



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

Instituto de Ciencias Matemáticas

"Determinación del costo de consumo de agua potable para hogares sin medidor, en la Ciudad de Guayaquil, mediante técnicas estadísticas multivariantes"



TESIS DE GRADO

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO EN ESTADÍSTICA INFORMÁTICA



Presentada por:

Brenda Carolina Torres Velásquez

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año 2004



AGRADECIMIENTO

Al Matemático John Ramírez, por su apoyo y dirección en el desarrollo de la presente investigación.

A los múltiples funcionarios del INEC, MIDUVI, y Empresa de agua potable del Cantón de Guayaquil, por su colaboración en la recopilación de datos.

A todo mi grupo de compañeros de la ESPOL, de la carrera de Estadística Informática. (CR-Z) especialmente a Andrés Rojas y a Víctor Avilés, quienes de una u otra forma colaboraron con la realización de este trabajo.

DEDICATORIA

A Dios

A mi papá, Ing. Marcelo Torres, por sus enseñanzas de moral, rectitud y responsabilidad, sin las cuales no habría podido concluir con éxito esta importante etapa de mi vida.

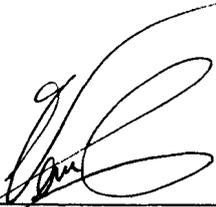
A mi mamá, Abg. Brenda Velásquez, por su incondicional apoyo, sus consejos y su amor hacia mí, no solo durante el desarrollo de la tesis, sino durante toda mi vida.

A mis hermanos: Ricardo, Marcelo, Patricio, Fernando y Cathy, quienes nunca dudaron de mí y siempre estuvieron a mi lado.

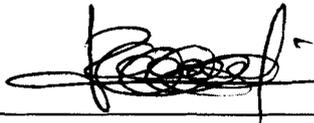
A mis sobrinos Marcelito y Nathaly, por ser mi incentivo día a día.

A toda mi familia, por compartir este triunfo conmigo.

TRIBUNAL DE GRADUACION



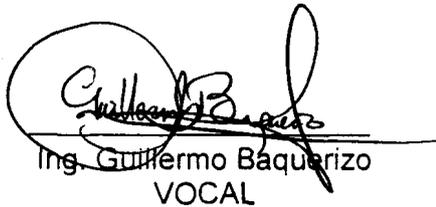
Ing. Washington Armas
DIRECTOR ICM



Mat. John Ramirez
DIRECTOR DE TESIS



Mat. Eduardo Rivadeneria
VOCAL



Ing. Guillermo Baquerizo
VOCAL

DECLARACION EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la Escuela Superior Politécnica del Litoral”

(Reglamento de Graduación de la ESPOL)



Brenda Carolina Torres Velásquez

RESUMEN

A través de los años se ha observado que el Servicio de Agua Potable en el Cantón de Guayaquil ha sufrido cambios importantes, debido a las diversas empresas que han estado a cargo de su administración.

Uno de los problemas más evidentes, y que es el motivo de nuestra investigación, es la distribución de este servicio en el Cantón de Guayaquil y su correcta facturación, tomando en cuenta que no todos los sectores del cantón poseen medidor de agua que permita determinar cuanto consumen, y en casos más críticos, otros sectores ni siquiera disponen de este servicio.

Para este estudio, el objetivo principal será determinar una ecuación que nos permita conocer cual es el costo real del consumo de agua potable de un habitante "x" del Cantón de Guayaquil

Para lograr determinar estas ecuaciones, se disponen de múltiples técnicas estadísticas, que dependiendo del caso que se esté analizando, ofrecerán ventajas y beneficios diferentes unas de otras. En nuestro caso en particular, hemos decidido usar regresión múltiple para determinar la ecuación que nos

indique el comportamiento del consumo de agua potable de los habitantes del Cantón de Guayaquil que no tienen medidor de agua, en función de un conjunto de variables aleatorias definidas previamente por el investigador.

En el Capítulo 1 de la presente investigación se indica la historia y evolución del servicio de agua potable y alcantarillado sanitario en el Cantón de Guayaquil, mientras que el Capítulo 2 se señalan los principales artículos de los reglamentos de las empresas administradoras de este servicio. Es importante conocer estos reglamentos debido a que en ellos se indica el proceso de facturación y las variables que influyen en el mismo. Esto nos dará un mejor criterio para escoger las variables que se usarán para determinar el modelo de regresión lineal múltiple de nuestro interés.

Luego en el capítulo 3 se procedió a tomar una muestra del Cantón de Guayaquil, usando técnicas de muestreo. Este procedimiento se efectuó debido a la falta de datos para efectuar el análisis. En este capítulo se encuentra indicado el procedimiento para tomar la muestra general, y la muestra por cada estrato de nuestra población.

Posteriormente tenemos el Capítulo 4 en el cual se detalla el proceso de tabulación de datos, que es sumamente importante, ya que un error en la tabulación de los mismos puede influir drásticamente en el modelo de regresión final. Con estos cuatro primeros capítulos se concluye la parte teórica de la investigación.

La parte práctica de la investigación la observamos en el Capítulo 5, en el cual se describe el análisis univariado de cada variable usada en la investigación, y finalmente, en el Capítulo 6, se detallan técnicas de regresión lineal múltiple para determinar el modelo de regresión que se ajuste al conjunto de datos obtenidos mediante el proceso de investigación, así como el proceso de bondad de ajuste para determinar la normalidad del error.

INDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN	I
INDICE GENERAL	IV
ABREVIATURAS	X
SIMBOLOGIA	XI
INDICE DE GRÁFICOS	XII
INDICE DE TABLAS	XIII
INTRODUCCIÓN	XV

I. HISTORIA Y PROCESO DE MODERNIZACIÓN DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE EN EL CANTÓN DE GUAYAQUIL

1.1 Importancia del servicio de agua potable y alcantarillado.....	1
1.2 Breve historia del servicio de agua potable y alcantarillado.....	2
1.3 Proceso de Modernización.....	5
1.3.1 Definición de Concesión.....	5
1.3.2 Modernización de la Empresa de Agua Potable y Servicio de Alcantarillado.....	6

II. COBERTURA Y REGLAMENTACIÓN DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLAJE SANITARIO EN EL CANTÓN DE GUAYAQUIL

2.1 Cobertura del servicio de agua potable y alcantarillado sanitario en	9
--	---

Cantón de Guayaquil.....	
2.2 Reglamentación de Interagua.....	15
2.2.1 De la provisión, uso y prestación de los servicios de agua potable, alcantarillado y drenaje pluvial.....	15
2.2.1.1 De la provisión.....	15
2.2.1.2 Del uso.....	16
2.2.1.3 De la Prestación.....	17
2.2.1.4 Régimen de la Prestación.....	17
2.2.1.5 Glosario de términos.....	17
2.2.1.6 Instalación de las conexiones.....	21
2.2.1.7 Instalación del medidor.....	21
2.2.1.8 Suministro del medidor.....	22
2.2.1.9 Instalación de conexiones no autorizadas.....	22
2.2.1.10 Cambio de diámetro de conexión no autorizado.....	23
2.2.1.11 Prohibición de uso de bombas de servicio.....	23
2.2.1.12 Prohibición de suministrar agua potable a otro predio.....	23
2.2.1.13 Sello de seguridad del medidor.....	24
2.2.2 De la Producción y Distribución.....	24
2.2.2.1 De la Producción.....	24
2.2.2.2 De la Distribución.....	25
2.2.2.2.1 Distribución por conexiones domiciliarias.....	25
2.2.2.2.2 Distribución por bocatomas.....	25
2.2.2.2.3 Distribución por piletas comunitarias.....	26
2.2.2.3 De la Comercialización.....	26
2.2.3 Del registro del cliente y de la instalación de la conexión domiciliaria.....	26
2.2.3.1 Solicitud del servicio.....	26
2.2.3.2 Aprobación de la solicitud, instalación de la conexión del servicio y pago.....	27



2.2.3.3 Registro de clientes.....	27
2.2.4 Del registro del cliente y de la provisión por bocatoma o pileta....	28
2.2.4.1 Por bocatoma.....	28
2.2.4.2 Por pileta.....	29
2.2.5 Del establecimiento de los consumos, de la facturación y Recaudación.....	29
2.2.5.1 Pago del servicio.....	29
2.2.5.2 Responsabilidad.....	29
2.2.5.3 Detalle de la Recaudación.....	30
2.2.5.4 Reclamos.....	30
2.2.6 De las modalidades del Servicio de Alcantarillado.....	31
2.2.6.1 Prestación del Servicio de Alcantarillado.....	31
2.2.6.1.1 Por Redes Domiciliarias.....	31
2.2.6.1.2 Por Pozos Sépticos.....	31
2.2.7 De la estructura tarifaria para la prestación de los servicios de agua potable y alcantarillado para el Cantón de Guayaquil.....	32
2.2.7.1 De los objetivos de la estructura tarifaria.....	32
2.2.7.2 Definiciones.....	33
2.2.7.3 Del Cargo Fijo.....	36
2.2.7.4 De la Tarifa Referencial (Tr).....	38
2.2.7.5 De los factores de ajuste (Fa).....	38
2.2.7.6 Monto de Compensación (MC).....	39
2.2.7.7 Del cargo variable de agua potable.....	41
2.2.7.8 Metodología de aplicación de los cargos variables de agua potable para los diferentes consumos.....	41
2.2.7.9 Factor de Actualización.....	42
2.2.7.10 Del Cargo Variable de Alcantarillado Sanitario.....	45
2.2.7.11 De los Consumos estimados.....	45

III. ENCUESTA POR MUESTREO

3.1 Concepto e importancia del muestreo.....	47
3.1.1 Terminología básica usada en el muestreo.....	49
3.1.1.1 Estadístico.....	50
3.1.1.2 Parámetro.....	50
3.1.1.3 Distribución en el muestreo.....	50
3.1.1.4 Error estándar.....	51
3.1.1.5 Error muestral o error de muestreo.....	52
3.2 Objetivo del muestreo.....	53
3.3 Ventajas del muestreo.....	54
3.3.1 Coste reducido.....	54
3.3.2 Mayor rapidez.....	54
3.3.3 Más Posibilidades.....	55
3.4 Establecimiento de los objetivos de una encuesta.....	56
3.5 Determinación de la población objetivo.....	57
3.6 Determinación de una unidad de muestreo.....	57
3.7 Determinación del marco muestral.....	58
3.8 Determinación de la selección de la técnica de muestreo a utilizarse.....	60
3.8.1 Muestreo Aleatorio Estratificado (MAE).....	61
3.8.1.1 Tipos de asignación en el Muestreo Aleatorio Estratificado (MAE).....	64
3.8.1.1.1 Asignación proporcional.....	65
3.8.1.1.2 Asignación Óptima.....	66
3.8.1.1.2.1 Teorema de Asignación de Neyman.....	67
3.9 Determinación del tamaño de la muestra.....	70
3.9.1 Determinación del tamaño de la muestra para cada estrato....	79

IV. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA ENCUESTA

4.1 Desarrollo del Cuestionario.....	82
4.1.1 Estructura del Cuestionario.....	82
4.1.1.1 Población Objetivo.....	83
4.1.1.2 Otras variables de interés	83
4.1.1.3 Cuestionario.....	84

V. PROCESAMIENTO DE DATOS

5.1 Análisis univariado de las variables investigadas.....	92
5.1.1 Tabulación de los datos.....	93
5.1.2 Análisis univariado de las variables relacionadas con el servicio de agua potable y alcantarillado.....	99
5.1.2.1 Análisis de Variable X ₄ : Consumo promedio mensual de agua potable (en dólares).....	101
5.1.2.2 Análisis de Variable X ₅ : Consumo promedio mensual de agua potable (en metros cúbicos).....	103
5.1.2.3 Análisis de Variable X ₆ : Número de personas que habitan las viviendas encuestadas.....	105
5.1.2.4 Análisis de Variable X ₇ : Número de personas que habitan las viviendas encuestadas y pertenecen a la PEA	107
5.1.2.5 Análisis de Variable X ₉ : Número de personas que habitan las viviendas encuestadas y pertenecen a la PEA	109
5.1.2.6 Análisis de Variable X ₁₀ : Número de llaves de agua que posee la vivienda.....	111
5.1.2.7 Análisis de Variable X ₁₁ : Número de baños que posee la vivienda.....	113
5.1.2.8 Análisis de Variable X ₁₂ : Número de autos.....	114
5.1.2.9 Análisis de Variable X ₁₃ : Servicio de Energía Eléctrica	116

5.1.2.10 Análisis de Variable X_{14} : Medidor de Energía Eléctrica.....	118
5.1.2.11 Análisis de Variable X_{15} : Planillas de consumo de Energía Eléctrica.....	119
5.1.2.12 Análisis de Variable X_{16} : Consumo promedio mensual de energía eléctrica (en dólares).....	121

VI. ANÁLISIS DE REGRESIÓN Y BONDAD DE AJUSTE DE LOS DATOS

6.1 Teoría de la Regresión.....	123
6.1.1 Regresión Múltiple.....	125
6.1.2 Notación Matricial de la Regresión Lineal Múltiple.....	130
6.2 Bondad de Ajuste y Normalidad del Error.....	134
6.2.1 Bondad de Ajuste.....	134
6.2.2 Normalidad del Error.....	137
6.2.2.1 Test de Kolmogorov-Smirnov.....	137
6.3 Análisis de Regresión Lineal Múltiple.....	141
6.3.1 Contraste de hipótesis a usarse.....	142
6.3.2 Determinación de $B_i \neq 0$ y Establecimiento del Modelo de Regresión Lineal	144
6.3.3 Método Stepwise	150
6.4 Análisis de Bondad de Ajuste y Normalidad del Error.....	154
6.4.1 Aplicación de Kolmogorov-Smirnov.....	154
6.4.2 Resultados del Análisis de Bondad de Ajuste.....	155

VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 157

ANEXOS

BIBLIOGRAFIA

ABREVIATURAS

INEC	Instituto Nacional de Estadísticas y Censos
MIDUVI	Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda
ECAPAG	Empresa Cantonal de Agua Potable y Alcantarillado de Guayaquil
EPAP-G	Empresa Provisional de Agua Potable del Guayas
EMAG	Empresa Municipal de Alcantarillado del Guayas
CONAM	Consejo Nacional de Modernización
CR	Consumo registrado
CR_e	Consumo referencial
MC	Monto a compensar
F_a	Factor de ajuste
FACT	Factor de actualización
Tr	Tarifa referencial
CV	Cargo variable
MAE	Muestreo Aleatorio Estratificado
K-S	Kolmogorov – Smirnov
EE	Energía eléctrica
FR	Frecuencia Relativa
FA	Frecuencia Absoluta

SIMBOLOGÍA

N	Tamaño de la población total
n	Tamaño de la muestra total
n_i	Tamaño de la muestra del i -ésimo estrato
X_i	i -ésima variable
B_i	i -ésimo coeficiente
$X_{(i)}$	Estadístico de orden de la prueba
H_0	Hipótesis nula
H_1	Hipótesis alterna
F_0	Función de distribución de una ley continua dada
$F(x)$	Función de densidad
$F(x,y)$	Función de densidad conjunta
Valor t	Estadístico de prueba con el que se compara el valor p .
Valor p	valor mínimo que debe tomar α para que se rechace H_0
α	Nivel de significancia
Σ	Matriz de varianzas - covarianzas
R^2	Potencia de explicación
R^2	Potencia de explicación ajustada
Var	varianza

INDICE DE GRÁFICOS

		Pág.
Gráfico 2.1	Cobertura histórica del Servicio de Agua Potable en el Cantón de Guayaquil.....	10
Gráfico 2.2	Cobertura del Servicio de alcantarillado y drenaje pluvial en el Cantón de Guayaquil al año 2001.....	14
Gráfico 5.1	Consumo en dólares de agua potable de los hogares del Cantón de Guayaquil.....	102
Gráfico 5.2	Consumo en metros cúbicos de agua potable de los hogares del Cantón de Guayaquil.....	104
Gráfico 5.3	Número de personas que habitan las viviendas encuestadas.....	106
Gráfico 5.4	Personas que habitan las viviendas encuestadas y pertenecen a la población económicamente activa.....	108
Gráfico 5.5	Número de habitaciones o divisiones que posee la vivienda encuestada.....	110
Gráfico 5.6	Número de llaves que posee la vivienda encuestada.....	112
Gráfico 5.7	Número de baños que posee la vivienda encuestada.....	114
Gráfico 5.8	Número de autos de uso de los habitantes del hogar encuestado	116
Gráfico 5.9	Disponibilidad del servicio de energía eléctrica en los hogares encuestados.....	117
Gráfico 5.10	Disponibilidad de medidor de energía eléctrica.....	119
Gráfico 5.11	Recepción de planillas de consumo de servicio de agua potable.....	120
Gráfico 5.12	Consumo promedio mensual del servicio de luz eléctrica.	122
Gráfico 6.1	Gráfico de la probabilidad de los residuos.....	152
Gráfico 6.2	Histograma de los residuos.....	153
Gráfico 6.3	Gráfico de la prueba de Kolmogorov-Smirnov	155

INDICE DE TABLAS

		Pág.
Tabla I	Cobertura histórica de los servicios de agua potable y alcantarillado y drenaje pluvial en el Cantón Guayaquil.....	9
Tabla II	Forma de abastecimiento de agua potable en las viviendas ocupadas en el Cantón Guayaquil.....	11
Tabla III	Medio de abastecimiento en las viviendas ocupadas en el Cantón Guayaquil.....	12
Tabla IV	Medios de eliminación de las aguas servidas del Cantón Guayaquil según el V Censo de Población y VI de Vivienda, año 2001.....	13
Tabla V	Rangos de consumo en metros cúbicos.....	35
Tabla VI	Tabla de Guias y su correspondiente cargo fijo.....	37
Tabla VII	Tabla de factores de ajuste usados por la Empresa de Agua Potable.....	39
Tabla VIII	Tabla de rangos de consumo y su fórmula de cargo variable correspondiente.....	41
Tabla IX	Tabla de factores de actualización.....	42
Tabla X	Tamaño de muestras de los 42 sectores a investigar usando MAE.....	81
Tabla XI	Consumo en dólares del agua potable de los hogares encuestados en el Cantón Guayaquil.....	101
Tabla XII	Consumo en metros cúbicos del agua potable de los hogares encuestados en el Cantón Guayaquil.....	103
Tabla XIII	Número de personas que habitan en las viviendas encuestadas.....	105

Tabla XIV	Personas que habitan las viviendas encuestas y pertenecen a la población económicamente activa.....	107
Tabla XV	Número de habitaciones o divisiones que tiene la vivienda encuestada.....	109
Tabla XVI	Número de llaves de agua que tiene la vivienda encuestada.....	111
Tabla XVII	Número de baños que tiene la vivienda encuestada...	113
Tabla XVIII	Número de autos de uso de los habitantes del hogar encuestado.....	114
Tabla XIX	Servicio de Energía Eléctrica en los hogares encuestados.....	116
Tabla XX	Disponibilidad de medidor de energía eléctrica.....	118
Tabla XXI	Recepción de planillas de consumo de servicio de energía eléctrica.....	119
Tabla XXII	Consumo promedio mensual de servicio de energía eléctrica.....	121
Tabla XXIII	Resultados de la Regresión.....	141
Tabla XXIV	Tabla ANOVA.....	143
Tabla XXV	Análisis de regresión lineal múltiple.....	146
Tabla XXVI	Tabla de Coeficientes y variables eliminados del Modelo de Regresión.....	147
Tabla XXVII	Tabla de variables que conforman el Modelo de Regresión.....	148
Tabla XXVIII	Método Stepwise.....	150
Tabla XXIX	Resultados del Método Stepwise.....	151
Tabla XXX	Test de Kolmogorov-Smirnov.....	154

INTRODUCCIÓN

El agua es uno de los recursos naturales más importantes para el ser humano. Sin ella no habría vida en la tierra, ya que se necesita de la misma para alimentar a los seres vivos que la habitan. Solo el hombre está conformado por 75% de agua en su cuerpo, y con respecto al planeta tierra, el 70% de su superficie es agua. Por lo tanto, es obvio la importancia de este recurso para preservar la vida.

Sin embargo, para cuidar este recurso es necesario tomar medidas que permitan que el mismo pueda ser conservado y re-utilizado, potabilizando el agua que es suministrada a las poblaciones. Estas medidas tendrán un costo que es necesario determinar, así como será necesario determinar si esos costos abastecerán para cuidar este recurso tan preciado y necesario en una población. Es vital que la población comprenda la importancia de asumir la responsabilidad de su consumo de agua potable, tanto en el pago oportuno de las facturas que se generan, como evitando el desperdicio de la misma.

Es claro que, mientras más agua potable consume un habitante, más alto será su consumo facturado, ya que de esos ingresos dependerá el continuar con la potabilización del agua que es consumida por todos los habitantes de una población determinada.

La ciudad de Guayaquil, según nos revelan cifras del VI Censo de Población y V de Vivienda, realizado el 25 de noviembre del 2001, es la más poblada a nivel nacional.

En el Guayas, el total de la población fue de 3'309.034 habitantes. y en Guayaquil, 2'039.789 habitantes. Es decir, el 61.64% de la población de la provincia del Guayas habita en la Ciudad Santiago de Guayaquil, o al menos se encontraba presente a la hora del momento Censal. En otras palabras, de cada cien habitantes de la provincia del Guayas, aproximadamente sesenta y dos viven en la ciudad de Guayaquil.

Al ser Guayaquil la ciudad más poblada de la provincia, en ella se han asentado grandes empresas e industrias lo cual ha hecho que aumente el comercio y la riqueza en esta ciudad. Por lo tanto, el acceso al agua potable por parte de los habitantes de la misma, se convierte en una necesidad imperiosa tanto para el progreso como para el desarrollo de esta ciudad. Sin embargo, existen sectores en la ciudad de Guayaquil que no acatan la reglamentación para tener acceso a este servicio, que implica el hacer uso de medidores de agua que permitan calcular el costo que genera su consumo de agua. Hay que recordar que disponer del servicio de agua potable generará costos que deberán ser cancelados para continuar disponiendo de este servicio.

En el presente trabajo el objetivo será determinar el costo de consumo de agua potable por parte de los hogares de la Ciudad Santiago de Guayaquil, que no poseen medidores de agua. Este análisis se efectuará mediante técnicas estadísticas multivariantes.

La importancia de este análisis recae en determinar un modelo de regresión que permita determinar cuanto consume un habitante de la Ciudad de Guayaquil, en función de un conjunto de variables que afecten directamente en ese consumo, y las cuales se determinarán a lo largo de esta investigación.

CAPÍTULO I

1. HISTORIA Y PROCESO DE MODERNIZACIÓN DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE EN EL CANTÓN DE GUAYAQUIL.

En el presente capítulo se hablará acerca de la evolución histórica del servicio de agua potable en el Cantón de Guayaquil, así como de las empresas que han suministrado ese servicio.

1.1 Importancia del servicio de agua potable y alcantarillado

La importancia del agua potable radica en que es necesario un suministro de la misma, en la cantidad y calidad suficiente que nos permita realizar nuestras actividades diarias básicas, sin importar la situación geográfica en donde nos encontremos. Actividades típicas como beber, cocinar, aseo personal y del hogar, son imprescindibles, por lo cual deben ser

satisfechas. Además, estas son las actividades fundamentales que permiten el desarrollo de la ciudad.

1.2 Breve historia del servicio de agua potable y alcantarillado.

El problema de acceso de agua potable por parte de la comunidad data de fines del siglo XIX. Ya durante la época de la colonia, incluso muchos años después de la independencia, la necesidad de abastecimiento de agua para la comunidad, hizo que la misma sea transportada tanto por mar como por tierra hacia los recipientes que la contendrían, los cuales estaban ubicados aguas arriba del río Daule, en Petrillo.

Cuenta la historia que en abril de 1880 se autorizó la organización de la primera empresa de Agua Potable, a cargo de los franceses D. Unian y Kruse. El proyecto consistía en transportar agua mediante lanchas a vapor desde un estero localizado frente a la Isla Santay. El destino de la misma serían dos reservorios que se construirían en el Cerro Santa Ana, y a partir de los mismos se distribuiría el agua a través de una red de distribución que llegaría hasta la calle 9 de octubre. Sin embargo, este contrato se da por concluido en octubre de 1881.

El siguiente proyecto de abastecimiento de agua lo presentó el Doctor Teodoro Wolf. El Dr. Wolf halló el punto preciso para la toma de una cascada, que procede de las vertientes andinas y vierte sus aguas en el río Chimbo, aproximadamente a 300 metros de altura sobre el nivel del mar.

Durante el Gobierno del General Leonidas Plaza se firma un contrato con la Sociedad Inglesa J.G.White Compañía Limitada, el cual fue publicado en el Registro Oficial No. 426, el 5 de febrero de 1914.

En este contrato, J.C.White Compañía Limitada asumía la responsabilidad de ser la encargada del saneamiento y la canalización de la Ciudad de Guayaquil por medio de la construcción de obras completas para el agua potable, y la colocación de desagües tanto para aguas lluvias como para aguas servidas.

De esta forma, en 1916, el Congreso ordenó la contratación de un proyecto presentado por J.G.White, el cual consistía en la ampliación del acueducto existente y otras obras complementarias.

Fue así como en la década de los 80's se vió la necesidad de crear organismos que controlen las obras y proyectos que se encuentren

relacionados con el servicio de agua potable y alcantarillado, así como con las licitaciones para proyectos de este tipo.

