	0	7742	0	0	7742	2004	51	6.587281176	CENTRO	\$ 3,339	748	URBANO
CTP-043	0	0	6663	0	0	6663	2004	31	4.652486901	CENTRO	\$ 1,274	774	URBANO
CTP-044	0	261	10163	1583	0	12007	2004	91	7.578730494	CENTRO	\$ 2,953	1308	URBANO
CTP-045	0	657	9523	50	6	10236	2004	60	5.861721363	CENTRO	\$ 1,694	1280	URBANO
CTP-046	0	319	7949	0	0	8268	2006	49	5.92647851	CENTRO	\$ 1,903	960	URBANO
CTP-047	160	375	9863	34	0	10432	2006	58	5.559681725	CENTRO	\$ 2,171	1179	URBANO
CTP-051	1	0	12975	114	192	13282	2006	91	6.851188981	CENTRO	\$ 3,689	1403	URBANO
CTP-054	7	111	25	4316	0	4458	1994	58	13.00959132	CENTRO	\$ 2,943	443	URBANO
CTP-055	12	1398	9	5655	0	7074	1994	47	6.644322738	CENTRO	\$ 4,479	629	URBANO
CTP-056	0	399	0	5338	0	5736	1994	77	13.42306309	CENTRO	\$ 6,644	703	URBANO
CTP-057	0	27	17	5246	0	5290	1994	52	9.829775155	CENTRO	\$ 1,674	549	URBANO
CTP-058	0	899	0	4771	0	5670	1994	92	16.22589961	CENTRO	\$ 9,039	1059	URBANO
CTP-059	0	0	11	3865	0	3876	1994	76	19.60910049	CENTRO	\$ 8,258	537	URBANO
CTP-060	0	166	70	5205	0	5441	1998	48	8.821938967	CENTRO	\$ 5,372	546	URBANO
CTP-061	0	669	799	2149	0	3617	1998	58	16.03738934	CENTRO	\$ 5,648	611	URBANO
CTP-062	0	360	1577	1405	0	3342	1998	68	20.34765947	CENTRO	\$ 6,188	490	URBANO
CTP-063	0	490	349	3126	0	3966	1998	87	21.9385268	CENTRO	\$ 6,748	834	URBANO
CTP-064	654	429	5	11429	0	12517	1998	90	7.189946448	CENTRO	\$ 7,463	983	URBANO
CTP-065	173	149	13	6994	0	7330	1998	85	11.59663805	CENTRO	\$ 7,099	718	URBANO
CTP-066	0	1934	35	10163	0	12132	1998	333	27.44859304	CENTRO	\$ 27,960	1797	URBANO
CTP-067	434	126	13	11961	257	12791	1998	83	6.48892702	CENTRO	\$ 4,971	1081	URBANO
CTP-068	58	27	9	6679	0	6772	1998	63	9.302674252	CENTRO	\$ 6,290	674	URBANO
CTP-069	0	734	0	9738	0	10472	1998	220	21.00916726	CENTRO	\$ 20,666	1935	URBANO
CTP-070	0	1261	0	11016	0	12278	1994	120	9.773925998	CENTRO	\$ 9,044	1023	URBANO
CTP-071	128	259	75	7220	39	7720	1994	35	4.533408661	CENTRO	\$ 3,112	650	URBANO
CTP-072	1441	484	632	5120	219	7896	1994	121	15.3245012	CENTRO	\$ 17,074	705	URBANO
CTP-073	290	2776	136	13853	4	17058	1994	234	13.71754301	CENTRO	\$ 27,123	2096	URBANO
CTP-074	0	2669	345	10820	0	13834	1994	199	14.38489036	CENTRO	\$ 15,896	2424	URBANO
CTP-075	0	1914	3	8057	0	9974	1994	151	15.1398888	CENTRO	\$ 15,158	1378	URBANO
CTP-076	76	2995	0	6426	0	9497	1994	173	18.21559433	CENTRO	\$ 21,132	1381	URBANO
CTP-077	0	305	1177	5856	0	7339	1994	200	27.25300662	CENTRO	\$ 25,769	1541	URBANO
CTP-078	0	1995	0	6536	0	8531	1994	140	16.41031822	CENTRO	\$ 13,677	1723	URBANO
CTP-079	0	282	581	4555	0	5418	1994	101	18.64104318	CENTRO	\$ 7,778	817	URBANO
CTP-080	0	450	0	4423	0	4873	1994	45	9.234325489	CENTRO	\$ 3,570	698	URBANO
CTP-081	600	61	8557	1225	0	10443	1964	73	6.990064336	CENTRO	\$ 7,945	1225	URBANO
CTP-098	0	124	4028	310	0	4463	1964	44	9.859443582	CENTRO	\$ 2,379	385	URBANO
CTP-229	0	233	0	32	0	265	1964	0	0	CENTRO	0	2	URBANO
N16-531	954	3	196	595	6388	8136	1990	0	0	NORTE	0	179	TERRENO NATURAL
N42-369	0	0	0	747	0	747	1990	11	14.72888993	NORTE	\$ 3,686	10	TERRENO NATURAL
N42-419	9167	383	151	2804	600	13104	1990	113	8.623050472	NORTE	\$ 24,173	660	TERRENO NATURAL
N42-420	1513	300	92	793	1	2699	1958	18	6.669892995	NORTE	\$ 2,296	77	TERRENO NATURAL
N42-421	0	0	510	2841	0	3351	1958	0	0	NORTE	0	37	TERRENO NATURAL

1) SECTOR	2) AC	3) HD	4) PEAD	5) PVC	6) OTR OS	7) Total Redes	8) Año de instalación	9) DAÑ OS	10) Densidad de Daño por redes x1000	12) ZONA	13) costos invertidos en reparaciones	14) N Usuarios x sector	15) CATEGORIA DE SECTOR
N42-422	2765	0	0	704	0	3469	1958	8	2.30620871	NORTE	\$ 987	131	TERRENO NATURAL
N42-423	1967	305	968	4606	6429	14275	1958	58	4.063142538	NORTE	\$ 4,798	629	URBANO
N42-424	0	549	0	6318	128	6994	1958	14	2.001584134	NORTE	\$ 1,299	387	URBANO
N42-425	2428	0	487	2367	1255	6536	1958	36	5.507544618	NORTE	\$ 4,207	463	URBANO
N42-426	7497	729	203	4596	0	13025	1958	80	6.142125277	NORTE	\$ 13,549	771	URBANO
N42-427	5138	399	92	3837	0	9467	1958	74	7.816916004	NORTE	\$ 9,400	487	URBANO
N42-428	2301	2641	0	8692	9	13643	1980	179	13.12014433	NORTE	\$ 33,431	1052	URBANO
N42-429	4501	965	514	3629	0	9610	1958	91	9.469344887	NORTE	\$ 14,945	860	URBANO
N42-430	71	0	0	3095	0	3166	1980	137	43.26646175	NORTE	\$ 13,976	936	URBANO
N42-431	7	0	14	2993	0	3014	1980	11	3.649582115	NORTE	\$ 795	65	URBANO
N42-432	177	578	0	7095	0	7850	1980	92	11.72018247	NORTE	\$ 14,199	1604	URBANO
N42-434	0	599	0	2158	0	2758	1980	69	25.02263328	NORTE	\$ 10,225	531	URBANO
N42-435	0	276	2534	3030	2	5841	1980	47	8.046205987	NORTE	\$ 4,491	725	URBANO
N42-436	581	1554	0	10932	15	13082	1980	58	4.433541816	NORTE	\$ 5,377	1310	URBANO
N42-437	0	0	0	822	11	833	1980	17	20.41104319	NORTE	\$ 1,939	22	URBANO
N42-438	1451	653	216	8250	812	11383	1980	118	10.3666611	NORTE	\$ 35,746	1012	TERRENO NATURAL
N42-439	339	705	743	10341	1271	13399	1980	39	2.910662906	NORTE	\$ 8,702	769	TERRENO NATURAL
N42-453	580	56	297	7538	413	8885	1988	93	10.46748824	NORTE	\$ 33,291	326	TERRENO NATURAL
N42-454	788	1670	858	2996	0	6311	1988	68	10.77419451	NORTE	\$ 14,154	515	TERRENO NATURAL
N42-455	0	116	29	4660	17	4822	1988	138	28.61968872	NORTE	\$ 10,444	836	TERRENO NATURAL
N42-456	0	2925	3479	16475	0	22878	1988	228	9.96581948	NORTE	\$ 29,373	2788	URBANO
N42-457	0	186	2111	13649	85	16031	1988	242	15.09580018	NORTE	\$ 34,489	1812	URBANO
N42-458	0	1752	1834	7946	15	11547	1988	90	7.793985217	NORTE	\$ 9,160	475	URBANO
N42-459	0	625	204	10251	34	11114	1988	121	10.88670692	NORTE	\$ 26,281	1169	URBANO
N42-460	15	0	4411	7972	0	12398	1988	270	21.77747737	NORTE	\$ 27,714	1574	URBANO
N42-461	0	0	975	2449	16	3440	1988	53	15.40855778	NORTE	\$ 4,998	449	URBANO
N42-462	308	1383	420	1399	842	4352	1988	21	4.824837421	NORTE	\$ 2,318	64	URBANO
N42-463	0	83	932	1456	946	3417	1988	22	6.437734748	NORTE	\$ 76,599	113	URBANO
N42-501	1904	3143	4409	19378	2459	31293	1988	405	12.94223805	NORTE	\$ 53,296	2820	URBANO
N42-513	0	361	580	2868	405	4213	1980	12	2.848113593	NORTE	\$ 2,660	435	URBANO
N42-514	0	0	0	610	648	1258	1980	15	11.92442295	NORTE	\$ 2,052	51	URBANO
N42-613	292	77	47886	2221	812	51287	1983	919	17.91864422	NORTE	\$ 88,462	4916	TERRENO NATURAL
N42-614	0	0	37211	126	440	37777	1983	199	5.267711581	NORTE	\$ 17,356	2891	TERRENO NATURAL
N42-615	0	0	0	205	80	285	1983	3	10.50940908	NORTE	\$ 128	27	TERRENO NATURAL
N42-630	0	0	2255	308	482	3045	2009	59	19.37589399	NORTE	\$ 5,868	276	TERRENO NATURAL
N42-632	0	0	2955	0	1	2956	2009	68	23.00307119	NORTE	\$ 4,004	223	TERRENO NATURAL
N42-633	0	0	7200	0	0	7200	2009	76	10.55531248	NORTE	\$ 3,648	518	TERRENO NATURAL
N42-634	0	0	5093	0	0	5093	2009	71	13.94039159	NORTE	\$ 4,402	411	TERRENO NATURAL
N42-635	0	0	8338	0	3	8341	2009	61	7.313030888	NORTE	\$ 402	568	TERRENO NATURAL
N42-636	0	0	4143	244	0	4388	2009	28	6.381437591	NORTE	\$ 1,495	280	TERRENO NATURAL
N42-637	0	0	4001	0	0	4001	2009	19	4.749126872	NORTE	\$ 1,066	280	TERRENO NATURAL
N42-638	0	0	5738	0	0	5738	2009	15	2.614086003	NORTE	\$ 764	342	TERRENO NATURAL
N42-639	0	0	10674	183	2	10860	2009	88	8.103447272	NORTE	\$ 6,905	744	TERRENO NATURAL
N42-640	0	3	7569	367	11	7950	2009	4	0.50317594	NORTE	\$ 646	418	TERRENO NATURAL
N42-641	0	0	6862	3	120	6985	2009	45	6.441973759	NORTE	\$ 3,700	419	TERRENO NATURAL
N42-642	0	0	6059	232	69	6360	2009	42	6.603297439	NORTE	\$ 4,139	439	TERRENO NATURAL

