

UNIVERSIDAD DEL AZUAY

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA ADMINISTRACIÓN

ESCUELA DE ECONOMÍA

**“UN MODELO BÁSICO DE LA DEMANDA DE AGUA POTABLE EN
LA CATEGORÍA RESIDENCIAL DEL ÁREA URBANA DE CUENCA
DURANTE EL PERÍODO 2003-2004”**

**Trabajo académico previo a la
obtención del título de economista.**

AUTOR: Ximena Gabriela Freire Carrera

DIRECTOR: Econ. Manuel Freire

Cuenca – Ecuador

2006

DEDICATORIA

Con todo mi amor a mis padres que me han
apoyado y aconsejado durante toda mi
carrera, y a mis hermanos por estar
también siempre a mi lado.

Ximena

AGRADICIMIENTO.

Agradezco al Econ. Manuel Freire de una manera muy especial por todo su apoyo durante la elaboración de esta tesis, y sobre todo por sus sabios consejos.

Agradezco también al Econ. Carlos Cordero quien aportó con su valioso conocimiento en la realización de esta tesis

Los criterios vertidos en el presente documento, son de entera responsabilidad de la autora.

Ximena Gabriela Freire Carrera

CONTENIDO

Introducción.....	1
Capítulo 1.	
Marco Teórico	
1.1 Demanda.....	6
1.1.1 La ley de la demanda.....	7
1.1.2 Determinantes de la demandada.....	8
1.1.3 La curva de demanda, movimientos y desplazamientos.....	9
1.2 La Oferta.....	11
1.2.1 Determinantes de la oferta.....	12
1.2.2 Curva de la oferta, movimientos y desplazamientos.....	12
1.3 El Mercado.....	13
1.3.1 Equilibrio de Mercado, Escasez y Excedentes.....	15
1.3.2 Las funciones del mercado: Respuesta de compradores y vendedores a un racionamiento sin precios.....	17
1.4 El Comportamiento del Consumidor	19
1.4.1 La Elección y la Teoría de la Utilidad.....	20
1.4.2 Utilidad Cardinal.....	20
1.4.2.1 Utilidad Total.....	21
1.4.2.2 Utilidad Marginal Creciente y Decreciente.....	22
1.4.3 Utilidad Ordinal.....	22
1.4.3.1 Axiomas del Comportamiento del Consumidor.....	23
1.4.4 Curvas de Indiferencia.....	24
1.4.4.1 Propiedades de las Curvas de Indiferencia.	24
1.4.5 El Efecto-Sustitución y el Efecto-Renta.....	27

1.4.6	Restricciones del Consumidor.....	27
1.4.7	Optimización del Consumidor: La Toma de Decisión Individual.....	28
1.4.8	La curva de ingreso consumo y la Curva de Engel.....	30
1.4.9	La Curva de Precio-Consumo y la Curva de Demanda.	30
1.4.10	Excedente del Consumidor.....	31
1.5	La Elasticidad.....	32
1.5.1	La Elasticidad precio-demanda.....	33
1.5.2	Determinantes de la elasticidad precio de la demanda.....	34
1.5.3	Elasticidad ingreso-demanda.....	35
1.5.4	Cálculo y representación gráfica de la elasticidad.	36
1.5.5	Cálculo Econométrico de la Elasticidad.....	37
1.5.6	Tipos de Elasticidad	38
1.6	Agua Potable.....	40
1.6.1	Demanda de Agua Potable.....	40
1.6.2	Oferta de Agua Potable.....	41
1.6.3	ETAPA.	43
1.6.3.1	Tarifas de Agua Potable.....	44

Capítulo 2.

Estimación del Modelo básico de la demanda de agua potable de la categoría residencial en el área urbana de Cuenca durante el período 2003-2004

2.1	Recolección de datos.....	51
2.2	Esquema de modelos construidos.....	53
2.3	Construcción de modelos.....	53

2.3.1	Primer Modelo: $LnC_t = f(LnC_{t-1}, LnP_{t-2}, E2, E3, E4)$ Abonados con promedio de consumo de 0-20 m ³	58
2.3.1.1	Prueba de Multicolinealidad	60
2.3.1.2	Prueba de Heteroscedasticidad	60
2.3.1.3	Prueba de Autocorrelación	62
2.3.1.4	Prueba de Normalidad	63
2.3.2	Segundo Modelo: $LnC_t = f(LnC_{t-1}, LnP_{t-2}, E2, E3, E4)$ Abonados con promedio de consumo de 20-30 m ³	64
2.3.2.1	Prueba de Multicolinealidad	66
2.3.2.2	Prueba de Heteroscedasticidad	66
2.3.2.3	Prueba de Autocorrelación	67
2.3.2.4	Prueba de Normalidad	68
2.3.3	Tercer Modelo: $LnC_t = f(LnC_{t-1}, LnP_{t-2}, E2, E3, E4)$ Abonados con promedio de consumo de 30-45 m ³	69
2.3.3.1	Prueba de Multicolinealidad	71
2.3.3.2	Prueba de Heteroscedasticidad	71
2.3.3.3	Prueba de Autocorrelación	72
2.3.3.4	Prueba de Normalidad	73
2.3.4	Cuarto Modelo: $LnC_t = f(LnC_{t-1}, LnP_{t-2}, E2, E3, E4)$ Abonados con promedio de consumo mayor a 45 m ³	74
2.3.4.1	Prueba de Multicolinealidad	76
2.3.4.2	Prueba de Heteroscedasticidad	76
2.3.4.3	Prueba de Autocorrelación	77
2.3.4.4	Prueba de Normalidad	78

2.4 Análisis e Interpretación de los Modelos.....	79
2.5 Conclusiones.....	83
2.6 Tabla de Resumen de Regresiones.....	87

Capítulo 3.

Anexo Técnico.

Análisis de Regresión Múltiple

3.1 Modelo Clásico de regresión lineal normal.....	88
3.1.1 Supuestos del modelo clásico de regresión lineal normal (MCRLN).....	89
3.2 Propiedades de los estimadores.....	94
3.3 Uso de pruebas “t” y “F” para hipótesis que involucran más de un parámetro.....	97
3.4 La multicolinealidad.....	102
3.4.1 Naturaleza y consecuencias de la multicolinealidad.....	103
3.4.2 Detección y medidas remediales.....	105
3.5 La heteroscedasticidad.....	107
3.5.1 Naturaleza y consecuencias de la heteroscedasticidad.....	107
3.5.2 Detección y medidas remediales.....	109
3.6 La autocorrelación.....	113
3.6.1 Naturaleza y consecuencias de la autocorrelación.....	113
3.6.2 Detección y medidas remediales.....	115
3.7 Prueba de Normalidad.....	118
3.7.1 Prueba Gráfica.....	118
3.7.2 Prueba de Bondad del Ajuste Ji Cuadrado.....	118
3.7.3 Prueba de Normalidad Jaque-Bera.....	120
3.8 Estructura de los datos económicos.....	120
Bibliografía.	123

INTRODUCCIÓN

La presente investigación trata la caracterización de la demanda de agua potable en la ciudad de Cuenca, con el propósito final de facilitar la consecución de instrumentos que logren alcanzar niveles de consumo óptimos y equitativos que protejan este vital recurso en un contexto urbano. El objetivo fundamental de este trabajo radica en obtener la elasticidad-precio consumo a partir de la construcción de la función de demanda de agua potable en la ciudad de Cuenca categoría residencial, teniendo en cuenta como base el período 2003-2004. Para esto se busca determinar cuales son las principales variables que inciden en el nivel de demanda de agua potable, y como los consumidores podrían responder ante la utilización de instrumentos que modifiquen dichas variables.

Partiendo, en primer lugar, de la teoría económica, se analizan las bases de datos y se utiliza la inferencia estadística para llegar finalmente a la construcción de un modelo econométrico que simplifique la realidad. De esta manera, se logra dar un contenido empírico a la teoría económica planteada, probando su validez.

En enero de 1968 el Concejo Cantonal aprobó la Ordenanza de creación de la Empresa Pública Municipal de Teléfonos Agua Potable y Alcantarillado ETAPA, la misma que hasta la fecha abastece de agua potable a los hogares y empresas pertenecientes al Cantón Cuenca, ETAPA diferencia tres categorías de consumo: residencial, comercial, industrial y especial. En esta tesis se trabajará con la categoría residencial por que, entre otras razones, en ella se encuentra el mayor número de abonados y volumen de consumo. Se utilizará la información de las bases de datos de esta empresa, concentrando el periodo noviembre del

2003 a diciembre del 2004, trabajando exclusivamente con la micromedición, ya que esta es la variable más idónea para medir el consumo.

Inicio este análisis, planteando la teoría económica sobre La Demanda, Comportamiento del Consumidor, y específicamente Demanda de Agua, en donde se considera que los principales determinantes del consumo de este insumo son: el precio y adicionalmente la estacionalidad. Sin ignorar la existencia de una serie de variables más que inciden en el comportamiento del consumidor con respecto al consumo de agua potable; variables tales como: ingresos, aspectos climáticos, demográficos (composición y tamaño de los hogares), sociales, culturales, etc., las cuales se incluyen el termino de perturbación el cual tiene propiedades probabilísticas claramente definidas.

Una vez planteada la teoría se da paso a la especificación del modelo matemático y posteriormente econométrico de esta teoría, en donde se plantean los modelos seleccionados después de un minucioso análisis: obtención de datos, estimación de parámetros y pruebas de hipótesis. Ya seleccionados los modelos más idóneos de esta investigación, se procede a realizar todas las pruebas necesarias que van a desvirtuar la presencia de cualquier violación a los supuestos del modelo clásico de regresión lineal normal.

El resultado obtenido en este trabajo investigativo, analítico y experimental proporciona una visión simultánea de teoría y observación, que, como fin mismo de la econometría, llevará a una mejor toma de decisiones.

Ante la inexistencia de investigaciones que busquen estimar una función de demanda de agua potable en el área urbana de Cuenca, este estudio puede ser de gran ayuda, pues al obtener el valor de la elasticidad precio de la demanda de agua potable, ETAPA puede utilizar este resultado para orientar sus decisiones en la gestión de agua potable.

The objective of this paper, which is of an econometric character, is an estimation of demand for drinking water in the residential category of the urban area of Cuenca Canton for the period 2003- 2004.

The demand model has been constructed to permit an estimation of the elasticity: Consumption-Price; that is, to quantify the effect that a price increase has on the consumption of drinking water. The analysis is specified for people with different levels of consumption.

The results can be useful in designing a policy of rationalized use of water, which, given the current scarcity, has begun to be considered an economic asset.

The model that was constructed was the following:

$$\ln C_t = \alpha - \beta_1 \ln P_{t-2} + \beta_2 \ln C_{t-1} + \beta_3 E_2 + \beta_4 E_3 + \beta_5 E_4$$

Where:

C_t = Consumption of drinking water for the period t

C_{t-1} = Consumption of drinking water for the period t-1

P_{t-2} = Price per cubic meter of drinking water for the period t-2

E_2, E_3, E_4 = represents periods of time.

CAPITULO 1.

MARCO TEORICO.

1.1 Demanda:

El fin principal de este estudio es conocer el comportamiento de los consumidores ante diferentes escenarios en los que se puede encontrar el mercado; por lo tanto, como van a ser sus reacciones cuando ocurran ciertos cambios; como por ejemplo en el precio de un bien o servicio ofertado; en este caso un cambio en el precio del agua potable, y así poder examinar también la toma de decisiones del consumidor, el cual siempre busca maximizar su beneficio o utilidad teniendo en cuenta sus limitados recursos económicos. Por lo tanto partimos de la teoría económica para proceder a la construcción de los modelos.

Suponiendo que los individuos tienen una idea bastante clara de la magnitud de sus ingresos en un determinado periodo de tiempo, y una más o menos aproximada de la cantidad de bienes y servicios que desean adquirir en este periodo, el esfuerzo por maximizar su utilidad con su economía limitada determina la demanda individual de bienes y servicios.

Demanda: Es la cantidad de bienes o servicios que un consumidor desea adquirir en un determinado período de tiempo. La cantidad demandada no es necesariamente la misma que la cantidad que efectivamente se compra; pues algunas veces la cantidad demandada puede ser mayor a la cantidad de bienes o servicios disponibles, y como consecuencia la cantidad comprada es menor a la demandada.

En este trabajo se analiza la función de demanda ordinaria (llamada comúnmente función de demanda marshalliana, que relaciona la cantidad demandada únicamente con el precio) con relación a un bien determinado, ésta se obtiene en el proceso de obtención del máximo beneficio del individuo con cierto nivel de ingresos. Al hablar de función de demanda hay que considerar dos importantes propiedades: 1. La demanda de cualquier bien es una función unívoca de los precios y la renta, esta propiedad viene de la estricta cuasi-concavidad de la función de utilidad pues a una serie de precios y renta corresponde solamente un máximo, y por lo tanto una sola combinación de productos o una sola cantidad demandada, y 2. las funciones de demanda son homogéneas de grado cero en precios y renta, es decir si los precios y el nivel de renta varían en la misma proporción, la cantidad demandada permanece constante.

1.1.1 La ley de la demanda: En una economía de mercado, la cantidad que los individuos adquieren de un bien depende del precio del mismo; la ley de la demanda nos dice que, manteniéndose todo lo demás constante (*ceteris paribus*), mientras más alto sea el precio de un bien, menor será su cantidad demanda. Esta relación inversa entre precio y cantidad se refleja en la pendiente negativa de la curva de la demanda, la cual siempre (con excepción de un caso raro) se inclina hacia abajo, e indica que a medida que baja el precio del artículo, se compra una mayor cantidad del mismo.

Siendo totalmente consciente de la influencia de otros factores en la determinación de la demanda; se simplifica este análisis, en primera instancia a la relación demanda-precio suponiendo todos los demás factores constantes, con el fin de lograr la mejor aproximación a un problema complejo dividiéndolo en partes pequeñas.