A finales de la década se crea la *Empresa Provisional de Agua Potable del Guayas*, EPAP-G, y la ***Empresa Municipal de Alcantarillado del Agua, EMAG***. Años después, y con el fin de mejorar el abastecimiento de estos servicios, estas empresas se fusionan y se crea la ***Empresa Cantonal de Agua Potable y Alcantarillado de Guayaquil, ECAPAG***, ya que estas empresas iniciales no cumplían a cabalidad con las funciones de distribución, producción, operación y mantenimiento del sistema.

Posteriormente se convoca a una licitación para la concesión de estos servicios, la cual la ganó la empresa ***Internacional Water Service, INTERAGUA***.

Esta empresa inició sus operaciones el 17 de agosto del 2001 hasta la actualidad, y ECAPAG cambió su rol de administrador al de ente fiscalizador de la misma.

1.3 Proceso de Modernización

En la década de los noventa, la oferta de los servicios públicos superó de manera drástica a la demanda de los mismos. A causa de esto, y como estrategia para evitar un atraso en cuanto a desarrollo tecnológico en el Ecuador, se aplicó la Ley de Modernización del Estado. Esta ley fue expedida el 31 de diciembre de 1993 y consiste en permitir que se concesione los servicios públicos a las empresas privadas que demuestren una solvencia y experiencia en el tema. La concesión se efectúa mediante un proceso de selección que inicia con convocatorias a licitación y luego de un análisis exhaustivo, el Estado selecciona la empresa que cumple de mejor forma los requisitos solicitados. Una vez que el servicio público es concesionado, la empresa seleccionada se convierte en una administradora, con facultad de dar apertura a nuevos servicios y promover así la competencia.

1.3.1 Definición de Concesión

Antes de continuar nuestra investigación, se hace necesario definir el término de CONCESION. Las concesiones son la delegación o transferencia de rol que hace el Estado a la empresa privada, de tal

forma que esta actúe en nombre del Estado. La empresa privada podrá invertir, ejecutar y/o operar la prestación de servicios y obras públicas.

1.3.2 Modernización de la empresa de agua potable y servicio de alcantarillado.

ECAPAG es la Empresa Cantonal de Agua Potable y Alcantarillado del Cantón Guayaquil, que presta los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario y drenaje pluvial del cantón.

La concesión de este servicio se fundamentó en la expectativa de una sustancial mejora para la calidad de este servicio en Guayaquil. A partir de este criterio, ECAPAG pasa a ser fiscalizadora de la administración de INTERAGUA, que es la empresa que en la actualidad administra el servicio de agua potable y alcantarillado, de tal forma que el Estado conserve la facultad de continuar velando por los intereses de sus gobernados.

El Estado adjudicó a la firma internacional Water Services (Interagua) un contrato de prestación de servicios por un plazo de 30 años. Este consorcio y el Consejo Nacional de Modernización de Ecuador

(CONAM) firmaron este contrato el 9 de abril del 2001. La transferencia de servicios fue asumido por Interagua el 17 de agosto del 2001.

En el plan de trabajo de Interagua, en los primeros cinco años de su periodo (2001 al 2006), está la instalación de 55.238 guías domiciliarias e igual cantidad de conexiones de alcantarillado en los sectores marginales, desprovistos de este vital servicio. Interagua estimó que la inversión durante el plazo de su gestión, alcanzaría aproximadamente 1.000 millones de dólares.

En cuanto al servicio de alcantarillado sanitario, las conexiones iniciales tuvieron como objetivo atender el 90% de las necesidades de la población.

CAPITULO II

2. COBERTURA Y REGLAMENTACIÓN DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE y ALCANTARILLAJE SANITARIO EN EL CANTÓN GUAYAQUIL.

La cobertura del servicio de agua potable y alcantarillado sanitario se ha incrementado con el pasar de los años, sin embargo, durante la presente investigación solo se pudieron conseguir datos oficiales a partir del año 1988. Aún así, estos datos nos dan una clara idea de cuál ha sido el incremento en la cobertura de este servicio.

Además, se ha considerado importante incluir en la presente investigación los reglamentos de la Empresa de Agua Potable, desde la creación de ECAPAG hasta su concesión a Interagua. La reglamentación que se expondrá a continuación es la que ha sido publicada en los respectivos Registros Oficiales y es esta la que nos permite tener una clara idea acerca de los derechos y los deberes de los ciudadanos.

2.1 Cobertura del servicio de agua potable y alcantarillado sanitario en el Cantón Guayaquil.

La tabla I que se presenta a continuación nos indica la evolución de la cobertura del servicio de agua potable y alcantarillado para el cantón Guayaquil. Se observa claramente que al pasar de los años el Cantón Guayaquil ha incrementado su disponibilidad del servicio de agua potable, hasta llegar al último censo de población y vivienda, con un porcentaje de aproximadamente 80%.

Efectivamente se nota como paulatinamente la empresa de agua potable ha contribuido en mejorar la calidad de este servicio durante su gestión ya que desde 1990 al 2001 el incremento en la cobertura ha sido de aproximadamente de 29 puntos porcentuales.

TABLA I

Cobertura histórica de los servicios de agua potable, alcantarillado y drenaje pluvial en el Cantón Guayaquil

ANO	AGUA POTABLE	ALCANTARILLADO
1982	64,4	52,1
1990	60,5	55,2
1993	61,0	53,4
1996	70,0	47,8
1998	72,0	42,0
2001	79,7	50,7

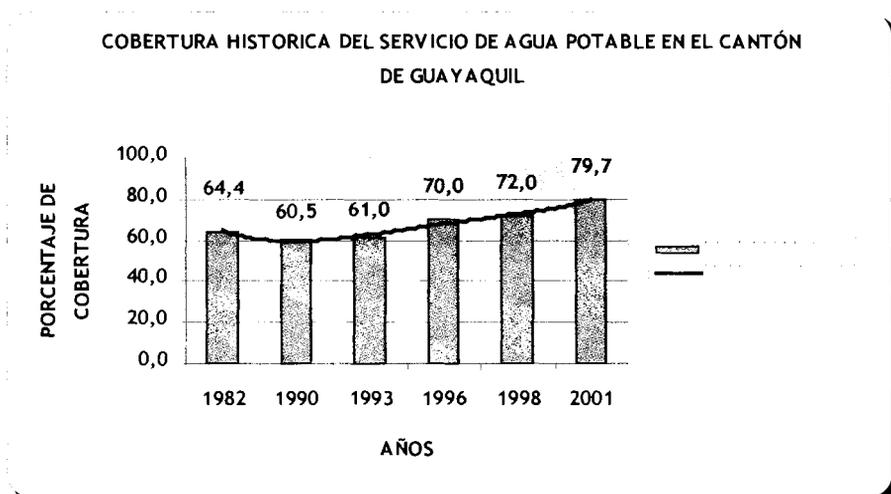
Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Censos.

Elaboración: Brenda Carolina Torres Velásquez.

La fuente de los datos presentados en la tabla anterior fue el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC). Para el año 1982, 1990 y 2001 se tomaron los datos de los censos correspondientes a esos años, mientras que para el año 1993, 1996 y 1998 son proyecciones.

GRÁFICO 2.1

Cobertura histórica del Servicio de Agua Potable en el Cantón Guayaquil



Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos

Elaborado por: Brenda Carolina Torres Velásquez

El gráfico 2.1 nos permite visualizar el incremento en la cobertura del que hemos hablado anteriormente. La línea de tendencia nos indica que la pendiente de la misma se ha mantenido positiva y se puede asumir que en los años subsiguientes el alcance de la cobertura del servicio de agua potable y alcantarillado en Guayaquil deberá continuar incrementándose.

TABLA II

**Forma de abastecimiento de agua potable en las viviendas ocupadas
del Cantón Guayaquil al año 2001**

FORMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA	NUM. DE VIVIENDAS	% SOBRE TOTAL	URBANA	% SOBRE TOTAL	RURAL	% SOBRE TOTAL
TOTAL	480.587	100,00%	468.695	97,53%	11.892	2,47%
POR TUBERIA DENTRO DE LA VIVIENDA	294.731	61,33%	293.100	99,45%	1.631	0,55%
POR TUBERIA FUERA DE LA VIVIENDA	72.995	15,19%	71.637	98,14%	1.358	1,86%
POR TUBERIA FUERA DEL EDIFICIO	17.582	3,66%	17.183	97,73%	399	2,27%
NO RECIBE AGUA POR TUBERIA	95.279	19,83%	86.775	91,07%	8.504	8,93%

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos
Elaborado por: Brenda Carolina Torres Velásquez

La tabla II nos muestra que de las viviendas ocupadas, el 61.33% reciben agua potable por tubería dentro de la vivienda. Las condiciones ideales serían que toda la población recibiera agua potable mediante tuberías dentro de la vivienda, sin embargo, un porcentaje de 61% aproximadamente, se considera bastante aceptable.

A nivel cantonal, el 80.18% de las viviendas ocupadas del cantón reciben agua por tubería.

Se puede observar que las zonas de mayor preocupación son las zonas rurales, ya que en estas el porcentaje de viviendas que reciben agua por tubería es apenas del 7.15%. Es decir, la población que recibe agua por tubería en mayor proporción es la que se encuentra asentada en la zona urbana. Posteriormente se revisarán brevemente otras cifras interesantes con respecto a las zonas rurales del cantón, que son las que asumimos que más sufren del desabastecimiento de agua potable y del servicio de alcantarillado. Si bien, este no es el tema de la presente investigación, es conveniente que tengamos conocimiento pleno de todos los datos referentes al servicio de agua potable y su distribución en el Cantón.



TABLA III

**Medio de abastecimientos en las viviendas ocupadas del Cantón Guayaquil
Al año 2001**

MEDIO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA	NUM. DE VIVIENDAS	% SOBRE TOTAL	URBANA	% SOBRE TOTAL	RURAL	% SOBRE TOTAL
TOTAL	480.587	100,00%	468.695	97,53%	11.892	2,47%
RED PUBLICA	382.803	79,65%	380.307	99,35%	2.496	0,65%
DE POZO	7.738	1,61%	4.957	64,06%	2.781	35,94%
DE RIO , VERTIENTE	2.965	0,62%	2.614	88,16%	351	11,84%
DE CARRO REPARTIDOR	81.433	16,94%	75.791	93,07%	5.642	6,93%
OTRO	5.648	1,18%	5.026	88,99%	622	11,01%

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos
Elaborado por: Brenda Carolina Torres Velásquez



La tabla III nos indica que a nivel cantonal, el 79.65% de las viviendas están conectadas a la red pública. Este dato si es de nuestro interés, ya que el hecho de que una vivienda tenga acceso al agua potable por medio de la red pública nos indica que existe una persona en esa vivienda quien tuvo que hacer el trámite en la empresa de agua potable para poder acceder al servicio de agua potable y alcantarillado por medio de la red pública y por lo tanto, es un cliente al cual se le asignó una cuenta. Esta cuenta no es otra cosa que la asignación de un código al individuo y la instalación de un medidor en la mencionada vivienda. Si no fuera factible la instalación de un medidor, simplemente se le facturará según otros parámetros establecidos por la empresa de agua potable (por promedio de sector o por promedio histórico) los cuales están indicados en los reglamentos de la empresa de agua potable que mencionaremos posteriormente.

TABLA IV

Medios de eliminación de las aguas servidas del Cantón Guayaquil
Según el V Censo de Población y VI de Vivienda, año 2001.

ELIMINACIÓN DE AGUAS SERVIDAS	NUM. DE VIVIENDAS	% SOBRE TOTAL
TOTAL	480.587	100,00%
RED PUBLICA DE ALCANTARILLADO	243.743	50,72%
POZO CIEGO	62.096	12,92%
POZO SÉPTICO	148.651	30,93%
OTRO	26.097	5,43%

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos
Elaborado por: Brenda Carolina Torres Velásquez



CIB-ESPOL



CIB-ESPOL



CIB-ESPOL

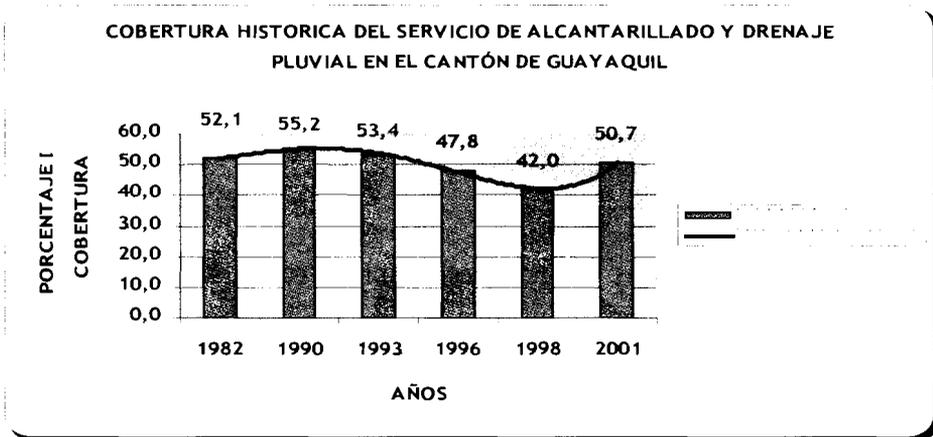


CIB-ESPOL

La tabla IV nos indica que del total de viviendas del Cantón Guayaquil, apenas el 50% (aproximado), tienen el servicio de eliminación de aguas servidas mediante la red pública del alcantarillado. Este es otro dato preocupante, puesto que la eliminación incorrecta de aguas servidas se traduce en un aumento en tasas de enfermedades.

GRAFICO 2.2

Cobertura del Servicio de alcantarillado y drenaje pluvial en el Cantón Guayaquil al año 2001



Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos
Elaborado por: Brenda Carolina Torres Velásquez

El gráfico 2.2 nos indica que si bien en los años 1996 y 1998, el servicio de alcantarillado y drenaje pluvial fue caótico, en el año 2001 la cobertura de este servicio incrementó, ubicándose ligeramente por debajo del porcentaje de cobertura en el año 1982, con -1.4 puntos porcentuales. Sin embargo, si bien se ha mejorado la cobertura de

este servicio, el problema radica en que las aguas residuales siguen siendo enviadas a ríos y esteros, provocando problemas ecológicos y creando focos de enfermedades.

2.2.- Reglamentación de Interagua.

A continuación expondremos los principales artículos de la reglamentación de la Empresa de Agua Potable del Cantón Guayaquil, desde sus inicios, cuando este servicio era administrado por ECAPAG, hasta el último reglamento. luego de que el mismo se concesionó a Interagua.

La fuente de estos reglamentos son los registros oficiales que son publicados y que se pueden obtener en la Muy Ilustre Municipalidad de Guayaquil.

2.2.1.- De la provisión, uso y prestación de los servicios de agua potable, alcantarillado y drenaje pluvial.

2.2.1.1 - De la provisión - Es de competencia exclusiva de la Empresa Cantonal de Agua Potable y Alcantarillado de Guayaquil ECAPAG la provisión, administración y prestación de los servicios de agua

potable, alcantarillado y drenaje pluvial en el cantón Guayaquil, de acuerdo con las leyes, ordenanzas y reglamentos que rigen la materia.

El ámbito de la competencia será el Cantón Guayaquil en lo que se refiere al área urbana de la Ciudad de Guayaquil, esta competencia se ejercerá conforme el Plan Regulador de desarrollo Urbano de Guayaquil.

En casos excepcionales, en que una persona natural u jurídica, por alguna razón debidamente justificada, deba autoproverseer por otros medios del servicio de agua potable o del servicio de alcantarillado sanitario, ECAPAG deberá aprobar dichas razones, para lo cual autorizará y supervisará su instalación y utilización. Al efecto cobrará, el valor correspondiente que se determine en el reglamento de la estructura tarifaria.

2.2.1.2. Del Uso - El uso de los servicios de agua potable, alcantarillado sanitario y drenaje pluviales es obligatorio, conforme lo establece el Código de Salud. Todo predio, sin excepción, considerado en el Plan Regulador de Desarrollo Urbano, situado en zonas donde exista

instalada infraestructura de agua potable, alcantarillado sanitario y drenaje pluvial, deberá hacer uso de los mismos

2.2.1.3. De la Prestación.- La prestación del servicio de agua potable comprende las labores de producción, distribución y comercialización. La prestación del servicio de alcantarillado comprende las labores de recolección, conducción, tratamiento y disposición final de las aguas servidas.

La prestación del servicio de drenaje pluvial comprende las labores de recolección, conducción y disposición de aguas lluvias

2.2.1.4. Régimen para la prestación.- Todos los asuntos inherentes a la provisión, uso y prestación de los servicios de agua potable, alcantarillado y drenaje pluvial, se regirán por las disposiciones del reglamento de la Empresa de Agua Potable, el cual se lo considera incorporado a los contratos de prestación de servicios suscritos entre la Empresa de Agua Potable y sus clientes.

2.2.1.5. Glosario de términos.- Para interpretar de forma más apropiada el

reglamento de la Empresa de Agua Potable, se citan a continuación los términos más comunes en el mismo, con su respectivo significado.

Agua Potable.- Agua apta para el consumo humano.

Agua Servida.- Agua cloacal u residual, no tratada, recolectada de los diferentes tipos de clientes.

Clientes.- Las personas naturales o jurídicas que reciben los servicios de la Empresa de Agua Potable, por lo cual se obligan a reconocerle una contraprestación económica.

Concesionaria.- Es la sociedad anónima o compañía de responsabilidad limitada legalmente constituida en Ecuador por el adjudicatario, que celebrará el contrato de la Empresa de Agua Potable.

Conexión Convencional de Agua Potable.- Es la acometida de las instalaciones del cliente con las instalaciones del servicio público de agua potable a cargo de la Empresa de Agua Potable. El límite entre las instalaciones del cliente y de la Empresa de Agua Potable

es la línea de fábrica . La llave de control y el medidor formara parte de las instalaciones a cargo de la Empresa de Agua Potable.

Conexión Convencional de Alcantarillado Sanitario.- Es la acometida de las instalaciones del cliente en las instalaciones del servicio público de alcantarillado sanitario a cargo de la Empresa de Agua Potable. El límite entre las instalaciones del cliente y de la Empresa de Agua Potable es la línea de fábrica.

Conexión No Convencional de Agua Potable.- Es una acometida orientada a proveer de agua potable a un cliente intermedio (pileteros o tanqueros) de los que se abastecen clientes a partir de métodos precarios (mangueras o recipientes).

Directorio.- El Directorio de la Empresa de Agua Potable es el máximo organismo de la institución.

ECAPAG.- Es la Empresa Cantonal de Agua Potable y Alcantarillado de Guayaquil, que presta los servicios públicos de agua potable, alcantarillado sanitario y drenaje pluvial en el Cantón Guayaquil, en condiciones de exclusividad regulada.

Exclusividad Regulada. - Derecho de prestación, administración y demás atribuciones relacionadas con los servicios públicos de agua potable, alcantarillado sanitario y drenaje pluvial en el Cantón Guayaquil, asignada en forma única y excluyente a la Empresa de Agua Potable, de conformidad con los términos y condiciones previstos en la Ley.

Instalaciones.- Comprende los sistemas de Agua Potable, Alcantarillado Sanitario y Drenaje Pluvial.

Instalación de Agua Potable.- Comprende todo el sistema de obras y equipamiento necesarios para la captación, tratamiento, conducción, almacenamiento, bombeos y distribución de agua hasta la llave domiciliaria y medidor.

Instalación de Alcantarillado Sanitario.- Comprende todo el sistema de obras y equipamiento necesario para la captación, tratamiento, conducción, almacenamientos, bombeos y distribución de agua hasta la llave domiciliaria y medidor.

Instalación para Drenaje Pluvial.- Comprende el sistema de consumidores colectores, canales y bombeo para evacuar las agua lluvias hacía los cuerpos receptores.

Línea de Fábrica.- Es la línea límite frontal de un predio hasta donde pudiera avanzar la construcción sobre éste, de conformidad a la ordenanza Municipal respectiva.

Servicio.- Los servicios públicos de agua potable, alcantarillado sanitario y drenaje pluvial a ser prestados en el ámbito de competencia de la Empresa de Agua Potable-

2.2.1.6. Instalación de las conexiones.- Las conexiones del servicio de agua potable serán instaladas por personal técnico autorizado por la Empresa de Agua Potable en base a las normas y especificaciones técnicas determinadas.

2.2.1.7. Instalación del medidor.- El uso del medidor es obligatorio en todas las conexiones de servicio de agua potable, y su instalación la realizará la Empresa de Agua Potable con cargo al cliente, en un lugar de fácil acceso al personal encargado de tomas de lecturas, control o reparación y que garantice la seguridad del medidor,

conforme a los diseños y especificaciones técnicas que Empresa de Agua Potable señale.

Cuando por circunstancias seccionales y especiales, determinadas por la Empresa de Agua Potable no sea posible instalar el medidor en las conexiones de servicio de hasta $\frac{1}{2}$ de diámetro, la Empresa de Agua Potable podrá conectar el servicio de agua directamente, en forma transitoria, cobrando los valores correspondientes de conformidad con lo dispuesto en el Reglamento de Estructura Tarifaria.

2.2.1.8. Suministro del medidor.- El suministro del medidor lo hará la Empresa de Agua Potable con cargo al cliente, siempre que tenga medidores en stock. De no contar la Empresa de Agua Potable con medidores en stock, el suministro lo podrá realizar el cliente, siempre y cuando cumpla con las especificaciones técnicas de la Empresa y pase las pruebas del banco de medidores de la misma.

2.2.1.9. Instalación de conexiones no autorizadas.- La Empresa de Agua Potable es la única autorizada para poner en funcionamiento una conexión de agua potable, así como también para que se realicen trabajos en las tuberías de distribución y en los medidores. En caso

de detectarse conexiones no autorizadas se facturará consumos presuntivos de un año conforme al consumo promedio de usuarios del mismo diámetro dentro del sector en el que se encuentra la conexión no autorizada.

2.2.1.10. Cambio de diámetro de conexión no autorizado.- Si el cliente cambiare arbitrariamente y sin autorización de la Empresa de Agua Potable el diámetro de la conexión (acometida) se le aplicará igual sanción como si hubiera realizado una conexión no autorizada.

2.2.1.11. Prohibición de uso de bombas de servicio.- Es prohibido el uso de bombas de succión para proveerse de agua potable, conectadas desde la red de distribución.

2.2.1.12. Prohibición de suministrar agua potable a otro predio.-

El servicio de agua potable proporcionado por la Empresa de Agua Potable beneficiara de manera exclusiva al predio para el cual fije solicitado. Queda prohibida cualquier derivación para proporcionar agua potable a otro predio. Está terminantemente prohibido al cliente vender agua potable a terceros, sin la debida autorización de la Empresa de Agua Potable.

2.2.1.13.- Sello de seguridad del medidor.- Todo medidor llevará un sello de seguridad y el cliente no podrá abrirlo o alterar su seguridad.

Este sello será revisado periódicamente por personal de la Empresa de Agua Potable. Si el cliente observare fallas en el funcionamiento del medidor, deberá notificar por escrito a la Empresa de Agua Potable para que proceda a su revisión de ser necesario.

La Empresa de Agua Potable podrá cambiar el diámetro del medidor de agua potable y de la correspondiente acometida, cuando determine que el consumo es superior al de la capacidad del medidor instalado.

2.2.2. De la producción y distribución

2.2.2.1. De la Producción.- Comprende la captación del agua cruda ya sea en los ríos o subsuelo y su tratamiento para convertirla en agua potable.

2.2.2.2. De la Distribución .- Son los diversos mecanismos por los cuales la ECAPAG directamente o a través de terceros, transporta y distribuye el agua potable para el consumo de sus clientes en Guayaquil.

Los mecanismos de distribución del agua potable se lo realiza por redes y la entrega por conexiones domiciliarias bocatomas y piletas comunitarias.

2.2.2.2.1. Distribución por conexiones domiciliarias.- Consiste en la provisión directa de agua potable a un predio mediante una conexión domiciliaria. El uso de este sistema de distribución será obligatorio en los sectores donde exista instalada infraestructura y redes domiciliarias.

2.2.2.2.2 Distribución por bocatomas.- Consiste en la provisión de agua potable a una estación de bocatoma donde se abastecen camiones, cisternas, quienes distribuyen agua potable en los sectores donde no existe infraestructura ni redes de distribución.

2.2.2.2.3 Distribución por piletas comunitarias - Consiste en la provisión de agua potable a una pileta comunitaria, de donde se abastecen las personas que residen en sectores que teniendo infraestructura de distribución principal, no tienen conexiones domiciliarias.

2.2.2.3. De la Comercialización.- Comprende las actividades de registro del cliente, instalación de la conexión, establecimiento del consumo, facturación, recaudación y atención de reclamos.

2.2.3. Del registro del cliente y de la instalación de la conexión domiciliaria.

2.2.3.1. Solicitud del Servicio.

Todo propietario o poseedor de un predio, ya personalmente, a través de apoderado o representante legal debe solicitar el servicio de agua potable para el respectivo predio, siempre que conste debidamente catastrado en el Registro Municipal.

El interesado presentará la solicitud en el formato elaborado por la Empresa de Agua Potable, adjuntando copia de cédula de ciudadanía y certificado de registro catastral.

En los predios que tengan frente a una sola calle, no se podrá solicitar la instalación de más de una conexión domiciliaria, salvo los casos de predios constituidos en Régimen de Propiedad horizontal.