1) SECTOR	2) AC	3) HD	4) PEAD	5) PVC	6) OTR OS	7) Total Redes	8) Año de instalación	9) DAÑ OS	10) Densidad de Daño por redes x1000	12) ZONA	13) costos invertidos en reparaciones	14) N Usuarios x sector	15) CATEGORIA DE SECTOR
N42-643	0	0	8502	46	0	8548	2009	54	6.317402673	NORTE	\$ 1,279	467	TERRENO NATURAL
N42-644	0	0	9409	218	652	10279	2009	30	2.918614396	NORTE	\$ 3,565	634	TERRENO NATURAL
N42-645	0	0	8449	95	1034	9578	2009	53	5.533578963	NORTE	\$ 2,627	565	TERRENO NATURAL
N42-646	0	0	5698	46	899	6643	2009	9	1.35484143	NORTE	\$ 370	409	TERRENO NATURAL
N42-647	0	0	9840	0	257	10097	2009	55	5.447362373	NORTE	\$ 5,478	682	TERRENO NATURAL
N42-648	0	0	7838	3	3	7844	2009	39	4.971985006	NORTE	\$ 5,804	468	TERRENO NATURAL
N42-649	0	0	6431	0	0	6431	2009	18	2.798843389	NORTE	\$ 1,150	414	TERRENO NATURAL
N42-650	0	0	8080	0	0	8080	2009	48	5.940228176	NORTE	\$ 1,854	513	TERRENO NATURAL
N42-651	0	0	1954	0	0	1954	2009	21	10.74652333	NORTE	\$ 1,141	212	TERRENO NATURAL
N42-652	0	0	8850	0	0	8850	2009	111	12.54273619	NORTE	\$ 4,481	401	TERRENO NATURAL
N42-653	0	0	1279	0	0	1279	2009	81	63.32800411	NORTE	\$ 3,116	172	TERRENO NATURAL
N42-657	0	0	11368	0	217	11585	2009	11	0.949480556	NORTE	\$ 322	674	TERRENO NATURAL
N42-658	0	0	5766	211	288	6266	2009	20	3.191988018	NORTE	\$ 2,555	459	TERRENO NATURAL
N42-659	0	0	8695	89	91	8875	2009	6	0.676050431	NORTE	\$ 1,146	706	TERRENO NATURAL
N42-660	0	0	10328	289	5	10623	2009	6	0.564821613	NORTE	\$ 316	820	TERRENO NATURAL
N42-661	0	0	7811	0	0	7811	2009	29	3.712620524	NORTE	\$ 1,259	497	TERRENO NATURAL
N42-662	0	0	5395	0	0	5395	2009	15	2.780600414	NORTE	\$ 465	314	TERRENO NATURAL
N42-663	0	0	7959	0	0	7959	2009	61	7.664722858	NORTE	\$ 2,147	771	TERRENO NATURAL
N42-664	2	185	404	5852	0	6443	2009	10	1.552167742	NORTE	\$ 511	935	TERRENO NATURAL
N42-668	0	0	247	0	0	247	2009	5	20.22571077	NORTE	\$ 1,908	1268	TERRENO NATURAL
N42-674	0	0	587	0	0	587	2009	0	0	NORTE	0	561	TERRENO NATURAL
N42-678	0	0	5070	0	0	5070	2009	8	1.578031782	NORTE	\$ 85	272	TERRENO NATURAL
N42-848	0	0	4	316	1	322	2009	0	0	NORTE	0	4	TERRENO NATURAL
N42-850	0	167	250	1260	0	1677	2009	0	0	NORTE	0	650	TERRENO NATURAL
N42-857	524	125	0	294	0	943	2009	0	0	NORTE	0	0	TERRENO NATURAL
N50-305	2138	0	756	208	12	3113	1990	67	21.5211153	NORTE	\$ 24,753	280	URBANO
N50-306	1179	309	1120	1292	0	3901	1990	124	31.78927761	NORTE	\$ 28,212	191	URBANO
N50-307	0	0	0	522	208	730	1990	10	13.70523209	NORTE	\$ 1,280	150	URBANO
N50-308	1535	12	3510	799	389	6245	1990	39	6.244599703	NORTE	\$ 7,050	74	URBANO
N50-309	3517	0	532	47	118	4214	1990	44	10.44066257	NORTE	\$ 8,993	137	URBANO
N50-311	546	0	0	52	0	598	1990	1	1.673231226	NORTE	\$ 32	7	URBANO
N50-312	7581	11	326	708	386	9013	1966	210	23.30007211	NORTE	\$ 56,053	1218	URBANO
N50-313	7038	3	0	100	375	7516	1966	140	18.62754946	NORTE	\$ 30,618	660	URBANO
N50-314	471	0	520	1785	0	2776	1966	34	12.24710271	NORTE	\$ 6,327	229	URBANO
N50-315	4777	0	366	982	720	6845	1966	145	21.18302225	NORTE	\$ 23,292	797	URBANO
N50-316	1578	0	430	0	0	2008	1970	2	0.99583209	NORTE	\$ 379	360	URBANO
N50-317	0	0	109	775	54	937	1986	2	2.133353732	NORTE	\$ 253	9	URBANO
N50-318	0	127	141	3404	200	3873	1986	6	1.549079906	NORTE	\$ 1,478	463	URBANO
N50-319	0	0	0	789	479	1268	1986	15	11.82601961	NORTE	\$ 4,557	18	URBANO
N50-320	0	0	392	2456	411	3260	1986	51	15.64399099	NORTE	\$ 35,026	101	URBANO
N50-321	21	0	1149	4235	0	5405	1986	55	10.17596944	NORTE	\$ 26,662	210	URBANO
N50-322	1035	0	108	1102	29	2275	1986	28	12.30557067	NORTE	\$ 43,329	3	URBANO
N50-323	0	0	0	3041	0	3041	1986	15	4.933182539	NORTE	\$ 1,138	80	URBANO
N50-324	5173	72	387	3363	0	8995	1986	19	2.112283878	NORTE	\$ 6,185	73	URBANO

1) SECTOR	2) AC	3) HD	4) PEAD	5) PVC	6) OTR OS	7) Total Redes	8) Año de instalación	9) DAÑ OS	10) Densidad de Daño por redes x1000	12) ZONA	13) costos invertidos en reparaciones	14) N Usuarios x sector	15) CATEGORIA DE SECTOR
N50-325	5253	0	0	1538	0	6792	1986	79	11.63213942	NORTE	\$ 8,303	519	URBANO
N50-334	828	0	64	4801	0	5693	1986	58	10.18792328	NORTE	\$ 7,582	420	URBANO
N50-335	255	71	541	9742	0	10609	1986	83	7.823329559	NORTE	\$ 18,914	540	URBANO
N50-337	36	0	0	3121	0	3157	1986	9	2.851149105	NORTE	\$ 9,628	6	URBANO
N50-341	2832	0	0	1800	331	4963	1986	56	11.28340769	NORTE	\$ 5,015	189	URBANO
N50-342	14	0	0	4508	0	4523	1986	43	9.507335292	NORTE	\$ 6,035	304	URBANO
N50-343	217	36	2123	1577	2652	6605	1986	19	2.876658103	NORTE	\$ 4,263	727	URBANO
N50-379	10	7	1173	5983	1149	8321	1986	120	14.42059467	NORTE	\$ 19,831	662	URBANO
N50-444	6471	0	663	3873	1435	12441	1990	94	7.555384845	NORTE	\$ 7,338	1021	URBANO
N50-445	10	0	0	3933	146	4090	1994	18	4.401196351	NORTE	\$ 1,917	298	URBANO
N50-446	0	0	647	4003	904	5553	1994	212	38.17504816	NORTE	\$ 19,420	848	URBANO
N50-448	0	0	128	2742	426	3296	1994	64	19.41804165	NORTE	\$ 5,221	313	URBANO
N50-449	0	0	0	458	0	458	1994	37	80.70293505	NORTE	\$ 4,054	41	URBANO
N50-450	7176	71	1900	559	152	9858	1994	73	7.404780684	NORTE	\$ 8,091	1164	URBANO
N50-451	6467	0	48	0	4	6519	1994	94	14.41838401	NORTE	\$ 10,183	921	URBANO
N50-452	4002	0	506	2332	0	6840	1994	126	18.420008	NORTE	\$ 12,934	1080	URBANO
N50-464	0	0	0	6077	443	6520	1994	52	7.975430449	NORTE	\$ 3,623	674	URBANO
N50-465	174	0	104	1641	198	2117	1994	55	25.98543512	NORTE	\$ 5,438	590	URBANO
N50-466	78	0	0	2162	381	2621	1994	8	3.052104149	NORTE	\$ 637	167	URBANO
N50-475	182	740	14794	9675	1003	26394	1994	188	7.122735531	NORTE	\$ 17,464	1048	URBANO
N50-476	4385	1489	2435	9032	1478	18820	1998	243	12.91206568	NORTE	\$ 45,392	587	URBANO
N50-477	0	5	126	4121	261	4513	1998	13	2.880648754	NORTE	\$ 900	481	URBANO
N50-480	0	559	4	5198	283	6044	1998	34	5.62537376	NORTE	\$ 5,501	133	URBANO
N50-485	99	689	518	13630	1226	16163	1998	159	9.837349863	NORTE	\$ 19,115	1933	URBANO
N50-486	7	222	93	8200	3582	12104	1998	84	6.939766499	NORTE	\$ 39,980	604	URBANO
N50-503	0	0	127	469	1117	1714	1993	6	3.500900762	NORTE	\$ 1,072	3	URBANO
N50-549	0	0	0	234	360	593	1994	3	5.054992725	NORTE	\$ 462	4	URBANO
N50-550	932	15	422	1063	497	2930	1998	25	8.53378959	NORTE	\$ 6,337	20	URBANO
N50-583	0	13	83	307	473	876	1998	2	2.283544005	NORTE	\$ 652	15	URBANO
N50-585	0	0	1059	0	1110	2170	1998	12	5.531078177	NORTE	\$ 3,857	28	URBANO
N50-590	0	0	0	607	0	607	1998	83	136.8215495	NORTE	\$ 19,364	22	URBANO
N50-591	0	0	14	773	0	787	1998	5	6.354502865	NORTE	\$ 8,181	199	URBANO
N50-595	0	0	2088	5	5885	7978	1998	3	0.376022733	NORTE	\$ 121	85	URBANO
N50-598	0	0	0	3	442	445	1998	21	47.16364264	NORTE	\$ 3,317	13	URBANO
N50-599	0	1	109	0	260	371	1998	3	8.081090633	NORTE	\$ 41	23	URBANO
N50-600	0	0	273	0	754	1027	1998	1	0.973418258	NORTE	\$ 33	74	URBANO
N50-609	0	7	0	485	557	1049	1958	0	0	NORTE	0	82	URBANO
N50-611	0	571	0	115	0	686	1998	1	1.458100725	NORTE	\$ 377	1	URBANO
N50-629	0	200	0	1523	180	1902	1998	21	11.03899742	NORTE	\$ 3,650	270	URBANO
N50-665	31	19	2556	2396	5366	10368	1998	0	0	NORTE	0	1	URBANO
N50-849	0	61	825	1054	431	2371	1990	2	0.843449094	NORTE	\$ 486	234	URBANO
N50-851	0	0	684	328	197	1208	1990	0	0	NORTE	0	253	URBANO
N50-856	0	0	0	1805	0	1805	1990	0	0	NORTE	0	0	URBANO
N72-301	4703	0	714	73	623	6114	1990	90	14.7210092	NORTE	\$ 14,662	776	URBANO
N72-303	5972	0	192	291	1543	7999	1990	104	13.0020213	NORTE	\$ 17,377	790	URBANO
N72-304	6393	1	1134	1518	1193	10239	1990	220	21.48622765	NORTE	\$ 45,574	641	URBANO
N72-326	25	0	63	8789	3	8881	1984	46	5.179869362	NORTE	\$ 13,186	387	URBANO
N72-327	634	0	1549	1699	0	3883	1984	79	20.34629563	NORTE	\$ 23,268	121	URBANO
N72-328	1095	0	121	5713	13	6942	1984	40	5.762423871	NORTE	\$ 4,946	354	URBANO
N72-329	1107	0	1042	12382	584	15115	1984	60	3.969582936	NORTE	\$ 12,319	804	URBANO
N72-330	923	0	1916	14615	537	17991	1984	101	5.613812766	NORTE	\$ 42,119	1110	URBANO
N72-331	2959	7	0	292	921	4179	1984	8	1.914346428	NORTE	\$ 38,684	151	URBANO
N72-332	1283	0	193	6197	0	7673	1984	66	8.601402589	NORTE	\$ 7,281	519	URBANO
N72-336	14	6	1354	6798	0	8172	1984	75	9.177163236	NORTE	\$ 8,777	773	URBANO
N72-338	0	228	370	6140	0	6738	1984	47	6.975724773	NORTE	\$ 5,278	481	URBANO
N72-339	925	61	709	6550	632	8876	1984	44	4.957107239	NORTE	\$ 6,111	672	URBANO
N72-340	8325	10	373	1315	680	10702	1984	85	7.942337236	NORTE	\$ 12,389	1092	URBANO
N72-344	276	33	772	14639	730	16448	1984	110	6.687668496	NORTE	\$ 15,886	1153	URBANO
N72-345	52	6	279	9172	0	9510	1984	78	8.202040158	NORTE	\$ 7,002	800	URBANO
N72-346	1219 2	608	201	1155	57	14213	1984	79	5.558176508	NORTE	\$ 17,891	1275	URBANO