"...El elemento tiempo es la principal causa de aquellas dificultades que, en las investigaciones económicas, hacen necesario que el hombre con sus facultades limitadas, vaya avanzando paso a paso, dividiendo una cuestión compleja en diversas partes, estudiando sólo una de éstas a un tiempo y combinando finalmente las soluciones parciales en una solución más o menos completa de todo el problema. Al dividirla segrega aquellas causas perturbadoras, dejándolas por el momento en una especie de depósito, que podría denominarse ceteris paribus. El estudio de algún grupo de tendencias se aísla mediante el supuesto de que las demás cosas permanecen constantes, no se niega la existencia de otras, pero se deja a un lado por el momento su efecto perturbador. Cuanto más se reduzca la cuestión, tanto más exactamente podrá tratarse, pero también menos íntimamente corresponderá a la caída real. Sin embargo, cada estudio exacto y firme de una cuestión reducida, ayuda a estudiar mejor los problemas más amplios en las que aquella está contenida. Con cada paso que se da hacia adelante, un mayor número de cosas puede ir sacándose del depósito: los razonamientos estrictos pueden hacerse menos abstractos, los realistas menos inexactos, dentro de lo que es posible en una etapa inicial" (Marshall, 1963: 304).

El supuesto *ceteris paribus* hace referencia a todos los demás factores que tienen influencia en la determinación de la demanda: período de tiempo necesario para el ajuste, gustos y preferencias, cantidad de dinero con la que cuenta el sujeto, poder adquisitivo del dinero, el precio y la cantidad de las mercancías rivales.

1.1.2 Determinantes de la demanda.

Los principales factores determinantes de la demanda de un bien o servicio son:

- El precio del bien o servicio (P).

- Los precios y disponibilidad de bienes relacionados (P_r).
- Precio de los accesorios (P_a).
- El nivel de ingresos (R).
- Los gustos y preferencias (G).
- Los precios futuros esperados (P_f).
- El volumen poblacional (N).

Por lo que la función de demanda puede representarse de la siguiente manera:

$$Q = f(P, P_r, P_a, R, N, \dots)$$

Esta función de demanda nos indica que la cantidad de bienes y servicios que los consumidores están dispuestos a comprar depende de muchos factores, incluyendo los antes mencionados y diversos factores más como modas, tiempos de ajuste, leyes, costumbres, etc.

1.1.3 La curva de la demanda, movimientos y desplazamientos.

El concepto de demanda se puede representar gráficamente mediante la curva de demanda de mercado la cual nos muestra las cantidades demandadas de un bien en cierto periodo de tiempo por una población determinada, a cada nivel de precios; y geométricamente se obtiene sumando horizontalmente (suma horizontal, o sea sobre las cantidades, no sobre los precios) todas las curvas individuales de demanda de dicho artículo. Ésta es una línea de pendiente negativa, en la que comprobamos la ley de la demanda decreciente (esta teoría tiene algunas excepciones).

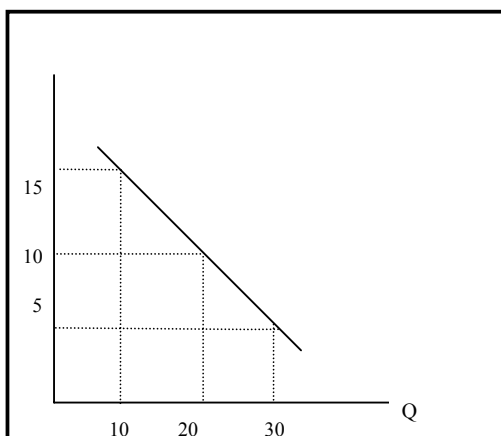


Gráfico N. 1

Como se ve en el gráfico N. 1, a mayores niveles de precios, menores cantidades demandadas (relación $p = \$15$; $q = 10$) y a menores niveles de precios, mayores cantidades demandadas ($p = \$5$; $q = 30$).

En este momento es preciso tener en cuenta la diferencia entre demanda y cantidad demandada. Gráficamente la *demanda* es toda la relación entre precio y cantidad, por lo tanto muestra las distintas combinaciones entre las cantidades que los consumidores están dispuestos a adquirir a los diferentes niveles de precios, y la *cantidad demandada* es cualquier punto a lo largo de la curva de la demanda. Un cambio en el precio del artículo en cuestión provoca un movimiento a lo largo de la curva de la demanda, y representa un cambio en la cantidad demandada. Los cambios en la demanda ocurren solamente cuando toda la curva de demanda se desplaza, ya sea hacia la izquierda o derecha, y esto sucede cuando se rompe el supuesto *ceteris paribus* es decir cuando cualquiera de los factores determinantes de la demanda, excepto el precio, varían.

La disminución de la cantidad demandada ante mayores niveles de precios, viene explicada fundamentalmente por dos razones:

Efecto sustitución: Al incrementarse el precio de un bien manteniéndose los demás factores constantes, su precio *relativo*, su costo de oportunidad, sube. La mayoría de bienes tienen sustitutos, y al subir su costo de oportunidad, la gente opta por comprar menos de ese bien y mas de los sustitutos.

Efecto renta: Al incrementarse el precio de un bien, manteniéndose constantes todos los demás factores que influyen en los planes de compra, el precio, *relativo* a los ingresos de la gente, aumenta. En una situación en la que los individuos ven crecer el precio del bien y no su nivel de ingresos, la gente no puede continuar comprando lo mismo que antes y la utilidad anterior no puede ser ya alcanzada por el consumidor.

1.2 La Oferta.

Oferta: Es la cantidad de bienes o servicios que un productor individual está dispuesto a vender en un período de tiempo determinado.

La función de la oferta: es la relación entre la cantidad que los oferentes están dispuestos a vender, el precio del artículo y los costos de producción. Pues manteniendo constantes los factores que influyen en los costos de producción (*ceteris paribus*), a niveles más altos de precios, mayor es la cantidad de bienes y servicios que los oferentes están dispuestos a vender. Al aumentar la oferta se incrementan métodos de producción que podrían no ser rentables si el nivel de precios es más bajo, por lo que necesariamente tienen que incrementarse los precios y por lo tanto los márgenes de utilidad para que al productor le resulte rentable el incremento en la oferta y se vea incentivado a vender más.

La oferta de mercado de un bien, es igual, a la suma horizontal de oferta de todos los productores individuales, y representa las diferentes cantidades del bien o servicio que ofrecen a diversos precios, todos los productores de este artículo en el mercado en un periodo de tiempo determinado. Por lo tanto depende de la oferta del productor individual y, además, del número de productores del artículo en el mercado.

1.2.1. Determinantes de la oferta.

Los factores que determinan la cantidad de bienes y servicios ofertados son:

- Precios del bien o servicio en cuestión.
- Costos de producción: tecnología (t), precios de los insumos necesarios para producir el artículo (i), precio del capital (c), nivel de tecnología (t), condiciones climatológicas (cl), etc.

La función de oferta se puede definir como:

$$Q = f(P, t, c, cl, i, \dots)$$

Debemos tener siempre en cuenta que además de los factores mencionados existe una serie de factores más que pueden afectar a la oferta, como observaciones y análisis del mercado, estabilidad o inestabilidad de sistemas políticos, tiempo meteorológico, o simplemente decisiones de los productores las cuales pueden ser de diferente índole.

1.2.2 La curva de la oferta, movimientos y desplazamientos.

La relación directa entre el precio y la cantidad se refleja en la pendiente positiva de la curva de la oferta, la cual nos muestra todas las posibles combinaciones entre la cantidad

de un bien que los productores están dispuestos a vender, y todos los posibles niveles de precios, para un período de tiempo determinado (*ceteris paribus*).

A diferencia de la curva de la demanda en la cual se puede hablar de “ley de la demanda de pendiente negativa” en la oferta no podemos hacer esa generalización ya que aunque la curva de la oferta *habitualmente* es positiva, su pendiente también puede ser cero, infinita o negativa. La pendiente positiva de la curva de oferta viene dada generalmente por que cuando los precios son más altos, cada una de las empresas del mercado está dispuesta a producir más y es mayor el número de ellas que está dispuesto a entrar en el mercado para producir el bien.

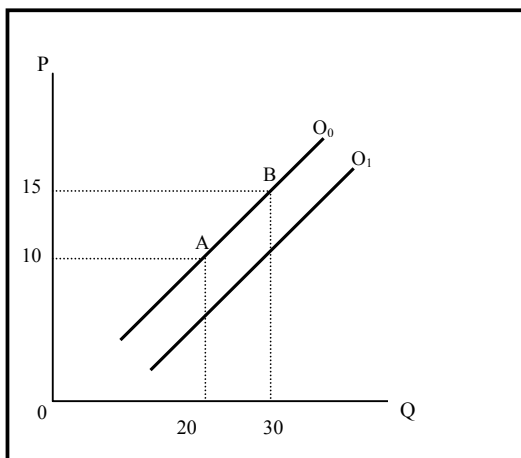


Gráfico N. 2

Un movimiento a lo largo de la curva de la oferta, por ejemplo de *A* a *B*, nos indica un cambio en la cantidad ofrecida; en este caso se daría un incremento en la cantidad ofrecida de 20 a 30 unidades como consecuencia de un incremento en el nivel de precios.

Al igual que en la demanda, se puede hablar también de cambios en la oferta los cuales son ocasionados por la variación de cualquier otro factor, diferente al precio; por ejemplo una mejora tecnológica, y gráficamente se representa con un desplazamiento en la curva de la oferta, en este caso de O_0 a O_1 .

1.3 El Mercado.

Al hablar de mercado, hacemos referencia al lugar abstracto, de afluencia de oferentes y demandantes, es donde se establecen los precios, y se realizan o pactan las transacciones. Podemos decir entonces que el mercado es en general todo lo que rodea a la producción y el intercambio de cualquier bien o servicio.

El precio es un punto de referencia que ayuda a regular el mercado, pues ordena los deseos de los individuos, proporciona información, y además produce incentivo a los productores y consumidores.

Hay algunos mercados en los que dominan unas pocas empresas a diferencia de otros donde proliferan en gran cantidad, a las industrias dominadas por pocas empresas se las llama oligopolio, una situación extrema de dominio de mercado se da donde hay una sola empresa que vende en él, y se lo llama monopolio. La situación contraria se da cuando existe un gran número de compradores y vendedores, en estas condiciones estamos frente a un mercado de competencia perfecta.

En un mercado de competencia perfecta; en donde hay un gran número de oferentes y demandantes, los precios se determinan de manera impersonal es decir ni compradores ni vendedores influyen individualmente sobre el nivel de precios; mientras que en la

competencia imperfecta cualquier comprador o vendedor tiene el poder de influir sobre el nivel de precios

Cuando se habla de mercado también hay que tener en cuenta la existencia de *economías de mercado* y *mercados de dirección centralizada*. El mecanismo de economía de mercado está basado en la contrastación libre de las necesidades de los individuos para su satisfacción, de tal manera que las cantidades ofrecidas, demandadas y el nivel de precios se establezcan por una “mano invisible” (Adam Smith 1776, en su libro *La riqueza de las naciones*), o por el libre juego de la oferta y demanda. El segundo mecanismo, de dirección centralizada hace referencia a países con fuerte intervención del estado, quien crea planes sobre que producir, como producir y para quien producir.

En los dos casos se producen interferencia del mecanismo contrario, en las economías de mercado va a existir cierto grado de intervención del gobierno, y en las economías de mercado van a existir ámbitos económicos guiados por los principios del mercado. También existe una forma de economía mixta en donde coexiste simultáneamente el mercado y el Gobierno.

1.3.1 Equilibrio de mercado, escasez y excedentes.

Se ha analizado ya el comportamiento de la oferta y demanda, las cuales representan, las dos abstracciones teóricas de las fuerzas que se enfrentan en el mercado con el fin de realizar compras, ventas y determinar niveles de precios. El nivel de precios en un mercado de competencia perfecta no se determina al azar ni con ningún mecanismo distinto al del libre juego de la oferta y demanda. El precio de mercado está dado por el equilibrio de estas dos fuerzas, ninguna de ellas puede determinar por si sola dicho precio.

Así entonces el precio de equilibrio se determina en el nivel en el que coinciden, oferta y demanda, en cuanto a cantidad y precio; en esta situación todos los compradores y vendedores están conformes, y nadie va a tomar ninguna acción que altere esta condición. El equilibrio es una situación de estabilidad y simetría que puede mantenerse una vez que se haya logrado.

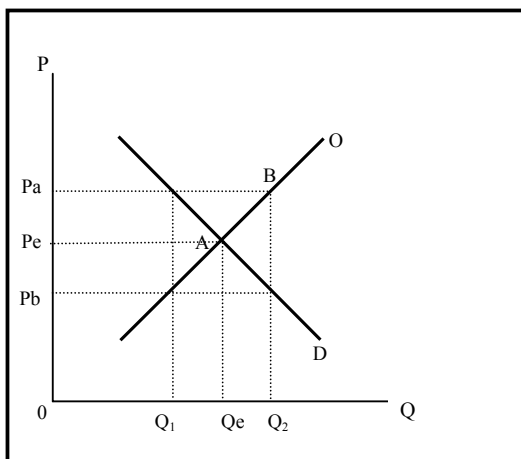


Gráfico N. 3

En el gráfico 3 se puede ver como es la reacción de compradores y vendedores cuando el mercado no se encuentra en equilibrio.