2.2.3.2 Aprobación de la solicitud, instalación de la conexión de servicio y pago.

Aprobada la solicitud de la conexión de servicio, el cliente deberá pagar el valor total de la instalación de acuerdo a la liquidación que para el efecto realice la Empresa de Agua Potable.

2.2.3.3. Registro de Clientes.

Otorgado el servicio de agua potable, de manera provisional o definitiva, el propietario o posesionario del predio será incorporado al Registro de Clientes, en calidad de "Cliente".

2.2.4.- Del registro del cliente y de la provisión por bocatoma o pileta.

2.2.4.1. Por bocatoma

La Empresa de Agua Potable podrá suministrar agua potable en los bloque a los propietarios o administradores de las estaciones bocatomas, instaladas dentro del cantón Guayaquil conforme a la Ordenanza de Localización de las Estaciones Bocatomas para el suministro de agua potable, normativa técnica aplicable a sus instalaciones y procedimientos para su autorización.

Una vez que se haya firmado el contrato de agua potable en bloque, entre la Empresa de Agua Potable y el propietario o administrador de la estación bocatoma estos pasaran a ser incorporados en el registro de Clientes del sistema Comercial de la empresa en calidad de cliente.

En las estaciones bocatomas se podrán abastecer camiones cisternas (tanqueros) para distribuir agua potable única y exclusivamente a los sectores donde no existe instalada infraestructura para prestar el servicio de agua potable mediante conexiones domiciliarias.

2.2.4.2. Por pileta

En los sectores donde existe instalada la infraestructura principal para la prestación del servicio de agua potable y no existe redes domiciliarias, la Empresa de Agua Potable podrá proveer de agua potable mediante el sistema de pileta comunitaria.

2.2.5. Del establecimiento de los consumos, de la facturación y recaudación.

2.2.5.1. Pago del servicio.-

Por la provisión del servicio de agua potable del cliente pagará los valores que se facturarán mensualmente a base del reglamento de la estructura tarifaria aprobado por el directorio de la Empresa de Agua Potable.

2.2.5.2. Responsabilidad.-

El cliente será único responsable ante la Empresa de Agua Potable por el pago de los valores facturados. En casos de pérdida o mal

funcionamiento del medidor, la factura se emitirá conforme al Reglamento de la Estructura tarifaria.

2.2.5.3. Detalle de la recaudación.-

La Empresa de Agua Potable emitirá facturas mensuales por los servicios que preste al cliente y procederá al cobro respectivo, efectuando la entrega del aviso-factura (planilla) en el predio servido.

En las facturas se podrán incluir cobros por conexiones, reparaciones, multas, y otros conceptos relacionados con los servicios que presta la Empresa de Agua Potable.

2.2.5.4. Reclamos.-

En caso que el cliente tuviere un reclamo pendiente de solución, tiene la obligación de seguir pagando mensualmente el consumo promedio correspondiente a los seis últimos meses anteriores al periodo que motivó el reclamo.

2.2.6.- De las modalidades del servicio de alcantarillado

2.2.6.1. Prestación del Servicio de Alcantarillado.-

El servicio de alcantarillado que comprende las labores de conducción, tratamiento y disposición final de las aguas servidas, generalmente se prestará a través del sistema de redes de alcantarillado y por excepción los clientes construirán sistemas de pozos sépticos.

2.2.6.1.1. Por redes domiciliarias.-

Todo predio, sin excepción, situado en zonas donde exista instalada infraestructura y sistema de alcantarillado sanitario, deberá obligatoriamente hacer uso del mismo.

2.2.6.1.2. Por pozos sépticos.-

En las zonas donde no exista instalada infraestructura y sistema de alcantarillado sanitario, las conexiones de aguas servidas de los predios evacuarán a un sistema privado aprobado por la Empresa de Agua Potable, cuyos costos de construcción, de operación y de

mantenimiento, estarán a cargo del propietario. Estas conexiones a sistemas privados tendrán carácter temporal, hasta que la conexión a la red de distribución de alcantarillado sanitario sea posible. En este caso, el cliente podrá solicitar a la Empresa de Agua Potable el servicio de extracción de sedimentos, para lo cual pagará el valor establecido en este reglamento.

2.2.7.- De la estructura tarifaria para la prestación de los servicios de agua potable y alcantarillado para el Cantón de Guayaquil.

2.2.7.1.-De los objetivos de la estructura tarifaria.-

Son objetivos de la estructura tarifaria:

A. Cubrir los Costos de administración, operación, mantenimiento, depreciación de la infraestructura, costo de los capitales propios y ajenos invertidos en los servicios y los costos de regulación y control.

B. Asegurar la sostenibilidad financiera de la prestación de los servicios, con un adecuado plan de expansión y rentabilidad aceptable.

C. Eliminación de las categorías como mecanismo de aplicación de la tarifa.

D. La facturación por consumos registrados para permitir el control y la aplicación de políticas de gestión técnica y comercial en beneficio directo al usuario como en las gestiones de la Empresa de Agua Potable.

E. La unificación de los diferentes Rangos de consumo se logrará en un período de 5 años.

2.2.7.2.- Definiciones

A. Tarifa Referencial.- Es el valor unitario por metro cúbico de agua potable necesario para asegurar la recuperación de los costos totales de los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario en condiciones normales de eficiencia, excluyendo los costos asociados al cargo fijo.

B. Cargo fijo.- Es el valor que cubre los costos comerciales por la prestación de los servicios y los costos de mantenimiento y reposición

de la conexión domiciliaria y del medidor. Se facturará a cada usuario de acuerdo al diámetro de la conexión del predio o del departamento.

C. Cargo variable del agua potable.- Es el valor aplicado en los diferentes niveles de consumo, conforme al consumo registrado y a los parámetros del reglamento de la Empresa de Agua Potable.

CH. Consumo histórico.- Cuando exista registro de instalación de medidor, se denominará "consumo histórico" al promedio que resulte de los últimos seis meses de consumos planillados o reliquidados mediante resolución, a la fecha de su aplicación.

Se modificará el consumo histórico solamente cuando el consumo facturado sea menor al 20%.

D. Cargo variable de alcantarillado. Es el porcentaje que se aplica al valor del cargo variable de agua potable por concepto del servicio de alcantarillado sanitario.

E. Consumo registrado (CR).- Es el que resulta de las lecturas mensuales consecutivas o no, registradas por un medidor en un buen estado de funcionamiento.

F. Consumo promedio por sector.- Es el consumo estimado establecido a base de las presiones registradas en el sector correspondiente. Se estima este consumo para facturar en un sector en el cual no exista registro histórico de facturación por medidor.

G. Rango de consumo.- Son los intervalos para los cuales la Empresa de Agua Potable aplica los diferentes valores del cargo variable, a los consumos mensuales por conexión.

A continuación se presenta la tabla de rangos establecida por la Empresa de Agua Potable:

TABLA V
Rangos de Consumo en metros cúbicos

Metros Cúbicos		
RANGO	MINIMO (inclusive)	MAXIMO (inclusive)
1	0	15
2	16	30
3	31	60
4	61	100
5	101	300
6	301	2500
7	2501	5000
8	5001	mas

Fuente: Empresa de Agua Potable del Cantón Guayaquil
Elaborado por: Brenda Carolina Torres Velásquez

H. Consumo referencial (CRe).- Es el valor obtenido de los consumos registrados multiplicado por la tarifa referencial.

I. Monto a compensar (MC).- Es la diferencia entre consumo referencia (CR) y el monto facturado. Este monto será distribuido en los consumos correspondientes a los RANGOS 4, 5, 6, 7 y 8.

J. Factor de ajuste (FA).- Es el factor que afecta a la tarifa referencial y se aplica solamente los consumos correspondientes a los RANGOS 1, 2 y 3.

K. Factor de actualización (FACT).- Este factor tiene como finalidad mantener el valor real de la tarifa.

Este factor se aplicará trimestralmente a los valores del cargo fijo y a los cargos variables de agua potable, o en períodos menores según sea necesario a criterio de la Gerencia General.

2.2.7.3.- Del Cargo Fijo.- Este componente se facturará a cada usuario de acuerdo a diámetro de la conexión de servicio de agua potable del predio, edificación o inmueble.

A continuación la tabla VI presenta la tabla de cargos fijos según la guía de la instalación.

TABLA VI
Tabla de Guías
y su correspondiente cargo fijo

GUIA	CARGO FIJO
1/2 "	0,92
3/4 "	5,52
1 "	12,88
1 1/2 "	21,91
2 "	22,08
3 "	41,4
4 "	110,41
6 " o mas	211,62

Fuente: Empresa de Agua Potable del Cantón Guayaquil
Elaborado por: Brenda Carolina Torres Velásquez

Es interesante señalar que los hogares de Guayaquil que poseen la instalación de un medidor y que se encuentran conectados a la red pública de agua potable del cantón, tienen como estándar una guía de 1/2 ".

Es decir, que el cargo fijo será siempre, para los hogares del cantón de Guayaquil, de 0.92 ctvs de dólares americanos, al 2004.

2.2.7.4 De la Tarifa referencial (Tr).-

La Tarifa referencial (Tr) es el valor unitario por metro cúbico de agua potable necesario para asegurar la recuperación de los costos totales de los servicios prestados en condiciones normales.

El valor de la Tarifa referencial inicial (Tr0) se fija en US \$ 0.23 por cada metro cúbico de agua potable. Esta tarifa, según reglamento de la Empresa de Agua Potable del Cantón de Guayaquil, será ajustada trimestralmente y adicionalmente la tarifa referencial inicial (Tro) se incrementará mensualmente en 0.005 centavos de dólar americanos, durante los 6 primeros meses a partir de la emisión de abril del 2000.

2.2.7.5.- De los factores de ajuste (Fa).-

El factor de ajuste es un valor que tiene como finalidad subsidiar los consumos correspondientes a los rangos de consumo 1,2 y 3.

La aplicación de los rangos de consumo será la siguiente:

TABLA VII

Tabla de factores de ajuste
Usados por la Empresa de Agua Potable

Metros Cúbicos			Factor de Ajuste			
RANGO	MINIMO (inclusive)	MAXIMO (Inclusive)	2001	2002	2003	2004
1	0	15	0,39	0,45	0,56	0,67
2	16	30	0,59	0,60	0,70	0,80
3	31	60	0,79	0,80	0,90	1,00

Fuente: Empresa de Agua Potable del Cantón Guayaquil
Elaborado por: Brenda Carolina Torres Velásquez

Siendo el FA_i = Factor de ajuste correspondiente al rango i .

2.2.7.6.- Monto de Compensación (MC).-

Este valor tiene como finalidad compensar los ingresos menores que perciba la Empresa de Agua Potable como resultado de aplicar los factores de ajuste Fa_1 , Fa_2 y Fa_3 a los consumos correspondientes a los RANGOS 1, 2 y 3.

El monto de compensación Mc se calcula de la siguiente manera:

(Consumos registrados en el RANGO 1) **multiplicado por** (la tarifa referencia) **por** (1 **menos** Factor de ajuste 1) **más** (Consumos

registrados en RANGO 2) **multiplicado por** (la tarifa referencial) **por** (1 **menos** Factor de ajuste 2) **más** (Consumos registrados en el RANGO 3) **multiplicado por** (la tarifa referencial) **por** (1 **menos** Factor de ajuste 3) **dividido para** (los consumos correspondientes a los RANGOS 4, 5, 6, 7 y 8).

En otras palabras, la fórmula resumida nos quedaría de la siguiente forma:

$$\text{MC} = \text{CR RANGO 1} * \text{Tr} * (1-\text{Fa1}) + \text{CR RANGO 2} * \text{Tr} * (1-\text{Fa2}) + \text{CR RANGO 3} * \text{Tr} * (1-\text{Fa3}) \text{ CR RANGOS 4, 5, 6, 7 y 8}$$

El monto de compensación se aplicará de la siguiente manera:

- $\text{Mc}_1 = 0.125 * \text{MC}$ para los consumos correspondientes al RANGO 4.
- $\text{Mc}_2 = 0.25 * \text{MC}$ para los consumos correspondientes al RANGO 5.
- $\text{Mc}_3 = 0.62 * \text{MC}$ para los consumos correspondientes al RANGO 6.
- $\text{Mc}_4 = \text{MC}$ para los consumos correspondientes al RANGO 7.
- $\text{Mc}_5 = \text{MC}$ para los consumos correspondientes al RANGO 8.

2.2.7.7.- Del Cargo Variable de agua potable.

El valor de este cargo variable se fijará en función del rango de consumo registrado de acuerdo a la siguiente tabla.

TABLA VIII
Tabla de rangos de consumo
y su fórmula de cargo variable correspondiente

RANGO DE CONSUMO	CARGO VARIABLE
1	$CV_1 = Fa_1 * Tr$
2	$CV_2 = Fa_2 * Tr$
3	$CV_3 = Fa_3 * Tr$
4	$CV_4 = Tr + MC_1$
5	$CV_5 = Tr + MC_2$
6	$CV_6 = Tr + MC_3$
7	$CV_7 = Tr + MC_4$
8	$CV_8 = Tr + MC_5$

Fuente: Empresa de Agua Potable del Cantón Guayaquil.
Elaborado por: Brenda Carolina Torres Velásquez

2.2.7.8.- Metodología de aplicación de los cargos variables de agua potable para los diferentes consumos.

El valor a facturarse será la sumatoria de los cargos variables aplicables en los rangos de consumo registrados. Para los consumos

del RANGO 1 se aplicará el valor CV_1 , a los consumos del RANGO 2 para el valor de CV_2 , a consumos del RANGO 3 por el valor de CV_3 ; a los consumos del RANGO 4 por el valor de CV_4 , a los consumos de RANGO 5 por el valor de CV_5 a consumos del RANGO 6 por el valor de CV_6 , a los consumos del RANGO 7 por el valor de CV_7 y a los consumos de RANGO 8 por el valor de CV_8 .

2.2.7.9.- Factor de Actualización (FACT)

El factor de actualización se aplicará con el objeto de que la estructura tarifaria refleje los valores reales. Este factor se aplicará al menos trimestralmente.

Los componentes de la fórmula para calcular el factor de actualización son los siguientes:

TABLA IX

Tabla de Factores de Actualización

INDICES DE PONDERACIÓN	SIGLAS	VALOR
Indices del consumidor	IP	0,5
Energía eléctrica	E	0,3
Remuneración Unificada	RU	0,2

Fuente: Empresa de Agua Potable del Cantón Guayaquil.
Elaborado por: Brenda Carolina Torres Velásquez

De donde la fórmula resultante, a partir de la cual la Empresa de Agua Potable del cantón de Guayaquil estima ese rubro, es la siguiente:

$$\text{Fact} = 0.50 * (Ip1/IpO) + 0.30 (E1/E0) 0.20 (RU1/ RU0)$$

Como hemos indicado en ocasiones anteriores, el objetivo de conocer estos detalles es simplemente entender el proceso de facturación que usa la Empresa de Agua Potable, y los elementos y datos que usan en ese proceso. Nuestra tesis, en contraparte, usará datos de la realidad que se obtendrán luego del correspondiente levantamiento de información mediante encuestas por muestreo, y un análisis multivariado respectivo.

Los Índices al Consumidor Ip_0 e Ip_1 , y los Indices de Energía Eléctrica E_0 y E_1 , serán los publicados por el **Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC)**, en la publicación “**Indice de Precios al Consumidor urbano (IPCU)**” en la tabla “**Indice de Guayaquil**”, identificados con el “**No de orden 01**” como “**General**” y con el “**No de orden 12**” como “**Electricidad, gas y otros combustibles**” respectivamente.

Las Remuneraciones Unificadas RU_0 y RU_1 , serán los publicados por el Ministerio de Trabajo en el Registro Oficial correspondiente.

Los factores Ip_0 , E_0 , y RU_0 son los correspondientes al 31 de marzo del 2000. Los factores P_1 , E_1 , y RU_1 son los correspondientes al último día del mes anterior al periodo de aplicación del factor de indexación.

En caso de que los índices IP_1 y E_1 no estén disponibles en el momento de aplicar una actualización tarifaria, se tomarán los datos de los dos meses anteriores al último mes y por extrapolación se calculará los valores de los índices correspondientes al último mes

La actualización de los componentes de las tarifas aplicables al servicio de Agua Potable calculará de la siguiente manera:

a) Para la Tarifa Referencial

$$Tr = FACT$$

b) Para el Cargo Fijo se aplicará el factor **FACT** a cada uno de los cargos según el diámetro de la conexión establecidos en el reglamento de la Empresa de Agua Potable que se encuentre vigente.

2.2.7.10.- Del Cargo variable de Alcantarillado Sanitario

El valor por concepto del servicio de alcantarillado sanitario será del 80% del valor del cargo variable de agua potable. Este cargo se facturará a los usuarios que mantienen éste servicio.

2.2.7.11.- De los Consumos Estimados

En el caso de usuarios con conexiones de servicio de hasta 1" que a la fecha vigente de que Reglamento no constaren en el registro de usuarios con dato de medidor instalado, ECAPAG emitirá las planillas mensuales sobre la base del Consumo promedio del Sector, en atención al consumo promedio medido del sector de su localización expresado en los cuadros anexos. En todos los casos en que existiendo el registro de medidor instalado en un predio, no se pudiese, por cualquier causa, determinar consumos por diferencia de lecturas consecutivas, la planilla se emitirá en base de Consumo Histórico.

De tratarse de un usuario con conexión de servicio de hasta 1" de diámetro, ECAPAG dispondrá de un plazo de dos meses para solucionar los problemas que impidieron la determinación del consumo mensual a base de la diferencia de lectura, y vencido este plazo la empresa sólo podrá facturar consumos registrados por un medidor y de no contar con lecturas que permitan hacerlo, emitirá la planilla por el Consumo promedio del Sector.

CAPITULO III

3. ENCUESTA POR MUESTREO

En este capítulo se relata brevemente definiciones interesantes acerca del objetivo de una encuesta en una investigación, procedimientos para efectuar una encuesta, determinación de la población objetivo, marco muestral, teoría del muestreo, tipos de muestreo, etc.

En toda investigación es importante tener claro todos estos conceptos para así poder trabajar de forma correcta y obtener resultados confiables.

3.1 Concepto e importancia del muestreo

En toda investigación científica existe un conjunto de elementos sobre los cuales se tomará información. Este conjunto de elementos se lo conoce con el nombre de población o universo estadístico. Si el investigador toma información de toda la población, esta recopilación y análisis de datos se llama **CENSO**, por ejemplo, los censos de población

y vivienda. Sin embargo, no siempre es posible efectuar censos, ya sea por el costo que esto implica, porque la toma de información significaría la destrucción de los elementos en cuestión, porque la población sea infinita, etc. Dependiendo del tipo de investigación, una alternativa al censo es la recolección de datos de solo una parte representativa de la población. Obviamente esta alternativa es usada cuando la información se necesita con urgencia o cuando la investigación lo permite.

Este proceso de tomar información solo de una parte de los elementos de la población estadística, se conoce con el nombre de Muestreo.

Entonces podemos concluir que **Muestreo** es la actividad por la cual se toman ciertas muestras de una población de elementos de los cuales vamos a tomar ciertos criterios de decisión. El conjunto de elementos de los que se toma información en el proceso de muestreo se llama muestra, la cual debe ser lo más representativa posible de la población de la que se la está tomando. El número total de elementos que componen una muestra se llama **tamaño muestral**.

Se denomina inferencia estadística o estadística inductiva a la metodología consistente en inferir resultados, predicciones y generalizaciones sobre la población estadística, basándose en

información contenida en las muestras representativas previamente elegidas por algún método de muestreo.

Los métodos de muestreo son el conjunto de técnicas estadísticas que estudian la forma de seleccionar una muestra de una población cuya información nos permite inferir las propiedades o características de toda la población, cometiendo un error medible y acotable.

La importancia del muestreo radica en que a través de él podemos hacer análisis de situaciones de una empresa o de algún campo de la sociedad sin necesidad de tomar todos los datos de la población de nuestro interés, lo cual tiene muchas ventajas, las cuales mencionaremos posteriormente.

3.1.1 Terminología básica usada en el muestreo

Existen términos en el muestreo que son necesarios que sean familiares para nosotros de tal forma que podamos comprender a plenitud la presente investigación. A continuación se presenta la terminología principal usada en el muestreo:

3.1.1.1 Estadístico

Un estadístico es una medida usada para describir alguna característica de una muestra , tal como la media aritmética, la mediana o la desviación estándar de una muestra.

3.1.1.2 Parámetro

Una parámetro es una medida usada para describir alguna característica de una población, tal como una media aritmética, una mediana o una desviación estándar de una población.

Cuando se usan los términos “estadístico” y “parámetro”, el proceso de estimación en inferencia estadística puede ser descrito como el proceso de estimar un parámetro a partir del estadístico correspondiente, por ejemplo. usar una media muestral como un estadístico para estimar la media de la población (un parámetro).

3.1.1.3 Distribución en el muestreo:

Cuando el tamaño de la muestra (n) es más pequeño que el tamaño de la población (N), dos o más muestras pueden ser extraídas de la

misma población. Un cierto estadístico puede ser calculado para cada una de las muestras posibles extraídas de la población. Una distribución del estadístico obtenida de las muestras es llamada la distribución en el muestreo del estadístico.

Por ejemplo, si la muestra es de tamaño 2 y la población de tamaño 3 (elementos A, B, C), es posible extraer 3 muestras (AB, BC Y AC) de la población. Podemos calcular la media para cada muestra. Por lo tanto, tenemos 3 medias muestrales para las 3 muestras. Las 3 medias muestrales forman una distribución. La distribución de las medias es llamada la distribución de las medias muestrales, o la distribución en el muestreo de la media. De la misma manera, la distribución de las proporciones (o porcentajes) obtenida de todas las muestras posibles del mismo tamaño, extraídas de una población, es llamada la distribución en el muestreo de la proporción.

3.1.1.4 Error Estándar.-

La desviación estándar de una distribución, en el muestreo de un estadístico, es frecuentemente llamada el error estándar del estadístico. Por ejemplo, la desviación estándar de las medias de todas la muestras posibles del mismo tamaño, extraídas de una

población, es llamada el error estándar de la media. De la misma manera, la desviación estándar de las proporciones de todas las muestras posibles del mismo tamaño, extraídas de una población, es llamada el error estándar de la proporción.

La diferencia entre los términos "**desviación estándar**" y "**error estándar**" es que la primera se refiere a los valores originales, mientras que la última está relacionada con valores calculados.

Un estadístico es un valor calculado, obtenido con los elementos incluidos en una muestra.

3.1.1.5 Error muestral o error de muestreo.-

La diferencia entre el resultado obtenido de una muestra (un estadístico) y el resultado que deberíamos haber obtenido de la población (el parámetro correspondiente) se llama "**error muestra**" o "**error de muestreo**".

Un error de muestreo usualmente ocurre cuando no se lleva a cabo la encuesta completa de la población, sino que se toma una muestra para estimar las características de la población.

El error muestral es medido por el error estadístico, en términos de probabilidad, bajo la curva normal. El resultado de la media indica la precisión de la estimación de la población basada en el estudio de la muestra.

Mientras más pequeño es el error muestral, mayor es la precisión de la estimación. Deberá hacerse notar que los errores cometidos en una encuesta por muestreo, tales como respuestas inconsistentes, incompletas o no determinadas, no son considerados como errores muestrales.

Los errores no muestrales pueden también ocurrir en una encuesta completa de la población.

3.2. Objetivo del muestreo

El muestreo tiene por objetivo, el estudio de las relaciones existentes entre la distribución de un carácter en dicha población y las distribuciones de dicho carácter en todas sus muestras.

3.3. Ventajas del muestreo

Las ventajas de estudiar una población a partir de sus muestras son principalmente:

3.3.1. Coste reducido.-

Si los datos que buscamos los podemos obtener a partir de una pequeña parte del total de la población, los gastos de recopilación y tratamiento de los datos serán menores. Por ejemplo, la CONVOCATORIA A ELECCIONES DE AUTORIDADES SECCIONALES DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR, OCTUBRE 2004. Esto es porque es más barato efectuar encuestas previas a un referéndum, a 4.000 personas que a 30'000.000.

3.3.2. Mayor rapidez.-

Estamos acostumbrados a ver cómo con los resultados del escrutinio de las primeras mesas electorales, se obtiene una aproximación bastante buena del resultado final de unas elecciones, muchas horas antes de que el recuento final de votos haya finalizado.

3.3.3. Más posibilidades.-

Para hacer cierto tipo de estudios, por ejemplo el de duración de cierto tipo de bombillas, no es posible en la práctica destruirlas todas para conocer su vida media, ya que no quedaría nada que vender. Es mejor destruir sólo una pequeña parte de ellas y sacar conclusiones sobre las demás.

De igual forma cuando se trata de medir la eficiencia de medicamentos, no se puede esperar que "n" pacientes sufran los efectos secundarios de un medicamento para establecer contraindicaciones, siempre se trata de minimizar los riesgos.

Finalmente podemos observar que al aplicar estadística inferencial tenemos que tomar en cuenta dos factores importantes que son:

- Elección de la muestra (muestreo), que es a lo que nos dedicaremos en este capítulo.
- Extrapolación de las conclusiones obtenidas sobre la muestra al resto de la población (inferencia).

3.4.- Establecimiento de los objetivos de una encuesta

El primer paso para toda encuesta por muestreo es establecer los objetivos de la misma. Es importante que los objetivos de una encuesta sean claros, de tal forma que el cuestionario contenga preguntas que efectivamente nos lleven a obtener resultados confiables.