1) SECTOR	2) AC	3) HD	4) PEAD	5) PVC	6) OTR OS	7) Total Redes	8) Año de instalación	9) DAÑ OS	10) Densidad de Daño por redes x1000	12) ZONA	13) costos invertidos en reparaciones	14) N Usuarios x sector	15) CATEGORIA DE SECTOR
N72-347	3482	230	1514	207	0	5434	1984	81	14.90681093	NORTE	\$ 12,163	710	URBANO
N72-348	13211	37	2259	1563	0	17070	1984	227	13.29835793	NORTE	\$ 18,691	1928	URBANO
N72-349	7467	123	912	425	0	8927	1984	91	10.1935376	NORTE	\$ 6,828	1084	URBANO
N72-350	11414	26	942	1419	5	13806	1984	165	11.95092881	NORTE	\$ 15,645	1345	URBANO
N72-351	129	22	219	9602	0	9971	1984	69	6.919780321	NORTE	\$ 6,070	1180	URBANO
N72-352	431	0	777	12091	31	13331	1984	263	19.72891875	NORTE	\$ 31,642	2176	URBANO
N72-354	100	0	374	21498	0	21972	1984	449	20.43536679	NORTE	\$ 72,322	3379	URBANO
N72-355	993	0	357	11910	0	13260	1984	178	13.4236284	NORTE	\$ 17,799	1759	URBANO
N72-356	4	0	280	4383	0	4667	1984	41	8.785962681	NORTE	\$ 2,103	550	URBANO
N72-357	1028	0	115	7625	0	8768	1984	113	12.88744635	NORTE	\$ 8,940	1150	URBANO
N72-358	11572	509	565	756	14	13415	1984	159	11.85240953	NORTE	\$ 10,128	1782	URBANO
N72-359	986	109	384	7408	0	8886	1984	45	5.063940328	NORTE	\$ 4,864	384	URBANO
N72-360	434	0	413	6102	0	6950	1984	48	6.906594106	NORTE	\$ 4,988	386	URBANO
N72-361	271	0	76	6754	0	7101	1984	29	4.083909244	NORTE	\$ 1,818	389	URBANO
N72-362	0	0	7375	1974	0	9350	1984	167	17.86176362	NORTE	\$ 9,570	1086	URBANO
N72-363	323	0	1222	12089	0	13634	1984	179	13.12889053	NORTE	\$ 15,416	3110	URBANO
N72-364	14615	1	898	274	1	15790	1984	223	14.12277404	NORTE	\$ 39,691	2463	URBANO
N72-365	8934	4	490	838	15	10280	1984	193	18.77386317	NORTE	\$ 17,580	1647	URBANO
N72-366	1244	0	1157	49042	9	51453	1984	387	7.521467309	NORTE	\$ 23,795	5005	URBANO
N72-367	579	0	215	13079	0	13873	1984	62	4.469179891	NORTE	\$ 9,510	1204	URBANO
N72-368	13	0	0	3746	0	3759	1984	25	6.650396497	NORTE	\$ 11,409	256	URBANO
N72-370	457	0	1503	19440	28	21428	1984	106	4.94678704	NORTE	\$ 9,497	1723	URBANO
N72-371	2170	0	10	198	0	2377	1984	60	25.2406744	NORTE	\$ 3,314	224	URBANO
N72-372	5113	0	245	21040	6	26403	1984	117	4.431273966	NORTE	\$ 13,048	2104	URBANO
N72-373	0	0	601	2518	0	3119	1984	44	14.10666048	NORTE	\$ 3,430	291	URBANO
N72-374	415	0	0	10251	973	11639	1984	77	6.615573053	NORTE	\$ 8,873	897	URBANO
N72-375	0	0	2437	6950	334	9720	1984	266	27.36525799	NORTE	\$ 20,228	1266	URBANO
N72-376	0	0	59	2373	15	2447	1984	44	17.98146034	NORTE	\$ 3,750	122	URBANO
N72-377	0	0	0	566	0	566	1984	30	52.98722734	NORTE	\$ 13,044	14	URBANO
N72-378	0	0	357	5374	293	6024	1984	51	8.466342095	NORTE	\$ 48,749	427	URBANO
N72-380	0	988	6916	15818	1395	25117	1984	242	9.63471691	NORTE	\$ 34,429	2570	URBANO
N72-381	0	1478	1162	2021	293	4954	1984	22	4.441053687	NORTE	\$ 35,875	210	URBANO
N72-382	0	0	4654	1730	0	6385	1984	137	21.45720435	NORTE	\$ 9,798	876	URBANO
N72-383	0	1907	1974	14615	105	18600	1984	96	5.161153165	NORTE	\$ 5,818	1723	URBANO
N72-384	0	351	2230	10923	902	14405	1984	100	6.942029338	NORTE	\$ 9,118	1255	URBANO
N72-385	4	0	8671	110	631	9415	1984	93	9.878251256	NORTE	\$ 12,096	905	URBANO
N72-387	0	0	2	13600	593	14196	1984	145	10.2143981	NORTE	\$ 10,226	1736	URBANO
N72-388	0	304	35	17585	1088	19012	1984	218	11.4663218	NORTE	\$ 16,430	1463	URBANO
N72-389	0	668	919	85397	628	87613	1984	1193	13.61673644	NORTE	\$ 101,826	6641	URBANO
N72-390	0	0	10	7154	869	8032	1984	109	13.57100794	NORTE	\$ 16,768	1121	URBANO
N72-391	0	0	177	8118	0	8295	1984	90	10.85035825	NORTE	\$ 5,024	1226	URBANO
N72-392	0	0	6	8662	0	8668	1984	129	14.88259781	NORTE	\$ 7,225	1447	URBANO
N72-393	0	0	0	10424	0	10424	1984	152	14.58103588	NORTE	\$ 10,045	2015	URBANO
N72-394	787	0	1627	22902	1591	26907	1984	455	16.91038215	NORTE	\$ 46,054	4333	URBANO
N72-395	0	0	0	2814	0	2814	1984	36	12.793387	NORTE	\$ 1,856	304	URBANO
N72-396	0	0	534	3356	15	3906	1984	28	7.169051396	NORTE	\$ 9,867	357	URBANO
N72-397	0	0	0	17572	1744	19316	1984	170	8.800915864	NORTE	\$ 8,705	2542	URBANO
N72-398	0	0	0	10275	520	10795	1984	200	18.52770731	NORTE	\$ 13,391	1557	URBANO
N72-399	0	5084	114	26823	2290	34310	1984	354	10.31769191	NORTE	\$ 49,301	3533	URBANO
N72-447	1040	0	347	7693	0	9079	1998	59	6.498340593	NORTE	\$ 9,715	577	URBANO
N72-467	0	367	0	5452	0	5819	1998	51	8.764720671	NORTE	\$ 7,935	517	URBANO
N72-468	0	708	429	6170	8	7315	1998	78	10.66344506	NORTE	\$ 6,773	685	URBANO
N72-469	0	321	7727	6814	0	14861	1998	75	5.046630891	NORTE	\$ 5,649	1548	URBANO
N72-470	0	364	3107	11901	0	15371	1998	105	6.831070241	NORTE	\$ 7,431	2442	URBANO
N72-471	0	826	226	3635	165	4853	1998	38	7.830919537	NORTE	\$ 6,724	461	URBANO
N72-472	2	0	7310	13	475	7800	1998	53	6.795188519	NORTE	\$ 5,967	721	URBANO
N72-473	0	0	412	6832	364	7607	1998	53	6.966977616	NORTE	\$ 9,316	1016	URBANO
N72-474	0	0	23	4915	421	5359	1998	60	11.19532505	NORTE	\$ 7,336	613	URBANO