Si el nivel de precios es inferior a Pe (precio de equilibrio), los demandantes van a estar dispuestos a adquirir más bienes y servicios, entonces, la cantidad demanda será Q_2 , esta, excede a la ofrecida Q_1 , a ese nivel de precios P_b . Este exceso de demanda provoca una situación **escasez**, pues a ese nivel de precios las empresas no se ven incentivadas a producir, y los consumidores demandan grandes cantidades de este producto, relativamente más económico. Este precio P_b no se mantendrá por mucho tiempo en el mercado debido a

que los consumidores comenzarán a ofrecer mayores cantidades de dinero por este producto, y rápidamente su precio regresará al de equilibrio disminuyendo también la cantidad demanda.

Situación parecida se da cuando el precio se encuentra por encima de P_e o precio de equilibrio, pues aquí la rentabilidad de los oferentes es más alta por lo que ellos se ven muy incentivados a incrementar su producción, pero a este nivel de precios los consumidores prefieren buscar bienes sustitutos con precios mas bajos o simplemente disminuir su consumo, provocando así un **exceso** de oferta, esta situación incrementa los stocks, las empresas no pueden vender su producción y se ven obligadas a reducir nuevamente el precio, regresando así a la situación de equilibrio.

El precio P_e es el límite tanto para reducción como para incremento de niveles de precios, ya que aquí, la cantidad demanda es igual a la ofrecida, y las fuerzas que antes motivaron a la variación de precios dejaron de existir.

1.3.2 Las funciones del mercado: Respuesta de compradores y vendedores a un racionamiento sin precios.

Pueden ser las intervenciones estatales, una de las causas que no permiten que los precios alcancen su equilibrio, causando así escasez en el mercado. La fijación de precios máximos es un claro ejemplo de intervención del estado, en el que finalmente la reacción del consumidor puede contrariar su propósito de mantener precios bajos y a causa de costos de oportunidad hacer que los verdaderos precios aumenten.

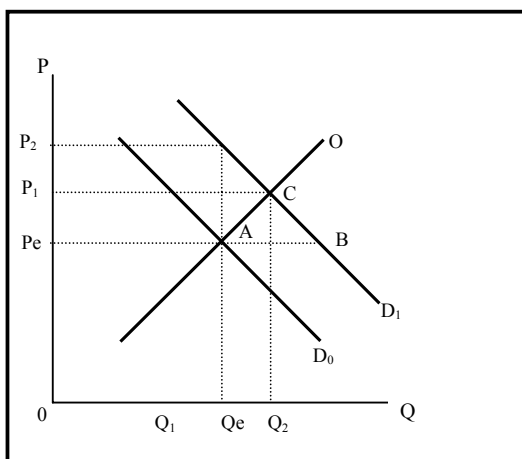


Gráfico N. 4

La cantidad y el precio de equilibrio son Q_e y P_e respectivamente, si la demanda del bien se incrementa de D_0 a D_1 , y para asegurar que el precio no se incremente, el gobierno decide establecer un precio máximo a nivel de P_e . Ante este escenario, los compradores responden al déficit $A-B$ acumulando una cantidad de dicho bien para disminuir el riesgo de quedarse sin provisiones en el futuro, el incremento de la demanda causado por el aprovisionamiento aumentó aún más la escasez.

La cantidad máxima que se puede adquirir de este bien es Q_e a un precio de P_e ; pero los compradores desean adquirir una mayor cantidad de este bien, por lo que están dispuestos a pagar un precio superior P_2 por este bien, como esto no es posible en términos monetarios este pago se realiza, por ejemplo en tiempo de espera, pagos ilegales, etc; de tal manera que el precio real aumenta aunque el precio monetario permanezca constante. Finalmente el precio real pagado P_2 es superior al precio de equilibrio que se hubiese alcanzado con libres fluctuaciones P_1 .

Hay que mencionar que el ingreso extra que se hubiese obtenido al precio PI pudo haber sido reinvertido para la producción de dicho producto u otras alternativas de inversión, pero el costo de oportunidad del precio real termina siendo una pérdida de recursos.

La fijación de precios máximos crea limitaciones en la producción de estos bienes, los empresarios no se sienten motivados a producir una mayor cantidad aunque la demanda así lo requiera. Una de las reacciones de las empresas es la disminución de costos lo cual lo pueden lograr bajando la calidad del producto, o pueden buscar otras líneas alternativas de producción.

1.4 El Comportamiento del Consumidor

En esta tesis, se busca determinar el comportamiento del consumidor ante diferentes cambios que se pueden dar en el mercado, específicamente como varía su consumo ante cambios en los niveles de precios. Es por esta razón por la que se resalta la teoría del comportamiento del consumidor en este trabajo.

Para cualquier intercambio que se realice en el mercado, tiene que existir un comprador y un vendedor; el comportamiento de los compradores es el que va a determinar la fuerza de demanda de mercado, y el comportamiento de los vendedores determina la fuerza de oferta de mercado. Cuando estas dos fuerzas se relacionan se llega al equilibrio de mercado.

El consumidor siempre se va a encontrar frente a una situación en la que busca optimizar su utilidad, y para ello busca primeramente como mejorar su elección: entre como lograr un ingreso y como gastarlo.

Las decisiones individuales de cada economía doméstica, contribuyen a la demanda global de todos los productos existentes en el mercado. Cada una de sus decisiones económicas, como si trabajar o no los dos cónyuges, que parte de su renta van a ahorrar, si desean invertir, etc. van a afectar a la demanda global de bienes y servicios, por lo tanto todas estas decisiones microeconómicas tienen consecuencias macroeconómicas.

1.4.1 La Elección y la Teoría de la Utilidad.

Ante necesidades ilimitadas y recursos escasos, todos los seres humanos nos encontramos frente a la necesidad de elección. Es así como los consumidores elaboran cestas de bienes que vayan acorde a sus principales necesidades y estén a la par con su nivel de ingresos, con el fin de lograr una mayor satisfacción de sus necesidades.

Así es como los consumidores realizan una clasificación en orden de preferencias, buscando combinaciones de bienes y servicios o cestas de bienes y servicios que les proporcione una mayor utilidad. Por tanto, encontrando la combinación preferible es como los individuos pueden maximizar su utilidad.

Utilidad es el nombre técnico que se le da a las medidas de satisfacción que le proporcionan los distintos bienes y servicios al consumidor. Se consideran las mediciones a nivel relativo ya que la satisfacción que experimentan los consumidores no tienen por que coincidir.

1.4.2 La utilidad cardinal: Deriva su nombre de los números cardinales, estos expresan cantidades como 1, 2 o 3. Los primeros economistas consideraron que la utilidad podía ser medida cuantitativamente, lo habían considerado tan razonable, como que la utilidad de un

individuo se muestra como una función de la cantidad de un bien de consumo. E incluso se consideraba razonable sumar estos números de utilidad interpersonalmente. Motivados por la imposibilidad de realizar comparaciones de niveles de utilidad, para distintos bienes y para distintas personas, los economistas dejan de un lado este concepto de utilidad cardinal. Sin embargo, las consideraciones de la teoría de utilidad cardinal juegan aún un papel muy importante en el análisis económico, y la curva de demanda se derivó del supuesto de utilidad cardinal.

1.4.2.1 Utilidad Total: hace referencia a la suma de cada utilidad adicional provocada por la obtención de unidades adicionales de un bien, es decir la utilidad acumulada. El consumo sucesivo de unidades de un bien o servicio le proporciona al sujeto una utilidad total creciente. Esto se puede representar en el gráfico de utilidad total donde vemos una relación directa con el número de unidades consumidas, pero su crecimiento tiene un límite a partir del cual permanece constante, es aquí donde el consumidor no experimenta satisfacción adicional alguna, y si continua consumiendo dicho bien lo que va a lograr es una reducción de la utilidad total. El supuesto de conducta racional del consumidor nos indica que este detendría su consumo justo antes de que su utilidad total se decreciente.

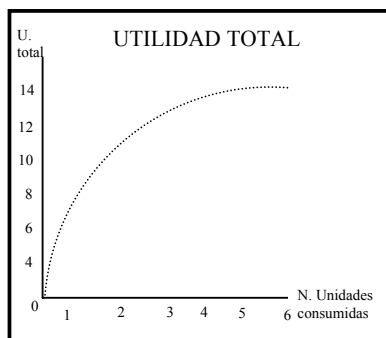


Gráfico N. 5

1.4.2.2 Utilidad Marginal y utilidad marginal Decreciente: El deterioro del crecimiento de la utilidad total al que se llega luego de cierto nivel de consumo, está explicado por la utilidad marginal, ésta nos indica los *útiles* adicionales que se obtienen por cada unidad adicional consumida, por tanto la suma de estos *útiles* da como resultado la utilidad total acumulada.

La utilidad marginal, es entonces la satisfacción que le proporciona al sujeto la última unidad consumida de un bien o servicio. La utilidad marginal que experimenta un sujeto a medida que incrementa su consumo de un bien o servicio es decreciente: Un individuo que beba un vaso de agua experimentará una gran satisfacción, cuando beba el segundo vaso de agua experimentará también una gran satisfacción pero inferior a la que experimentó con el primero, si continua bebiendo agua su satisfacción irá en descenso, hasta llegar a un punto en que el empacho será tal que ya no le provoque ningún tipo de satisfacción, en ese punto de saturación se detendrá el crecimiento de la utilidad total como consecuencia de que la utilidad marginal producida por el consumo de esta última unidad es igual a cero.

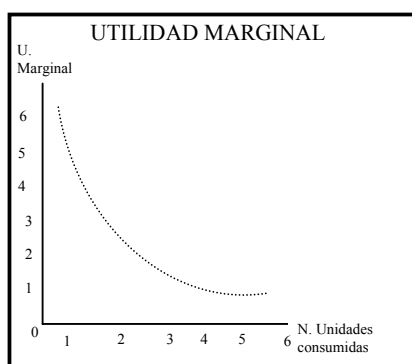


Gráfico N. 6

1.4.3 Utilidad Ordinal.

Como ya se mencionó anteriormente, la utilidad cardinal es una herramienta muy importante para el análisis económico, pero es una abstracción teórica debido a que la

utilidad no se puede medir en números cardinales. Es por esto que se prefiere utilizar la utilidad ordinal al hablar de la teoría del comportamiento del consumidor ya que nos da similares resultados que la utilidad cardinal; pero requiere de menor información y es muy útil para la política gubernamental y decisiones de mercado. La utilidad Ordinal, viene de los números ordinales, y lo único que busca es que los consumidores ordenen jerárquicamente sus preferencias por los bienes.

1.4.3.1 Axiomas del Comportamiento del Consumidor.

Para un mejor estudio sobre el comportamiento del consumidor y sus preferencias, se utilizan teorías como simplificaciones de la realidad, en donde los detalles irrelevantes se eliminan para poder enfocar la atención en los esenciales. Se utilizan afirmaciones que son aceptadas sin comprobación para así poder estudiar sus consecuencias.

Los axiomas del comportamiento del consumidor son supuestos formulados por economistas acerca de la manera en la que reaccionan los consumidores, estos axiomas nos llevan a predicciones teóricas que pueden estar sujetos a pruebas. La teoría macroeconómica acerca de preferencias y comportamiento del consumidor está basada en tres axiomas:

Axioma de comparación: Cada individuo puede ordenar jerárquicamente los paquetes de bienes de acuerdo a sus preferencias, y puede optar por cualquiera de los tres resultados: A se prefiere sobre B , B se prefiere sobre A , o el consumidor es indiferente entre A y B . De tal manera que no es necesario medir la utilidad de cada paquete de bienes sino solamente compararlos y ordenarlos jerárquicamente.

Axioma de transitividad: Se refiere a que los consumidores son consistentes en sus decisiones, si el consumidor prefiere A sobre B , y B a C , entonces debe preferir A a C . Y también si un individuo es indiferente entre A y B , y entre B y C , debe serlo también entre A y C .

Axioma de Insaciabilidad: Nos afirma que el consumidor prefiere una cantidad mayor que una menor, de tal manera que un paquete con una unidad más de un bien es preferido que otro que no contenga dicha unidad adicional.

1.4.4 Curvas de Indiferencia.

Las curvas de indiferencia muestran todas las combinaciones de bienes que le dan una misma utilidad al consumidor. Dando la información necesaria para clasificar diferentes canastas de consumo según su orden jerárquico.

Los individuos cuentan con un nivel de ingresos determinados, y tienen que distribuirlos entre los distintos bienes y servicios que les ofrece el mercado. Mediante las curvas de indiferencia se puede responder a la pregunta ¿Que combinación elegirá y por que?

1.4.4.1 Propiedades de las Curvas de Indiferencia.

1. Pendiente negativa: En el gráfico N. 7 vemos una curva de indiferencia que muestra todas las combinaciones del bien X y Y que dan una misma utilidad, cualquier paquete de bienes que se encuentre en el cuadrante superior al punto A será preferido a un punto como A ; dado el axioma de insaciabilidad, al igual que A es preferido a cualquier paquete de bienes que se encuentre en el cuadrante inferior izquierda. Por lo tanto que una curva de indiferencia que contenga el punto A no puede localizarse ni en el cuadrante *superior a A*

ni en el *Inferior a A*, puesto a que todas las combinaciones de bienes deben dar una misma utilidad, por lo tanto debe tener una pendiente negativa.

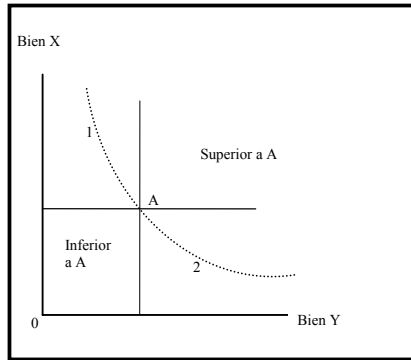


Gráfico N. 7

La pendiente de la curva de indiferencia es igual a la tasa marginal de sustitución, esta es la tasa a la cual un consumidor esta dispuesto a cambiar una unidad de un bien por otro y mantenerse en la misma curva de indiferencia. Es igual a $\Delta Y / \Delta X$ la tasa marginal de sustitución es negativa por que Y y X tienen signos diferentes.