El objetivo de la encuesta en la presente investigación es la de determinar cuál es el costo de consumo de agua potable de los hogares del Cantón de Guayaquil que no tienen medidor de agua. Al hablar de costo se sobreentiende que una de las variables claves e importantes de nuestro cuestionario será la de averiguar cuanto consume de agua, en metros cúbicos, el usuario que está conectado a la red pública y ese consumo en cuanto se traduce en dinero (en nuestro caso, en dólares americanos).

La idea de la presente investigación es establecer un modelo de regresión que nos permita establecer, a partir de la información recogida de la muestra de la población que tiene medidor, cuanto debería pagar una persona que consume agua potable y que no tiene medidor.

3.5.- Determinación de la población objetivo

Como se mencionó anteriormente, la población es una colección de elementos acerca de los cuales se necesita hacer inferencias. Esta colección de elementos es lo que llamamos **POBLACIÓN OBJETIVO**.

Nuestro interés es tomar datos de los hogares del Cantón de Guayaquil que tienen medidor, para crear un modelo y estimar el costo de consumo de los hogares del cantón de Guayaquil que no tienen medidor. Los cuestionarios, si bien toman datos de la vivienda en la que se está efectuando la encuesta, son aplicados a los habitantes de la misma, en este caso a un jefe de familia, que sería la persona idónea para suministrarnos información veraz y confiable.

3.6.- Determinación de la unidad de muestreo

Una unidad de muestreo puede ser una unidad de la población objetivo, la cual se llamaría, unidad elemental del muestreo.

Sin embargo, también puede ser unidad de muestreo un conjunto o grupo de elementos de la población, entonces estamos hablando de

una unidad de muestreo compuesta de varias unidades elementales, denominada también **UNIDAD PRIMARIA**.

En la presente investigación nuestra unidad de muestreo fueron las personas que habitan las viviendas ocupadas de cada sector investigado (sectores clasificados y zonificados según la Empresa de Agua Potable) del Cantón Guayaquil, particularmente, el Jefe de familia del hogar encuestado.

3.7 Determinación del marco muestral

El marco muestral es un instrumento que nos permite localizar los elementos de nuestro interés dentro de la población que estamos analizando. En un sentido restringido, el marco muestral no es más que un listado de unidades. Este listado de unidades se debe conformar con mucho cuidado y precisión, tanto por su repercusión en el costo de la investigación, como en la confiabilidad de los datos recopilados.

Cuando el marco muestral es una lista de áreas (sectores, zonas), como en nuestro caso, es importante y esencial que estas zonas estén

debidamente limitadas, y que esos límites sean exactos e inequívocamente determinados, y por supuesto, identificables en el terreno y basados en criterios justificables.

En nuestro caso, los sectores en lo que se aplicaron los cuestionarios y a partir de los cuales vamos a efectuar el análisis correspondiente, son sectores delimitados por la Empresa de Agua Potable del Cantón de Guayaquil. En los anexos de esta investigación se encontrará el mapa que nos fue facilitado por las autoridades correspondientes de la Empresa de Agua Potable del Cantón de Guayaquil y que, en conjunto con los mapas que nos fueron facilitados por el Inec, nos ayudaron a delimitar las zonas (estratos) en los cuales posteriormente dividiríamos al Cantón de Guayaquil.

La ciudad de Guayaquil tiene en la actualidad 377 zonas censales. El INEC nos facilitó para la presente investigación un listado con las zonas censales y su respectiva población total, total de habitantes de sexo masculino y total de habitantes de sexo femenino por zona, y el total de viviendas por zona. La delimitación de cada zona censal se efectuó mediante los mapas que el INEC nos facilitó.

A su vez, la Empresa de Agua Potable del Cantón de Guayaquil nos facilitó el listado de las 42 zonas en las que está dividido el Cantón de Guayaquil y un mapa donde se observa la delimitación de cada uno de estos sectores, el total de cuentas por sector, la presión promedio, y el promedio de consumo en metros cúbicos por sector.

Además se observa que sectores tiene abastecimiento continuo y discontinuo de agua. Estas zonas están enumeradas desde el #2 y avanza en número pares, hasta el # 84. Los límites de estos 42 sectores se efectuaron en base de los mapas del INEC.

Finalmente nos quedó una lista con 42 sectores, en cada uno de los cuales existen "n" zonas censales. Este listado final es nuestro marco muestral. Las zonas censales las delimitamos y asignamos al sector correspondiente delimitado por la Empresa de Agua Potable.

3.8 Determinación de la selección de la técnica de muestreo a utilizarse

Existen varios tipos de técnicas de muestreo, las cuales varían dependiendo del tipo de investigación que se esté efectuando. En nuestro caso particular nuestro interés es estimar costos de consumo

de agua potable en diferentes sectores del Cantón Guayaquil, lo cual nos lleva a observar que en el Cantón Guayaquil existen diferentes zonas con diferentes niveles socio-económicos, lo cual en términos estadísticos se llaman “**estratos**”. Considerando este hecho, vamos a indicar que a lo largo de nuestra investigación, la técnica a usar será la del **MUESTREO ALEATORIO ESTRATIFICADO**.

3.8.1.- Muestreo aleatoria Estratificado (MAE)

En el muestreo aleatorio estratificado se divide la población de “N” individuos, en “k” sub-poblaciones o estratos de tamaños respectivos N_1, \dots, N_k , atendiendo a criterios que puedan ser importantes en el estudio.

Así, tenemos que:

$$N = N_1 + N_2 + \dots + N_k$$

Donde:

N =Tamaño total de la población.

N_i = Tamaño del estrato (de la sub-población).

$$i = 1, \dots, k$$

Un problema muy común cuando hablamos de muestreo es el de determinar el tamaño de la muestra (subpoblación) que vamos a tomar para efectuar el análisis de nuestro interés. Para ello tenemos fundamentalmente dos técnicas: la asignación proporcional y la asignación óptima.

Ejemplo:

Supongamos que realizamos un estudio sobre la población de estudiantes de una Universidad, en el que a través de una muestra de 10 de ellos queremos obtener información sobre el uso de lápiz (maquillaje) de labios.

En primera aproximación lo que procede es hacer un muestreo aleatorio simple, pero en su lugar podemos reflexionar sobre el hecho de que el comportamiento de la población con respecto a este carácter no es homogéneo, y atendiendo a él, podemos dividir a la población en dos estratos:

- Estudiantes masculinos (60% del total);
- Estudiantes femeninos (40% restante);

de modo que se repartan proporcionalmente ambos grupos el número total de muestras, en función de sus respectivos tamaños (6 varones y 4 mujeres). Esto es lo que se denomina **afijación proporcional**.

Podemos deducir que el comportamiento del estrato de hombres va a ser casi predecible, según el caso de nuestro ejemplo, y constante en comparación con el comportamiento del estrato de mujeres.

Por otra parte, con toda seguridad la precisión sobre el carácter que es objeto del estudio (uso de lápiz de labio) será muy alta en el grupo de los varones aunque en la muestra haya muy pocos (pequeña varianza), mientras que en el grupo de las mujeres habrá mayor dispersión.

Cuando las varianzas poblacionales son pequeñas, con pocos elementos de una muestra se obtiene una información más precisa del total de la población que cuando la varianza es grande. Por tanto, si nuestros medios sólo nos permiten tomar una muestra de 10 alumnos, será más conveniente dividir la muestra en dos estratos, y tomar mediante muestreo aleatorio simple cierto número de individuos de cada estrato, de modo que se elegirán más individuos en los grupos de mayor variabilidad.

Así probablemente obtendríamos mejores resultados estudiando una muestra de:

- 1 hombre.
- 9 mujeres.

Esto es lo que se denomina **asignación óptima**.

3.8.1.1 Tipos de asignación en el Muestreo Aleatorio Estratificado (MAE)

Hemos observado que dentro del muestreo aleatorio estratificado (MAE), tenemos dos formas de determinar el número de personas que se estudiarán dentro de los estratos que el investigador define dentro de una población. Estas dos técnicas son: afijación (asignación) proporcional y afijación (asignación) óptima.

En todo caso, el investigador tendrá la potestad de decidir cual de las dos técnicas es la que más conviene a su investigación.

A continuación se presenta la teoría de las dos técnicas mencionadas anteriormente, aún cuando adelantamos que la afijación **proporcional**

será la técnica que usaremos en nuestro análisis de datos.

3.8.1.1.1 Asignación proporcional

Sea n el número de individuos de la población total que forman parte de alguna muestra:

$$n = n_1 + n_2 + \dots + n_k$$

Cuando la asignación es proporcional el tamaño de la muestra de cada estrato es proporcional al tamaño del estrato correspondiente con respecto a la población total. Esto lo podemos calcular a partir de la siguiente relación:

$$n_i = n \cdot \frac{N_i}{N} \quad (1)$$

Donde:

n_i = Tamaño de la muestra del estrato i .

n = tamaño total de la muestra.

N_i = Tamaño del estrato i

N = tamaño total de la población

3.8.1.1.2 Asignación óptima

Cuando se realiza un muestreo estratificado, los tamaños muestrales en cada uno de los estratos, n_i , los elige quien hace el muestreo, y para ello puede basarse en alguno de los siguientes criterios:

- Elegir los n_i de tal modo que se minimice la varianza del estimador, o
- Fijar la varianza escogiendo la que minimize el costo de obtención de las muestras.

Así en un estrato dado, se tiende a tomar una muestra más grande cuando:

- El estrato es más grande;
- El estrato posee mayor varianza;
- El muestreo es más barato en ese estrato.

Para ajustar el tamaño de los estratos cuando conocemos la dispersión interna de cada uno de los mismos, tenemos el siguiente teorema:

3.8.1.1.2.1. Teorema Asignación de Neyman

Sea E una población con N elementos, dividida en k estratos, con N_i elementos cada uno de ellos, tenemos que:

$$E = E_1 \cup E_2 \dots \cup E_k$$

$$N = N_1 \cup N_2 \dots \cup N_k$$

$$i = 1, \dots, k$$

Sea n el número total de elementos al realizar el muestreo, y que se dividen en cada estrato como:

$$n = n_1 + n_2 + \dots + n_k$$

Sea X la variable aleatoria que representa el carácter que intentamos estudiar. Sobre cada estrato puede definirse entonces la variable aleatoria:

$$\bar{X}_i$$

como el valor medio de X obtenida en una muestra de tamaño n_i en el estrato.

Sea:

$$Var[\bar{X}_i]$$

la varianza de dicha variable aleatoria, entonces:

$$\sum_{i=1}^k Var[\bar{X}_i]$$

se minimiza cuando:

$$n_i = n \cdot \frac{N_i \cdot S_i}{\sum_{i=1}^k N_i \cdot S_i}$$

Donde:

$$\hat{S}_i = \frac{1}{N-1} \cdot \sum_{j=1}^{N_i} (x_{ij} - \bar{x}_i)^2 \quad \left\{ \begin{array}{l} x_{ij} = j\text{-ésimo elemento de } E_i \\ \bar{x}_i = \text{media poblacional de } E_i \end{array} \right.$$

es la cuasi-varianza del estrato E_i .

Finalmente, en nuestro caso particular, y como mencionamos antes, se ha decidido que vamos a usar muestreo estratificado con afijación proporcional. Por lo tanto nuestra fórmula para determinar el número de personas a encuestar a nivel de toda la investigación va a ser la siguiente:

$$n_i = n \cdot \frac{N_i}{N} \quad (1)$$

Donde:

n_i = Tamaño de la muestra del estrato i .

n = tamaño total de la muestra.

N_i = Tamaño del estrato i

N = tamaño total de la población

Podemos observar que tenemos el inconveniente de que no tenemos el valor n = tamaño total de la muestra. A continuación veremos la forma de determinar el tamaño de la muestra total y posterior a eso vamos a calcular el tamaño de muestra a tomar por estrato (42 estratos).

3.9. Determinación del tamaño de la muestra

Para calcular el tamaño de una muestra hay que tomar en cuenta tres factores:

- El porcentaje de confianza con el cual se quiere generalizar los datos desde la muestra hacia la población total.
- El porcentaje de error que se pretende aceptar al momento de hacer la generalización.
- El nivel de variabilidad que se calcula para comprobar la hipótesis.

La confianza o el porcentaje de confianza es el porcentaje de seguridad que existe para generalizar los resultados obtenidos. Esto significa que un porcentaje del 100% equivale a decir que no existe ninguna duda para generalizar tales resultados, pero también implica estudiar a la totalidad de los casos de la población.

Para evitar un costo muy alto para el estudio o debido a que en ocasiones llega a ser prácticamente imposible el estudio de todos los casos, entonces se busca un porcentaje de confianza menor.

El error o porcentaje de error equivale a elegir una probabilidad de aceptar una hipótesis que sea falsa como si fuera verdadera, o la inversa: rechazar a hipótesis verdadera por considerarla falsa. Al igual que en el caso de la confianza, si se quiere eliminar el riesgo del error y considerarlo como 0%, entonces la muestra es del mismo tamaño que la población, por lo que conviene correr un cierto riesgo de equivocarse.

Comúnmente se aceptan entre el 4% y el 6% como error, tomando en cuenta de que no son complementarios la confianza y el error.

La variabilidad es la probabilidad (o porcentaje) con el que se aceptó y se rechazó la hipótesis que se quiere investigar en alguna investigación anterior o en un ensayo previo a la investigación actual. El porcentaje con que se aceptó tal hipótesis se denomina variabilidad positiva y se denota por p , y el porcentaje con el que se rechazó se la hipótesis es la variabilidad negativa, denotada por q .

Hay que considerar que p y q son complementarios, es decir, que su suma es igual a la unidad: $p+q=1$. Además, cuando se habla de la máxima variabilidad, en el caso de no existir antecedentes sobre la investigación, entonces los valores de variabilidad serán $p=q=0.5$.

Una vez que se han determinado estos tres factores, entonces se puede calcular el tamaño de la muestra como se expondrá posteriormente.

Hablando de una población de alrededor de 10,000 casos, o mínimamente esa cantidad, podemos pensar en la manera de calcular el tamaño de la muestra a través de las siguientes fórmulas. Hay que mencionar que estas fórmulas se pueden aplicar de manera aceptable pensando en instrumentos que no incluyan preguntas abiertas.

Vamos a presentar dos fórmulas, siendo la primera la que se aplica en el caso de que no se conozca con precisión el tamaño de la población, y es:

$$n = \frac{Z^2 \cdot p \cdot q}{E^2} \quad (1)$$

donde:

n = es el tamaño de la muestra;

Z = es el nivel de confianza;

p = es la variabilidad positiva;

q = es la variabilidad negativa;

E = es la precisión o error.

Hay que tomar nota de que debido a que la variabilidad y el error se pueden expresar por medio de porcentajes, hay que convertir todos esos valores a proporciones en el caso necesario.

También hay que tomar en cuenta que el nivel de confianza no es ni un porcentaje, ni la proporción que le correspondería, a pesar de que se expresa en términos de porcentajes.

El nivel de confianza se obtiene a partir de la distribución normal estándar, pues la proporción correspondiente al porcentaje de confianza es el área simétrica bajo la curva normal que se toma como la confianza, y la intención es buscar el valor Z de la variable aleatoria que corresponda a tal área.

Por ejemplo:

Si se quiere un porcentaje de confianza del 95%, entonces hay que considerar la proporción correspondiente, que es 0.95. Lo que se buscaría en seguida es el valor Z para la variable aleatoria z tal que el

área simétrica bajo la curva normal desde $-Z$ hasta Z sea igual a 0.95, es decir, $P(-Z < z < Z) = 0.95$. Utilizando las tablas, o la función `DISTR.NORM.ESTAND.INV()` del Excel, se puede calcular el valor de Z , que sería 1.96 (con una aproximación a dos decimales). Esto quiere decir que $P(-1.96 < z < 1.96) = 0.95$.

En el caso de que sí se conozca el tamaño de la población entonces se aplica la siguiente fórmula:

$$n = \frac{Z^2 \cdot p \cdot q \cdot N}{N \cdot E^2 + Z^2 \cdot p \cdot q} \quad (2)$$

donde:

n = es el tamaño de la muestra;

Z = es el nivel de confianza;

p = es la variabilidad positiva;

q = es la variabilidad negativa;

N = es el tamaño de la población;

E = es la precisión o el error.

La ventaja sobre la primera fórmula es que al conocer exactamente el tamaño de la población, el tamaño de la muestra resulta con mayor precisión y se pueden incluso ahorrarse recursos y tiempo para la aplicación y desarrollo de una investigación.

Por ejemplo:

En una institución de nivel de segunda enseñanza, se desea realizar una investigación sobre los alumnos inscritos en primer y segundo años, para lo cual se aplicará un cuestionario de manera aleatoria a una muestra, pues los recursos económicos y el tiempo para procesar la información resultaría insuficiente en el caso de aplicársele a la población estudiantil completa.

En primera instancia, suponiendo que no se conoce el tamaño exacto de la población, pero con la seguridad de que ésta se encuentra cerca a los diez millares, se aplicará la fórmula (1).

Se considerará una confianza del 95%, un porcentaje de error del 5% y la máxima variabilidad por no existir antecedentes en la institución sobre la investigación y porque no se puede aplicar una prueba previa.

Por lo tanto se asumirá que $p = q = 0.5$

Primero habrá que obtener el valor de Z de tal forma que la confianza sea del 95%, es decir, buscar un valor de Z tal que $P(-Z < z < Z) = 0.95$.

Utilizando las tablas o las funciones de Excel se pueden obtener, o viendo (en este caso) el ejemplo anterior, resulta que $Z = 1.96$.

De esta manera se realiza la sustitución y se obtiene:

$$n = \frac{(1.96^2)(0.5)(0.5)}{0.05^2} = \frac{(3.8416)(0.25)}{0.0025} = \frac{0.9604}{0.0025} = 384.16$$

Esto quiere decir que el tamaño de la muestra es de 385 alumnos.

Supongamos ahora que si se conoce el tamaño de la población estudiantil y es de 9,408, entonces se aplicará la segunda fórmula.

Utilizando los mismos parámetros la sustitución queda como:

$$n = \frac{(1.96^2)(0.5)(0.5)(9408)}{(9408)(0.05^2) + (1.96^2)(0.5)(0.5)} = \frac{9035.4432}{24.4804} = 369.088...$$

Con lo que se tiene una cota mínima de 370 alumnos para la muestra y así poder realizar la investigación sin más costo del necesario, pero

con la seguridad de que las condiciones aceptadas para la generalización (confiabilidad, variabilidad y error) se mantienen.

Luego de haber explicado e ilustrado con ejemplos la forma de determinar el tamaño total de una muestra, vamos a proceder a calcular el tamaño de nuestra muestra total:

$N = 470.552$ (Fuente: MIDUVI)

$P = 0.61$ (Fuente: MIDUVI)

$Q = 0.39$ (Fuente: MIDUVI)

$Z_{\alpha=0.95} \Rightarrow 1.96$

$E = 0.05$ (fijado por nosotros)

Reemplazándolo en la siguiente fórmula:

$$n = \frac{Z^2 \cdot p \cdot q}{E^2}$$

(1)

Tenemos que nuestro tamaño de muestra, asumiendo que no conocemos el tamaño de la población, es de :

$$n = (1.96)^2 * (0.61) * (0.39) / (0.05)^2 = 660.27$$

Por lo tanto, nuestra muestra total será de tamaño:

$$n = 661$$

Sin embargo, podemos calcular de manera más eficiente el tamaño total de la muestra, dado que conocemos el total de la población objetivo. Por lo tanto, podemos usar la siguiente fórmula:

$$n = \frac{Z^2 \cdot p \cdot q \cdot N}{N \cdot E^2 + Z^2 \cdot p \cdot q} \quad (2)$$

En la cual, reemplazando:

$$n = \frac{(1.96)^2 \cdot (0.61) \cdot (0.39) \cdot (370.552)}{(470.552) \cdot (0.05)^2 + (1.96)^2 \cdot (0.61) \cdot (0.39)} \quad (2)$$

Donde

$$n = 553.07 \approx 553 \text{ viviendas.}$$

Observamos que el tamaño de la muestra calculado usando el tamaño de la población objetivo difiere del tamaño de la muestra calculado obviando el tamaño de la población objetivo. Es por eso que se recomienda que si se conoce el tamaño de la población, para que la investigación que se está efectuando esté más acorde a la realidad, se use la fórmula (2).

Una vez que hemos tomado un tamaño total de la muestra, el siguiente paso es usar la fórmula de muestreo estratificado para determinar la proporción sobre la cual se recopilarán datos en cada estrato.

3.9.1.- Determinación del tamaño de la muestra para cada estrato.

Para determinar el tamaño de la muestra que se va a tomar para cada estrato, vamos a usar la siguiente fórmula:

$$n_i = n \cdot \frac{N_i}{N}$$

Donde:

n_i = Tamaño de la muestra del estrato i .

n = tamaño total de la muestra.

N_i = Tamaño del estrato i

N = tamaño total de la población

Reemplazando valores tenemos que:

n_i = Tamaño de la muestra del estrato i .

$n = 553$

N_i = Tamaño del estrato i

$N = 470.552$ (viviendas del Cantón Guayaquil, según MIDUVI)

Los resultados obtenidos serán los tamaños de muestra que se deberán tomar en cada estrato. Estos resultados se encuentran en la tabla IX, que es la que presentamos a continuación:

TABLA X

Tabla demostrativa del cálculo del tamaño de muestras
de los 42 sectores a investigar,
usando MAE

ESTRATO	TOTAL VIVIENDAS	TAMAÑO MUESTRA	ESTRATO	TOTAL VIVIENDAS	TAMAÑO MUESTRA
02	14.452	21	44	7.821	10
04	10.148	12	46	3.428	10
06	6.279	11	48	1.105	11
08	16.072	16	50	9.212	11
10	3.958	10	52	10.063	12
12	19.443	19	54	4.195	11
14	12.164	12	56	8.270	11
16	6.372	11	58	11.163	13
18	12.122	13	60	8.561	10
20	11.698	14	62	10.488	12
22	7.870	10	64	9.571	11
24	14.072	15	66	21.199	16
26	27.718	19	68	1.405	11
28	12.257	14	70	5.924	11
30	11.141	13	72	30.648	19
32	21.432	19	74	26.299	19
34	21.534	19	76	15.407	15
36	11.912	14	78	8.236	11
38	12.053	12	80	4.524	11
40	7.724	11	82	5.701	12
42	3.895	11	84	6.860	10
TOTAL	470.552	553			

Elaborado por: Brenda Carolina Torres Velásquez

Podemos observar que ahora tenemos un número pre-determinado de cuestionarios que deberemos aplicar por sector, y que la suma de todos esos cuestionarios nos dará el tamaño total de la muestra.

CAPÍTULO IV

4. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA ENCUESTA

Una vez que hemos establecido cuales son las zonas de interés para nuestra encuesta, y una vez que hemos determinado tanto el tamaño de la muestra, como la técnica de muestreo a aplicar, procedemos al desarrollo del cuestionario.

4.1 Desarrollo del cuestionario

Siendo el cuestionario el instrumento importante y vital en esta investigación, es importante que se sigan los pasos apropiados para el desarrollo del mismo.

4.1.1. Estructura del cuestionario:

Antes de empezar al desarrollo del cuestionario, es necesario plantearse algunos hechos que nos ayudarán a formular las preguntas correctas para el cuestionario. Primero que todo es recordar cual es mi

población objetivo y cuales son los datos principales que necesito obtener de mi población objetivo, para poder efectuar el análisis de los datos.

4.1.1.1 Población objetivo

La población objetivo de la presente investigación son los sectores debidamente delimitados por la Empresa de Agua Potable del Cantón de Guayaquil, en lo cuales se aplicará el cuestionario a los jefes de familia que habiten en viviendas que tengan medidor de agua.

4.1.1.2 Otras variables de interés

Luego de determinar cual es nuestra población objetivo, es necesario plantearse cuales pueden ser otras variables de interés para el desarrollo de nuestro cuestionario.

A continuación se presentan las variables que se consideraron importantes para el desarrollo de nuestro cuestionario:

- Consumo de agua por vivienda, tanto en metro cúbicos como en dólares americanos.
- Número de personas que habitan la vivienda.
- Número de baños que tiene la vivienda.
- Número de llaves de agua que tiene la vivienda.
- Número de personas que habitan la vivienda.
- Número de personas que habitan la vivienda y pertenecen a la PEA.
- Número de autos disponibles para el uso de la vivienda.

Toda esta lluvia de ideas nos ayuda a formular las primeras preguntas en un borrador de cuestionario, el cual se va perfeccionando a medida que se encadenan unas preguntas con otras y una vez que se determinan las variables de interés para la encuesta.

4.1.1.3 Cuestionario

En un cuestionario es importante identificar y elegir las propiedades que se intentan medir y registrar para cada unidad que venga dentro de la muestra. Esas propiedades de las unidades se llaman características, atributos o simplemente variables.

Una variable es una característica de la población o de la muestra que se está analizando en un estudio estadístico. Las variables pueden ser cuantitativas o cualitativas. Las variables cuantitativas se miden de forma numérica y las cualitativas, se las mide por una determinada cualidad. Ejemplo de variable cuantitativa son: edad, peso, estatura; ejemplo de variables cualitativas son: color de cabello, calificación de satisfacción de un servicio, etc.