1) SECTOR	2) AC	3) HD	4) PEAD	5) PVC	6) OTR OS	7) Total Redes	8) Año de instalación	9) DAÑ OS	10) Densidad de Daño por redes x1000	12) ZONA	13) costos invertidos en reparaciones	14) N Usuarios x sector	15) CATEGORIA DE SECTOR
N72-478	0	0	0	0	544	544	1998	10	18.39108311	NORTE	\$ 64,654	205	URBANO
N72-481	0	546	2	6043	232	6823	1998	100	14.65678702	NORTE	\$ 21,869	711	URBANO
N72-482	0	1655	608	10543	844	13651	1998	182	13.33278313	NORTE	\$ 34,242	1959	URBANO
N72-483	4	1874	693	13357	0	15929	1998	208	13.05809144	NORTE	\$ 31,754	1892	URBANO
N72-484	0	339	240	4895	1164	6638	1998	67	10.0935631	NORTE	\$ 13,890	837	URBANO
N72-487	0	381	7092	4534	519	12526	1998	100	7.983176639	NORTE	\$ 182,010	1089	URBANO
N72-488	0	1041	274	11873	0	13188	1998	159	12.05645729	NORTE	\$ 27,515	2036	URBANO
N72-489	0	573	0	9130	0	9703	1998	286	29.47552392	NORTE	\$ 25,550	1437	URBANO
N72-490	5	290	5142	7283	892	13613	1998	116	8.520999969	NORTE	\$ 56,653	785	URBANO
N72-491	0	294	180	12070	481	13025	1998	149	11.43966525	NORTE	\$ 7,351	1578	URBANO
N72-492	38	0	3060	851	2693	6643	1998	99	14.90395081	NORTE	\$ 78,516	413	URBANO
N72-493	6569	35	861	4608	4994	17067	1998	108	6.328035363	NORTE	\$ 73,044	1470	URBANO
N72-494	0	299	641	8163	1117	10221	1998	106	10.37111237	NORTE	\$ 13,964	919	URBANO
N72-495	0	334	441	7799	147	8721	1998	135	15.48073908	NORTE	\$ 45,442	1211	URBANO
N72-496	0	593	22	2236	0	2850	1998	115	40.34519961	NORTE	\$ 7,727	426	URBANO
N72-497	0	0	261	2918	0	3179	1998	12	3.774796001	NORTE	\$ 2,896	309	URBANO
N72-498	0	247	415	9089	363	10114	1998	153	15.12801702	NORTE	\$ 23,513	1284	URBANO
N72-499	0	618	345	14293	0	15256	1998	246	16.12525707	NORTE	\$ 35,241	2068	URBANO
N72-502	8	14	561	1695	1752	4030	1990	12	2.97791715	NORTE	\$ 9,715	137	URBANO
N72-504	0	0	3905	1026	1649	6579	1990	8	1.215913665	NORTE	\$ 283	144	URBANO
N72-534	2999	33	2521	84	2657	8294	1980	39	4.702261218	NORTE	\$ 8,705	110	URBANO
N72-581	76	6	1160	527	6	1775	1980	11	6.196275799	NORTE	\$ 9,136	1	URBANO
N72-582	0	0	0	770	0	770	1980	6	7.791761472	NORTE	\$ 2,175	110	URBANO
N72-593	0	0	1528	0	0	1528	1980	2	1.309129828	NORTE	\$ 697	1	URBANO
N72-594	0	0	2855	0	164	3019	1980	7	2.318282976	NORTE	\$ 499	180	URBANO
N72-597	339	5	1806	4	2230	4385	1980	16	3.649040666	NORTE	\$ 1,300	264	URBANO
N72-601	0	0	747	2	629	1379	1980	20	14.5073556	NORTE	\$ 72,896	1	URBANO
N72-610	224	0	4	818	0	1047	1980	4	3.820800113	NORTE	\$ 373	213	URBANO
N72-628	0	0	752	96	535	1382	1980	9	6.512319517	NORTE	\$ 3,591	45	URBANO
N72-631	0	934	871	4047	0	5852	1980	52	8.886027314	NORTE	\$ 8,061	858	URBANO
N72-675	0	0	4881	38	1787	6706	1980	1	0.149116918	NORTE	\$ 40	393	URBANO
N72-684	0	1157	181	1207	889	3434	1998	0	0	NORTE	0	236	URBANO
N72-855	123	0	90	2602	0	2814	1990	0	0	NORTE	0	0	TERRENO NATURAL
N80-386	0	68	0	786	0	854	1990	28	32.79640031	NORTE	\$ 6,435	620	TERRENO NATURAL
N80-500	0	0	5370	0	0	5370	1990	44	8.193434415	NORTE	\$ 4,899	449	TERRENO NATURAL
N80-505	0	0	3310	65	1422	4798	1990	1	0.208438448	NORTE	\$ 55	43	TERRENO NATURAL
N80-532	0	0	569	11507	5	12080	1990	88	7.28455891	NORTE	\$ 12,182	1368	TERRENO NATURAL
N80-533	12245	3	517	6374	2671	21811	1990	107	4.905845048	NORTE	\$ 75,478	149	TERRENO NATURAL
N80-680	0	0	7	226	0	233	2009	3	12.85899531	NORTE	\$ 6,370	472	TERRENO NATURAL
N80-681	0	0	2353	0	1300	3653	2009	5	1.368749607	NORTE	\$ 295	332	TERRENO NATURAL
N80-682	0	0	4276	0	1700	5976	2009	3	0.501983767	NORTE	\$ 47	312	TERRENO NATURAL
N80-686	0	0	1197	46	689	1932	2009	2	1.03545371	NORTE	\$ 2	183	TERRENO NATURAL
N80-687	0	0	2946	0	1647	4593	2009	12	2.612749627	NORTE	\$ 178	353	TERRENO NATURAL
N80-728	0	0	0	0	88	88	2009	0	0	NORTE	0	466	TERRENO NATURAL
N80-729	0	0	0	0	176	176	2009	0	0	NORTE	0	599	TERRENO NATURAL
N80-731	0	0	163	0	0	163	2009	3	18.35109554	NORTE	\$ 1	541	TERRENO NATURAL
N80-732	0	19	119	0	0	138	2009	1	7.261534246	NORTE	\$ 2	463	TERRENO NATURAL
N80-734	0	0	727	43	100	870	2009	1	1.149850965	NORTE	\$ 40	555	TERRENO NATURAL
N80-735	0	0	544	0	0	544	2009	0	0	NORTE	0	355	TERRENO NATURAL

1) SECTOR	2) AC	3) HD	4) PEAD	5) PVC	6) OTR OS	7) Total Redes	8) Año de instalación	9) DAÑ OS	10) Densidad de Daño por redes x1000	12) ZONA	13) costos invertidos en reparaciones	14) N Usuarios x sector	15) CATEGORIA DE SECTOR
N80-737	0	0	0	0	286	286	2009	0	0	NORTE	0	182	TERRENO NATURAL
N80-781	0	0	0	0	144	144	2009	0	0	NORTE	0	0	TERRENO NATURAL
NRO-310	3454	0	455	368	0	4277	1968	20	4.676472301	NORTE	\$ 3,840	164	URBANO
NRO-400	22572	0	364	3642	1312	27890	1984	280	10.03954692	NORTE	\$ 96,159	1548	URBANO
NRO-401	51	2	8406	1720	267	10446	1984	137	13.11476541	NORTE	\$ 14,527	1154	URBANO
NRO-402	11	0	2273	648	296	3227	1984	25	7.746406673	NORTE	\$ 5,343	64	URBANO
NRO-404	5041	483	0	278	32	5833	1984	34	5.828584289	NORTE	\$ 1,585	296	URBANO
NRO-406	0	0	5634	0	543	6177	1984	46	7.44718316	NORTE	\$ 4,130	315	URBANO
NRO-407	92	0	472	518	173	1256	1984	3	2.389374374	NORTE	\$ 2,802	119	URBANO
NRO-408	0	111	0	7167	315	7592	1984	25	3.292743606	NORTE	\$ 1,790	518	URBANO
NRO-409	5098	1925	420	23	878	8345	1984	50	5.991589226	NORTE	\$ 13,489	328	URBANO
NRO-410	13435	0	221	630	14	14301	1984	70	4.894768119	NORTE	\$ 19,503	306	URBANO
NRO-411	640	751	133	4943	0	6467	1984	61	9.433069418	NORTE	\$ 10,420	817	URBANO
NRO-506	11563	488	21	0	938	13010	1958	57	4.381154148	NORTE	\$ 6,870	501	URBANO
NRO-507	3932	373	24	351	0	4679	1958	54	11.54048718	NORTE	\$ 6,269	265	URBANO
NRO-516	0	0	2684	1036	0	3720	1980	13	3.494887387	NORTE	\$ 771	90	URBANO
NRO-517	138	0	602	9131	931	10802	1980	27	2.499601463	NORTE	\$ 10,492	600	URBANO
NRO-518	605	0	336	4053	485	5479	1980	14	2.555355187	NORTE	\$ 1,139	202	URBANO
NRO-519	548	3	0	0	558	1110	1980	3	2.703235199	NORTE	\$ 102	3	URBANO
NRO-520	0	0	0	129	0	129	1980	11	85.12431802	NORTE	\$ 926	1	URBANO
NRO-521	0	0	80	8245	806	9131	1980	40	4.380526396	NORTE	\$ 3,588	507	URBANO
NRO-522	0	0	0	4471	291	4762	1980	45	9.448900074	NORTE	\$ 2,211	321	URBANO
NRO-523	0	0	0	0	450	450	1980	78	173.3879924	NORTE	\$ 7,185	25	URBANO
NRO-524	5	0	25	344	1331	1706	1980	140	82.08070934	NORTE	\$ 32,891	289	URBANO
NRO-525	0	0	0	0	580	580	1980	190	327.5609714	NORTE	\$ 14,231	73	URBANO
NRO-526	0	114	9335	19760	20400	49610	1980	442	8.909545496	NORTE	\$ 111,820	1514	URBANO
NRO-527	0	0	8109	0	1320	9428	1980	134	14.21247365	NORTE	\$ 33,860	670	URBANO
NRO-528	0	0	4436	6842	2079	13357	1980	577	43.19961148	NORTE	\$ 129,019	894	URBANO
NRO-602	606	233	0	0	816	1654	1958	13	7.857742015	NORTE	\$ 4,745	132	MIXTO
NRO-603	1059	0	0	632	1135	2826	1958	2	0.707777969	NORTE	\$ 2,229	4	MIXTO
NRO-604	957	0	1578	2073	1668	6276	1980	13	2.071518252	NORTE	\$ 2,530	17	MIXTO
NRO-608	716	0	124	58	1219	2117	1980	2	0.944774559	NORTE	\$ 42	10	MIXTO
NRO-616	130	0	4	4283	490	4908	1990	6	1.222458206	NORTE	\$ 877	123	MIXTO
NRO-617	3	0	2	15	395	415	1990	23	55.42001879	NORTE	\$ 929	16	MIXTO
NRO-618	0	0	1334	101	102	1537	1990	4	2.602633568	NORTE	\$ 187	1	MIXTO
NRO-619	0	0	541	3830	276	4646	1998	2	0.430437646	NORTE	\$ 29	183	MIXTO
NRO-620	0	5	5234	759	282	6280	1998	14	2.229343818	NORTE	\$ 814	193	MIXTO
NRO-621	0	0	0	0	201	201	1998	2	9.935367205	NORTE	\$ 353	32	MIXTO
NRO-622	9	0	0	2757	585	3352	1998	0	0	NORTE	0	199	MIXTO
NRO-623	63	0	1043	7958	757	9822	1998	9	0.916332553	NORTE	\$ 319	649	MIXTO
NRO-624	0	0	0	20	1023	1043	1998	0	0	NORTE	0	1	MIXTO
NRO-625	0	0	15	10456	0	10471	1998	12	1.146001085	NORTE	\$ 8,272	423	MIXTO
NRO-626	0	0	0	1764	4	1769	1998	4	2.261453086	NORTE	\$ 5	113	MIXTO
NRO-627	0	0	0	423	0	423	1998	10	23.62774061	NORTE	\$ 477	149	MIXTO
NRO-655	0	0	2516	208	0	2724	1980	0	0	NORTE	0	184	MIXTO
NRO-656	0	0	5154	1519	0	6673	1980	0	0	NORTE	0	385	MIXTO
NRO-744	0	0	0	0	412	412	1980	0	0	NORTE	0	0	MIXTO
NRO-745	0	0	0	102	582	684	1980	0	0	NORTE	0	4	MIXTO
NRO-746	23	0	0	437	283	743	1980	5	6.732420045	NORTE	\$ 1,103	0	MIXTO
NRO-747	0	0	0	0	607	607	1980	0	0	NORTE	0	0	MIXTO
NRO-748	0	0	22	8	1051	1081	1980	0	0	NORTE	0	0	MIXTO
NRO-749	0	0	420	0	357	777	1980	0	0	NORTE	0	0	MIXTO
NRO-750	0	0	11	0	32	43	1980	0	0	NORTE	0	0	MIXTO
NRO-751	0	1	3588	4	312	3907	1980	0	0	NORTE	0	0	MIXTO
NRO-752	0	0	0	0	390	390	1980	0	0	NORTE	0	0	MIXTO
NRO-753	0	0	0	0	176	176	1980	0	0	NORTE	0	0	MIXTO