2. Las curvas de indiferencia no pueden intersectarse: Esta propiedad se comprueba con el axioma de transitividad, y el de insaciabilidad, supongamos por un momento que las curvas de indiferencia del gráfico N. 8 si se cortan en el punto A , entonces la curva I_1 nos indica que el consumidor es indiferente entre las canastas A y B , y la curva I_2 muestra que el consumidor es indiferente entre A y C , según el axioma de transitividad si A es indiferente que B y A que C , B tiene que ser indiferente a C . Pero esto no es así ya que B contiene más de ambos bienes y según el axioma de insaciabilidad esta canasta es preferible sobre C . Por consiguiente las curvas de indiferencia no pueden intersectarse.

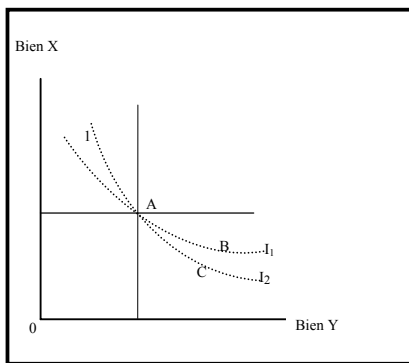


Gráfico N. 8

3. Las curvas de indiferencia son densas: En cada punto del espacio de mercancías pasa una curva de indiferencia, de hecho toda combinación de bienes pasa sobre una curva de indiferencia y entre cualesquier dos curvas de indiferencia puede ser trazada otra. A este conjunto inmenso de curvas de indiferencia es a lo que llamamos mapa de indiferencia del consumidor. La dirección de la flecha que atraviesa el mapa de indiferencia en el gráfico N. 9 es el sentido en el que se incrementa la utilidad del consumidor.

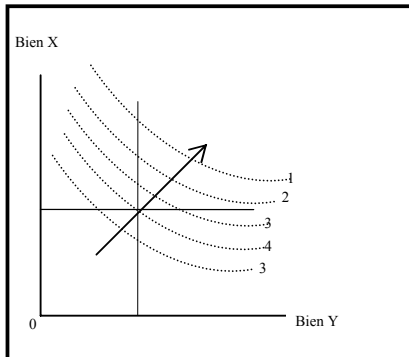


Gráfico N. 9

4. Las curvas de indiferencia son convexas al origen: Esta propiedad se refiere a la tasa marginal de sustitución decreciente de las curvas de indiferencia, mientras el individuo menos posea del bien Y en relación al bien X, mostrará menos disposición a sacrificar unidades de Y por X, por ello la curva se vuelve mas convexa y la pendiente $\Delta Y / \Delta X$ se reduce en valor absoluto al incrementarse X.

1.4.5 El Efecto-Sustitución y el Efecto-Renta.

Los dos efectos que un cambio de precio provoca en el comportamiento del consumidor son:

El efecto renta: un incremento en el precio reduce el ingreso real del consumidor, ya que para comprar el mismo paquete de bienes que antes tiene que realizar un mayor desembolso, él es ahora relativamente *más pobre* por lo que tiene que cambiar sus hábitos de consumo.

El efecto sustitución: A un precio mas alto un determinado bien, el consumidor compraría una cantidad menor del mismo, aunque no se haya modificado su ingreso real.

1.4.6 Restricciones del Consumidor.

Como ya vimos son infinitas las combinaciones de bienes y niveles de utilidad potenciales del consumidor, pero para poder saber cuales son los niveles de utilidad que realmente puede alcanzar un consumidor, hay que tener en cuenta las restricciones impuestas al mismo.

Restricciones de presupuesto: estas limitan la capacidad de compra de los individuos, la restricción está dada básicamente por los ingresos monetario del consumidor y el nivel de precios de mercado. En este punto introducimos el concepto de recta presupuestaria.

La intersección de los puntos S y P en el gráfico N. 10 constituyen la recta presupuestaria, el punto S representa el valor de Y cuando X es igual a cero, y P representa el valor de X cuando P es igual a cero. Lo mas común sería que el consumidor elija comprar una

combinación de los bienes X y Y , el área que se encuentra por debajo de la recta presupuestaria muestra todas las posibles combinaciones que puede realizar el consumidor considerando su nivel de ingresos, por consiguiente el tamaño del triángulo limita el nivel de vida del consumidor.

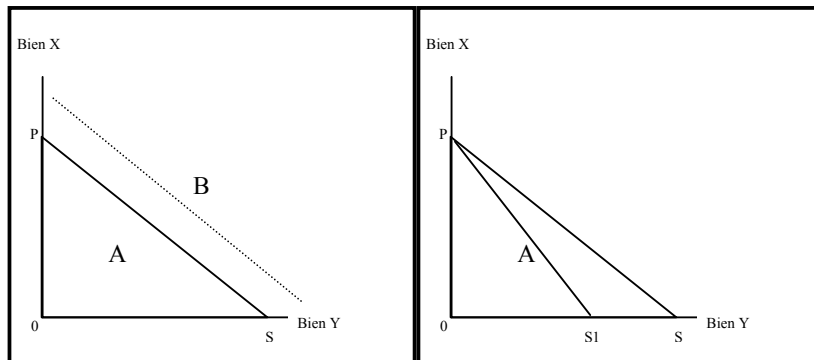


Gráfico N. 10

Si se incrementan los ingresos del consumidor la recta presupuestaria se desplaza hacia la derecha, aumentando el área A la cual constituye sus posibilidades de consumo. Si el precio de uno de los productos se altera, por ejemplo un incremento del precio de Y , entonces el área de A se reduce $(S-S1)$, bajando así el nivel de vida del consumidor.

1.4.7 Optimización del Consumidor: La Toma de Decisión Individual

Es de suma importancia en la realización de este trabajo conocer como reaccionan los consumidores ante las diferentes situaciones en las que se presenta el mercado. En este punto lo que se va a discernir es como distribuyen los consumidores individuales las compras de diferentes bienes con un nivel de ingresos limitados y a unos precios dados; con el fin de maximizar su utilidad. Para esto se combina el mapa de indiferencia y la recta de presupuesto, antes expuestos.

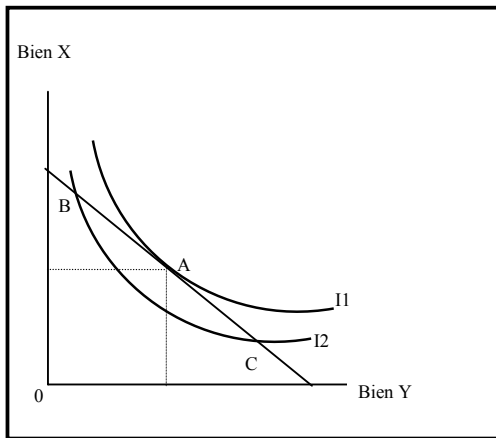


Gráfico N. 11

El consumidor tiene la capacidad para adquirir cualquier combinación de bienes que se encuentre a lo largo de la recta presupuestaria, para determinar cual de estas combinaciones es preferible para el, se toma en cuenta dos curvas de indiferencia I_1 , I_2 , en el gráfico N. 11 se puede ver que la curva I_1 se cruza con la recta presupuestaria en el punto A , en este punto el consumidor se encuentra en la curva de indiferencia mas alta por lo que su utilidad es mayor. Y aunque para el consumidor es posible ubicarse en cualquier punto a lo largo de la recta de presupuesto, alejarse de A , hacia cualquier dirección disminuirá su utilidad, en el punto B se encuentra en una curva de indiferencia mas baja al igual que en C . Por lo tanto el óptimo del consumidor se encuentra en el punto donde la curva de indiferencia es tangente a la recta presupuestaria.

CALL, Steven y HOLAHAN, William nos indican que: la pendiente de la curva de indiferencia, $\Delta Y / \Delta X = |TMS|$, y es la tasa a la cual el consumidor esta dispuesto a cambiar Y por X sin alterar su utilidad. La pendiente de la recta de presupuesto $\Delta Y / \Delta X = |P_x / P_y|$ es la tasa a la cual el consumidor es capaz de intercambiar Y por X . La tangencia en el punto A significa que las dos pendientes son iguales:

$$TMS = \frac{P_x}{P_y}$$

1.4.8 La curva de ingreso consumo y la Curva de Engel.

La curva de ingreso consumo refleja, las combinaciones de bienes óptimas del consumidor a diferentes niveles de ingresos, y un nivel de precios de los bienes A y B constantes.

La curva de Engel muestra las unidades del bien X adquiridas por el consumidor, a diferentes niveles de ingreso por unidad de tiempo cuando los bienes X y Y permanecen constantes. Véase el gráfico N. 12

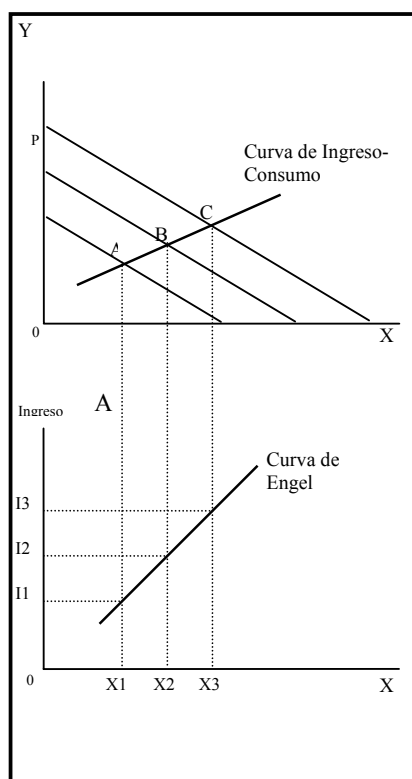


Gráfico N. 12

1.4.9 La Curva de Precio-Consumo y la Curva de Demanda.

En este punto se sustentará a través de la teoría del óptimo del consumidor, la teoría de la demanda. La curva de precio-consumo representa las diferentes combinaciones que se adquieren de X y Y , manteniéndose constantes los precios de Y , y el nivel de ingresos.

En el gráfico N. 13 se representan tres distintas rectas de presupuesto cada una con un diferente precio del bien X, un nivel de ingresos constante, el precio constante de Y, y el respectivo mapa de indiferencia. Los puntos A, B y C nos muestran el óptimo del consumidor cuando el precio de X es igual a P_{x1} , P_{x2} y P_{x3} respectivamente. La línea que atraviesa estos tres puntos es la Curva de precio-consumo, cuya prolongación es una representación de la curva de la demanda la cual nos indica las cantidades de X que el consumidor adquiere a los diferentes niveles de precio manteniendo constantes todos los demás factores.

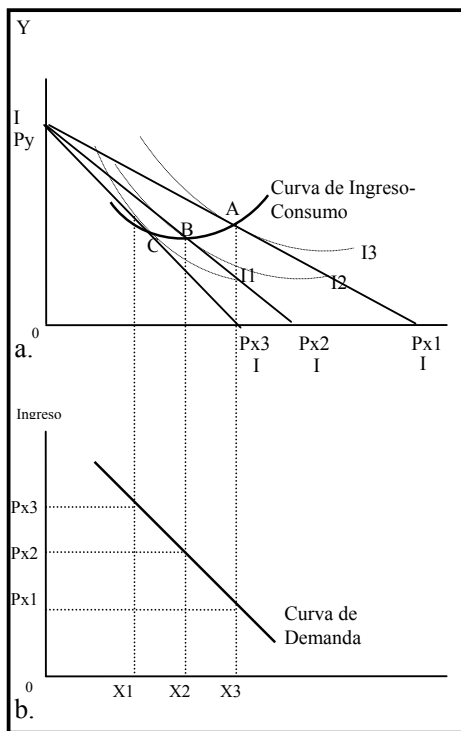


Gráfico N. 13

1.4.10 Excedente del Consumidor.

En numerosas ocasiones se recibe más de lo que se paga por alguna mercancía. En ciertas circunstancias el valor monetario de un bien (cantidad x precio) no es un buen reflejo del

valor real del mismo. Esto es lo que sucede comúnmente con bienes o servicios ofrecidos por el sector público ya que los consumidores no pagan el costo total de los mismos.

El excedente del consumidor es igual a la diferencia entre la cantidad de dinero que el consumidor esta dispuesto a pagar por una determinada mercancía, y el valor que efectivamente desembolsa por la misma. El excedente del consumidor mide los beneficios reales de adquirir un bien determinado.

SAMUELSON, Paul A. nos indica que el excedente del consumidor es una consecuencia de la utilidad marginal decreciente, ya que se disfruta de un excedente del consumidor debido esencialmente a que pagamos la misma cantidad por cada unidad de los bienes que compramos, desde la primera hasta la última, por lo que cada unidad pagamos lo que vale la última. Aún cuando la ley fundamental de la utilidad marginal decreciente, las primeras unidades nos resultan más valiosas que las últimas por lo que en cada una de las primeras obtenemos un excedente.

1.5 Elasticidad: Es la medida de respuesta de una variable dependiente ante cambios en la variable independiente, manteniendo todos los demás factores constantes, en caso de existir. Una medida de elasticidad es la razón de cambios porcentuales, con la variable dependiente en el numerador y la independiente en el denominador.

$$\text{Elasticidad} = \frac{\text{Cambio porcentual Variable dependiente}}{\text{Cambio porcentual Variable independiente}}$$

Un cambio porcentual, es el cambio absoluto en el valor de una variable, dividido por el valor base.