Las variables de nuestro interés son básicamente las relacionadas con el consumo de agua potable por vivienda.

En nuestro cuestionario tenemos variables que están relacionadas con la ubicación de la vivienda, con el consumo de agua, con la estructura de la vivienda como tal, y con servicios extras disponibles por vivienda.

SECCIÓN 1: VARIABLES QUE SE REFIEREN A LA SITUACIÓN GEOGRÁFICA DE LA ZONA

Como mencionamos anteriormente estas variables son solo de referencia y de ayuda para la tabulación de los datos, tales como: PARROQUIA, ZONA CENSAL y ZONA DE INTERAGUA.

SECCION 2: VARIABLES RELACIONADAS CON LA DISPONIBILIDAD DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO.

Estas variables simplemente son usadas como filtro a la hora de encuestar a un jefe de familia, ya que nos ayudan a determinar si la vivienda tiene o no medidor, y si tiene, si le llega la planilla de agua.

Estas variables son las siguientes:

X_1 : ¿Dispone usted de servicio de agua potable?

Esta variable es usada como filtro: si la respuesta es "sí" se continúa con la encuesta, en caso contrario finaliza la encuesta y se prosigue con la siguiente vivienda.

X_2 : ¿Dispone usted en la actualidad de medidor de agua?

Esta variable es otro filtro, puesto que nuestro interés es encuestar a las viviendas que reciben agua potable y que además tienen medidor.

De igual forma, si la respuesta es sí, se continua con la encuesta y en caso contrario, se finaliza la encuesta.

X₃: ¿Recibe usted planillas de consumo de servicio de agua potable?

Esta es otra variable de interés para nosotros, puesto que nos sirve para verificar los datos recopilados en las variables X5 y X6 con respecto al consumo de agua potable. Es otra variable cuya única relevancia es confirmar la veracidad de los datos, más no afecta en sí a nuestro estudio.

X₄: ¿Cuánto cancela en promedio mensual por consumo de agua potable?

Esta es una de nuestras variables de interés, dado que en base al análisis de esta variable podremos establecer un modelo que nos permita calcular cuanto debería pagar una persona que consume agua potable en el cantón de Guayaquil y que no tiene medidor.

X₅: ¿Cuántos metros cúbicos de agua consume en promedio mensual?

Al igual que la variable X4, esta es otra de nuestras variables de interés, dado que en base al análisis de esta variable podremos establecer un modelo que nos permita calcular cuanto debería pagar una persona que consume agua potable en el cantón de Guayaquil y que no tiene medidor.

SECCION 3: VARIABLES RELACIONADAS CON EL HOGAR:

Estas variables tienen como objetivo tratar de establecer un consumo promedio mensual de metros cúbicos de agua potable, por habitante en un hogar del cantón de Guayaquil

X₆: ¿Cuántas personas viven en su vivienda?

Esta variable nos ayudará a identificar cuantas personas están en potencial uso del servicio de agua potable de la vivienda.

X₇ ¿Cuántas personas que habitan en su vivienda pertenecen a la población económicamente activa?

Esta variable nos indica, tanto la estadía diaria de la persona en la vivienda (si trabaja pasará mucho menos tiempo en la vivienda, en comparación si no trabaja), así como su capacidad de aportar a las cuentas de gasto del hogar.

X₈ ¿Cuántas personas de la vivienda hacen uso del servicio de agua potable, si lo reciben?

Esta variable, ya más directa, nos indica cuantas personas que habitan la vivienda efectivamente usan el servicio de agua potable.

SECCION 4: VARIABLES RELACIONADAS CON LA VIVIENDA (ESTRUCTURA FISICA):

Estas variables nos van a ayudar a identificar datos de la estructura física de la vivienda que están relacionadas directamente o indirectamente con el potencial consumo de agua potable, así como con la capacidad de gasto (en dólares americanos) del hogar.

X_9 ¿Cuántas habitaciones tiene su vivienda?

Esta variable nos indica cuantas habitaciones tiene la vivienda, que generalmente están en relación con el número de baños de la misma.

X_{10} ¿ Cuántas llaves de agua tiene su vivienda?

Esta variable es de nuestro interés, para determinar si existe algún tipo de relación entre el número de llaves de la vivienda y el consumo de agua de la misma.

X_{11} ¿ Cuántos baños tiene su vivienda?

Al igual que la variable X_{11} , nos indica directamente la relación de consumo de agua relacionada con el número de habitaciones y de llaves existentes en la vivienda.

X₁₂: ¿Cuántos autos son de uso de su hogar?

Esta variable es importante, puesto que como sabemos, si se tiene un auto, es usual que se lo lave en casa, y cuando es así, se consume mucho más agua que lo normal.

SECCIÓN 5: OTROS SERVICIOS DE INTERES

En esta sección se presentarán variables que se identifican como gastos dentro del hogar, y ver si existe alguna relación entre ellas y el consumo en dólares del servicio de agua potable.

X₁₃: ¿Dispone usted en la actualidad de servicio de energía eléctrica?

Esta variable tiene como objetivo medir alguna posible relación de las viviendas que poseen servicio de agua potable y las que puedan tener disponibilidad de servicio de energía eléctrica.

X₁₄: Dispone usted de medidor de luz eléctrica?

Esta variable tendrá como objetivo determinar si las viviendas que reciben el servicio de energía eléctrica lo hacen por conexiones legales o si en su defecto, se están conectado sin reportar esa conexión a la empresa de luz eléctrica del cantón Guayaquil.

X₁₅: ¿Recibe usted planillas de consumo de servicio de agua potable?

Esta variable nos interesa puesto que queremos determinar si los habitantes de la vivienda que reciben el servicio de energía eléctrica están recibiendo a la vez la planilla correspondiente por su consumo mensual de este servicio.

X₁₆: ¿Cuánto cancela en promedio mensual por consumo de luz eléctrica?

Esta variable tratará de determinar la relación entre el consumo en dólares del gasto de agua, con respecto al gasto de luz eléctrica.

CAPITULO V

5. PROCESAMIENTO DE DATOS

En el presente capítulo, el interés será efectuar todo el análisis con respecto a las zonas encuestadas. Inicialmente se efectuará el análisis univariado por variable y posteriormente se procederá a efectuar el análisis multivariado de los mismos.

5.1 Análisis univariado de las variables investigadas

Como ya establecimos previamente, en la presente investigación se tomaron encuestas de todos los estratos en los cuales se dividió al Cantón Guayaquil siendo en total 42 estratos. El siguiente paso, antes de establecer un modelo de regresión, es el análisis de las variables de interés por zona mediante la estadística descriptiva, y con la ayuda del software estadístico Minitab 13.5

Una condición importante al hacer inferencias de una población, es la capacidad para describir un conjunto de datos, que se realizará mediante

un análisis estadístico descriptivo, que consiste en calcular medidas de tendencia central y dispersión, tales como la media, la mediana, la varianza.

5.1.1 Tabulación de los datos

Antes de iniciar el proceso de codificación y tabulación de datos, es necesario indicar que, así como existieron variables que de antemano sabíamos que no íbamos a utilizar en el presente análisis, tales como las variables que determinan la situación geográfica, tenemos variables que, una vez recopilados los datos, no aportaban información al análisis, por lo cual fueron descartadas.

De igual forma, existieron alternativas, dentro de las respuestas posibles que tenía una variable, que no fueron utilizadas en ningún momento en el análisis, por lo tanto, también procedieron a ser descartadas esas alternativas que tampoco aportaban información al presente estudio.

A continuación se procederá a indicar la codificación usada para el análisis de datos proporcionados por las variables de interés.

X₁: ¿Dispone usted de servicio de agua potable?

Esta variable, al ser usada como filtro, puesto que tenía solo dos posibles respuestas:

(1) SI (2) NO

No aporta información al presente estudio, dado que si la persona entrevistada respondía la opción “**NO**”, inmediatamente la encuesta finalizaba. Por lo tanto, es una variable tipo “**filtro**” que no será analizada en ningún momento en esta tesis.

X₂: ¿Dispone usted en la actualidad de medidor de agua?

Esta variable es otro filtro. puesto que nuestro interés es encuestar a las viviendas que reciben agua potable y que además tienen medidor.

Las opciones posibles para responder a esta pregunta son:

(1) SI (2) NO

De igual forma, si la respuesta es sí, se continúa con la encuesta y en caso contrario, se finaliza la encuesta. Por lo tanto, esta variable tampoco será analizada, y por lo tanto no hay necesidad de tabular su respuesta que será 100% para la opción “SI”.

X₃: ¿Recibe usted planillas de consumo de servicio de agua potable?

Finalmente, esta es nuestra tercera variable filtro, que solo tenía dos posibles respuestas, que a su vez eran:

(1) SI (2) NO

Por lo tanto, y al ser un filtro, todas las respuestas serán 100% para la opción “SI”, por lo tanto no habrá necesidad de tabular o analizar a esta variable.

X₄ ¿Cuánto cancela en promedio mensual por consumo de agua potable?

(0) De \$ 0.01 a \$ 6.00 inclusive

(1) De \$ 6.01 a \$ 11.00 inclusive

- (2) De \$11.01 a \$ 15.00 inclusive
- (3) De \$15.01 a \$ 20.00 inclusive
- (4) De \$20.01 a \$ 25.00 inclusive
- (5) De \$25.01 a \$ 30.00 inclusive
- (6) De \$30.01 a \$ 35.00 inclusive
- (7) A partir de \$35.01 o más.

X₅.- ¿Cuántos metros cúbicos de agua consume en promedio mensual?

- (0) De 1 a 15 m³ inclusive
- (1) De 16 a 30 m³ inclusive
- (2) De 31 a 60 m³ inclusive
- (3) De 61 a 100 m³ inclusive
- (4) De 101 a 300 m³ inclusive
- (5) De 301 a 2500 m³ inclusive
- (6) De 2501 a 5000 m³ inclusive
- (7) Más de 5001 m³ inclusive

X₁₀ ¿ Cuántas llaves de agua tiene su vivienda?

0 1 2 3 4 5 6 7 8

X₁₁ ¿ Cuántos baños tiene su vivienda?

1 2 3 4 5 6

X₁₂: ¿Cuántos autos son de uso de su hogar?

0 1 2 3 4

SECCIÓN 5: OTROS SERVICIOS DE INTERES

X₁₃: ¿Dispone usted en la actualidad de servicio de energía eléctrica?

(1) SI (2) NO

X₁₄: Dispone usted de medidor de luz eléctrica?

(1) SI (2) NO

X₁₅: ¿Recibe usted planillas de consumo de servicio de agua potable?

(1) SI (2) NO

X₁₆: ¿Cuánto cancela en promedio mensual por consumo de luz eléctrica?

- (0) No canceló nada.
- (1) De \$ 0.01 a \$ 6.00 inclusive
- (2) De \$ 6.01 a \$ 11.00 inclusive
- (3) De \$11.01 a \$ 15.00 inclusive
- (4) De \$15.01 a \$ 20.00 inclusive
- (5) De \$20.01 a \$ 25.00 inclusive
- (6) De \$25.01 a \$ 30.00 inclusive
- (7) De \$30.01 a \$ 35.00 inclusive
- (8) A partir de \$35.01 o más.



5.1.2 Análisis univariado de las variables relacionadas con el servicio de agua potable y alcantarillado.

Las variables a ser investigadas son previamente codificadas y luego de eso, se procede a ingresarlas en tablas de la aplicación de



Microsoft EXCEL. Este software es de mucha utilidad para ingresar datos puesto que permite exportarlos a los software estadísticos que se necesiten utilizar, y además, posee herramientas estadísticas que pueden ser utilizadas en caso de ser necesario.

Para el análisis univariado se usó como auxiliar EXCEL para el ingreso de datos codificados, y el software estadístico MINITAB 13.5.

Las variables se han analizado de manera cantonal. A la hora de analizar los datos, y luego de descartar las variables que realmente no nos servirían, nos dimos cuenta que solo serán de interés 12 variables: X_4 , X_5 , X_6 , X_7 , X_9 , X_{10} , X_{11} , X_{12} , X_{13} , X_{14} , X_{15} , y X_{16} .

La variable X_8 fue eliminada en el proceso de análisis puesto que los valores que esta variable reflejaba eran exactamente iguales a los de la variable X_6 , por lo tanto, y considerando que no es objetivo analizar una variable que simplemente duplica datos, se procedió a eliminarla.

A continuación se presenta el análisis univariado las variables de interés en la presente investigación:

5.1.2.1 Análisis de la variable X_4 : Promedio mensual por consumo de agua potable

TABLA XI

Consumo en dólares de agua potable de los hogares encuestados del Cantón Guayaquil

ANALISIS UNIVARIADO VARIABLE X4				
CATEGORIA	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA	F. A. ACUMULADA	F.R. ACUMULADA
0	63	11.39%	63	11.39%
1	71	12.84%	134	24.23%
2	88	15.91%	222	40.14%
3	125	22.60%	347	62.75%
4	73	13.20%	420	75.95%
5	97	17.54%	517	93.49%
6	14	2.53%	531	96.02%
7	22	3.98%	553	100.00%
TOTAL	553	100.00%		

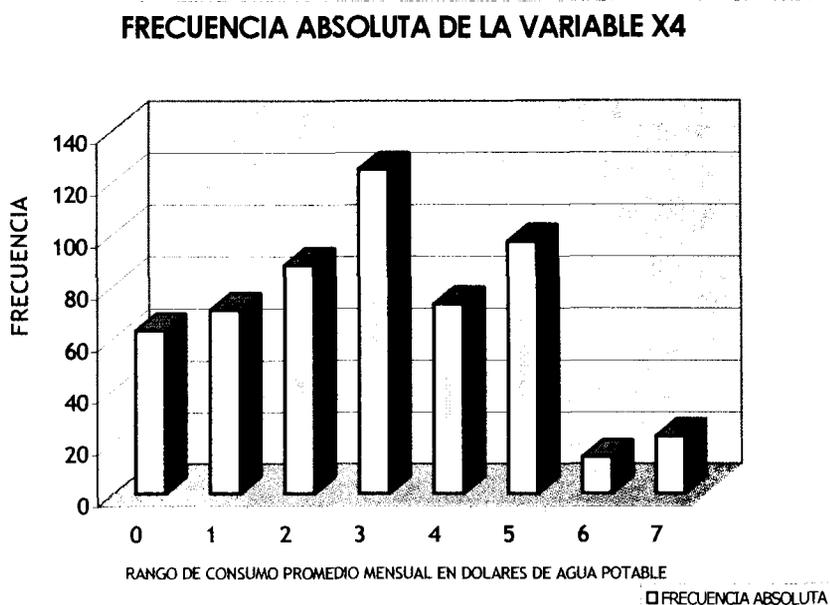
Fuente: Cuestionario aplicado a habitantes que conformaron la muestra –ANEXO 1
Elaborado por: Brenda Carolina Torres Velásquez

La tabla XI nos muestra la frecuencia absoluta y relativa de la variable X_4 : promedio mensual de consumo de agua potable a nivel cantonal.

Observamos en la tabla XI que si bien no existen diferencias significativas en la distribución de la frecuencia de esta variable en sus posibles rangos, un 22.6% consumen entre \$15 y \$20 dólares mensuales, seguido de un aproximado 18% que consumen entre 25 y 30 dólares mensuales en agua potable. Sin embargo un aproximado 62% consume máximo 20usd.

Gráfico 5.1

Consumo en dólares de agua potable de los hogares del Cantón Guayaquil



Fuente: Cuestionario aplicado a habitantes que conformaron la muestra –ANEXO 1
Elaborado por: Brenda Carolina Torres Velásquez

5.1.2.2 Análisis de la variable X_5 : Consumo promedio mensual de agua potable en metros cúbicos

TABLA XII

Consumo en metros cúbicos de agua potable de los hogares encuestados del Cantón Guayaquil

ANALISIS UNIVARIADO VARIABLE X5				
CATEGORIA	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA	F. A. ACUMULADA	F.R. ACUMULADA
0	64	11.57%	64	11.57%
1	71	12.84%	135	24.41%
2	104	18.81%	239	43.22%
3	119	21.52%	358	64.74%
4	87	15.73%	445	80.47%
5	69	12.48%	514	92.95%
6	25	4.52%	539	97.47%
7	14	2.53%	553	100.00%
TOTAL	553	100.00%		

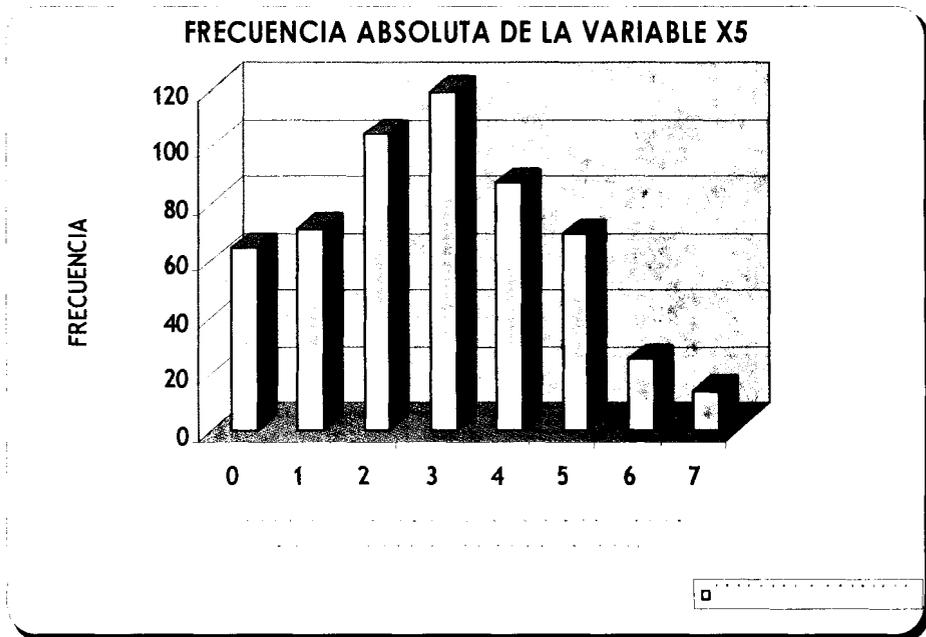
Fuente: Cuestionario aplicado a habitantes que conformaron la muestra –ANEXO 1
Elaborado por: Brenda Carolina Torres Velásquez

Con respecto a la variable X_5 , podemos decir que de cada 100 habitantes del Cantón Guayaquil, 64 consumen menos de 100 metros cúbicos de agua potable.

Además es interesante señalar que un 21.53% de los habitantes del Cantón Guayaquil consumen entre 61 y 100 metros cúbicos de agua al mes.

Gráfico 5.2

Consumo en metros cúbicos de agua potable de los hogares del Cantón Guayaquil



Fuente: Cuestionario aplicado a habitantes que conformaron la muestra –ANEXO 1
Elaborado por: Brenda Carolina Torres Velásquez

5.1.2.3 Análisis de la variable X6: Número de personas que habitan las vivienda encuestadas

TABLA XIII

Número de personas que habitan las viviendas encuestadas

ANALISIS UNIVARIADO VARIABLE X6				
CATEGORIA	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA	F. A. ACUMULADA	F.R. ACUMULADA
1	2	0.36%	2	0.36%
2	8	1.45%	10	1.81%
3	55	9.95%	65	11.75%
4	144	26.04%	209	37.79%
5	199	35.99%	408	73.78%
6	90	16.27%	498	90.05%
7	38	6.87%	536	96.93%
8	11	1.99%	547	98.92%
9	2	0.36%	549	99.28%
10	4	0.72%	553	100.00%
TOTAL	553	100.00%		

Fuente: Cuestionario aplicado a habitantes que conformaron la muestra –ANEXO 1

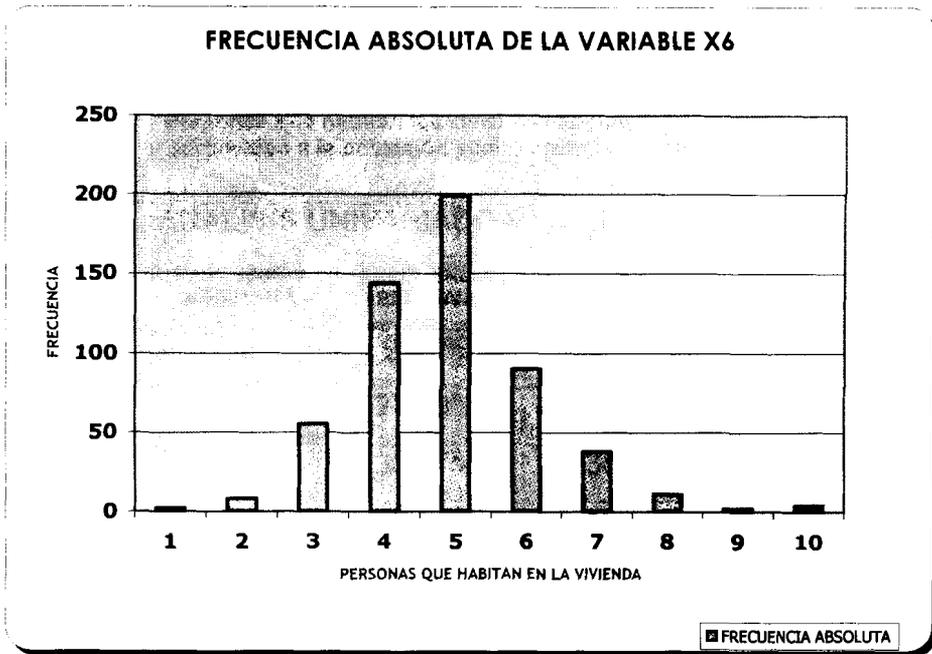
Elaborado por: Brenda Carolina Torres Velásquez

La tabla XIII nos indica que el 36% de los hogares el Cantón Guayaquil viven 5 personas, mientras que en el 26% viven 4 personas. Estos datos son interesantes, puesto que a nivel nacional, y según el

último censo de población y vivienda efectuado por el INEC, el promedio de habitantes por vivienda es de 4 personas.

Gráfico 5.3

Número de personas que habitan las viviendas encuestadas



Fuente: Cuestionario aplicado a habitantes que conformaron la muestra –ANEXO 1
Elaborado por: Brenda Carolina Torres Velásquez

El gráfico 6.3 nos permite visualizar los resultados del análisis univariado de esta variable.

Podemos observar que el histograma del gráfico 6.3 nos presenta una gráfica que se semeja bastante a una distribución normal con media = 0 y varianza = 1.

5.1.2.4 Análisis de la variable X₇: Número de personas que habitan en su vivienda y que pertenecen a la PEA

Tabla XIV

Personas que habitan las viviendas encuestadas y pertenecen a la población económicamente activa

ANALISIS UNIVARIADO VARIABLE X7				
CATEGORIA	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA	F. A. ACUMULADA	F.R. ACUMULADA
1	52	9.40%	52	9.40%
2	152	27.49%	204	36.89%
3	184	33.27%	388	70.16%
4	109	19.71%	497	89.87%
5	39	7.05%	536	96.93%
6	13	2.35%	549	99.28%
7	2	0.36%	551	99.64%
8	1	0.18%	552	99.82%
9	1	0.18%	553	100.00%
TOTAL	553	100.00%		

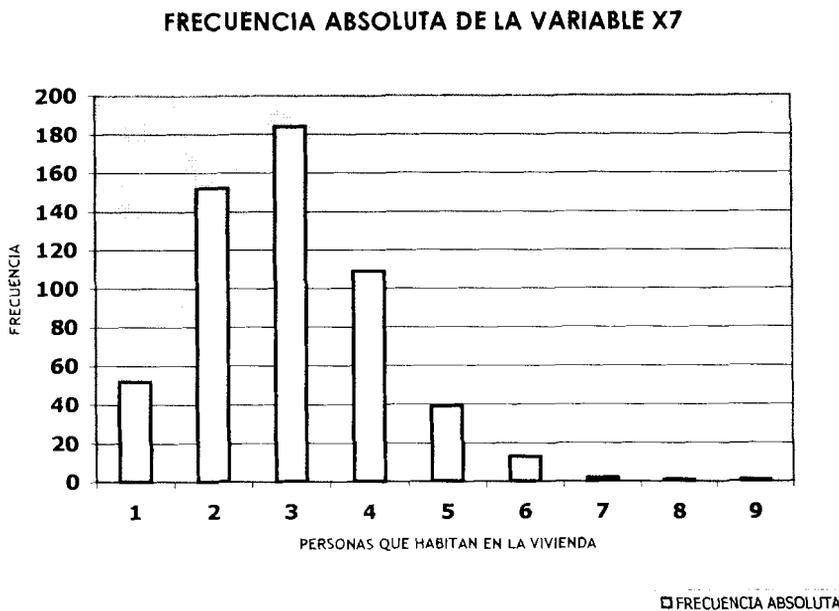
Fuente: Cuestionario aplicado a habitantes que conformaron la muestra –ANEXO 1
Elaborado por: Brenda Carolina Torres Velásquez

La tabla XIV nos indica cuantas personas, de las que habitan en una vivienda encuestada, pertenecen a la población económicamente activa, PEA.

Los datos revelan que en el 33% de las hogares encuestados, 3 miembros de la familia pertenecen a la PEA. Si consideramos que la variable X6 nos indicaba que en un 36% de los hogares encuestados vivían 5 personas por vivienda, entonces 3 de esas 5 personas del hogar pertenecen a la PEA.