1) SECTOR	2) AC	3) HD	4) PEAD	5) PVC	6) OTR OS	7) Total Redes	8) Año de instalación	9) DAÑ OS	10) Densidad de Daño por redes x1000	12) ZONA	13) costos invertidos en reparaciones	14) N Usuarios x sector	15) CATEGORIA DE SECTOR
NRO-754	0	0	0	5	207	212	1980	0	0	NORTE	0	0	MIXTO
NRO-755	0	0	0	0	168	168	1980	1	5.951753983	NORTE	\$ 12	10	MIXTO
NRO-757	0	0	0	0	509	509	1980	0	0	NORTE	0	0	MIXTO
NRO-758	0	0	2011	127	267	2405	1980	0	0	NORTE	0	0	MIXTO
NRO-759	0	0	0	0	146	146	1980	0	0	NORTE	0	0	MIXTO
NRO-760	0	0	0	0	785	785	1980	0	0	NORTE	0	3	MIXTO
NRO-761	0	0	0	0	496	496	1980	0	0	NORTE	0	0	MIXTO
NRO-762	0	0	568	0	0	568	1980	2	3.518822781	NORTE	\$ 5	52	MIXTO
NRO-763	0	0	1545	0	0	1545	1980	0	0	NORTE	0	0	MIXTO
NRO-764	0	0	0	0	915	915	1980	0	0	NORTE	0	8	MIXTO
NRO-765	0	0	0	0	473	473	1980	0	0	NORTE	0	6	MIXTO
NRO-852	0	168	0	0	0	168	1980	0	0	NORTE	0	0	MIXTO
NTC-302	3691	1	405	472	1504	6073	1958	37	6.092096497	NORTE	\$ 6,035	395	URBANO
NTC-412	737	176	200	610	115	1839	1972	14	7.613470181	NORTE	\$ 6,095	19	URBANO
NTC-413	0	297	0	12	451	761	1972	11	14.46099319	NORTE	\$ 661	18	URBANO
NTC-414	0	0	0	1369	0	1369	1972	1	0.730699108	NORTE	\$ 41	54	URBANO
NTC-415	0	1101	0	400	52	1553	1972	22	14.16442777	NORTE	\$ 2,108	198	URBANO
NTC-416	0	0	229	580	0	810	1994	8	9.882559485	NORTE	\$ 326	37	URBANO
NTC-417	175	419	103	2396	0	3093	1994	25	8.082233972	NORTE	\$ 8,176	65	URBANO
NTC-418	4546	96	812	1659	454	7567	1994	98	12.95056079	NORTE	\$ 32,896	617	URBANO
NTC-433	3491	1070	227	2174	3407	10369	1972	105	10.12589748	NORTE	\$ 10,752	916	URBANO
NTC-440	2657	217	202	2415	954	6444	1972	65	10.08744364	NORTE	\$ 12,293	464	URBANO
NTC-441	2244	598	1437	268	3550	8096	1972	71	8.769307916	NORTE	\$ 5,598	545	URBANO
NTC-442	8948	201	728	1179	3071	14127	1972	52	3.680820732	NORTE	\$ 5,484	846	URBANO
NTC-443	759	0	324	4	3	1091	1972	47	43.09090964	NORTE	\$ 19,635	38	URBANO
NTC-508	830	673	0	981	1413	3897	1994	87	22.32560625	NORTE	\$ 11,582	286	URBANO
NTC-509	7	0	0	7632	16	7655	1994	70	9.143884035	NORTE	\$ 8,289	685	URBANO
NTC-510	1744	0	229	4207	772	6953	1994	60	8.629227422	NORTE	\$ 6,512	506	URBANO
NTC-511	2161	235	363	0	1300	4059	1994	32	7.884305706	NORTE	\$ 6,656	156	URBANO
NTP-403	0	0	3075	10070	0	13145	1980	88	6.694507204	NORTE	\$ 3,846	864	URBANO
S72-099	0	625	759	7838	77	9299	1980	2	0.215070232	SUR	\$ 89	1391	URBANO
S72-100	45	1130	1210	6046	85	8516	1994	213	25.01034513	SUR	\$ 27,164	1413	URBANO
S72-101	111	574	35	10093	0	10813	1994	218	20.16043809	SUR	\$ 22,122	1698	URBANO
S72-102	16758	24	445	241	1254	18723	1980	461	24.6218143	SUR	\$ 16,763	1915	URBANO
S72-103	13514	837	357	1412	1216	17336	1980	321	18.51679774	SUR	\$ 45,350	2428	URBANO
S72-104	5167	268	0	270	263	5968	1980	188	31.50015698	SUR	\$ 20,883	787	URBANO
S72-105	0	673	6	4766	1493	6938	1980	84	12.10749062	SUR	\$ 5,285	546	URBANO
S72-106	4	0	10423	0	450	10876	1980	176	16.18216196	SUR	\$ 9,533	821	URBANO
S72-107	255	0	12951	36	492	13734	1980	86	6.261891493	SUR	\$ 5,414	1126	URBANO
S72-108	3393	279	33	168	0	3872	1980	62	16.01271835	SUR	\$ 2,594	288	URBANO
S72-113	479	438	24	6650	459	8050	1980	36	4.472182124	SUR	\$ 3,092	514	URBANO
S72-114	0	636	883	7474	0	8993	1980	105	11.67514578	SUR	\$ 17,209	1633	URBANO
S72-115	0	347	414	4829	0	5591	1994	209	37.38064583	SUR	\$ 7,725	1115	URBANO
S72-116	0	296	809	5450	0	6554	1994	137	20.90251668	SUR	\$ 7,629	1600	URBANO
S72-128	14178	653	1370	630	7	16838	1980	239	14.1943966	SUR	\$ 11,761	2766	URBANO
S72-129	127	106	5	2670	0	2908	1994	445	153.0491843	SUR	\$ 46,994	376	URBANO
S72-131	4063	373	113	739	4	5292	1980	38	7.180825155	SUR	\$ 3,485	973	URBANO
S72-133	0	1059	411	3653	5	5128	1994	78	15.211297	SUR	\$ 6,592	722	URBANO
S72-134	2085	228	0	1	4	2319	1980	109	47.00388045	SUR	\$ 33,169	177	URBANO
S72-135	13	2330	0	3779	0	6122	1980	31	5.063937128	SUR	\$ 3,283	573	URBANO
S72-136	0	1981	5	2708	0	4694	1980	43	9.159756863	SUR	\$ 2,774	691	URBANO
S72-137	0	2815	10	4005	4	6833	1980	80	11.70722162	SUR	\$ 8,233	912	URBANO
S72-138	8	971	1830	4774	8	7590	1994	101	13.30720712	SUR	\$ 6,717	785	URBANO
S72-139	0	575	12	2882	0	3469	1994	70	20.17760679	SUR	\$ 3,898	350	URBANO
S72-140	0	533	1154	2839	419	4946	1980	18	3.639189854	SUR	\$ 1,257	567	URBANO
S72-141	0	474	1226	5292	51	7043	1980	47	6.673070579	SUR	\$ 5,437	1106	URBANO
S72-142	0	0	1936	5279	0	7216	1994	113	15.66064426	SUR	\$ 8,707	1203	URBANO
S72-143	0	488	598	4247	520	5852	1980	52	8.886183495	SUR	\$ 2,759	803	URBANO
S72-144	0	1276	167	3330	0	4773	1994	117	24.51056923	SUR	\$ 11,396	487	URBANO

1) SECTOR	2) AC	3) HD	4) PEAD	5) PVC	6) OTR OS	7) Total Redes	8) Año de instalación	9) DAÑ OS	10) Densidad de Daño por redes x1000	12) ZONA	13) costos invertidos en reparaciones	14) N Usuarios x sector	15) CATEGORIA DE SECTOR
S72-145	0	678	203	5168	736	6786	1980	33	4.863200977	SUR	\$ 1,156	428	URBANO
S72-146	0	951	57	6176	484	7668	1994	86	11.21607951	SUR	\$ 12,939	1122	URBANO
S72-147	0	341	3	644	0	988	1994	96	97.21495782	SUR	\$ 6,553	146	URBANO
S72-148	46	64	6277	2580	5	8972	1994	15	1.671868246	SUR	\$ 803	669	URBANO
S72-150	0	148	7978	18	0	8144	1994	99	12.15666706	SUR	\$ 8,145	1103	URBANO
S72-151	82	111	425	3455	181	4254	1994	379	89.08216585	SUR	\$ 33,221	540	URBANO
S72-152	0	492	0	5150	39	5681	1994	55	9.680654053	SUR	\$ 7,060	918	URBANO
S72-195	48	53	23	4235	0	4359	1994	92	21.10592598	SUR	\$ 6,766	335	URBANO
S72-196	0	844	8411	4	142	9401	1994	61	6.488893464	SUR	\$ 5,478	946	URBANO
S72-198	3	318	6820	1112	0	8254	2005	316	38.28380003	SUR	\$ 13,335	865	URBANO
S72-199	0	309	8196	1	0	8507	2005	96	11.28503865	SUR	\$ 5,210	975	URBANO
S72-200	0	1165	10653	19	0	11836	2005	54	4.562254295	SUR	\$ 3,338	1117	URBANO
S72-201	0	404	6778	2	3	7187	2005	36	5.008821118	SUR	\$ 4,175	702	URBANO
S72-202	0	851	6776	8	0	7635	2005	71	9.299759121	SUR	\$ 2,574	814	URBANO
S72-203	0	71	9778	4	0	9853	2005	56	5.683692669	SUR	\$ 3,236	1350	URBANO
S72-204	0	322	10827	10	6	11165	2005	56	5.015796557	SUR	\$ 3,227	1377	URBANO
S72-205	0	879	11166	7	0	12051	2005	179	14.8533242	SUR	\$ 19,443	1517	URBANO
S72-206	0	264	10818	301	0	11383	2005	63	5.534680375	SUR	\$ 3,932	1495	URBANO
S72-207	0	521	7597	7	0	8125	2005	134	16.49254342	SUR	\$ 11,045	1089	URBANO
S72-208	0	716	6639	56	0	7411	2005	45	6.072109572	SUR	\$ 2,876	657	URBANO
S72-209	0	242	10125	11	0	10378	2005	38	3.661673286	SUR	\$ 1,327	1238	URBANO
S72-210	0	0	4733	0	0	4733	2005	76	16.0559824	SUR	\$ 5,939	947	URBANO
S72-211	0	411	6066	76	0	6553	2005	60	9.156318391	SUR	\$ 3,223	728	URBANO
S72-212	0	166	7682	5	0	7853	2005	44	5.602785982	SUR	\$ 2,542	650	URBANO
S72-219	348	247	0	53	0	648	1980	74	114.2235401	SUR	\$ 7,240	9	URBANO
S72-220	2405	384	4485	2462	468	10204	1994	2	0.196002692	SUR	\$ 7	498	URBANO
S72-224	0	0	185	61	0	246	2005	48	195.1003903	SUR	\$ 3,086	21	URBANO
S72-225	121	1545	0	1	0	1667	1994	2	1.199513201	SUR	\$ 13	375	URBANO
S72-226	0	0	0	160	0	160	1994	2	12.51250353	SUR	\$ 1,714	3	URBANO
S72-227	162	0	163	0	0	325	1994	2	6.147841941	SUR	\$ 794	1	URBANO
SGU-162	0	2923	13060	193	0	16175	1994	196	12.11716192	SUR	\$ 10,008	1243	URBANO
SGU-164	0	539	13663	2004	4	16210	1994	121	7.464729594	SUR	\$ 9,875	1123	URBANO
SGU-165	0	2151	8	6330	0	8489	1994	81	9.541199258	SUR	\$ 4,369	997	URBANO
SGU-166	0	1236	12	5142	0	6390	1994	85	13.3020341	SUR	\$ 7,005	830	URBANO
SGU-167	0	1550	26332	1318	2	29202	1994	286	9.793964481	SUR	\$ 19,191	2465	URBANO
SGU-168	0	1480	13716	1649	1	16846	1994	198	11.75341582	SUR	\$ 18,586	1396	URBANO
SGU-169	107	1621	5741	1270	0	8738	1994	61	6.980724898	SUR	\$ 2,731	699	URBANO
SGU-170	0	1059	6147	1004	0	8209	1994	37	4.507106947	SUR	\$ 3,316	625	URBANO
SGU-171	0	28	6870	1452	0	8350	1994	62	7.425358126	SUR	\$ 4,881	794	URBANO
SGU-172	0	287	8887	534	0	9708	1994	92	9.477021203	SUR	\$ 5,747	781	URBANO
SGU-173	0	2624	23826	1616	6	28073	1994	255	9.083459854	SUR	\$ 22,618	2354	URBANO
SGU-174	0	546	8545	91	0	9182	1994	60	6.534423057	SUR	\$ 2,432	975	URBANO
SGU-175	0	1002	11310	250	0	12562	1994	64	5.094530871	SUR	\$ 3,298	1130	URBANO
SGU-176	0	1123	10244	698	78	12142	1994	141	11.61257041	SUR	\$ 7,150	888	URBANO
SGU-177	0	1088	4547	2839	0	8474	1994	96	11.32879002	SUR	\$ 3,388	765	URBANO
SGU-178	0	907	6509	209	0	7625	1994	41	5.377110677	SUR	\$ 7,807	705	URBANO
SGU-179	0	909	8289	93	0	9292	1994	89	9.57857896	SUR	\$ 6,119	945	URBANO
SGU-180	0	0	2225	294	0	2519	1994	30	11.90932327	SUR	\$ 1,912	202	URBANO
SGU-181	0	3722	14845	1556	0	20123	1994	184	9.143811348	SUR	\$ 13,536	1578	URBANO
SGU-182	0	4	9172	12	0	9189	1994	96	10.44768614	SUR	\$ 5,314	894	URBANO
SGU-183	0	2922	13790	543	2	17257	1994	115	6.663850516	SUR	\$ 12,583	1372	URBANO
SGU-184	0	1777	21422	1994	0	25193	1994	185	7.343452109	SUR	\$ 11,473	1949	URBANO
SGU-185	0	1714	16347	899	2	18962	1994	207	10.91670061	SUR	\$ 21,125	1727	URBANO
SGU-186	0	1465	4605	1439	0	7508	1994	82	10.92101641	SUR	\$ 3,976	708	URBANO
SGU-187	0	3545	9892	7861	0	21298	1994	219	10.28258106	SUR	\$ 16,010	1735	URBANO
SGU-188	0	1827	11680	1350	2	14858	1994	148	9.961090258	SUR	\$ 14,193	1077	URBANO
SGU-189	0	1424	22793	515	0	24732	1994	161	6.509781555	SUR	\$ 16,241	2306	URBANO
SGU-190	0	903	9353	913	0	11169	1994	65	5.819574981	SUR	\$ 3,217	1089	URBANO
SGU-191	0	1546	8419	199	344	10507	1994	65	6.186423482	SUR	\$ 5,494	818	URBANO
SGU-192	0	899	7300	352	6	8557	1994	99	11.56994084	SUR	\$ 10,543	855	URBANO
SGU-193	0	51	13891	470	1	14413	1994	67	4.648488772	SUR	\$ 5,320	1374	URBANO