1.5.1 Elasticidad precio de la demanda: Es la variación porcentual que se da en la cantidad demandada, cuando el precio varía en 1%, manteniéndose constantes todos los demás factores. Esta medida de sensibilidad, nos ayuda a cuantificar las respuestas de los consumidores ante los diferentes cambios que se pueden presentar en el nivel de precios. Pues la magnitud de estos cambios no siempre es la misma.

$$\text{Elasticidad precio-demanda} = \frac{\text{Cambio porcentual en la cantidad demandada}}{\text{Cambio porcentual en el precio}}$$

$$\frac{\text{Cambio\% en } Q}{\text{Cambio\% en } P} = \frac{\frac{\Delta Q}{Q}}{\frac{\Delta P}{P}} = \frac{\Delta Q}{\Delta P} \cdot \frac{P}{Q} = \frac{dQ}{dP} \cdot \frac{P}{Q}$$

Esta relación de cambios porcentuales puede también representarse matemáticamente, como se expresa en el segundo término de la ecuación anterior, donde Δ es el cambio en el valor de la variable. Matemáticamente también puede verse que la elasticidad precio, se representada como la derivada de la cantidad con respecto al precio multiplicada por el precio y dividida por la cantidad (cuarto término).

La pendiente de la curva de la demanda $\Delta Q / \Delta P$, no puede por si sola usarse para medir el grado de respuesta de la demanda ante cambios en los precios; ya que su valor va a depender de las unidades con las que Q y P se miden, y esto no nos dará una respuesta

exacta. Es por esto que se usan los cambios porcentuales en lugar de los cambios absolutos. La fórmula de la elasticidad, no es afectada por las unidades.

Cuanto mayor son los valores numéricos de la elasticidad-precio, más sensible es la demanda a las variaciones del precio, mientras que cuanto más bajos son, menos sensible es la demanda a las variaciones del precio. Las elasticidades precio de la demanda, generalmente son números negativos, es decir cuando hay un incremento en el precio disminuye la cantidad demanda.

1.5.2 Determinantes de la elasticidad precio-demanda: Existen algunas causas y circunstancias, que en la condición *ceteris paribus* pueden afectar a la variación de la demanda.

1. Existencia de bienes sustitutos: cuando mayor sea la gama de bienes sustitutos existentes, mayor va a ser la elasticidad de ese bien; pues si el precio de un producto aumenta y los consumidores tienen otras alternativas, no dudarán en acudir a estas. Éste es probablemente el determinante más importante de la elasticidad de la demanda.
2. El tiempo que tienen los consumidores para ajustarse a los cambios en precios: La demanda es menos elástica en el corto que en el largo plazo, entonces si los consumidores tienen suficiente tiempo para buscar bienes sustitutos la elasticidad será mayor; caso contrario esta no será muy significativa, ya que aunque suban los precios se verán obligados a demandar la misma cantidad de ese producto.
3. Precios semejantes de los sustitutos: Si el precio de los bienes sustitutos es casi igual o igual al del bien en cuestión, la elasticidad tiende a ser mayor. Esto nos

indica que aunque existan bienes físicamente sustituibles, la sustituibilidad no es conveniente si sus precios son iguales o superiores.

4. El precio del bien, en relación con el presupuesto del consumidor: Si el ingreso del consumidor es alto en relación al precio del bien, un incremento en el precio de este puede no afectar en la demanda del mismo, ya que el precio de estos productos representa una pequeña porción del presupuesto del consumidor. Este determinante de la elasticidad puede tener mucha importancia en el modelo resultante de esta tesis, ya que los precios del agua potable no son altos, y están divididos por rango de consumo, razón por la que su incidencia en el presupuesto de las familias es bastante bajo sobre todo en las familias de un nivel económico medio en adelante.

1.5.3 Elasticidad Ingreso de la demanda: Es el cambio porcentual que se da en la cantidad demandada dividida para el cambio porcentual en el ingreso. Esta razón nos indica la sensibilidad de la demanda ante cambios en el nivel de ingresos.

$$\frac{\text{Cambio\% en } Q}{\text{Cambio\% en } I} = \frac{\frac{\Delta Q}{Q}}{\frac{\Delta I}{I}} = \frac{\Delta Q}{\Delta I} \cdot \frac{I}{Q} = \frac{dQ}{dI} \cdot \frac{I}{Q}$$

Cuanto mayor es esta elasticidad ingreso de la demanda de un bien, más sensible es la cantidad demandada de éste ante los cambios en el nivel de ingresos. A diferencia de la elasticidad precio de la demanda, las elasticidades-ingreso son casi siempre números positivos; es decir cuando hay una subida en el nivel de ingresos, mayor va a ser la cantidad demandada.

Precisamente los cambios en los ingresos de los consumidores permiten clasificar a los bienes de la siguiente manera:

Bien inferior: es aquel cuya cantidad demandada disminuye cuando aumenta el nivel de ingresos.

Bien normal: es aquel cuya cantidad demandada aumenta cuando se incrementa el nivel de ingresos. Entre los bienes normales podemos diferenciar:

- Bienes de primera necesidad: cuando, al aumentar el ingreso, la cantidad demandada del bien aumenta en menor proporción.
- Bienes de lujo: cuando, al aumentar el ingreso, la cantidad demandada del bien aumenta en mayor proporción.

El agua potable es considerado un bien de primera necesidad, por lo que se asume que un incremento en el nivel de ingresos acrecentará la demanda del mismo pero en una menor proporción. De igual manera se puede deducir que el incremento en el nivel de precios de un bien de primera necesidad como es el agua potable, reducirá su demanda pero en proporciones menores.

1.5.4 Cálculo y representación gráfica de la elasticidad:

La elasticidad no es constante a lo largo de toda la curva de demanda; esta es elevada cuando los precios son altos y baja cuando estos son bajos.

La elasticidad en el punto *B* a lo largo de la curva de demanda lineal del gráfico N. 15 es igual a la pendiente de la curva de demanda dividida entre la pendiente del rayo *B-Z*. El

El rayo $B-Z$ es más inclinado que la curva de demanda, por lo que la elasticidad de la demanda en B es mayor que uno. El rayo $Z-A$ es menos inclinado que la curva de la demanda por lo que en el punto B la elasticidad es menor que uno. A lo largo de la curva de la demanda la elasticidad va de mayor a menor como ilustra el gráfico.

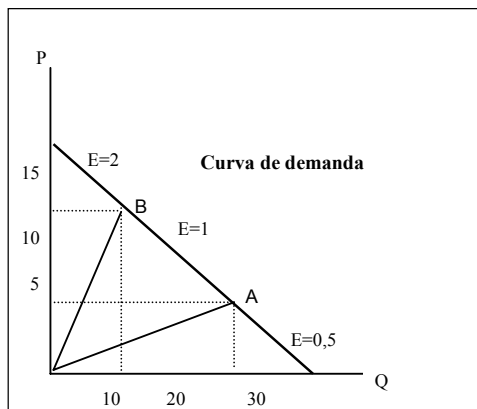


Gráfico N. 15

Se puede también comprobar intuitivamente, que cuando los precios son menores, un incremento de un 1% de los mismos va a producir una variación menor de la cantidad demandada; pero cuando los precios son altos el incremento de 1%, va a producir una mayor variación en la cantidad demandada.

1.5.5 Cálculo Econométrico de la Elasticidad: Las elasticidades, se calculan en el punto de la media de cada una de las variables independientes. Para el coeficiente *jésimo* la elasticidad es evaluada como:

$$E_j = \hat{\beta}_j \frac{\bar{X}}{\bar{Y}}$$

Las elasticidades no son constantes; si no que generalmente cambian a lo largo de la curva de regresión. Y se calculan mediante los modelos denominados log-log, doble-log o log-lineales.

1. $Y = \beta_1 X_i^{-\beta_2}$

2. $\ln Y = \ln \beta_1 - \beta_2 \ln X_i$

La ecuación número uno nos indica la relación entre la cantidad demandada y el precio del bien, la transformación log-log que se presenta en la ecuación número dos nos indica la estimación de la elasticidad-precio.

Este modelo supone que el coeficiente de la elasticidad, β_2 permanece constante a lo largo del tiempo, es decir el cambio $\ln Y$ por unidad de cambio en $\ln X$ permanece igual sin importar en que $\ln X$ medimos la elasticidad.

1.5.6 Tipos de Elasticidad:

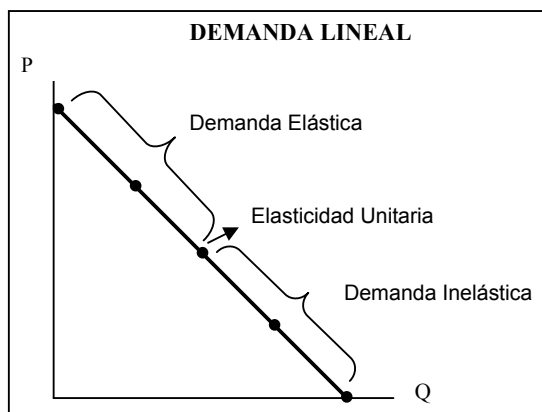


Gráfico N. 16

La demanda de un bien es **elástica**, cuando la respuesta de los consumidores ante los cambios de los precios es significativa, $E > 1$. En esta elasticidad una variación dada en el precio refleja una variación porcentual mayor en la cantidad. Es por esto que el valor numérico de la elasticidad es mayor al de la unidad.

La demanda de un bien es **inelástica**, cuando la respuesta de los consumidores ante los cambios de los precios es pequeña o poco significativa, $0 < E < 1$. Una variación porcentual dada en el precio se traduce en una variación porcentual menor en la cantidad demandada. Por lo que el valor numérico de la elasticidad va a ser menor que 1, pero mayor que 0.

La elasticidad es **unitaria** cuando una variación porcentual en el precio se traduce en una variación porcentual igual en la cantidad demandada. El valor numérico de la elasticidad es igual a uno, $E = 1$.

Hablamos de elasticidad **infinita**, cuando una variación porcentual infinitamente pequeña en el precio, se traduce en una variación porcentual infinitamente grande en la cantidad demandada, $E = \infty$. Al bajar el precio, las cantidades se van a demandar hasta el infinito. Al subir el precio, se va a seguir demandando igual.

Existe **inelasticidad exacta**, cuando una variación porcentual dada en el precio se traduce en una variación nula en la cantidad demandada, $E = 0$.

1.6 Agua Potable

1.6.1 Demanda de Agua Potable

Antes de clasificar al agua potable como cierto tipo de bien, es necesario introducir el concepto de Agua Potable como un bien económico ya que desde hace bastante tiempo cuando se asimila la escasez del recurso, en el ámbito económico, se lo dejó de considerar como un bien libre, pasando a ser ya sea como bien de uso final o intermedio, un bien eminentemente económico.

El Agua Potable es considerada un bien normal en el sentido de que un incremento de precios reduce la cantidad demandada del mismo. Es un bien imprescindible para la vida de las personas por lo que se lo clasifica como un bien de primera necesidad.

Al ser un bien de primera necesidad, el comportamiento del consumidor en cuanto a su demanda no va a ser el mismo que con otro tipo de bienes. Razón por la que se espera que su demanda sea inelástica es decir que su elasticidad se encuentre entre cero y uno, de tal manera que un incremento de precios se traduzca en una disminución de la cantidad demandada pero en una menor proporción, ya que es un bien que no puede dejarse de consumir ni puede ser sustituido.

Para construir un modelo de demanda de agua potable, existe una gran cantidad de variables que pueden ser consideradas como determinantes del consumo de este insumo; tales como: nivel de precios, ingresos de las familias, consumo de períodos anteriores, estacionalidad, número de miembros familiares o habitantes del hogar, número de baños del hogar, edades de las personas, etc., pero como se verá a continuación en el desarrollo

del modelo, pocos son los factores realmente explicativos de la demanda de este bien para usos residenciales, y es con estas variables con las que se va a trabajar.

Considerando la necesidad del agua potable, la inexistencia de bienes sustitutos, complementarios, ni accesorios, para este bien, se puede decir intuitivamente que su demanda esta principalmente determinada por el nivel de precios o tarifas y por el nivel de renta de las familias.

Siendo la determinación de la relación causa efecto del precio en el consumo de agua potable en el área residencial de Cuenca, el principal objetivo de este estudio, ya que es el precio el mecanismo más idóneo sobre el cual los agentes pueden actuar con el objetivo de influir sobre las decisiones del consumidor individual, y así poder llegar a la consecución simultanea de objetivos de eficiencia, equidad y conservación de este recurso. Además, en el desarrollo del modelo se recogen los efectos de la estacionalidad y se diversifica el análisis para diferentes grupos socio-económicos tomando como base para la diferenciación de estos grupos el promedio de consumo de agua potable de los últimos doce meses.

1.6.2 Oferta de Agua Potable:

El Agua Potable es un recurso indispensable para la vida y conservación del planeta, por lo que es muy grande la preocupación por la conservación de este recurso limitado. Razón por la que la cantidad de agua que debe ser ofrecida tanto para el uso comercial, industrial, y doméstico debe ser muy bien analizada para evitar desperdicios y lograr una mejor conservación en el tiempo de tan importante recurso.

La grave crisis mundial de agua con la que se comienza el siglo XXI se puede analizar desde el lado de la oferta por la dificultad de gestión de los recursos hídricos causada por la utilización de métodos inadecuados.

A nivel mundial, la conservación y preservación de este recurso es uno de los objetivos más importantes para terminar con problemas de pobreza y salud, buscando cubrir necesidades humanas básicas de acceso al agua en calidad y cantidad suficiente y protegiendo al ecosistema a través de una gestión sostenible de los recursos hídricos.

Aunque las tres cuartas partes del planeta estén formadas por agua; tan solo el 2.53% del total es agua dulce, y aproximadamente las dos terceras partes de agua dulce se encuentran inmovilizadas en los glaciales (www.un.org). La disponibilidad de agua en el mundo es muy variada al igual que la variación de la precipitación estacional y anual (la precipitación es la principal fuente de agua para todos los usos humanos).

El consumo de agua se incrementa cada día mas por el incremento de la población mundial, por la mejora de los niveles de vida, entre otras razones, aunque la mayor parte de los recursos hídricos son renovables, se puede ver que la cantidad de agua para todos los usos comienza a escasear.