Gráfico 5.4

**Personas que habitan las viviendas encuestadas
y pertenecen a la población económicamente activa**



Fuente: Cuestionario aplicado a habitantes que conformaron la muestra –ANEXO 1
Elaborado por: Brenda Carolina Torres Velásquez

5.1.2.5 Análisis de la variable X₉ : habitaciones de la vivienda

TABLA XV

**Número de habitaciones o divisiones
que tiene la vivienda encuestada**

ANALISIS UNIVARIADO VARIABLE X9				
CATEGORIA	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA	F. A. ACUMULADA	F.R. ACUMULADA
1	27	4.88%	27	4.88%
2	140	25.32%	167	30.20%
3	210	37.97%	377	68.17%
4	130	23.51%	507	91.68%
5	41	7.41%	548	99.10%
6	4	0.72%	552	99.82%
7	1	0.18%	553	100.00%
TOTAL	553	100.00%		

Fuente: Cuestionario aplicado a habitantes que conformaron la muestra –ANEXO 1
Elaborado por: Brenda Carolina Torres Velásquez

Los resultados que nos presenta la tabla XV se refieren al número promedio de divisiones (ambientes, divisiones) que tienen las viviendas en las que habitan las personas encuestadas.

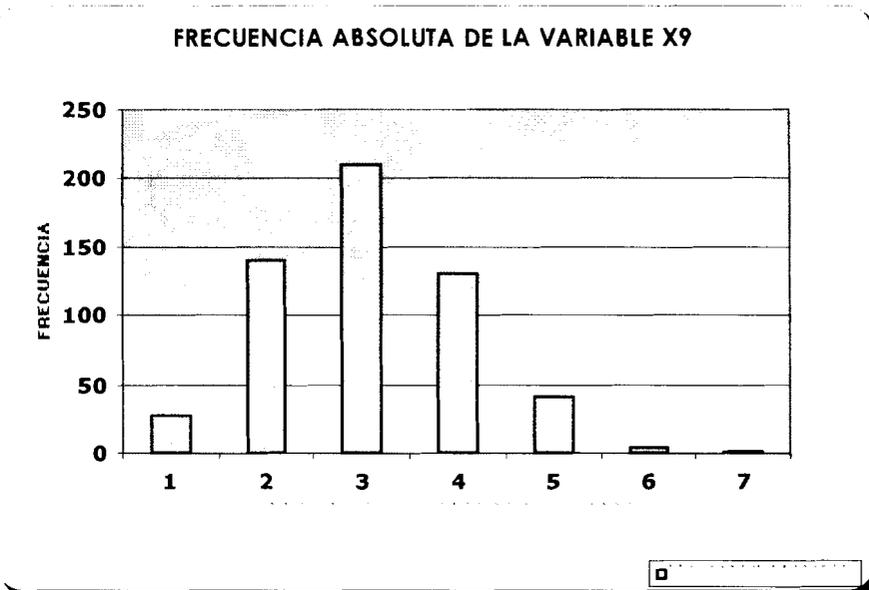
Un aproximado 34% de la población encuestada vive en viviendas que tienen 3 ambientes. Al efectuar esta pregunta se aclaró al entrevistado que omita el espacio de la vivienda que funcione como

baño. Igualmente, se aclaró que la respuesta se refería a habitaciones (ambientes) claramente delimitados por una puerta, pared o alguna división físicamente apreciable.

Luego de aclarar este punto, el resultado nos indica que un 34% de la población habita viviendas con 3 habitaciones, exceptuando el baño, en las cuales funciona: sala, comedor, cocina, dormitorio. Esta respuesta es lógica si consideramos que en nuestro medio, la sala, comedor y cocina no siempre están físicamente delimitados en una vivienda promedio.

GRÁFICO 5.5

Número de habitaciones o divisiones que posee la vivienda encuestada



Fuente: Cuestionario aplicado a habitantes que conformaron la muestra –ANEXO 1
Elaborado por: Brenda Carolina Torres Velásquez

5.1.2.6 Análisis de la variable X_{10} : Número de llaves de agua que tiene la vivienda

TABLA XVI
Número de llaves que posee la vivienda encuestada

ANALISIS UNIVARIADO VARIABLE X10				
CATEGORIA	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA	F. A. ACUMULADA	F.R. ACUMULADA
0	20	3.62%	20	3.62%
1	51	9.22%	71	12.84%
2	189	34.18%	260	47.02%
3	179	32.37%	439	79.39%
4	72	13.02%	511	92.41%
5	24	4.34%	535	96.75%
6	13	2.35%	548	99.10%
7	3	0.54%	551	99.64%
8	2	0.36%	553	100.00%
TOTAL	553	100.00%		

Fuente: Cuestionario aplicado a habitantes que conformaron la muestra –ANEXO 1
Elaborado por: Brenda Carolina Torres Velásquez

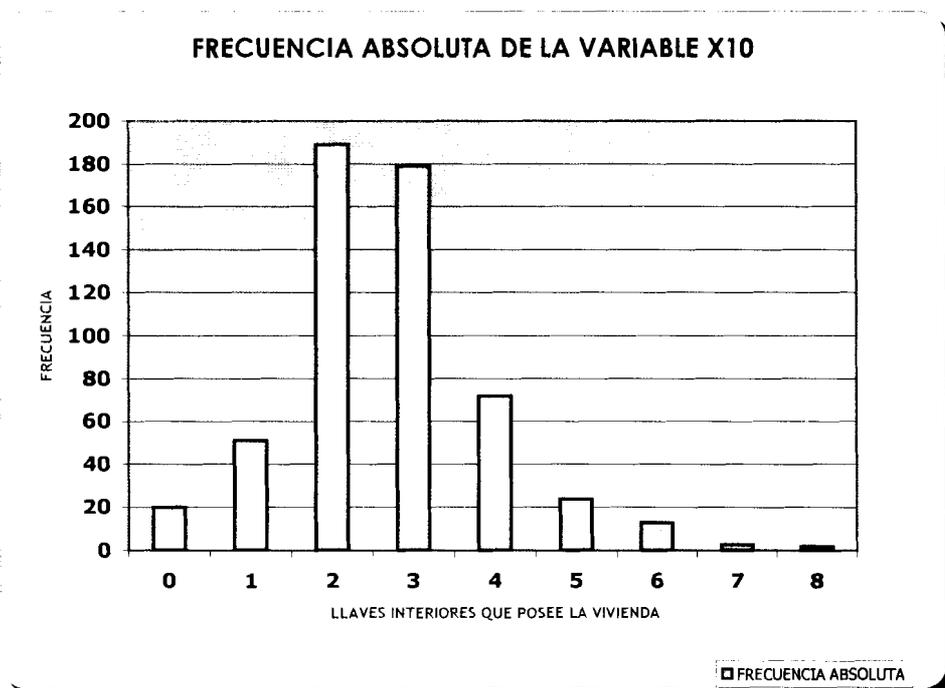
Al referirnos a la variable X_{10} , podemos observar que 34 de cada 100 viviendas tienen en su vivienda 2 llaves, seguido de un 32% que tienen 3 llaves de agua en su vivienda. Al efectuar esta pregunta se aclaró que la respuesta estaba en función de llaves de agua que tuviera la vivienda dentro de la misma, es decir, dentro del espacio físico que comprende su vivienda, y que sean de uso exclusivo del

hogar. No incluyen llaves de agua colectivas, por ejemplo, de un patio común.

La frecuencia relativa acumulada nos indica que un aproximado 79% tiene máximo 3 llaves de agua en su vivienda, las cuales pueden ser por ejemplo, dos del baño (ducha y lavabo) , y una de la cocina.

GRÁFICO 5.6

Número de llaves que posee la vivienda encuestada



Fuente: Cuestionario aplicado a habitantes que conformaron la muestra –ANEXO 1
Elaborado por: Brenda Carolina Torres Velásquez

5.1.2.6 Análisis de la variable X_{11} : Número de baños que posee la vivienda?

TABLA XVII

Número de baños que tiene la vivienda encuestada

ANALISIS UNIVARIADO VARIABLE X11				
CATEGORIA	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA	F. A. ACUMULADA	F.R. ACUMULADA
1	307	55.52%	307	55.52%
2	140	25.32%	447	80.83%
3	82	14.83%	529	95.66%
4	15	2.71%	544	98.37%
5	8	1.45%	552	99.82%
6	1	0.18%	553	100.00%
TOTAL	553	100.00%		

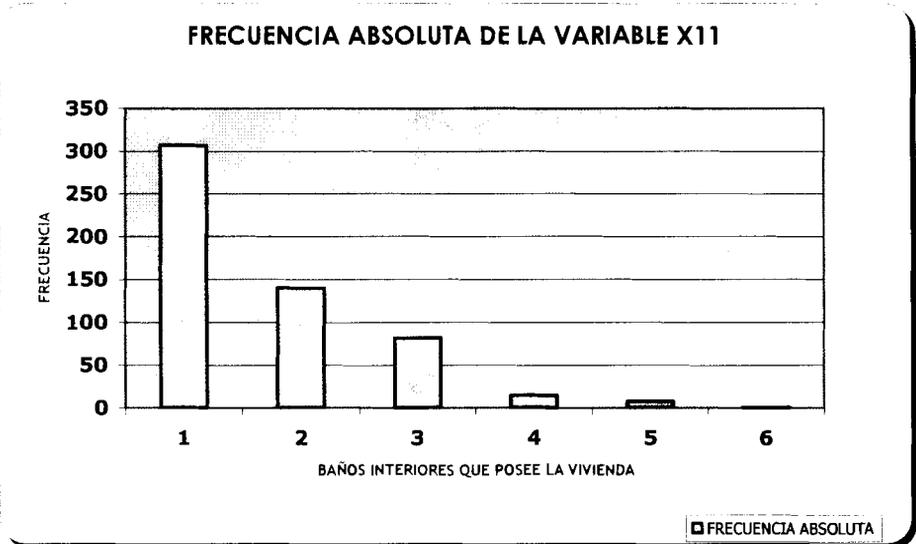
Fuente: Cuestionario aplicado a habitantes que conformaron la muestra –ANEXO 1

Elaborado por: Brenda Carolina Torres Velásquez

La variable X_{11} nos indica que la mayoría de las viviendas encuestadas tienen en promedio 1 baño que es de uso exclusivo del hogar, y que solo un 25% tiene 2 baños de uso exclusivo del hogar. La frecuencia relativa acumulada de esta variable es de 80.83%, a partir de lo cual podemos inferir que 80 de cada 100 viviendas encuestadas tienen máximo 2 baños de uso exclusivo del hogar.

GRÁFICO 5.7

Número de baños que tiene la vivienda encuestada



Fuente: Cuestionario aplicado a habitantes que conformaron la muestra –ANEXO 1
 Elaborado por: Brenda Carolina Torres Velásquez

5.1.2.7 Análisis de la variable X₁₂: Número de autos.

TABLA XVIII

Número de autos de uso de los habitantes del hogar encuestado

ANALISIS UNIVARIADO VARIABLE X12				
CATEGORIA	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA	F. A. ACUMULADA	F.R. ACUMULADA
0	361	65.28%	361	65.28%
1	161	29.11%	522	94.39%
2	24	4.34%	546	98.73%
3	6	1.08%	552	99.82%
4	1	0.18%	553	100.00%
TOTAL	553	100.00%		

Fuente: Cuestionario aplicado a habitantes que conformaron la muestra –ANEXO 1
 Elaborado por: Brenda Carolina Torres Velásquez

La variable X_{12} es importantes puesto que, se asume que el hogar que tenga un auto para disponibilidad del mismo, va a tener necesidades de darle mantenimiento y limpieza frecuentemente, la cual se llevaría a cabo usando recursos del hogar, tales como, lavado del auto.

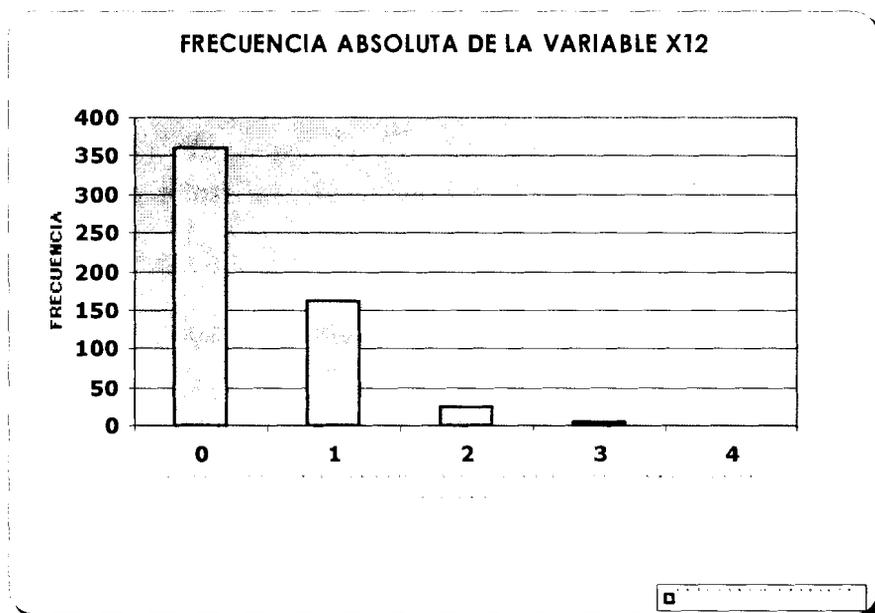
Este proceso es muy común a nivel nacional, ya que el criterio general de la población es que es mucho más barato lavar su auto en casa que llevarlo a un patio de lavado.

Hay que considerar que lavar un auto genera un desperdicio enorme de agua, y que según el criterio de los responsables y fuentes de información de la empresa de agua potable del Cantón Guayaquil, los especialistas estiman que lavar un carro equivale a que 10 personas tomen una ducha.

Luego de aclarar este punto podemos decir que de cada 100 hogares encuestados, 68 tienen no tienen auto, y 29 tienen 1 auto. Este resultado es obvio ya que la economía de este país no permite a la población promedio tener más un auto para el uso del hogar y solo en un aproximado 29%, poseen uno para el mismo.

GRÁFICO 5.8

Número de autos de uso de los habitantes del hogar encuestado



Fuente: Cuestionario aplicado a habitantes que conformaron la muestra –ANEXO 1
Elaborado por: Brenda Carolina Torres Velásquez

5.1.2.8 Análisis de la variable X₁₃: Servicio de energía eléctrica

TABLA XIX

Disponibilidad del servicio de energía eléctrica en los hogares encuestados

ANALISIS UNIVARIADO VARIABLE X13

CATEGORIA	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA	F. A. ACUMULADA	F.R. ACUMULADA
1 (si)	536	96.93%	536	96.93%
2 (no)	17	3.07%	553	100.00%
TOTAL	553	100.00%		

Fuente: Cuestionario aplicado a habitantes que conformaron la muestra –ANEXO 1
Elaborado por: Brenda Carolina Torres Velásquez

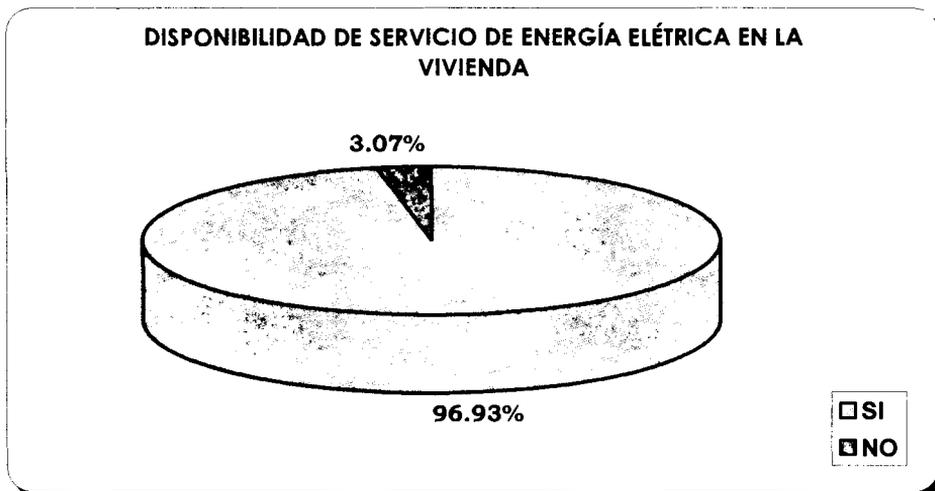
La variable X_{13} es de nuestro interés puesto que se desea establecer una relación entre el servicio de energía eléctrica y el servicio de agua potable.

Los resultados de esta variable son mucho más halagadores, en lo que respecta a la disponibilidad de este servicio en la población: 96 de cada 100 hogares encuestados poseen servicio de energía eléctrica.

Ahora el siguiente objetivo es determinar si poseen medidor de energía eléctrica y determinar su rango de consumo mensual promedio en dólares de este servicio.

GRÁFICO 5.9

Disponibilidad del servicio de energía eléctrica en los hogares encuestados



Fuente: Cuestionario aplicado a habitantes que conformaron la muestra –ANEXO 1
Elaborado por: Brenda Carolina Torres Velásquez

5.1.2.10 Análisis de la variable X_{14} : Medidor de energía eléctrica

TABLA XX

Disponibilidad de medidor de energía eléctrica

ANALISIS UNIVARIADO VARIABLE X14				
CATEGORIA	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA	F. A. ACUMULADA	F.R. ACUMULADA
1	519	93.85%	519	93.85%
2	34	6.15%	553	100.00%
TOTAL	553	100.00%		

Fuente: Cuestionario aplicado a habitantes que conformaron la muestra –ANEXO 1

Elaborado por: Brenda Carolina Torres Velásquez

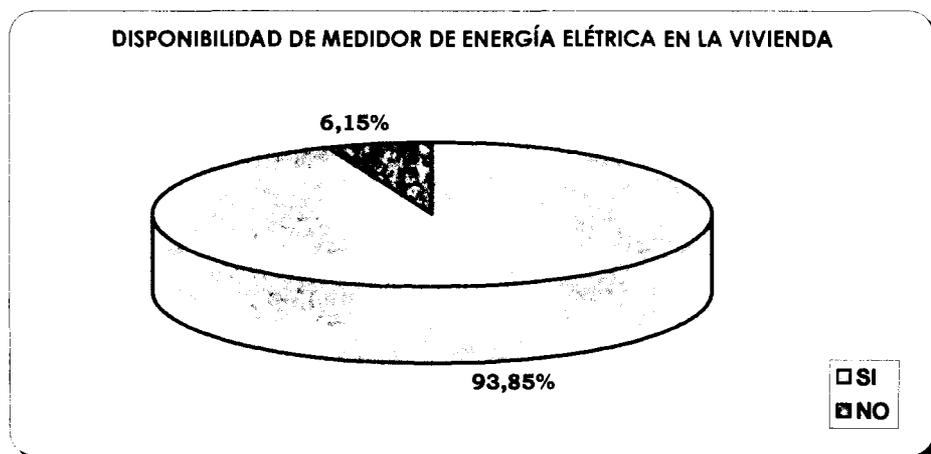
La variable X_{14} nos indica que 93 de cada 100 personas hogares encuestados poseen medidor de energía eléctrica.

Si comparamos este resultado anterior, tenemos que: 536 personas tienen disponibilidad de servicio de energía eléctrica, y 519 personas poseen medidor del mismo.

Es decir, 96.8% de los hogares que tienen la disponibilidad de este servicio, tienen medidor de energía eléctrica.

GRÁFICO 5.10

Disponibilidad de medidor de luz eléctrica



Fuente: Cuestionario aplicado a habitantes que conformaron la muestra –ANEXO 1
Elaborado por: Brenda Carolina Torres Velásquez

5.1.2.11 Análisis de la variable X_{15} : Planillas de consumo de Energía Eléctrica

TABLA XXI

Recepción de planillas de consumo de servicio de agua energía eléctrica

ANALISIS UNIVARIADO VARIABLE X15				
CATEGORIA	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA	F. A. ACUMULADA	F.R. ACUMULADA
1	539	97.47%	539	97.47%
2	14	2.53%	553	100.00%
TOTAL	553	100.00%		

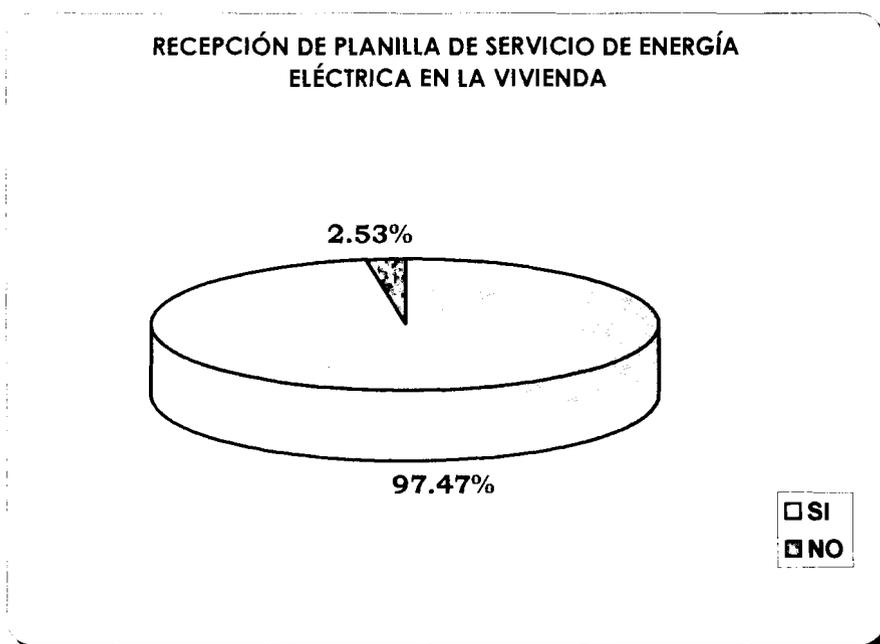
Fuente: Cuestionario aplicado a habitantes que conformaron la muestra –ANEXO 1
Elaborado por: Brenda Carolina Torres Velásquez

Con respecto a la recepción de planillas de consumo se servicio de agua potable, podemos observar que 97 de cada 100 personas encuestadas si reciben planillas de consumo de este servicio.

Si comparamos con los datos de las variables X_{13} y X_{14} podemos decir que, de las 553 encuestadas, 536 personas, disponen del servicio de energía eléctrica, 519 tienen medidor de energía eléctrica y 539 reciben planilla de consumo.

GRÁFICO 5.11

Recepción de planillas de consumo de servicio de agua potable



Fuente: Cuestionario aplicado a habitantes que conformaron la muestra –ANEXO 1
Elaborado por: Brenda Carolina Torres Velásquez

5.1.2.11 Análisis de la variable X_{16} : Consumo promedio mensual de energía eléctrica (en dólares)

TABLA XXII

Consumo promedio mensual del servicio de energía eléctrica

ANALISIS UNIVARIADO VARIABLE X15				
CATEGORIA	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA	F. A. ACUMULADA	F.R. ACUMULADA
0	27	4.88%	27	4.88%
1	26	4.70%	53	9.58%
2	39	7.05%	92	16.64%
3	77	13.92%	169	30.56%
4	92	16.64%	261	47.20%
5	90	16.27%	351	63.47%
6	109	19.71%	460	83.18%
7	51	9.22%	511	92.41%
8	42	7.59%	553	100.00%
TOTAL	553	100.00%		

Fuente: Cuestionario aplicado a habitantes que conformaron la muestra –ANEXO 1
Elaborado por: Brenda Carolina Torres Velásquez

Para el análisis de la variable X_{16} se determinaron rangos de consumo iguales que en la variable X_4 , de tal forma de poder efectuar comparaciones, en caso de que fuera necesario.

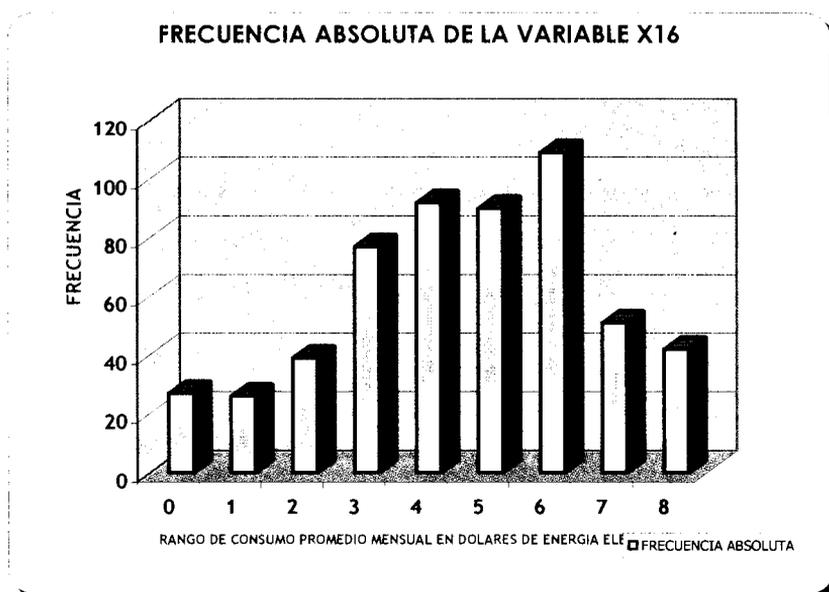
Los resultados fueron que un 19% cancelan valores de energía eléctrica promedio mensuales, dentro de los límites del rango 6. Es

decir, que cancelan más en servicio de energía eléctrica que en el servicio de agua potable.