1) SECTOR	2) AC	3) HD	4) PEAD	5) PVC	6) OTR OS	7) Total Redes	8) Año de instalación	9) DAÑ OS	10) Densidad de Daño por redes x1000	12) ZONA	13) costos invertidos en reparaciones	14) N Usuarios x sector	15) CATEGORIA DE SECTOR
SRO-109	12544	999	0	422	52	14017	1974	84	5.99265053	SUR	\$ 7,950	1056	URBANO
SRO-110	1484	20	0	1009	75	2588	1974	48	18.5503643	SUR	\$ 4,440	250	URBANO
SRO-111	2836	663	0	12129	861	16489	1974	62	3.760051889	SUR	\$ 6,481	1093	URBANO
SRO-112	5696	503	10	144	341	6693	1974	80	11.95302486	SUR	\$ 13,332	1027	URBANO
SRO-117	2432	725	0	1646	46	4848	1974	21	4.331356844	SUR	\$ 2,057	587	URBANO
SRO-118	1667	0	0	161	0	1828	1974	46	25.16469681	SUR	\$ 6,968	232	URBANO
SRO-119	8718	367	38	600	0	9722	1974	128	13.16571105	SUR	\$ 12,571	1330	URBANO
SRO-120	4519	0	3	802	0	5324	1974	114	21.41171416	SUR	\$ 68,713	565	URBANO
SRO-121	0	475	0	2151	0	2627	1990	22	8.37614272	SUR	\$ 907	330	URBANO
SRO-123	4186	205	6	338	0	4736	1974	83	17.52639667	SUR	\$ 5,988	348	URBANO
SRO-124	928	634	37	214	21	1835	1974	5	2.72466149	SUR	\$ 1,108	11	URBANO
SRO-125	452	171	0	3532	0	4155	1974	4	0.962594609	SUR	\$ 2,190	523	URBANO
SRO-127	85	310	96	14011	3	14505	1994	423	29.16186774	SUR	\$ 36,312	1980	URBANO
SRO-130	473	4145	2	8462	0	13082	1994	241	18.42175237	SUR	\$ 11,930	1965	URBANO
SRO-132	145	3243	13	7683	0	11084	1994	153	13.80407408	SUR	\$ 8,930	1345	URBANO
SRO-149	666	2835	93	1800	524	5919	1978	49	8.278700578	SUR	\$ 1,488	290	URBANO
SRO-153	0	1216	74	1693	0	2983	1994	64	21.45817021	SUR	\$ 5,474	303	URBANO
SRO-154	0	1251	70	3632	0	4953	1994	40	8.07550992	SUR	\$ 2,198	680	URBANO
SRO-155	0	1132	28	2221	0	3382	1994	61	18.03915107	SUR	\$ 2,863	434	URBANO
SRO-156	0	555	2076	35	0	2667	1994	18	6.749950922	SUR	\$ 1,253	209	URBANO
SRO-157	0	1708	6485	310	0	8502	1994	62	7.292565614	SUR	\$ 3,798	595	URBANO
SRO-158	0	680	4408	48	0	5137	2005	96	18.68958122	SUR	\$ 5,666	466	URBANO
SRO-159	0	155	3640	6	0	3801	1994	13	3.420122001	SUR	\$ 815	327	URBANO
SRO-160	0	896	5458	523	0	6877	1994	73	10.61508402	SUR	\$ 5,985	559	URBANO
SRO-161	0	1418	10730	127	0	12275	1994	151	12.30092576	SUR	\$ 12,226	1020	URBANO
SRO-163	0	2294	6701	105	0	9100	2005	127	13.95675795	SUR	\$ 11,314	817	URBANO
SRO-197	6589	47	8	898	0	7542	1994	13	1.723736165	SUR	\$ 1,971	366	URBANO
SRO-221	36	200	0	52	25	314	1994	7	22.32287833	SUR	\$ 5,352	9	URBANO
SRO-228	0	345	0	0	0	345	1994	1	2.898576606	SUR	\$ 217	2	URBANO
N16-589	6041	0	6059	2365	3423	17888	2009	0	0	NORTE	0	0	TERRENO NATURAL
N16-683	0	0	0	0	210	210	2009	0	0	NORTE	0	0	TERRENO NATURAL
N42-605	1785	0	244	11045	13	13087	1986	49	3.74425092	NORTE	\$ 6,802	0	URBANO
N42-606	7	0	0	12373	0	12380	1986	32	2.584730645	NORTE	\$ 2,391	0	TERRENO NATURAL
N42-607	0	0	714	2208	0	2922	1986	4	1.3688768	NORTE	\$ 150	0	TERRENO NATURAL
N42-612	0	0	11440	974	252	12666	1986	65	5.131861829	NORTE	\$ 2,914	0	TERRENO NATURAL
N42-679	0	364	142	80	419	1004	1998	0	0	NORTE	0	0	TERRENO NATURAL
N72-596	0	0	108	0	654	762	1986	6	7.875906578	NORTE	\$ 2,913	0	URBANO
TEN-222	0	0	33901	0	0	33901	2009	1	0.029497447		\$ 20	0	MIXTO

## Anexo 2

Nombre de Variable	Nombre de Categoría	Valor de Cuartiles	Intervalos de evaluación para cada variable	Valor asignado Recodificado para cada Categoría
Nivel de índice de daños ml x 1000	1) Muy Bajo	Q1=4.5	$x < Q1$	1
	2) Bajo Normal	Q2=8	$Q1 \leq x < Q2$	2
	3) Alto Normal	Q3=13	$Q2 \leq x < Q3$	3
	4) Muy Alto		$\geq Q3$	4
Costo de reparación por sector	1) Muy Bajo Costo	Q1=1700	$x < Q1$	1
	2) Normal Bajo Costo	Q2=6230	$Q1 \leq x < Q2$	2
	3) Normal Alto Costo	Q3=12580	$Q2 \leq x < Q3$	3
	4) Muy Alto Costo		$\geq Q3$	4
Nivel de antigüedad	1) Menos de 16 años	Q1=16	$x < Q1$	1
	2) de 16 a 24 años	Q2=24	$Q1 \leq x < Q2$	2
	3) de 25 a 34 años	Q3=34	$Q2 \leq x < Q3$	3
	4) Más de 34 años		$\geq Q3$	4
Nivel de Usuarios por sector	1) Muy bajas cuentas	Q1=215	$x < Q1$	1
	2) Media Baja cuentas	Q2=580	$Q1 \leq x < Q2$	2
	3) Media Alta cuentas	Q3=1026	$Q2 \leq x < Q3$	3
	4) Muy altas cuentas		$\geq Q3$	4
Tipo de material predominante	1) MIXTOS		No Aplica	1
	2) PEAD		No Aplica	2
	3) HD		No Aplica	3
	4) PVC		No Aplica	4
	5) AC		No Aplica	5

1) SECTOR	Nivel de índice de daños mlx1000	Nivel de antigüedad	Costo Reparación por sector	Nivel de Usuarios por sector	Tipo de Material Predominante	TOTAL MULTIPLICACIÓN
CRO-002	2	4	2	4	4	256
CRO-003	3	4	4	4	3	576
CRO-006	3	4	4	3	3	432
CRO-010	3	4	4	4	3	576
CRO-011	3	4	3	3	3	324
CRO-025	4	4	4	4	5	1280
CRO-048	2	4	2	4	2	128
CRO-049	2	4	2	4	2	128
CRO-050	2	4	1	3	2	48
CSA-000	4	4	4	3	3	576
CSA-035	2	4	3	4	3	288
CSA-213	1	2	1	2	3	12
CSA-214	4	2	2	4	3	192
CSA-215	2	2	1	3	3	36
CSA-216	3	2	2	3	3	108
CSA-217	2	2	1	4	3	48
CSA-218	2	2	2	4	3	96
CTC-012	2	4	2	3	3	144
CTC-013	2	4	2	3	3	144
CTC-014	3	4	2	2	3	144
CTC-015	3	4	1	2	3	72
CTC-016	2	4	2	3	3	144
CTC-017	3	4	3	3	3	324