Razones por las que hoy en día, es necesario defender nuevos tipos de medidas como mejoras en infraestructuras, programas de ahorro y concienciación ciudadana, que eviten el uso excesivo de este vital recurso.

1.6.3 ETAPA: Empresa Pública Municipal de Telecomunicaciones, Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de Cuenca.

La empresa ETAPA es la proveedora de agua potable para el Cantón Cuenca. ETAPA cuenta con 66.332 conexiones de agua potable para satisfacer este servicio, en el área urbana existen dos plantas de tratamiento de agua potable El Cebollar y Tixan.

En cuanto a la calidad de agua que ETAPA pone a disposición para la ciudadanía, tiene implementada la norma ISO 17025 de control de calidad, realizando permanente monitoreo en tres laboratorios: El Cebollar, Tixán y Ucubamba.

A través de los años ETAPA ha incrementado su cobertura teniendo en cuenta el crecimiento demográfico o poblacional, haciendo que Cuenca sea la ciudad con mayor cobertura de servicios básicos de todo el país. Así el 100% de la población del área urbana del Cantón Cuenca es atendida con el servicio de agua potable.

ETAPA a mas de ser una excelente proveedora de recursos hídricos en el Cantón, ha sido siempre consciente de la necesidad de preservación y cuidado de los recursos naturales, manteniendo presente el concepto de sustentabilidad ha sido responsable en su actuación con el entorno. ETAPA desarrolló el “Manual de Protección Ambiental Urbana” en donde se establecen los parámetros a los que se debe obedecer para realizar obras físicas con el propósito de cuidar el entorno, teniendo en cuenta la ejecución de compensación ambiental, y se realizan también estudios de impacto ambiental para la realización de obras, los cuales son aprobados por las autoridades ambientales.

Entre los programas de protección al entorno que ha realizado ETAPA se puede mencionar:

- Recuperación de la calidad de agua de los ríos de Cuenca.
- Programa de recolección de aceites usados en Cuenca.
- Programa de recolección selectiva y disposición ambiental de pilas usadas.
- Protección de fuentes hídricas para lo que se implemento algunas líneas de acción:
Adquisición de predios estratégicos, participación comunitaria en la protección de fuentes hídricas.
- Establecimiento de un caudal ecológico al pie de las represas Chanlud y Labrados.
- Elaboración de un plan de desarrollo de conservación de la Cuenca del río Machángara.
- Definición de la propuesta de ampliación de las áreas de bosque y vegetación protectora.
- Programa de educación ambiental con énfasis en el Agua: Educación ambiental urbana y educación ambiental rural.
- Creación de la “Escuela de Conocimiento Continuo en Formación de Lideres y Promotores de Recursos Naturales”.

1.6.3.1 Tarifas de Agua Potable

ETAPA es el único proveedor de agua potable en el Cantón Cuenca, razón por la que tiene la capacidad de establecer libremente los niveles de precios o tarifas. Pero al tratarse de una empresa municipal, los lineamientos del sistema tarifario están enunciados en la Carta Fundamental, en la Ley de Régimen Municipal y en las Ordenanzas del Concejo Cantonal de Cuenca. De dichos lineamientos es útil conocer que:

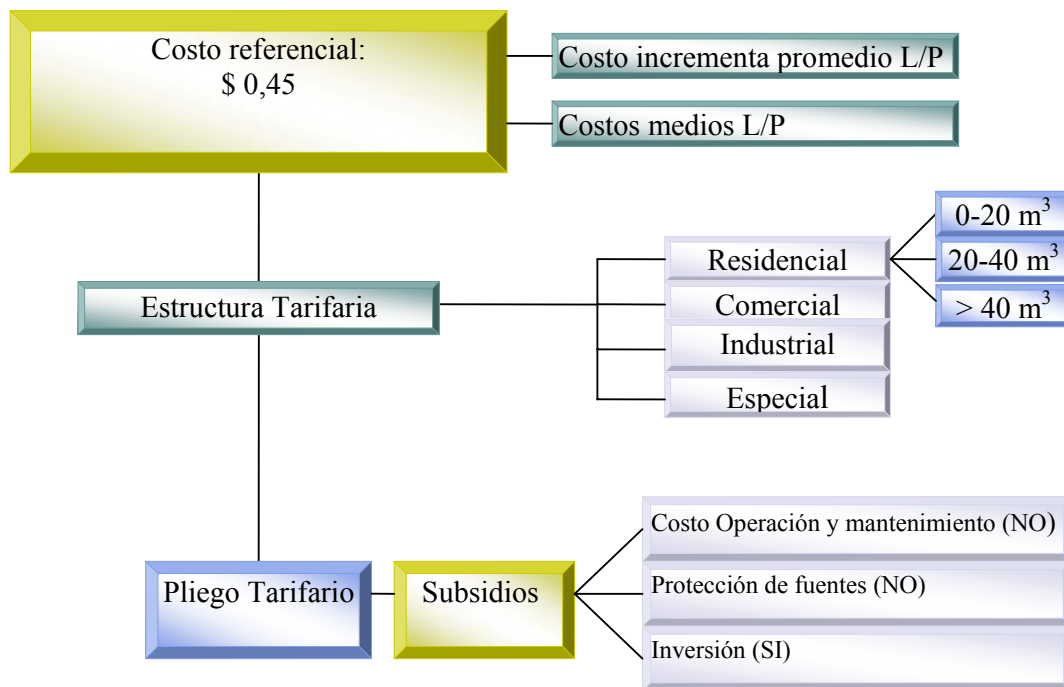
La Ley asigna a las municipalidades la función de aplicar las tarifas de los servicios públicos de agua y de alcantarillado, a través de Ordenanzas, previo dictamen del Ministerio de Finanzas. Para el servicio de agua potable, la Ley especifica que las municipalidades y las empresas municipales de agua potable fijarán las tasas de agua.

En el año 1998 se da atribuciones al Directorio de ETAPA para revisar, determinar las tasas, tarifas y demás recursos tributarios, sin que requiera la aprobación previa del Concejo Cantonal (Art 1 de la Ordenanza de marzo de 1998). De los parámetros establecidos en esta ordenanza vale mencionar:

- Se establecen cuatro categorías de abonados: residencial, comercial, industrial, y especial.
- Las personas naturales y jurídicas para obtener el servicio de agua potable para un predio, pagarán previamente las contribuciones especiales de mejoras y derechos de conexión vigentes, de acuerdo con la Ley de régimen municipal, las Ordenanzas y las resoluciones del Directorio de la Empresa.
- Las tarifas de agua potable, se fijarán en función del costo de producción del servicio, pudiendo establecerse tarifas diferenciales de acuerdo a la capacidad contributiva de los abonados.
- Los costos de producción de los sistemas de agua potable, serán determinados por la dirección de Planificación de ETAPA, en coordinación con las Direcciones Técnica de Agua Potable y de Comercialización, aplicando reglas contables de general aceptación, prorrateando los costos por el número de metros cúbicos de agua potable que la Empresa suministre.

- El pliego tarifario será aprobado por el directorio de la Empresa hasta el 30 de septiembre del año anterior a su vigencia.
- El Directorio de la Empresa reglamentará la clasificación y reclasificación de las categorías de abonados y el establecimiento de los rangos de consumo de agua potable.

ETAPA maneja la siguiente metodología para la fijación de tarifas:



El costo referencial puede determinarse a través del costo incremental medio a largo plazo o por los costos medios a largo plazo, a partir de este, se tiene en cuenta la categoría del abonado hay cuatro categorías Residencial, Comercial, Industrial, y Especial, en esta tesis se trabaja únicamente con la categoría residencial en la que se distinguen cuatro bloques de consumo: de 0-20 m³, de 20-40m³ y de 40m³ en adelante, a cada uno se otorgan diferentes tarifas. Finalmente para el pliego tarifario se establecen los subsidios los cuales se

determinan únicamente en base a la inversión ya que los costos de operación y mantenimiento y la protección de fuentes no pueden ser subsidiados. Determinando de esta manera el costo total (variable) y el cargo por disponibilidad del servicio (fijo).

Costo Total: esta formado por:

1. Costo de Inversión:

- Inversión en planes maestros
- Inversiones complementarias: las que son necesarias para dar inicio al proyecto
- Inversiones de reemplazo: costo de equipos que deben ser sustituidos, por fin de su vida útil

2. Costo de Operación y Mantenimiento:

- Personal
- Químicos
- Energía, y demás.

Costo por disponibilidad de servicio: Corresponde al costo administrativo de facturación por usuario.

ETAPA cubre los costos totales del servicio mediante los ingresos por tarifa, razón por la cual puede ofrecer un servicio de calidad, conservar el agua y preservar el medio ambiente, a diferencia de otros municipios de centros urbanos del país.

ETAPA al igual que varios municipios alrededor del mundo, establece tasas crecientes por bloque de consumo, lo cual disminuye el elevado costo social que existiese si el nivel de tarifas fuera determinado simplemente de acuerdo a los costos totales de producción del

servicio y las fuerzas de mercado. De esta manera, incentiva también a la población a mantener niveles de consumo apropiados, evitando desperdicios. Estas tasas diferenciadas por bloque de consumo implican un cobro mayor por la última unidad consumida dentro de cada bloque.

Los bloques de consumo con tarifa diferenciada establecidos por ETAPA se realizan con subsidios, de los bloques de consumo altos hacia los bajos; además, ETAPA ofrece descuentos en categoría residencial del 50% para los 20 primeros metros cúbicos de consumo para jubilados sin trabajo, personas de la tercera edad y discapacitados; así como también un descuento por metro cúbico adicional a los 200m³ de consumo, de \$0,25 precio variable, para la categoría industrial.

El subsidio por bloque de consumo tiene por objeto reducir el costo del servicio a la población mas pobre, que consume menos agua. Pero este objetivo no se cumple en su totalidad, debido talvez a que la forma en que están diseñadas las estructuras tarifarias no es la más adecuada. Pues en el año 2004 el 81% de las conexiones se encuentran en los rangos de consumo subsidiados es decir los de consumo menores a 40m³, siendo la mayor parte de los usuarios domésticos los beneficiarios, y quienes mas agua consumen dentro de este grupo son los que mas se benefician del subsidio, y son generalmente los grupos de mayor ingreso.

Las tarifas de agua potable se mantuvieron constantes desde el año 2002 hasta el 2004, en el 2001 hubo una transición tarifaria en la categoría Residencial con el fin de evitar el costo social de un incremento de precios tan agresivo puesto a que la tarifa se incrementó en un

42,86% en el bloque de 0-20 m³, en un 90,62% para el bloque 20-40m³ y en 44,44% para el bloque de 40m³ en adelante, desde enero hasta diciembre del 2002.

Descripción	dic-01	ene-02	feb-02	mar-02	abr-02	may-02	jun-02	jul-02	ago-02	sep-02	oct-02	nov-02	dic-02
0-20 m3	0,14	0,147	0,153	0,16	0,167	0,173	0,18	0,19	0,193	0,2	0,2	0,2	0,2
20-40 m3	0,16	0,172	0,184	0,196	0,208	0,22	0,223	0,25	0,257	0,269	0,281	0,293	0,305
Mas de 40m3	0,45	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65

Actualmente las tarifas de agua potable son las siguientes:

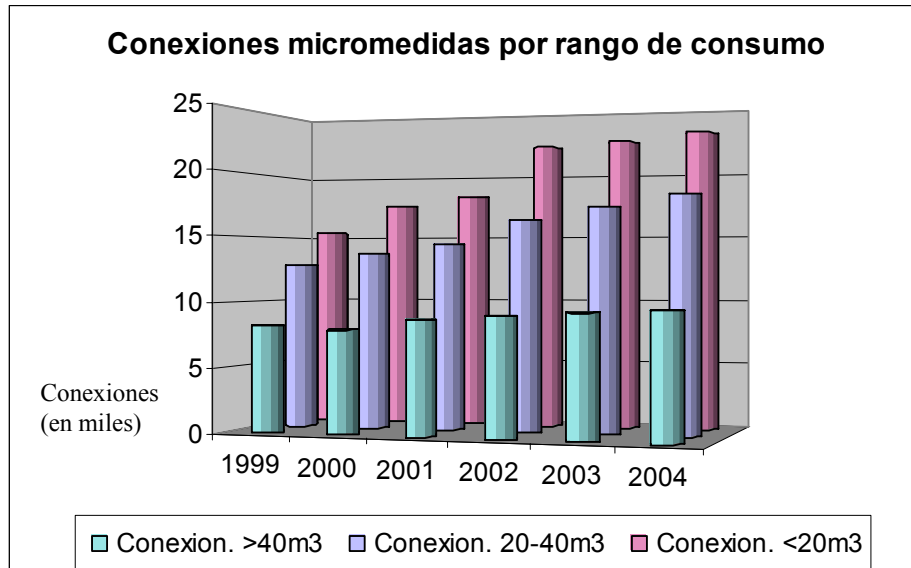
Tarifas de Agua Potable ciudad de Cuenca, categoría Residencial	
Descripción	Tarifa 2003-2204
0 – 20 m3	0,20 US\$/m3
21 -40 m3	0,31 US\$/m3
41 m3 en adelante	0,65 US\$/m3
Cargo por disponibilidad de servicio	2,00 US\$/ usuario-mes

ETAPA ha disminuido la producción de agua potable en las plantas de tratamiento en el período 1999-2004; esta disminución obedece a la disminución del consumo total. Inicialmente se estaba utilizando casi el 100% de su capacidad instalada (2.040lts/s), a fines del 2004 su utilización es disminuye alrededor del 63% (1.295 lts/s). Para el caso de la categoría residencial, esta reducción puede tener origen en la utilización de artefactos ahorradores de agua y de los incentivos ocasionados por el método de bloques de consumo.