De igual forma, un aproximado 63% cancelan valores de energía eléctrica máximo hasta el límite superior del rango 5, es decir, 25usd.

GRÁFICO 5.12

Consumo promedio mensual del servicio de energía eléctrica



Fuente: Cuestionario aplicado a habitantes que conformaron la muestra –ANEXO 1
Elaborado por: Brenda Carolina Torres Velásquez.



CAPITULO VI

6. ANÁLISIS DE REGRESIÓN Y BONDAD DE AJUSTE DE LOS DATOS

6.1 Teoría de la regresión

En muchas ocasiones tendremos que analizar datos y establecer una ecuación matemática que represente los mismos. Este proceso de establecer una ecuación matemática es lo que se conoce como REGRESION.

En otras palabras, y definido de una forma más apropiada, regresión es el proceso que permite establecer la relación y/o predecir una o varias variables en función de otros, mediante una ecuación matemática.

Esta ecuación matemática puede ser de diferentes órdenes, sin embargo, todos los análisis de regresión generalmente se inician con un modelo lineal y posteriormente, según algunos parámetros resultantes, tales como R^2 , que es la potencia de explicación, se define si el modelo resultante es de nuestro interés o no.

Formalmente, si tenemos la distribución conjunta de dos variables aleatorias X y Y, y se sabe que X toma el valor de x, el problema básico

de regresión bivariada es determinar la media condicional $\mu_{x/y}$, es decir, el valor promedio de Y para el valor de X dado.

En los problemas en los cuales intervienen más de dos variables, o sea, en la regresión múltiple, nos interesan encontrar valores de parámetros tales como $\mu_{x_4/x_1, x_2, x_3}$, el valor medio de X_4 , dados los valores de X_1, X_2, X_3 .

Si $f(x,y)$ es el valor de densidad conjunta de dos variables aleatorias X y Y en (x,y) entonces el problema de regresión bivariada es, simplemente, determinar la densidad condicional de Y dado $X=x$, y después la evaluación de la integral:

$$\mu_{y/x} = E(y/x) = \int_{-\alpha}^{\alpha} y \cdot w(y/x) dy$$

La ecuación resultante recibe el nombre de ECUACION DE REGRESION DE Y EN x.

Alternativamente, también se puede calcular:

$$\mu_{x/y} = E(x/y) = \int_{-\alpha}^{\alpha} x \cdot f(x/y) dx$$

En el caso discreto, en vez de utilizar integrales, estas serán reemplazadas por sumatorias.

Cuando se desconoce la densidad conjunta de las variables aleatorias, o no se conocen todos sus parámetros, la determinación de $\mu_{y/x}$ y $\mu_{x/y}$ se convierte en un problema de estimación basado en datos de muestra.

Cuando se da este caso, es necesario utilizar métodos para ajustar los datos a un modelo de regresión. En la actualidad existen software's estadísticos que permiten determinar, mediante datos obtenidos de una muestra, cual es el modelo que mejor se ajuste a los datos, tal como el que se usará en la presente investigación: Minitab 13.5.

Solo para conocimiento general, la ecuación de regresión lineal es de la forma:

$$\mu_{y/x} = \alpha + \beta x$$

Donde α y β son constantes llamadas coeficientes de regresión.

Sin embargo, la presente investigación está orientada a la regresión lineal múltiple, por lo tanto, con lo mencionado anteriormente, concluiremos las explicaciones de la regresión lineal simple.

6.1.1 Regresión Múltiple

Aunque hay muchos problemas en los cuales una variable puede predecirse con bastante exactitud en términos de otra, parece

razonable que las predicciones deban mejorar si adicionalmente se considera información relevante. Por ejemplo, debemos ser capaces de hacer mejores predicciones del desempeño de maestros recién contratados si no solo consideramos su educación, sino también sus años de experiencia y su personalidad. Asimismo, quizá hagamos mejores predicciones del éxito de un nuevo libro de texto si consideramos no solo la calidad de la obra, sino también la demanda potencial y la competencia.

En estos casos en los que se consideran la relación de más de dos variables, estamos hablando de REGRESIÓN MÚLTIPLE.

Para efectuar un análisis de regresión múltiple existen muchas fórmulas que nos sirven expresar la relación de "n" variables, sin embargo, la más usada es aquella que parte de la ecuación de regresión lineal bivariada, y que se generaliza para las variables con las que estamos trabajando.

Siendo este el caso, la ecuación de la que partimos es la siguiente:

$$\mu_{Y_1, Y_2, \dots, Y_k} = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k$$

La ecuación anterior se plantea de forma lineal, en parte por comodidad matemática y en parte se debe a que muchas relaciones son en realidad de esta forma o bien pueden obtenerse aproximadamente por medio de ecuaciones lineales.

En la ecuación anterior, Y es la variable aleatoria cuyos valores deseamos predecir en términos de valores dados de x_1, x_2, \dots, x_k , y $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k$, los coeficientes de regresión múltiple, que son constantes numéricas que deben determinarse a partir de datos observados.

Para ejemplificar esto, considérese la siguiente ecuación, obtenida en un estudio de la demanda de diferentes tipos de carne:

$$y = 3.489 - 0.090x_1 + 0.064x_2 + 0.019x_3$$

En este ejemplo y denota, en millones de libras, el consumo estimado de carne de res y ternera inspeccionada por el gobierno. x_1 representa un precio al menudeo compuesto de la carne de res en centavos por libra, x_2 denota un precio al menudeo compuesto de la carne de cerdo

en centavos por libra y x_3 representa el ingreso medido por cierto índice de nómina.

Cuando hablamos de regresión bivariada, el método más usado para el análisis de datos es el de **MINIMOS CUADRADOS**, sin embargo, al considerar que ahora tenemos "n" puntos de datos:

$$\{(x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{ik}, y_i); i = 1, 2, \dots, n\}$$

las estimaciones de mínimos cuadrados de las β son los valores $\hat{\beta}_0, \hat{\beta}_1, \hat{\beta}_2, \dots$ y $\hat{\beta}_k$ para los cuales la cantidad:

$$q = \sum_{i=1}^n [y_i - (\hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 x_{i1} + \hat{\beta}_2 x_{i2} + \dots + \hat{\beta}_k x_{ik})]^2$$

es un mínimo. En esta notación x_{i1} es el i-ésimo valor de la variable x_1 , x_{i2} es el i-ésimo valor de la variable x_2 y así sucesivamente.

Luego de determinar la ecuación del mínimo q, se procede a derivar parcialmente, con respecto de todos los $\hat{\beta}$ e igualar todas esas derivadas a la constante 0.

$$\frac{\partial q}{\partial \hat{\beta}_0} = \sum_{i=1}^n (-2) [y_i - (\hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 x_{i1} + \hat{\beta}_2 x_{i2} + \dots + \hat{\beta}_k x_{ik})] = 0$$

$$\frac{\partial q}{\partial \hat{\beta}_1} = \sum_{i=1}^n (-2) x_{i1} [y_i - (\hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 x_{i1} + \hat{\beta}_2 x_{i2} + \dots + \hat{\beta}_k x_{ik})] = 0$$

$$\frac{\partial q}{\partial \hat{\beta}_2} = \sum_{i=1}^n (-2) x_{i2} [y_i - (\hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 x_{i1} + \hat{\beta}_2 x_{i2} + \dots + \hat{\beta}_k x_{ik})] = 0$$

Y así hasta llegar a:

$$\frac{\partial q}{\partial \hat{\beta}_k} = \sum_{i=1}^n (-2) x_{ik} [y_i - (\hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 x_{i1} + \hat{\beta}_2 x_{i2} + \dots + \hat{\beta}_k x_{ik})] = 0$$

Luego de eso se obtendrán las $k+1$ ecuaciones normales:

$$\sum y = \hat{\beta}_0 \cdot n + \hat{\beta}_1 \cdot \sum x_1 + \hat{\beta}_2 \cdot \sum x_2 + \dots + \hat{\beta}_k \cdot \sum x_k$$

$$\sum x_1 y = \hat{\beta}_0 \cdot \sum x_1 + \hat{\beta}_1 \cdot \sum x_1^2 + \hat{\beta}_2 \cdot \sum x_1 x_2 + \dots + \hat{\beta}_k \cdot \sum x_1 x_k$$

$$\sum x_2 y = \hat{\beta}_0 \cdot \sum x_2 + \hat{\beta}_1 \cdot \sum x_2 x_1 + \hat{\beta}_2 \cdot \sum x_2^2 + \dots + \hat{\beta}_k \cdot \sum x_2 x_k$$

Hasta llegar a:

$$\sum x_k y = \hat{\beta}_0 \cdot \sum x_k + \hat{\beta}_1 \cdot \sum x_k x_1 + \hat{\beta}_2 \cdot \sum x_k x_2 + \dots + \hat{\beta}_k \cdot \sum x_k^2$$

Con esto tenemos el conocimiento básico para hablar sobre la notación matricial de la regresión lineal múltiple.

6.1.2 Notación matricial de la regresión lineal múltiple

En los casos de análisis de regresión lineal múltiple es muy común usar la notación matricial de tal forma que se puedan expresar resultados generales de forma compacta y así se aprovecha además las ventajas de la teoría de matrices.

Con respecto a las ecuaciones normales, estas serán expresadas usando 3 matrices, que son:

$$X = \begin{pmatrix} 1 & X_{11} & X_{12} & \dots & X_{1k} \\ 1 & X_{21} & X_{22} & \dots & X_{2k} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 1 & X_{n1} & X_{n2} & \dots & X_{nk} \end{pmatrix}$$

La matriz X es de tamaño $n \times (k+1)$, y está formada por los valores dados de las x , con la columna de (1) anexada para dar cabida a los términos constantes.

$$Y = \begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_n \end{pmatrix} \quad y \quad \beta = \begin{pmatrix} \beta_1 \\ \beta_2 \\ \vdots \\ \beta_k \end{pmatrix}$$

La matriz Y es de tamaño $n \times 1$, y está formada por los valores de Y . A esta matriz también se la llama vector columna.

Finalmente la matriz B es de tamaño $(k+1) \times 1$, y está formada por las estimaciones de mínimos cuadrados de los coeficientes de la regresión.

Para calcular las estimaciones de mínimos cuadrados de los coeficientes de regresión múltiple usaremos la siguiente ecuación:

$$B = (X'X)^{-1} X' \cdot Y$$

Donde X' es la transpuesta de X , y $(X'X)^{-1}$ es la inversa de $(X'X)$.

Posteriormente, asumimos que las y_i son variables aleatorias independientes que tienen distribuciones normales con las medias

$$\beta_0 + \beta_1 x_{i1} + \beta_2 x_{i2} + \dots + \beta_k x_{ik} \text{ y la desviación estándar común } \sigma.$$

Si consideramos que tenemos "n" puntos dados, podemos hacer todo tipo de inferencias acerca de los parámetros de nuestro modelo, los β

y las σ , y además, juzgar los méritos de estimaciones y predicciones basadas en la ecuación de regresión múltiple estimada.

Para efectuar esas inferencias se calcularán los estimadores de máxima verosimilitud de β y σ . Para obtener estos estimadores se necesitan efectuar cálculos matemáticos que no son de interés en la presente investigación, por lo tanto nos limitaremos a colocar los resultados.

Los resultados son como sigue: las estimaciones de máxima verosimilitud de las β son iguales a las estimaciones de mínimos cuadrados correspondientes, de manera que están dadas por los elementos de la matriz columna $(k+1)*1$:

$$B = (X'X)^{-1}X'Y$$

El estimador de máxima verosimilitud de σ está dado por:

$$\hat{\sigma} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n [y_i - (\hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 x_{i1} + \hat{\beta}_2 x_{i2} + \dots + \hat{\beta}_k x_{ik})]^2$$

donde las $\hat{\beta}$ son los estimadores de máxima verosimilitud de las B .

Una fórmula resumida para estimar σ será:

$$\hat{\sigma} = \frac{\overline{Y Y - B X Y}}{n}$$

en notación matricial.

Podemos decir además que las distribuciones muestrales de los términos $\hat{\beta}_i$ son combinaciones lineales de las "n" variables aleatorias normales independientes y_i , tales que las $\hat{\beta}_i$ mismas tienen distribuciones normales, siendo además estimadores no insesgados, es decir:

$$E(\hat{\beta}_i) = \beta_i, \quad \text{para } i=0,1,\dots,k$$

y sus varianzas están dadas por:

$$Var(\hat{\beta}_i) = C_{ii} \sigma^2 \quad \text{para } i=0,1,\dots,k$$

Finalmente, y refiriéndonos a la teoría de regresión normal, podemos decir que:

$$t = \frac{\hat{\beta}_i - \beta_i}{\sigma \cdot \frac{n \cdot c_{ii}}{n-k-1}} \quad \text{para } i = 0, 1, \dots, k$$

son valores de variables aleatorias que tienen la distribución t, con (n-k-1) grados de libertad.

6.2 Bondad de ajuste y normalidad del error

En la prueba de bondad de ajuste se plantea la hipótesis nula que una serie de datos siguen una determinada distribución con sus correspondientes parámetros, versus la hipótesis alterna que plantea que un conjunto de datos no tienen la distribución que plantea la hipótesis nula.

6.2.1 Bondad de ajuste

La prueba de bondad de ajuste se aplica a situaciones en las cuales se desea determinar si un conjunto de datos se puede considerar como una muestra tomada al azar de una población con una distribución dada.

Consideremos un conjunto de observaciones sobre n individuos de una población, en los que se miden ciertas variables X e Y :

$$X \rightarrow x_1, x_2, \dots, x_n$$

$$Y \rightarrow y_1, y_2, \dots, y_n$$

Estamos interesados en hacer regresión para determinar, de modo aproximado, los valores de Y conocidos los de X , debemos definir cierta variable $\hat{Y} = f(X)$, que debe tomar los valores:

$$\hat{Y} \rightarrow \hat{y}_1 = f(x_1), \hat{y}_2 = f(x_2), \dots, \hat{y}_n = f(x_n)$$

de modo que:

$$Y - \hat{Y} \rightarrow y_1 - \hat{y}_1 \approx 0, y_2 - \hat{y}_2 \approx 0, \dots, y_n - \hat{y}_n \approx 0$$

Ello se puede expresar definiendo una nueva variable E que mida las diferencias entre los auténticos valores de Y y los teóricos suministrados por la regresión,

$$E = Y - \hat{Y} \rightarrow e_1 = y_1 - \hat{y}_1, e_2 = y_2 - \hat{y}_2, \dots, e_n = y_n - \hat{y}_n$$

y calculando \hat{Y} de modo que E tome valores cercanos a 0. Dicho de otro modo, E debe ser una variable cuya media debe ser 0, y cuya varianza S^2_E debe ser pequeña (en comparación con la de Y). Por ello se define el **coeficiente de determinación de la regresión** de Y sobre X , $R^2_{Y/X}$, como

$$R^2_{Y/X} = 1 - \frac{S^2_E}{S^2_Y}$$

Si el ajuste de Y mediante la curva de regresión $\hat{Y} = f(X)$ es bueno, cabe esperar que la cantidad $R^2_{Y/X}$ tome un valor próximo a 1.

Análogamente si nos interesa encontrar una curva de regresión para X como función de Y , definiríamos :

$$\hat{X} = f(Y)$$

$$E = X - \hat{X}$$

$$R^2_{X/Y} = 1 - \frac{S^2_E}{S^2_X}$$

y si el ajuste es bueno se debe tener que: $R^2_{X/Y} \approx 1$

Las cantidades $R^2_{X/Y}$ y $R^2_{Y/X}$ sirven entonces para medir de qué modo las diferencias entre los verdaderos valores de una variable y los de su

aproximación mediante una curva de regresión son pequeños en relación con los de la variabilidad de la variable que intentamos aproximar. Por esta razón estas cantidades miden el **grado de bondad del ajuste**. Un grado de bondad de ajuste ideal para aceptar la hipótesis nula planteada será a partir de 80% de explicación ($R^2 \geq 80\%$).

6.2.2 Normalidad del error

Un tipo de prueba de bondad de ajuste, que a su vez nos permite determinar la normalidad del error, es la prueba de Kolmogorov-Smirnov.

Para efectuar esta prueba, vamos a trabajar con los residuos de nuestro modelo de regresión.

Sería interesante observar la tabla de residuos, sin embargo, al ser extensa, la misma se encuentra en los anexos de la presente investigación.

6.2.2.1 Test de Kolmogorov-Smirnov

El test de Kolmogorov-Smirnov es un test de ajuste a una ley continua que tiene en cuenta el conjunto de los cuantiles.

Un test de ajuste tiene como objetivo verificar si los datos observados son compatibles con un modelo teórico.

El test de ajuste de Kolmogorov-Smirnov se basa en tener una muestra $\{X_1, X_2, \dots, X_n\}$, que sigue una distribución de probabilidad P desconocida, siendo nuestro objetivo tratar de determinar cual es esa distribución de probabilidad a la cual pertenece la muestra.

Para determinar esto, K-S propone plantear la siguiente hipótesis nula :

$H_0 =$ la muestra pertenece a una población cuya función de distribución es F_0

vs

$H_1 =$ la muestra no pertenece a una población cuya función de distribución es F_0

donde F_0 es la función de distribución de una ley continua dada.

La idea de K-S es la siguiente: si la hipótesis H_0 es correcta, entonces la función de distribución empírica \hat{F} de la muestra debe parecerse a la función F_0 .

La función de distribución empírica es la función que va de \mathcal{R} en $[0, 1]$, y que toma los valores:



$$\hat{F}(x) \begin{cases} 0 & \text{para } x < X_{(1)} \\ i/n & \text{para } X_{(i)} \leq x < X_{(i+1)} \\ 1 & \text{para } x \geq X_{(n)} \end{cases}$$

donde los $X_{(i)}$ son los estadísticos de orden de la muestra (valores de la muestra puestos en orden creciente). En otras palabras, $\hat{F}(x)$ es la proporción de elementos de la muestra que son menores o iguales a x .

Medimos el ajuste de la función de distribución empírica a la función F_0 por la distancia de Kolmogorov-Smirnov, que es la distancia que permite medir la diferencia entre una ley de probabilidad continua tomada como modelo probabilista, y una distribución empírica. Para calcularla basta evaluar la diferencia entre \hat{F} y F_0 en los puntos $X_{(i)}$.

$$D_{K-S}(F_0, \hat{F}) = \max_{i=1, \dots, n} \left\{ F_0(X_{(i)}) - \frac{i}{n}, F_0(X_{(i)}) - \frac{i-1}{n} \right\}$$

Bajo la hipótesis H_0 , la ley del estadístico $D_{K-S}(F_0, \hat{F})$ no depende de F_0 , porque los valores que toma F_0 en los X_i son variables

aleatorias de ley $\mu(0,1)$, pero la función de distribución $D_{K-S}(F_0, \hat{F})$ no tiene una expresión explícita simple y debe ser calculada numéricamente. Para muestras de tamaño suficientemente grande, se emplea el siguiente enunciado:

* Bajo la hipótesis H_0 , se tiene, para todo $t \geq 0$:

$$\lim_{n \rightarrow \infty} P_{H_0} \left[nD_{K-S}(F_0, \hat{F}) \leq t \right] = 1 - 2 \sum_{k=1}^{\infty} (-1)^{k+1} \exp(-2k^2 t^2)$$

La serie converge muy rápidamente. En la práctica, para $t \geq 1$, la suma de los tres primeros términos ya da una aproximación excelente. Si la hipótesis H_0 es falsa, $nD_{K-S}(F_0, \hat{F})$ tiende a $+\infty$ con n . El test es por tanto necesariamente unilateral a la derecha (rechazo de valores muy grandes). Supongamos que la distancia $D_{K-S}(F_0, \hat{F})$ toma el valor 0.047 para una muestra de tamaño $n = 1000$. El estadístico $nD_{K-S}(F_0, \hat{F})$ vale $t = 1.486$. Entonces el valor p correspondiente es:

$$p(t) \cong 2 \sum_{k=1}^3 (-1)^{k+1} \exp(-2k^2 t^2) = 0.0241$$

El test de Kolmogorov-Smirnov se puede extender también a la comparación de dos funciones de distribución empíricas y permite poner a prueba la hipótesis de si dos muestras salieron de la misma ley. Se pueden utilizar muchos otros test de ajuste, como los de Stephens, Anderson-Darling y Cramer-von Mises.

6.3 Análisis de regresión lineal múltiple

Para determinar el modelo de regresión vamos a **trabajar** con el software Minitab 13.5, con un nivel de confianza del 95%.

A continuación, luego de haber ingresado los datos, la **tabla XIV** nos indica los primeros resultados de nuestro análisis.

TABLA XXIII
Resultados de la regresión

Estadísticas de la Regresión	
Parámetro	Valor
Sigma	0.6735
R^2	86.90%
R^2 ajustado	86.70%
Observaciones	553

Fuente: Proceso del Minitab

Elaborado por: Brenda Carolina Torres Velásquez

La tabla XXII nos indica que el modelo de regresión explica en un 86.9% a las variables.

Este porcentaje de explicación es considerado bueno, por lo tanto podemos inferir que el modelo de regresión resultante será el deseado.

6.3.1 Contraste de hipótesis a usarse

En la presente investigación nuestro modelo será de regresión lineal múltiple, dado que tenemos 12 variables, de las cuales, la variable Y , o variable de entrada, será la variable X_4 : Consumo promedio mensual en dólares por servicio de agua potable, y las variables independientes o de explicación serán, X_5 , X_6 , X_7 , X_9 , X_{10} , X_{11} , X_{12} , X_{13} , X_{14} , X_{15} y X_{16} .

Planteado de esta forma, el modelo de regresión en nuestro caso será:

$$Y = B_0 + B_1 X_4 + B_2 X_5 + B_3 X_6 + B_4 X_7 + B_5 X_9 + B_6 X_{10} + B_7 X_{11} + B_8 X_{12} + B_9 X_{13} + B_{10} X_{14} + B_{11} X_{15} + B_{12} X_{16}$$

El primer paso para nuestro análisis de regresión es plantearnos si todas las variables que nos quedaron luego del proceso de pre-eliminación, nos servirán para establecer nuestro modelo. Para poder determinar si todas las variables serán de utilidad en el análisis nos valemos de los coeficientes B_i que las acompañan. La idea será determinar si estos coeficientes son iguales o diferentes a cero. Si un $B_i = 0$ entonces la variable correspondiente X_i queda automáticamente eliminada, por no aportar información significativa al modelo de regresión múltiple.

Para obtener información acerca de los B_i , nos plantearemos el siguiente contraste de hipótesis:

H_0 : Todos los $B_i = 0$

Vs

H_1 : Existe al menos un $B_i \neq 0$

Una vez más ingresamos la tabla de datos al Minitab, y el resultado obtenido es el siguiente:

TABLA XXIV

Anova

FUENTE	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA CUADRÁTICA	PROMEDIO DE LOS CUADRADOS	F	VALOR CRÍTICO DE F
Regresión	11	1631,76	148,34	327,08	0,0001
Error residual	541	245,36	0,45		
Total	552	1877,12			

Fuente: Proceso del Minitab

Elaborado por: Brenda Carolina Torres Velásquez

REGION CRITICA:

Observamos que el valor crítico de $F = 0.0001$. Si consideramos que estamos trabajando con un 95% de confianza, el valor P nos indica que:

Si $0 < p < 0.05$ entonces Rechazo H_0 a favor de H_1

Si $p \geq 0.05$ entonces Acepto H_0

Por lo tanto, $0.0001 < 0.05$

Entonces rechazo H_0 a favor de H_1 , es decir, existe al menos un B_i que es diferente de cero.

Una vez establecido que existe al menos un B_i diferente de cero, el siguiente paso es encontrar el (los) B_i 's que cumplen esa condición.

6.3.2. Determinación del $B_i \neq 0$ y del modelo de Regresión.

En la sección anterior observamos que existe al menos un $B_i \neq 0$, ahora nuestra tarea es hallar ese B_i , para lo cual nos planteamos el siguiente contraste de hipótesis:

1) $H_0: B_4 = 0$

Vs

$H_1: B_4 \neq 0$

2)

$H_0: B_5 = 0$

Vs

$H_1: B_5 \neq 0$

3)

$H_0: B_6 = 0$

Vs

$H_1: B_6 \neq 0$

4)

$H_0: B_7 = 0$

Vs

$H_1: B_7 \neq 0$

5)

$$H_0: B_9 = 0$$

$$V_s$$

$$H_1: B_9 \neq 0$$

6)

$$H_0: B_{10} = 0$$

$$V_s$$

$$H_1: B_{10} \neq 0$$

7)

$$H_0: B_{11} = 0$$

$$V_s$$

$$H_1: B_{11} \neq 0$$

8)

$$H_0: B_{12} = 0$$

$$V_s$$

$$H_1: B_{12} \neq 0$$

9)

$$H_0: B_{13} = 0$$

$$V_s$$

$$H_1: B_{13} \neq 0$$

10)

$$H_0: B_{14} = 0$$

$$V_s$$

$$H_1: B_{14} \neq 0$$

11)

$$H_0: B_{15} = 0$$

$$V_s$$

$$H_1: B_{15} \neq 0$$

12)

Ho: $B_{16} = 0$

Vs

H1: $B_{16} \neq 0$

Nuevamente ingresamos la tabla de datos en el MINITAB 13.5 y obtenemos la siguiente tabla de resultados:

TABLA XXV

Análisis de Regresión lineal múltiple

PREDICTOR	COEFICIENTE	SE COEFICIENTE	ESTADISTICO T	VALOR P
Constante	-0,966	0,353	-2,73	0,006
X5	0,728	0,027	26,54	0,001
X6	0,205	0,029	7,03	0,001
X7	-0,207	0,032	-6,38	0,001
X9	0,100	0,034	2,96	0,003
X10	0,000	0,033	0,01	0,990
X11	0,026	0,047	0,56	0,573
X12	0,161	0,052	3,08	0,002
X13	-0,130	0,201	-0,65	0,516
X14	0,051	0,164	0,31	0,755
X15	0,142	0,222	0,64	0,523
X16	0,217	0,023	9,39	0,001

Fuente: Proceso del Minitab

Elaborado por: Brenda Carolina Torres Velásquez



Para determinar el B_i que será rechazado del modelo y usando hipótesis planteadas anteriormente, definiremos nuestra región crítica, que será:

REGION CRITICA:

Si $0 < p < 0.05$ entonces Rechazo H_0 a favor de H_i

Si $p \geq 0.05$ entonces Acepto H_0

Siendo el mismo criterio con que se evaluarán todas las 12 variables que tenemos en el momento de partida del análisis de regresión.