CTC-018	3	4	3	3	3	324
CTC-019	2	4	2	3	3	144
CTC-020	4	4	4	2	3	384
CTC-021	3	4	3	4	3	432
CTC-022	2	4	2	2	3	96
CTC-023	4	4	4	4	2	512
CTC-024	4	4	4	4	3	768
CTC-026	3	4	3	3	1	108
CTC-027	3	4	4	2	5	480
CTC-028	4	4	4	3	5	960
CTC-029	4	4	4	3	1	192
CTC-030	3	3	3	3	4	324
CTC-031	3	4	4	4	5	960
CTC-032	3	4	4	4	3	576
CTC-033	3	4	4	3	5	720
CTC-034	4	4	4	3	3	576
CTC-052	3	4	2	3	2	144
CTC-053	2	4	3	3	2	144
CTC-082	2	4	3	3	3	216
CTC-083	3	4	2	3	3	216
CTC-084	4	4	4	2	3	384
CTC-085	3	4	2	2	3	144
CTC-086	2	4	2	3	3	144
CTC-087	2	4	1	2	3	48
CTC-088	2	4	2	3	3	144
CTC-089	2	4	3	3	3	216
CTC-090	2	4	2	2	3	96
CTC-091	3	4	4	4	3	576
CTC-092	2	4	2	2	3	96
CTC-093	3	4	3	3	1	108
CTC-094	2	4	2	2	3	96
CTC-095	3	4	2	2	3	144
CTC-097	1	4	1	1	3	12
CTC-300	1	4	1	1	5	20
CTP-001	2	2	3	4	4	192
CTP-004	3	2	3	3	4	216
CTP-005	4	2	3	4	3	288
CTP-007	2	2	2	3	4	96
CTP-008	3	2	3	4	2	144
CTP-009	3	2	3	4	2	144
CTP-036	2	1	1	2	2	8
CTP-037	2	1	1	2	2	8
CTP-038	2	1	1	3	2	12
CTP-039	1	1	1	2	2	4
CTP-040	1	1	1	2	2	4
CTP-041	1	1	1	3	2	6
CTP-042	2	1	1	3	2	12
CTP-043	2	1	1	3	2	12
CTP-044	2	1	1	4	2	16
CTP-045	2	1	1	4	2	16
CTP-046	2	1	1	3	2	12
CTP-047	2	1	1	4	2	16
CTP-051	2	1	2	4	2	32
CTP-054	4	2	1	2	4	64
CTP-055	2	2	2	3	4	96
CTP-056	4	2	2	3	4	192
CTP-057	3	2	1	2	4	48
CTP-058	4	2	2	4	4	256
CTP-059	4	2	2	2	4	128
CTP-060	3	2	2	2	4	96
CTP-061	4	2	2	3	4	192
CTP-062	4	2	2	2	1	32
CTP-063	4	2	2	3	4	192
CTP-064	2	2	2	3	4	96
CTP-065	3	2	2	3	4	144

CTP-066	4	2	3	4	4	384
CTP-067	2	2	2	4	4	128
CTP-068	3	2	2	3	4	144
CTP-069	4	2	3	4	4	384
CTP-070	3	2	2	3	4	144
CTP-071	2	2	1	3	4	48
CTP-072	4	2	3	3	4	288
CTP-073	4	2	3	4	4	384
CTP-074	4	2	3	4	4	384
CTP-075	4	2	3	4	4	384
CTP-076	4	2	3	4	4	384
CTP-077	4	2	3	4	4	384
CTP-078	4	2	3	4	4	384
CTP-079	4	2	2	3	4	192
CTP-080	3	2	2	3	4	144
CTP-081	2	4	3	4	2	192
CTP-098	3	4	2	2	2	96
CTP-229	1	4	1	1	3	12
N16-531	1	2	1	1	1	2
N42-369	4	2	2	1	4	64
N42-419	3	2	3	3	5	270
N42-420	2	4	2	1	5	80
N42-421	1	4	1	1	4	16
N42-422	1	4	1	1	5	20
N42-423	1	4	2	3	1	24
N42-424	1	4	1	2	4	32
N42-425	2	4	2	2	1	32
N42-426	2	4	4	3	5	480
N42-427	2	4	3	2	5	240
N42-428	4	3	3	4	4	576
N42-429	3	4	4	3	1	144
N42-430	4	3	3	3	4	432
N42-431	1	3	1	1	4	12
N42-432	3	3	3	4	4	432
N42-434	4	3	3	2	4	288
N42-435	3	3	2	3	4	216
N42-436	1	3	2	4	4	96
N42-437	4	3	1	1	4	48
N42-438	3	3	3	3	4	324
N42-439	1	3	2	3	4	72
N42-453	3	3	3	2	4	216
N42-454	3	3	3	2	1	54
N42-455	4	3	3	3	4	432
N42-456	3	3	3	4	4	432
N42-457	4	3	3	4	4	576
N42-458	2	3	2	2	4	96
N42-459	3	3	3	4	4	432
N42-460	4	3	3	4	4	576
N42-461	4	3	2	2	4	192
N42-462	2	3	1	1	1	6
N42-463	2	3	3	1	1	18
N42-501	3	3	3	4	4	432
N42-513	1	3	1	2	4	24
N42-514	3	3	1	1	1	9
N42-613	4	3	3	4	2	288
N42-614	2	3	3	4	2	144
N42-615	3	3	1	1	4	36
N42-630	4	1	2	2	2	32
N42-632	4	1	2	2	2	32
N42-633	3	1	2	2	2	24
N42-634	4	1	2	2	2	32
N42-635	2	1	1	2	2	8
N42-636	2	1	1	2	2	8
N42-637	2	1	1	2	2	8
N42-638	1	1	1	2	2	4

N42-639	3	1	2	3	2	36
N42-640	1	1	1	2	2	4
N42-641	2	1	2	2	2	16
N42-642	2	1	2	2	2	16
N42-643	2	1	1	2	2	8
N42-644	1	1	2	3	2	12
N42-645	2	1	1	2	2	8
N42-646	1	1	1	2	2	4
N42-647	2	1	2	3	2	24
N42-648	2	1	2	2	2	16
N42-649	1	1	1	2	2	4
N42-650	2	1	1	2	2	8
N42-651	3	1	1	1	2	6
N42-652	3	1	2	2	2	24
N42-653	4	1	1	1	2	8
N42-657	1	1	1	3	2	6
N42-658	1	1	1	2	2	4
N42-659	1	1	1	3	2	6
N42-660	1	1	1	3	2	6
N42-661	1	1	1	2	2	4
N42-662	1	1	1	2	2	4
N42-663	2	1	1	3	2	12
N42-664	1	1	1	3	4	12
N42-668	4	1	1	4	2	32
N42-674	1	1	1	2	2	4
N42-678	1	1	1	2	2	4
N42-848	1	1	1	1	4	4
N42-850	1	1	1	3	4	12
N42-857	1	1	1	1	5	5
N50-305	4	2	3	2	5	240
N50-306	4	2	3	1	1	24
N50-307	4	2	1	1	4	32
N50-308	2	2	2	1	2	16
N50-309	3	2	2	1	5	60
N50-311	1	2	1	1	5	10
N50-312	4	4	4	4	5	1280
N50-313	4	4	4	3	5	960
N50-314	3	4	3	2	4	288
N50-315	4	4	4	3	5	960
N50-316	1	4	1	2	5	40
N50-317	1	3	1	1	4	12
N50-318	1	3	1	2	4	24
N50-319	3	3	2	1	4	72
N50-320	4	3	3	1	4	144
N50-321	3	3	3	1	4	108
N50-322	3	3	3	1	1	27
N50-323	2	3	1	1	4	24
N50-324	1	3	2	1	5	30
N50-325	3	3	2	2	5	180
N50-334	3	3	2	2	4	144
N50-335	2	3	3	2	4	144
N50-337	1	3	2	1	4	24
N50-341	3	3	2	1	5	90
N50-342	3	3	2	2	4	144
N50-343	1	3	2	3	1	18
N50-379	4	3	3	3	4	432
N50-444	2	2	2	3	5	120
N50-445	1	2	1	2	4	16
N50-446	4	2	3	3	4	288
N50-448	4	2	2	2	4	128
N50-449	4	2	2	1	4	64
N50-450	2	2	2	4	5	160
N50-451	4	2	3	3	5	360
N50-452	4	2	3	4	5	480
N50-464	2	2	2	3	4	96

N50-465	4	2	2	3	4	192
N50-466	1	2	1	1	4	8
N50-475	2	2	3	4	2	96
N50-476	3	2	3	3	1	54
N50-477	1	2	1	2	4	16
N50-480	2	2	2	1	4	32
N50-485	3	2	3	4	4	288
N50-486	2	2	3	3	4	144
N50-503	1	2	1	1	1	2
N50-549	2	2	1	1	1	4
N50-550	3	2	2	1	1	12
N50-583	1	2	1	1	1	2
N50-585	2	2	2	1	1	8
N50-590	4	2	3	1	4	96
N50-591	2	2	2	1	4	32
N50-595	1	2	1	1	1	2
N50-598	4	2	1	1	1	8
N50-599	3	2	1	1	1	6
N50-600	1	2	1	1	1	2
N50-609	1	4	1	1	1	4
N50-611	1	2	1	1	3	6
N50-629	3	2	2	2	4	96
N50-665	1	2	1	1	1	2
N50-849	1	2	1	2	1	4
N50-851	1	2	1	2	2	8
N50-856	1	2	1	1	4	8
N72-301	4	2	3	3	5	360
N72-303	4	2	3	3	5	360
N72-304	4	2	3	3	5	360
N72-326	2	3	3	2	4	144
N72-327	4	3	3	1	1	36
N72-328	2	3	2	2	4	96
N72-329	1	3	3	3	4	108
N72-330	2	3	3	4	4	288
N72-331	1	3	3	1	5	45
N72-332	3	3	2	2	4	144
N72-336	3	3	2	3	4	216
N72-338	2	3	2	2	4	96
N72-339	2	3	2	3	4	144
N72-340	2	3	3	4	5	360
N72-344	2	3	3	4	4	288
N72-345	3	3	2	3	4	216
N72-346	2	3	3	4	5	360
N72-347	4	3	3	3	5	540
N72-348	4	3	3	4	5	720
N72-349	3	3	2	4	5	360
N72-350	3	3	3	4	5	540
N72-351	2	3	2	4	4	192
N72-352	4	3	3	4	4	576
N72-354	4	3	3	4	4	576
N72-355	4	3	3	4	4	576
N72-356	3	3	1	2	4	72
N72-357	3	3	2	4	4	288
N72-358	3	3	3	4	5	540
N72-359	2	3	2	2	4	96
N72-360	2	3	2	2	4	96
N72-361	1	3	1	2	4	24
N72-362	4	3	2	4	2	192
N72-363	4	3	3	4	4	576
N72-364	4	3	3	4	5	720
N72-365	4	3	3	4	5	720
N72-366	2	3	3	4	4	288
N72-367	1	3	2	4	4	96
N72-368	2	3	3	2	4	144
N72-370	2	3	2	4	4	192