Categoría Residencial: Numero de conexiones micromedidas por rangos de consumo

Periodo	Total conexion. Micromedi.	Conexion. <20m3	Porcentaje <20m3	Conexion. 20-40m3	Porcentaje 20-40m3	Conexion. >40m3	Porcentaje >40m3
1999	36,433	15,408	42,3%	12,828	35,2%	8,197	22,5%
2000	39,056	17,546	44,9%	13,619	34,9%	7,891	20,2%
2001	41,397	18,271	44,1%	14,387	34,8%	8,739	21,1%
2002	47,497	22,171	46,7%	16,255	34,2%	9,071	19,1%
2003	49,06	22,514	45,9%	17,222	35,1%	9,322	19,0%
2004	50,728	23,099	45,5%	18,111	35,7%	9,519	18,8%

Informe semestral de ETAPA enero-diciembre 2004



CAPITULO 2.

Estimación del Modelo básico de la demanda de agua potable de la categoría residencial en el área urbana de Cuenca durante el período 2003-2004.

2.1 Recolección de Datos:

Las variables necesarias para poder realizar los modelos de esta tesis, se recolectaron de las bases de datos de la empresa pública ETAPA. La misma que tiene un total de 66.332 registros de conexiones de agua potable hasta el año 2004.

Selección de datos:

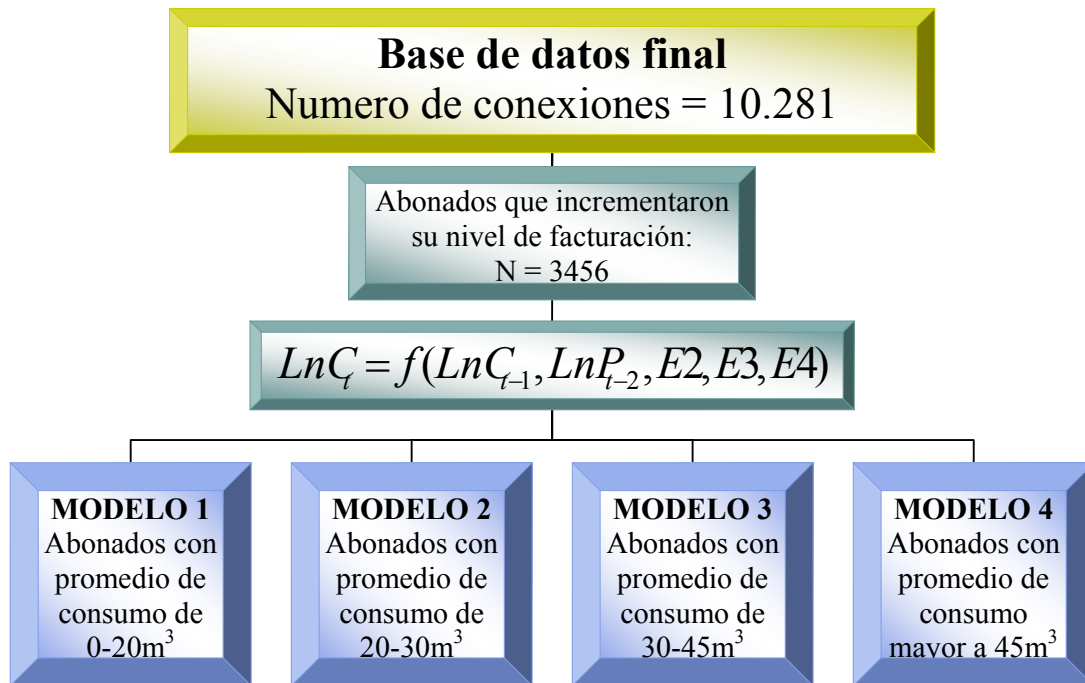
1. Se seleccionaron únicamente los registros de la categoría residencial donde existe un total de 50.728 conexiones de agua potable que son micromedidas (no se utiliza información de las categorías comercial, industrial y especial).
2. Se agruparon los datos del periodo con el que se decidió trabajar: Noviembre 2003-Diciembre 2004.
3. Debido a que no todas las conexiones son micromedidas mensualmente, se selecciona únicamente las de los abonados que han sido micromedidos durante los catorce meses en los que se va a trabajar. Se obtuvo así una muestra de 29.340 abonados.
4. Teniendo en cuenta que se busca estimar el comportamiento de la demanda de agua específicamente la elasticidad-precio, se analizó solamente las conexiones de los abonados cuyo consumo haya cambiado de *rango de consumo* por lo menos una vez durante el período en el que se va a trabajar. Alcanzando finalmente una base

sólida de 22.317 abonados, con la que se parte para la construcción de los modelos de esta investigación.

5. Luego de realizar algunas pruebas, se encuentra conveniente, eliminar de la base de datos los abonados que presentan variaciones de consumo *extremas* en un periodo determinado, las mismas que pueden estar explicadas por razones extraordinarias como: fugas de agua, errores de medición, ausentismo, etc. se elimina estos casos puesto a que pueden afectar negativamente el análisis. Reduciendo de esta manera la base de datos a un total de 10.281 abonados; el parámetro utilizado para lograr este resultado fue: eliminar los abonados que presentaron en cualquier mes del periodo en cuestión, un nivel de consumo mayor o menor a dos *desviaciones estándar* de su media.

2.2 Esquema de modelos construidos:

Luego de haber realizado varias pruebas y modelos, se ilustra a continuación los modelos óptimos que describen los objetivos de esta tesis.

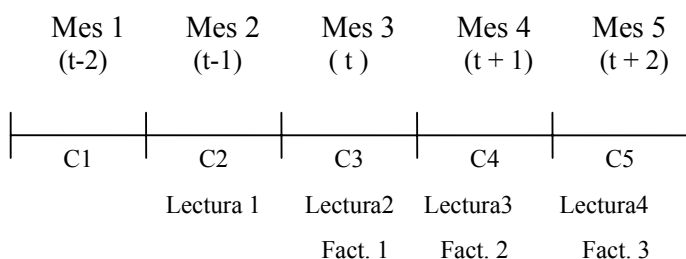


2.3 Construcción de Modelos:

Para la construcción de los modelos de esta tesis, se considera que: el consumo en metros cúbicos de agua potable de un mes determinado, es una función del precio del metro cúbico de dos periodos anteriores (dos meses antes) y del consumo en metros cúbicos del periodo anterior (un mes antes).

La razón por la que se hace estas suposiciones son: 1. Los consumidores tardan alrededor de 30 días en asimilar la facturación de cada mes, debido a que: terminado el periodo de consumo, toma de una a dos semanas realizar las lecturas de los medidores; después de eso, se procede a facturar, y es entonces cuando los consumidores pueden acercarse a

cancelar su factura y verificar el precio facturado. Así, asimilan el costo de su consumo después de tres o cuatro semanas, o en otro caso es a finales de mes cuando reciben sus estados de cuenta bancario donde perciben su factura de consumo.



En el mes 3 el consumidor asimila su consumo del mes 1 y reacciona en función del mismo. Es por esto que la variable precio se rezaga dos períodos; esto es, el período, correspondiente al tiempo que le toma al consumidor asimilar su facturación y reaccionar a esta. 2. Se considera como determinante del nivel de consumo, al *consumo del periodo anterior*, debido a que, al hablar de un bien de primera necesidad es necesario incluir esta variable para incorporar al modelo el papel de los hábitos de consumo.

Para la construcción de modelo se han utilizado los datos del periodo noviembre 2003 a noviembre del 2004; tomando como referencia los meses de Febrero 2004, Mayo 2004, Agosto 2004 y Noviembre 2004; ya que al utilizar uno y dos rezagos cada uno de estos meses incluye información de los dos meses anteriores. Así; el consumo de febrero es una función del precio de Diciembre de 2003 y del consumo de Enero de 2004.

Teniendo en cuenta que el objetivo final de esta investigación es encontrar el valor de la elasticidad-precio consumo de agua potable, se utiliza para la construcción de los modelos, únicamente los abonados que incrementaron su nivel de facturación en el periodo t-2 con

respecto al período base (debido a que el valor de la facturación de este mes es el determinante del consumo).

La técnica econométrica empleada para la construcción de los modelos de este trabajo es la de MCO (mínimos cuadrados ordinarios); en cuanto a la estructura de los datos se cuenta con un conjunto de datos longitudinales, es decir una serie temporal para cada miembro de un panel. El ordenamiento y manejo de datos se realiza de acuerdo a la metodología sugerida por WOOLDRIDGE, Jeffrey; utilizando muestras de datos dependientes se ordenan cada una de las observaciones de acuerdo a la unidad de tiempo en forma ascendente, en este caso, los datos de los cuatro trimestres del primer abonado llenan las cuatro primeras filas, las filas de la cuatro a la ocho representan al abonado dos, y así sucesivamente hasta el ultimo abonado. WOOLDRIDGE, Jeffrey, nos indica también que para incorporar a la base de datos el factor tiempo se utilizan tres variables ficticias que representan a los diferentes periodos utilizados en el análisis (el numero de variables ficticias es igual al numero de periodos menos uno) de esta manera no se pierde la relación de las variables a través del tiempo.

La metodología expuesta por Wooldridge podría tener ciertos inconvenientes; ya que al utilizar datos de panel se puede considerar dos tipos de factores inobservables que influyen en la variable dependiente: los constantes y los que varían en el tiempo; a la suma de estos dos factores se denomina *error compuesto*; para que MCO genere estimadores consistentes se debe suponer que este efecto inobservable no se correlaciona con los valores de x_{it} . Por lo que antes de exponer el modelo se ha comprobado que el *error compuesto* no se correlaciona con los valores de x_{it} . Estos resultados se observan en los gráficos del apéndice N. 1.

Al utilizar datos longitudinales con muestras dependientes¹ se tiene amplias ventajas sobre los conjuntos de datos de corte transversal y sobre las combinaciones de datos de cortes transversales; ya que permite observar características inobservables de los individuos y efectos producidos a través del tiempo.

A partir de este método econométrico se realizan las estimaciones empíricas. Para lo cual se ha dividido a la muestra en cuatro grupos, de acuerdo al nivel de consumo promedio de cada abonado². Los rangos estableciendo fueron:

- 0 – 20 m³
- 20 – 30 m³
- 30 – 45 m³
- 45 m³ en adelante

Para constituir los rangos, se tuvo en cuenta la frecuencia de las observaciones en cada grupo, y los puntos de inflexión que determinaban un cambio en el comportamiento del consumidor. Es congruente suponer que estos rangos de consumo se aproximan relativamente al nivel socio-económico de los abonados.

El modelo construido es de tipo *log-lineal*, se utilizó esta forma funcional debido a que en este tipo de modelos, el coeficiente de pendiente β mide la elasticidad de Y con respecto a las variables independientes, y esto es justamente lo que se busca estimar en el presente trabajo. Hay que tener en cuenta, que en el modelo *log-lineal*, a pesar de que $\hat{\beta}_0$, $\hat{\beta}_1$ y

¹ Muestras dependientes: Las mismas observaciones en cada periodo de tiempo.

² El promedio de consumo se ha calculado teniendo en cuenta los 12 meses del año 2004

$\hat{\beta}_2$ son estimadores sesgados de β_0 , β_1 y β_2 , el parámetro $\hat{\beta}_0$ (en los modelos de esta tesis representa el intercepto) al ser estimado como $\hat{\beta}_0 = \text{antilog}(\text{Ln } \hat{\beta}_0)$ es un estimador sesgado; en este trabajo el tema del intercepto no es de gran importancia, razón por la cual no se obtendrá este estimador sesgado.

Luego de construir cada uno de los modelos, se realizan las pruebas que indiquen que se cumple con todos los supuestos del MCRLN. Debido a que se trabaja con datos de corte longitudinal, es posible que se sospeche inmediatamente de la presencia de heteroscedasticidad ya que con seguridad, las familias que se incluyen en el modelo son de diferentes tamaños como de diferentes niveles socio-económico. Como el interés de este estudio es establecer las elasticidades para diferentes rangos de consumo (asociados a un estratificación económica) se dividió la muestra en los cuatro grupos, eliminando así dicha posibilidad de incurrir en el problema de heteroscedasticidad. Más adelante se comprueba esta conjetura para cada modelo.

Por otro lado, utilizar rezagos en el modelo puede llevarnos a sospechar de la existencia de autocorrelación, pero de igual manera se realizarán todas las pruebas y medidas necesarias que nos lleven a desvirtuar la presencia de este problema.

La naturaleza, pruebas y consecuencias de estos problemas econométricos que se analizarán para cada modelo, se describen con más profundidad en el siguiente capítulo.

2.3.1 Primer Modelo: $LnC_t = f(LnC_{t-1}, LnP_{t-2}, E2, E3, E4)$

Abonados con promedio de consumo de 0-20 m³

Los signos esperados son los siguientes:

$$LnC_t = \alpha - \beta_1 LnP_{t-2} + \beta_2 LnC_{t-1} + \beta_3 E2 + \beta_4 E3 + \beta_5 E4$$

Donde:

C_t = Consumo en m³ de agua potable en el período t

P_{t-2} = Precio del m³ de agua potable en el período t-2

C_{t-1} = Consumo en m³ de agua potable en el período t-1

E2 = Segundo trimestre.

E3 = Tercer trimestre.

E4 = Cuarto trimestre.

* Recuérdese que para cualquier número de clasificaciones E se requieren $E-1$ variables ficticias por lo que $E1$ está sobre entendido en el modelo y representa el primer trimestre.