Finalmente, usando ese criterio, podemos decir que los coeficientes $B_i = 0$ son: B_{10} , B_{11} , B_{13} , B_{14} y B_{15} , que son los correspondientes de las variables X_{10} , X_{11} , X_{13} , X_{14} , X_{15} .

TABLA XXVI

**Tabla de coeficiente y variables eliminados
del modelo de regresión**

PREDICTOR	COEFICIENTE	SE COEFICIENTE	ESTADISTICO T	VALOR P
X10	0,000	0,033	0,01	0,990
X11	0,026	0,047	0,56	0,573
X13	-0,130	0,201	-0,65	0,516
X14	0,051	0,164	0,31	0,755
X15	0,142	0,222	0,64	0,523

Fuente: Proceso del Minitab

Elaborado por: Brenda Carolina Torres Velásquez

Entonces:

X_{10} : ¿ Cuántas llaves de agua tiene su vivienda?

X_{11} : ¿ Cuántos baños tiene su vivienda?

X_{13} : ¿Dispone usted en la actualidad de servicio de energía eléctrica?

X_{14} : Dispone usted de medidor de luz eléctrica?

X_{15} : ¿Recibe usted planillas de consumo de servicio de agua potable?

Efectuando el análisis podemos concluir que si nuestro cuestionario indicaba cuanto consumía en términos de dólares y a la vez, en metros cúbicos, el determinar cuantas llaves de agua, así como cuántos baños existen en la vivienda encuestada, son variables que no afectaban al modelo.

Con respecto a las variables X_{13} , X_{14} y X_{15} , el resultado nos indica que estas variables no aportan información al modelo, dado que el interés lógico sería relacionar consumo de agua potable con el consumo de energía eléctrica. Finalmente, las variables que son las que se mantendrán en el modelo son las que muestra la tabla a continuación:

TABLA XXVI

**Tabla de variables que conforman
el modelo de regresión**

PREDICTOR	COEFICIENTE	SE COEFICIENTE	ESTADISTICO T	VALOR P
Constante	-0,966	0,353	-2,730	0,006
X5	0,728	0,027	26,540	0,001
X6	0,2048	0,029	7,031	0,001
X7	-0,207	0,032	-6,382	0,001
X9	0,100	0,034	2,960	0,003
X12	0,161	0,052	3,079	0,002
X16	0,217	0,023	9,391	0,001

Fuente: Proceso del Minitab

Elaborado por: Brenda Carolina Torres Velásquez

X_5 : ¿Cuántos metros cúbicos de agua consume en promedio mensual?

X_6 : ¿ Cuántas personas viven en su vivienda?

X_7 : ¿ Cuántas personas que habitan en su vivienda pertenecen a la población económicamente activa?

X_9 : ¿Cuántas habitaciones tiene su vivienda?

X_{12} : ¿Cuántos autos son de uso de su hogar?

X_{16} : ¿Cuánto cancela en promedio mensual por consumo de luz eléctrica?

Con respecto al análisis de estas variables se puede concluir que el consumo de agua potable, en dólares, por vivienda, está directamente relacionado con:

1. metro cúbicos consumidos
2. personas que habitan en la vivienda
3. personas que aportan económicamente al hogar
4. habitaciones de la vivienda
5. autos de la vivienda
6. consumo en dólares de energía eléctrica.

Finalmente, el modelo resultante es el siguiente:

$$Y = B_0 + B_5 X_5 + B_6 X_6 + B_7 X_7 + B_9 X_9 + B_{12} X_{12} + B_{16} X_{16}$$

Siendo solamente estas 6 variables las que explican el consumo en dólares de agua potable, con una potencia de explicación de aproximadamente el 86%.

Para corroborar los resultados arriba expuestos vamos a usar un método llamado STEPWISE, mediante el cual el Minitab logrará determinar, mediante la introducción de los coeficientes uno a uno dentro del mismo, cuales son los coeficientes que deberán permanecer en el modelo.

6.3.3. Método de Stepwise

X4 versus X5; X6; X7; X8; X9; X10; X11; X12; X13; X14; X15; X16

α entrada: 0,15

α salida: 0,15

TABLA XXVIII
Método Stepwise

PARAMETRO / STEP	1	2	3	4	5	6
CONSTANTE	0.3120	-0.164	-0.785	-0.766	-0.967	-0.905
X5	0.929	0.731	0.710	0.773	0.746	0.734
VALOR T	48.480	28.230	28.040	29.620	28.030	27.550
VALOR P	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
X16		0.2300	0.227	0.212	0.216	0.216
VALOR T		10.3900	10.570	10.200	10.500	10.630
VALOR P		0.0000	0.000	0.000	0.000	0.000
X6			0.141	0.247	0.217	0.208
VALOR T			5.940	8.890	7.650	7.370
VALOR P			0.000	0.000	0.000	0.000
X7				-0.2170	-0.208	-0.209
VALOR T				-6.7200	-6.510	-6.580
VALOR P				0.0000	0.000	0.000
X9					0.125	0.108
VALOR T					4.000	3.450
VALOR P					0.000	0.001
X12						0.160
VALOR T						3.360
VALOR P						0.001
S	0.804	0.736	0.714	0.687	0.678	0.672
R-sq	81.010	84.130	85.090	86.220	86.610	86.880
R-sq(adjust)	80.980	84.070	85.000	86.120	86.490	86.740
C-p	237.000	110.000	72.300	27.300	13.100	3.900

Fuente: Proceso del Minitab

Elaborado por: Brenda Carolina Torres Velásquez

En la tabla XXVIII podemos observar que las variables ingresadas en el modelo mediante el algoritmo STEPWISE tiene un valor $p=0.001$, que se encuentra en el rango de $0 < p < 0.05$, lo cual nos indica que existe suficiente evidencia estadística para rechazar H_0 a favor de H_1 .

Por lo tanto se aceptan esos 5 coeficientes, y como consecuencia de eso, las variables originalmente planteadas para el modelo se conservan.

TABLA XXIX

Resultados del Método Stepwise

Estadísticas de la Regresión						
Parámetro	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor
Interacción	1	2	3	4	5	6
Sigma	0,80	0,74	0,71	0,69	0,69	0,67
R²	81,01%	84,13	85,09	86,22	86,61	86,88
R² ajustado	80,98%	84,07	85	86,12	86,49	86,74
C-p	237	110	72	27	13	4
Press	359,73	302,87	287,21	270,08	263,51	259,89
R² predictor	80,84	83,87	84,70	85,61	85,96	86,15

Fuente: Proceso del Minitab

Elaborado por: Brenda Carolina Torres Velásquez

Observando los resultados de la tabla XXIX podemos confirmar que el modelo depurado mediante pruebas de hipótesis es igual al modelo resultante luego de efectuar el algoritmo de Stepwise.

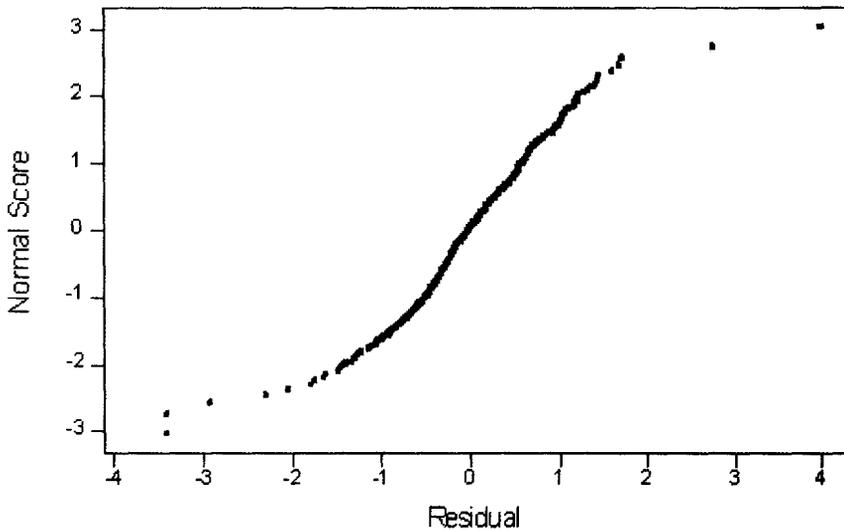
Por lo tanto el modelo de regresión final, el que se presenta a continuación:

$$x_4 = -0.966 + 0.728 x_5 + 0.205 x_6 - 0.207 x_7 + 0.1 x_9 + 0.161 x_{12} + 0.142 x_{15} + 0.217 x_{16}$$

Es interesante además, observar el gráfico de los residuos y determinar cual es la distribución de probabilidad que estos tienen.

Gráfico 6.1

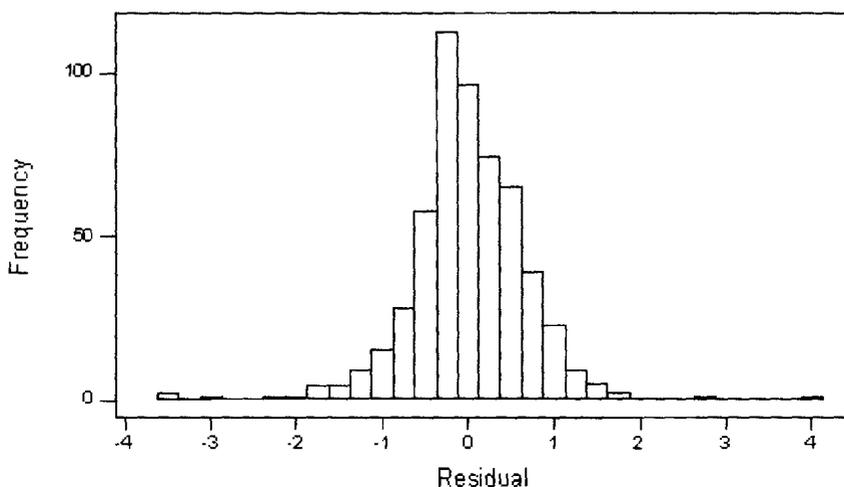
Gráfico de la probabilidad normal de los residuos



Fuente: Cuestionario aplicado a habitantes que conformaron la muestra –ANEXO 1
Elaborado por: Brenda Carolina Torres Velásquez

El gráfico que se presenta a continuación es mucho más familiar que el anterior, y el mismo presenta una gráfica de residuos que tienen aproximadamente una distribución normal.

Gráfico 6.2
Histograma de Residuos



Fuente: Cuestionario aplicado a habitantes que conformaron la muestra –ANEXO 1
Elaborado por: Brenda Carolina Torres Velásquez

Sin embargo, esta es solo una teoría, y la forma de determinar cual es la distribución de probabilidad que siguen los residuos, basados en evidencia estadística, será necesario efectuar un análisis de bondad de ajuste.



6.4. Análisis de bondad de ajuste y normalidad del error

6.4.1 Aplicación de Kolmogorov-Smirnov

Un tipo de prueba de bondad de ajuste, que a su vez nos permite determinar la normalidad del error, es la prueba de Kolmogorov-Smirnov. Para efectuar esta prueba, vamos a trabajar con los residuos de nuestro modelo de regresión.

A continuación se presenta la tabla con los resultados del Minitab:

Tabla XXX
Test Kolmogorov-Smirnov

PARAMETRO	VALOR
N	485
Normal Parameters	
Mean	5640,74
Std. Deviation	59291,64
Most Extreme Differences	
Absolute	0,05
Positive	0,05
Negative	-0,05
Kolmogorov-Smirnov Z	1,14
Asymp. Sig. (2-tailed)	0,15

Fuente: Proceso del Minitab

Elaborado por: Brenda Carolina Torres Velásquez

6.4.2 Resultados del Análisis de Bondad de Ajuste

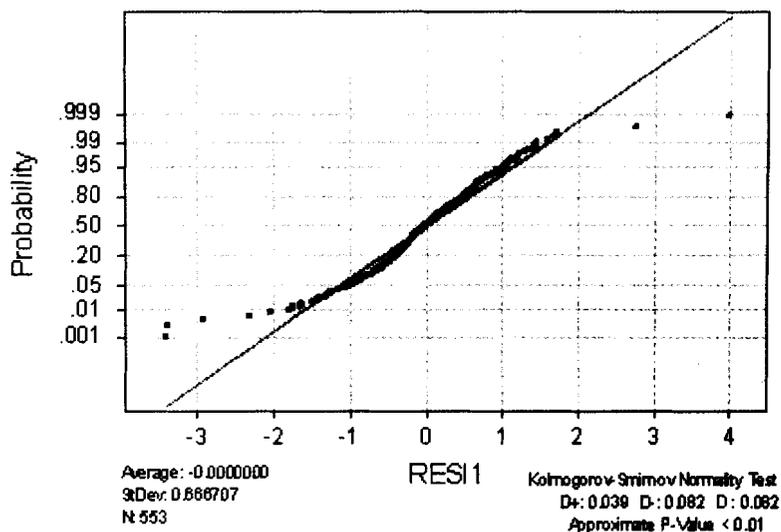
Prueba de Kolmogorov-Smirnov

- a Test distribution is Normal.
- b Calculated from data.

El resultado que nos interesa es el valor de KS, que es 1.139, y que nos confirma que la distribución que siguen los residuos es normal.

A continuación se presenta el gráfico que muestra visualmente este resultado, y que nos mostrara el ajuste de los residuos a nuestro modelo lineal resultante.

Gráfico 6.3
Gráfico de la prueba de Kolmogorov-Smirnov



Fuente: Cuestionario aplicado a habitantes que conformaron la muestra –ANEXO 1
Elaborado por: Brenda Carolina Torres Velásquez

Finalmente observamos en el gráfico 6.3 que los residuos de la regresión se ajustan a la recta de la misma. Al ajustarse a la recta, que no es otra cosa que el modelo de regresión resultante, podemos concluir que los residuos de modelo de regresión planteado sigue una distribución normal, por lo tanto, el mismo es el modelo deseado.

CONCLUSIONES

Las conclusiones del presente trabajo son la siguientes:

1. La cobertura del servicio de agua potable en el cantón de Guayaquil es de 79.7% y del servicio de alcantarillado es del 50.7% según datos del INEC. El porcentaje de cobertura de alcantarillado es preocupante ya que indica que este servicio en el Cantón de Guayaquil apenas lo tienen una de cada dos personas.
2. Según datos del INEC, el 79.65% de las viviendas del Cantón de Guayaquil se encuentran conectadas a la red pública, lo cual indica que tienen medidor de agua.
3. Con respecto a la variable que se refiere al consumo de agua potable en dólares, se concluye que la mayoría de la población del cantón de Guayaquil (62.75%) consumen hasta 20usd mensuales, mientras que solo un 6.51% consumen 30.01usd o más dólares al mes.
4. La variable X_5 nos indica el promedio de metros cúbicos de agua potable consumidos al mes. En el presente análisis se observó que un 21.52% de la población consumía entre 61 y 100 m³, y que un

64.74% de la población consume máximo 100m³ de agua potable en promedio.

5. Con respecto al número de habitantes por vivienda encuestada, se encontró que en 35.99% de las viviendas habitan 5 personas por vivienda, seguido de un 26.04% de viviendas, en las cuales habitan solo 4 personas por vivienda.

6. Un factor importante que reveló la presente investigación fue que en promedio existen 3 habitantes por vivienda que pertenecen a la población económicamente activa, y que en un 70.16% de los casos, el número de personas que pertenecen a la PEA se encuentra entre 1 y 3 personas. Se puede inferir que existe una relación directa entre el consumo de agua potable y el número de habitantes de un hogar que pertenecen a la población económicamente activa.

7. La variable X9 nos indica cuantas divisiones o ambientes posee una vivienda, sin incluir el baño. La media para esta variable fue de 3 divisiones, valor que se confirma con la frecuencia observada de este valor, que es de 34%.

8. La variable X_{10} nos indica el total de llaves de agua que tiene internamente la vivienda y que son de uso exclusivo para el hogar que la habita. El primer resultado interesante es que 34.18% de las viviendas tienen 2 llaves de agua, y el segundo resultado importante es que un 79.39% de las viviendas encuestadas tienen entre 0 y 3 llaves internas en la vivienda. Es necesario recalcar que cuando hablamos de llaves nos referimos a llaves de cocina, la ducha del baño, ducha de mano, llave de lavabo de manos, etc.

9. La variable X_{11} nos indica que un 80% de la población del Cantón poseen hasta 2 baños de uso exclusivo del hogar y con localización interna de la vivienda. De este aproximado 80%, el análisis efectuado revela que 55 de cada 100 viviendas tienen 1 solo baño y 25 de cada 100 viviendas tienen 2 baños.

10. Con respecto al número de autos que son de uso en un hogar, la investigación señala que un 65.28 de la población no posee auto y que un 20.11% posee solo un auto. Este dato es relevante en la investigación debido al consumo de agua que genera darle limpieza a un auto usando los recursos del hogar.

11. La cobertura del servicio de energía eléctrica en el Cantón de Guayaquil es mayor que la cobertura del servicio de agua potable en el mismo. Según la muestra tomada, partimos de que un aproximado 63% de las viviendas tenían servicio de agua potable, mientras que el resultado para el servicio de energía eléctrica fue que un aproximado 97% tiene acceso al servicio de energía eléctrica.

12. La variable X_{14} nos indica que de los habitantes que tienen disponibilidad de servicio de energía eléctrica, un aproximado 94% poseen medidor de energía eléctrica. Con respecto al consumo promedio mensual de energía eléctrica, se observó que un 63.47% cancelan entre 0 y 25 dólares mensuales por este servicio.

13. Luego de efectuar el análisis de eliminación de variables, primero mediante observación de la estadística descriptiva, y posteriormente mediante el uso de regresión lineal, se puede determinar que de las 16 variables originales que se tomaron en cuenta a la hora de efectuar el análisis estadístico, solo 5 soportan suficiente evidencia estadística para conformar un modelo de regresión lineal múltiple que permita estimar el consumo de agua potable de un habitante X del cantón de Guayaquil. Las variables que afectan al consumo de agua potable de las viviendas del cantón de Guayaquil son: consumo en metros

cúbicos, número de habitantes de la vivienda, número de personas que pertenecen a la población económicamente activa y que habitan la vivienda, número de divisiones o habitaciones que tiene la vivienda, número de autos que poseen los habitantes de la vivienda y el consumo promedio mensual en dólares del servicio de energía eléctrica.

14. El modelo de regresión resultante para determinar el costo de consumo de agua potable de un habitante del Cantón de Guayaquil, es:

$$X_4 = -0.966 + 0.728 X_5 + 0.205 X_6 - 0.207 X_7 + 0.1 X_9 + 0.161 X_{12} + 0.142 X_{15} + 0.217 X_{16}$$

Donde X_4 será igual al consumo de agua potable del habitante, en dólares.

RECOMENDACIONES

1. Por factor costo, la presente investigación se realizó delimitando y estratificando al Cantón de Guayaquil según la división creada por la Empresa de Agua Potable del mismo. Se recomienda para estudios futuros efectuar un análisis por zona censal, y dentro de cada zona censal efectuar un análisis por conglomerado.
2. En la presente investigación observamos que no consume igual un hogar en el que hay solo habitantes adultos, que un hogar en el que hay niños, por lo tanto, se recomienda para estudios futuros establecer la edad de los habitantes de las viviendas encuestadas.
3. En investigaciones futuras se considera necesario tomar en cuenta la presión de agua que recibe el sector encuestado.
4. Se considera necesario además concientizar a las personas para que cuiden el uso del agua potable, ya que este es un recurso indispensable para el desarrollo de la sociedad en que vivimos.

**ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
INGENIERIA EN ESTADISTICA INFORMATICA**

CUESTIONARIO DIRIGIDO A LOS HABITANTES DEL CANTÓN GUAYAQUIL

Objetivo: Recopilación de datos referentes al consumo de agua potable de las viviendas ocupadas del Cantón de Guayaquil que poseen medidor.

Boleta # 000_ _ _

Encuestador: _____

Fecha (dd/mm/aa): ____//____//____

1.- UBICACIÓN:

Parroquia: _____

Zona Censal: _____

Zona Interagua: _____

2.- SERVICIO DE AGUA POTABLE

2.1.- ¿Dispone usted de servicio de agua potable?

SI (1)

NO (2)..... Finalizar la encuesta

2.2.- ¿Dispone usted. En la actualidad de medidor de agua?

SI (1)

NO (2)..... Finalizar la encuesta

2.3- ¿Recibe usted planillas de consumo de servicio de agua potable?

SI (1)

NO (2)

2.4.- ¿Cuál es el monto promedio que le factura la Empresa de Agua Potable?

- (0) De \$ 0.01 a \$ 6.00 inclusive
- (1) De \$ 6.01 a \$ 11.00 inclusive
- (2) De \$ 11.01 a \$ 15.00 inclusive
- (3) De \$ 15.01 a \$ 20.00 inclusive
- (4) De \$ 20.01 a \$ 25.00 inclusive
- (5) De \$ 25.01 a \$ 30.00 inclusive
- (6) De \$ 30.01 a \$ 35.00 inclusive
- (7) De \$ 35.01 o más

2.5.- ¿Cuántos metros cúbicos de agua consume en promedio mensual?

- (0) De 1 a 15 m³ inclusive
- (1) De 16 a 30 m³ inclusive
- (2) De 31 a 60 m³ inclusive
- (3) De 61 a 100 m³ inclusive
- (4) De 101 a 300 m³ inclusive
- (5) De 301 a 2500 m³ inclusive
- (6) De 2501 a 5000 m³ inclusive
- (7) Más de 5001 m³ inclusive

3.- INFORMACIÓN DEL HOGAR

3.1.- ¿Cuántas personas viven en su vivienda?

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 o más

3.2.- ¿Cuántas personas que habitan en su vivienda pertenecen a la población económicamente activa?

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 o más

3.3.- ¿Cuántas personas que habitan en su vivienda hacen uso del servicio de agua potable, si lo reciben?

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 o más

4.- DATOS DE LA VIVIENDA

4.1.- ¿En cuántas habitaciones está dividida su vivienda?

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 o más

4.2.- ¿Cuántas llaves de agua (interiores), incluyendo la ducha del baño, tiene su vivienda?

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 o más

4.3.- ¿Cuántos baños de uso exclusivo de su hogar posee su vivienda?

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 o más

4.4.- ¿Cuántos autos son de uso de su hogar?

0 1 2 3 4 o mas

5.- Otros Servicios de Interés

5.1.- ¿Dispone usted de servicio energía eléctrica?

SI (1)

NO (2)

5.2.- ¿Dispone usted en la actualidad de medidor de energía eléctrica?

SI (1)

NO (2)

5.3- ¿Recibe usted planillas de consumo de energía eléctrica?

SI (1)

NO (2)

5.4.- ¿Cuánto cancela en promedio mensual por consumo de energía eléctrica?

- (0) No cancela nada por servicio de energía eléctrica
- (1) De \$ 0.01 a \$ 6.00 inclusive
- (2) De \$ 6.01 a \$ 11.00 inclusive
- (3) De \$ 11.01 a \$ 15.00 inclusive
- (4) De \$ 15.01 a \$ 20.00 inclusive
- (5) De \$ 20.01 a \$ 25.00 inclusive
- (6) De \$ 25.01 a \$ 30.00 inclusive
- (7) De \$ 30.01 a \$ 35.00 inclusive
- (8) De \$ 35.01 o más

BIBLIOGRAFÍA

- 1 **FREUN J, WALPOLE R.** (1990) "Estadística Matemática con aplicaciones", Prentice Hall Hispanoamericana Cuarta Edición. México
- 2 **HECTOR FIGUEROA, M** (2004) "Análisis de Regresión Múltiple", , última visita Junio 3, 2004
- 3 **JOHNSON, D,** (2000) "Métodos Multivariados aplicados al análisis de datos", Internacional Thompson Editores, México, México.
- 4 Tutorial paquete estadístico SPSS 10.0 para Windows versión en español
- 5 Análisis de Regresión lineal <http://www.xlstat.com/t15e.htm> , (Fecha de última visita Junio 10,2004)
- 6 Regresión Lineal, http://es.geocities.com/r_vaquerizo/Manual_R9.htm (Fecha de última visita Junio 10,2004)
- 7 **FERRAN A.** (2001), "SPSS para Windows: Análisis Estadístico", McGraw-Hill, Madrid, España.