N72-371	4	3	1	2	5	120
N72-372	1	3	3	4	4	144
N72-373	4	3	1	2	4	96
N72-374	2	3	2	3	4	144
N72-375	4	3	3	4	4	576
N72-376	4	3	2	1	4	96
N72-377	4	3	3	1	4	144
N72-378	3	3	3	2	4	216
N72-380	3	3	3	4	4	432
N72-381	1	3	3	1	1	9
N72-382	4	3	3	3	2	216
N72-383	2	3	2	4	4	192
N72-384	2	3	2	4	4	192
N72-385	3	3	3	3	2	162
N72-387	3	3	3	4	4	432
N72-388	3	3	3	4	4	432
N72-389	4	3	3	4	4	576
N72-390	4	3	3	4	4	576
N72-391	3	3	2	4	4	288
N72-392	4	3	2	4	4	384
N72-393	4	3	3	4	4	576
N72-394	4	3	3	4	4	576
N72-395	3	3	1	2	4	72
N72-396	2	3	3	2	4	144
N72-397	3	3	2	4	4	288
N72-398	4	3	3	4	4	576
N72-399	3	3	3	4	4	432
N72-447	2	2	3	2	4	96
N72-467	3	2	2	2	4	96
N72-468	3	2	2	3	4	144
N72-469	2	2	2	4	2	64
N72-470	2	2	2	4	4	128
N72-471	2	2	2	2	4	64
N72-472	2	2	2	3	2	48
N72-473	2	2	2	3	4	96
N72-474	3	2	2	3	4	144
N72-478	4	2	3	1	1	24
N72-481	4	2	3	3	4	288
N72-482	4	2	3	4	4	384
N72-483	4	2	3	4	4	384
N72-484	3	2	3	3	4	216
N72-487	2	2	3	4	2	96
N72-488	3	2	3	4	4	288
N72-489	4	2	3	4	4	384
N72-490	3	2	3	3	4	216
N72-491	3	2	2	4	4	192
N72-492	4	2	3	2	1	48
N72-493	2	2	3	4	1	48
N72-494	3	2	3	3	4	216
N72-495	4	2	3	4	4	384
N72-496	4	2	2	2	4	128
N72-497	1	2	1	2	4	16
N72-498	4	2	3	4	4	384
N72-499	4	2	3	4	4	384
N72-502	1	2	3	1	1	6
N72-504	1	2	1	1	2	4
N72-534	2	3	2	1	1	12
N72-581	2	3	2	1	2	24
N72-582	2	3	1	1	4	24
N72-593	1	3	1	1	2	6
N72-594	1	3	1	1	2	6
N72-597	1	3	1	2	1	6
N72-601	4	3	3	1	2	72
N72-610	1	3	1	1	4	12
N72-628	2	3	2	1	2	24

N72-631	3	3	2	3	4	216
N72-675	1	3	1	2	2	12
N72-684	1	2	1	2	1	4
N72-855	1	2	1	1	4	8
N80-386	4	2	2	3	4	192
N80-500	3	2	2	2	2	48
N80-505	1	2	1	1	2	4
N80-532	2	2	3	4	4	192
N80-533	2	2	3	1	5	60
N80-680	3	1	2	2	4	48
N80-681	1	1	1	2	2	4
N80-682	1	1	1	2	2	4
N80-686	1	1	1	1	2	2
N80-687	1	1	1	2	2	4
N80-728	1	1	1	2	1	2
N80-729	1	1	1	3	1	3
N80-731	4	1	1	2	2	16
N80-732	2	1	1	2	2	8
N80-734	1	1	1	2	2	4
N80-735	1	1	1	2	2	4
N80-737	1	1	1	1	1	1
N80-781	1	1	1	1	1	1
NRO-310	2	4	2	1	5	80
NRO-400	3	3	3	4	5	540
NRO-401	4	3	3	4	2	288
NRO-402	2	3	2	1	2	24
NRO-404	2	3	1	2	5	60
NRO-406	2	3	2	2	2	48
NRO-407	1	3	1	1	1	3
NRO-408	1	3	1	2	4	24
NRO-409	2	3	3	2	5	180
NRO-410	2	3	3	2	5	180
NRO-411	3	3	3	3	4	324
NRO-506	1	4	3	2	5	120
NRO-507	3	4	3	2	5	360
NRO-516	1	3	1	1	2	6
NRO-517	1	3	3	3	4	108
NRO-518	1	3	1	1	4	12
NRO-519	1	3	1	1	1	3
NRO-520	4	3	1	1	4	48
NRO-521	1	3	2	2	4	48
NRO-522	3	3	1	2	4	72
NRO-523	4	3	2	1	1	24
NRO-524	4	3	3	2	1	72
NRO-525	4	3	3	1	1	36
NRO-526	3	3	3	4	1	108
NRO-527	4	3	3	3	2	216
NRO-528	4	3	3	3	4	432
NRO-602	2	4	2	1	1	16
NRO-603	1	4	2	1	1	8
NRO-604	1	3	1	1	1	3
NRO-608	1	3	1	1	1	3
NRO-616	1	2	1	1	4	8
NRO-617	4	2	1	1	1	8
NRO-618	1	2	1	1	2	4
NRO-619	1	2	1	1	4	8
NRO-620	1	2	1	1	2	4
NRO-621	3	2	1	1	1	6
NRO-622	1	2	1	1	4	8
NRO-623	1	2	1	3	4	24
NRO-624	1	2	1	1	1	2
NRO-625	1	2	2	2	4	32
NRO-626	1	2	1	1	4	8
NRO-627	4	2	1	1	4	32
NRO-655	1	3	1	1	2	6

NRO-656	1	3	1	2	2	12
NRO-744	1	3	1	1	1	3
NRO-745	1	3	1	1	1	3
NRO-746	2	3	1	1	4	24
NRO-747	1	3	1	1	1	3
NRO-748	1	3	1	1	1	3
NRO-749	1	3	1	1	2	6
NRO-750	1	3	1	1	1	3
NRO-751	1	3	1	1	2	6
NRO-752	1	3	1	1	1	3
NRO-753	1	3	1	1	1	3
NRO-754	1	3	1	1	1	3
NRO-755	2	3	1	1	1	6
NRO-757	1	3	1	1	1	3
NRO-758	1	3	1	1	2	6
NRO-759	1	3	1	1	1	3
NRO-760	1	3	1	1	1	3
NRO-761	1	3	1	1	1	3
NRO-762	1	3	1	1	2	6
NRO-763	1	3	1	1	2	6
NRO-764	1	3	1	1	1	3
NRO-765	1	3	1	1	1	3
NRO-852	1	3	1	1	3	9
NTC-302	2	4	2	2	5	160
NTC-412	2	4	2	1	1	16
NTC-413	4	4	1	1	1	16
NTC-414	1	4	1	1	4	16
NTC-415	4	4	2	1	3	96
NTC-416	3	2	1	1	4	24
NTC-417	3	2	2	1	4	48
NTC-418	3	2	3	3	5	270
NTC-433	3	4	3	3	1	108
NTC-440	3	4	3	2	1	72
NTC-441	3	4	2	2	1	48
NTC-442	1	4	2	3	5	120
NTC-443	4	4	4	1	5	320
NTC-508	4	2	3	2	1	48
NTC-509	3	2	2	3	4	144
NTC-510	3	2	2	2	4	96
NTC-511	2	2	2	1	5	40
NTP-403	2	3	2	3	4	144
S72-099	1	3	1	4	4	48
S72-100	4	2	3	4	4	384
S72-101	4	2	3	4	4	384
S72-102	4	3	3	4	5	720
S72-103	4	3	3	4	5	720
S72-104	4	3	3	3	5	540
S72-105	3	3	2	2	4	144
S72-106	4	3	2	3	2	144
S72-107	2	3	2	4	2	96
S72-108	4	3	1	2	5	120
S72-113	1	3	1	2	4	24
S72-114	3	3	3	4	4	432
S72-115	4	2	2	4	4	256
S72-116	4	2	2	4	4	256
S72-128	4	3	3	4	5	720
S72-129	4	2	3	2	4	192
S72-131	2	3	1	3	5	90
S72-133	4	2	2	3	4	192
S72-134	4	3	3	1	5	180
S72-135	2	3	1	2	4	48
S72-136	3	3	1	3	4	108
S72-137	3	3	2	3	4	216
S72-138	4	2	2	3	4	192
S72-139	4	2	2	2	4	128

S72-140	1	3	1	2	4	24
S72-141	2	3	2	4	4	192
S72-142	4	2	2	4	4	256
S72-143	3	3	1	3	4	108
S72-144	4	2	3	2	4	192
S72-145	2	3	1	2	4	48
S72-146	3	2	3	4	4	288
S72-147	4	2	2	1	4	64
S72-148	1	2	1	3	2	12
S72-150	3	2	2	4	2	96
S72-151	4	2	3	2	4	192
S72-152	3	2	2	3	4	144
S72-195	4	2	2	2	4	128
S72-196	2	2	2	3	2	48
S72-198	4	1	3	3	2	72
S72-199	3	1	2	3	2	36
S72-200	2	1	1	4	2	16
S72-201	2	1	2	3	2	24
S72-202	3	1	1	3	2	18
S72-203	2	1	1	4	2	16
S72-204	2	1	1	4	2	16
S72-205	4	1	3	4	2	96
S72-206	2	1	2	4	2	32
S72-207	4	1	3	4	2	96
S72-208	2	1	1	3	2	12
S72-209	1	1	1	4	2	8
S72-210	4	1	2	3	2	48
S72-211	3	1	1	3	2	18
S72-212	2	1	1	3	2	12
S72-219	4	3	2	1	5	120
S72-220	1	2	1	2	1	4
S72-224	4	1	1	1	2	8
S72-225	1	2	1	2	3	12
S72-226	3	2	1	1	4	24
S72-227	2	2	1	1	2	8
SGU-162	3	2	3	4	2	144
SGU-164	2	2	3	4	2	96
SGU-165	3	2	2	3	4	144
SGU-166	4	2	2	3	4	192
SGU-167	3	2	3	4	2	144
SGU-168	3	2	3	4	2	144
SGU-169	2	2	1	3	2	24
SGU-170	2	2	1	3	2	24
SGU-171	2	2	2	3	2	48
SGU-172	3	2	2	3	2	72
SGU-173	3	2	3	4	2	144
SGU-174	2	2	1	3	2	24
SGU-175	2	2	1	4	2	32
SGU-176	3	2	2	3	2	72
SGU-177	3	2	1	3	2	36
SGU-178	2	2	2	3	2	48
SGU-179	3	2	2	3	2	72
SGU-180	3	2	1	1	2	12
SGU-181	3	2	3	4	2	144
SGU-182	3	2	2	3	2	72
SGU-183	2	2	3	4	2	96
SGU-184	2	2	3	4	2	96
SGU-185	3	2	3	4	2	144
SGU-186	3	2	2	3	2	72
SGU-187	3	2	3	4	1	72
SGU-188	3	2	3	4	2	144
SGU-189	2	2	3	4	2	96
SGU-190	2	2	1	4	2	32
SGU-191	2	2	2	3	2	48
SGU-192	3	2	3	3	2	108

SGU-193	2	2	2	4	2	64
SRO-109	2	4	3	4	5	480
SRO-110	4	4	2	2	5	320
SRO-111	1	4	3	4	4	192
SRO-112	3	4	4	4	5	960
SRO-117	1	4	2	3	5	120
SRO-118	4	4	3	2	5	480
SRO-119	4	4	3	4	5	960
SRO-120	4	4	4	2	5	640
SRO-121	3	2	1	2	4	48
SRO-123	4	4	2	2	5	320
SRO-124	1	4	1	1	5	20
SRO-125	1	4	2	2	4	64
SRO-127	4	2	3	4	4	384
SRO-130	4	2	3	4	4	384
SRO-132	4	2	2	4	4	256
SRO-149	3	4	1	2	1	24
SRO-153	4	2	2	2	4	128
SRO-154	3	2	1	3	4	72
SRO-155	4	2	1	2	4	64
SRO-156	2	2	1	1	2	8
SRO-157	2	2	2	3	2	48
SRO-158	4	1	2	2	2	32
SRO-159	1	2	1	2	2	8
SRO-160	3	2	2	2	2	48
SRO-161	3	2	3	3	2	108
SRO-163	4	1	3	3	2	72
SRO-197	1	2	1	2	5	20
SRO-221	4	2	2	1	3	48
SRO-228	1	2	1	1	3	6
N16-589	1	1	1	1	1	1
N16-683	1	1	1	1	1	1
N42-605	1	3	2	1	4	24
N42-606	1	3	1	1	4	12
N42-607	1	3	1	1	4	12
N42-612	2	3	1	1	2	12
N42-679	1	2	1	1	1	2
N72-596	2	3	1	1	1	6
TEN-222	1	1	1	1	2	2