Los signos esperados indican que el consumo de agua potable de un período determinado debe tener una relación inversa con el precio de dos periodos anteriores y una relación directa con el consumo del periodo anterior. Tal como se ilustra en la teoría expuesta en el capítulo anterior, al ser el agua potable un bien de primera necesidad, se espera que la elasticidad-precio consumo se inelástica (adopte valores comprendidos entre 0 y 1), de la misma manera después de haber estudiado el comportamiento del consumidor en cuanto a su racionalidad y a la utilidad marginal decreciente, se debe suponer que la elasticidad-consumo rezagado va a ser positiva en el sentido de que el abonado siempre va a querer obtener una mayor cantidad del bien, e inelástica debido a que, si incrementa su consumo en un periodo, para el siguiente periodo incrementará también su consumo pero en menor proporción.

$$\text{LnC}_t = 0,786 - 0,331 \text{ LnP}_{t-2} + 0,538 \text{ LnC}_{t-1} - 0,01\text{E}2 - 0,103\text{E}3 + 0,02\text{E}4$$

Probabilidad t: (0,00) (0,00) (0,00) (0,81) (0,01) (0,63)

$$R = 0,574$$

$$R^2 = 0,329$$

$$R^2 \text{ ajustado} = 0,325$$

$$F = 72,107 \quad \text{Sig.} = 0,00$$

$$D = 1,913$$

$$n = 185 \text{ (185 x 4 trimestres = 740)}$$

Los resultados se ilustran en el apéndice N. 2

La variable independiente E_1 , se encuentra sobre entendida en el modelo, e indica que para el **primer trimestre** el modelo de demanda de agua potable es:

$$\text{LnC}_t = 0,786 - 0,331 \text{ LnP}_{t-2} + 0,538 \text{ LnC}_{t-1}$$

Probabilidad t: (0,00) (0,00) (0,00)

Ya que la variable independiente E_2 no es significativa, el modelo de demanda para el **segundo trimestre** es igual al anterior:

$$\text{LnC}_t = 0,786 - 0,331 \text{ LnP}_{t-2} + 0,538 \text{ LnC}_{t-1}$$

Probabilidad t: (0,00) (0,00) (0,00)

La variable E_3 , indica que para el **tercer trimestre** el modelo de demanda de agua potable se ha determinado así:

$$\text{Ln}C_t = 0,683 - 0,331 \text{ Ln}P_{t-2} + 0,538 \text{ Ln}C_{t-1}$$

Probabilidad t: (0,00) (0,00) (0,00)

Debido a que la variable $E4$ no es significativa, el modelo de demanda para el **cuarto trimestre** es igual al del primer y segundo trimestre:

$$\text{Ln}C_t = 0,786 - 0,331 \text{ Ln}P_{t-2} + 0,538 \text{ Ln}C_{t-1}$$

Probabilidad t: (0,00) (0,00) (0,00)

En este primer modelo, los estadísticos F y t indican que el modelo es significativo en conjunto y que las variables independientes son representativas. Por lo que se considera a este un modelo con características optimas. Para confirmar estos resultados se realizan a continuación las pruebas que confirman que el modelo cumple con los supuestos del MCRLN.

2.3.1.1 Prueba de Multicolinealidad:

Se comprueba que no existe multicolinealidad debido a que:

- No existe un R^2 alto y al mismo tiempo pocas razones t significativas.
- Los signos si son los esperados.

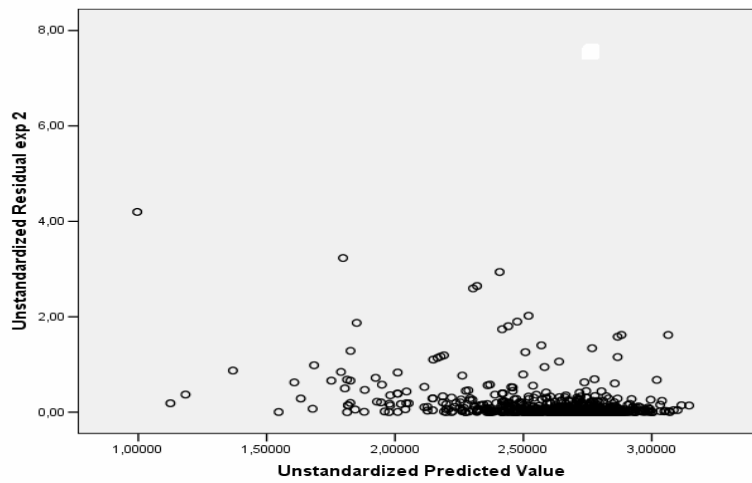
El R^2 de las variables independientes es menor a del modelo (R^2 de las variables independientes = 0.058). Apéndice N. 3.

2.3.1.2 Prueba de Heteroscedasticidad:

Mediante el método gráfico, se comprueba que la varianza de los residuos no es heteroscedástica:

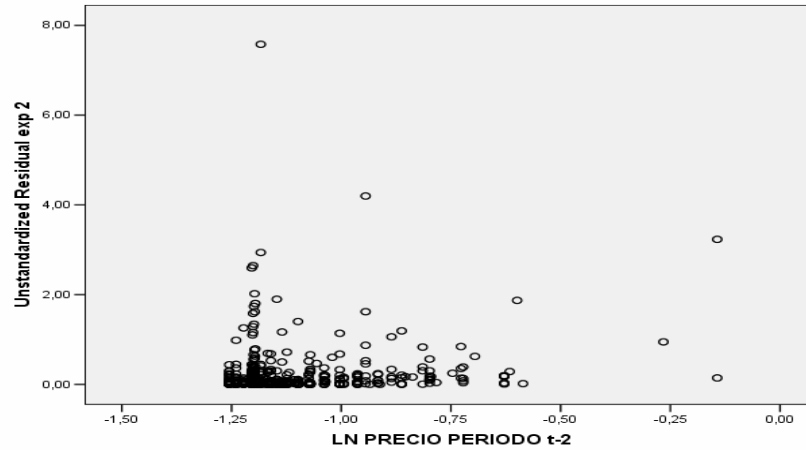
Los residuos al cuadrado no muestran una relación sistemática frente a los $\hat{Y}_i$:

Graph

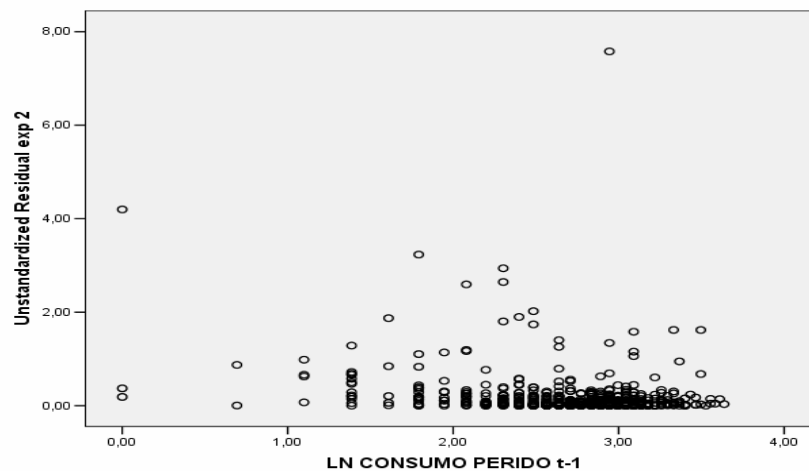


Tampoco existe una relación sistemática entre los residuos al cuadrado y los x_i :

Graph



Graph



2.3.1.3 Prueba de Autocorrelación:

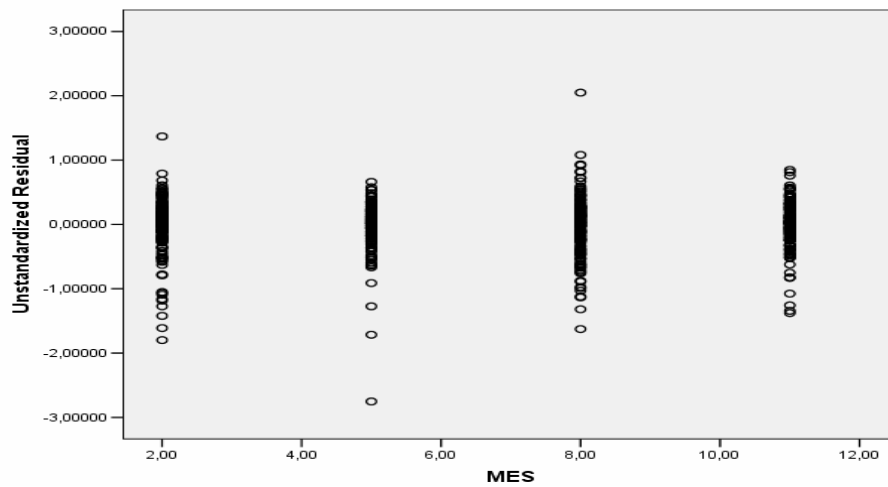
Para comprobar que el término de error de un período no se correlaciona con el del período siguiente, es decir que no existe autocorrelación se utiliza la prueba Durbin y Watson y el método gráfico:

$$d = 1,913$$

$$du(k = 5 \text{ y } n = 185) = 1,820$$

Por lo tanto se acepta la hipótesis nula indicando que no existe autocorrelación. Lo cual se comprueba mediante el grafico de los residuos debido a que no muestran una relación sistemática en el tiempo.

Graph

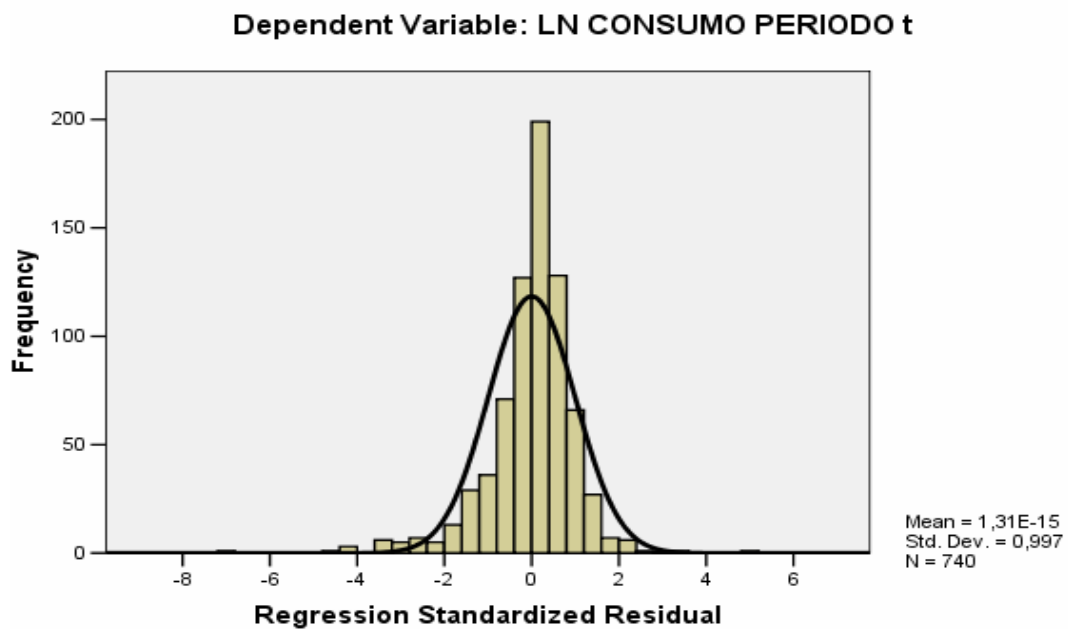


2.3.1.4 Prueba de Normalidad:

Para asegurarnos que los residuos siguen una distribución normal, nos basamos en el método grafico. Mediante el cual comprobamos que el modelo cumple con este supuesto.

Charts

Histogram



2.3.2 Segundo Modelo: $LnC_t = f(LnC_{t-1}, LnP_{t-2}, E2, E3, E4)$

Abonados con promedio de consumo mayor a 20 y menor o igual a 30 m³.

Los signos esperados son los siguientes:

$$LnC_t = \alpha - \beta_1 LnP_{t-2} + \beta_2 LnC_{t-1} + \beta_3 E2 + \beta_4 E3 + \beta_5 E4$$

Donde:

C_t = Consumo en m³ de agua potable en el período t

P_{t-2} = Precio del m³ de agua potable en el período t-2

C_{t-1} = Consumo en m³ de agua potable en el período t-1

E2 = Segundo trimestre.

E3 = Tercer trimestre.

E4 = Cuarto trimestre.

Los signos esperados indican que el consumo de agua potable de un período determinado debe tener una relación inversa con el precio de dos periodos anteriores y una relación directa con el consumo del periodo anterior.

$$LnC_t = 1,219 - 0,296 LnP_{t-2} + 0,480 LnC_{t-1} + 0,014E2 - 0,102E3 - 0,59E4$$

Probabilidad t: (0,00) (0,03) (0,00) (0,61) (0,00) (0,03)

$$R = 0,520$$

$$R^2 = 0,27$$

$$R^2 \text{ ajustado} = 0,267$$

$$F = 78,986 \quad \text{Sig.} = 0,00$$

$$D = 1,949$$

$$n = 268 \text{ (} 268 \times 4 \text{ trimestres} = 1072 \text{)}$$

Los resultados se ilustran en el apéndice N. 4.

La variable independiente E_1 , se encuentra sobre entendida en el modelo, e indica que para el **primer trimestre** el modelo de demanda de agua potable se determina así:

$$\text{LnC}_t = 1,219 - 0,296 \text{ LnP}_{t-2} + 0,480 \text{ LnC}_{t-1}$$

$$\text{Probabilidad t: } (0,00) \quad (0,03) \quad (0,00)$$

Ya que la variable independiente E_2 no es significativa, el modelo de demanda para el **segundo trimestre** es igual al anterior:

$$\text{LnC}_t = 1,219 - 0,296 \text{ LnP}_{t-2} + 0,480 \text{ LnC}_{t-1}$$

$$\text{Probabilidad t: } (0,00) \quad (0,03) \quad (0,00)$$

La variable E_3 , indica que para el **tercer trimestre** el modelo de demanda de agua potable se determina así:

$$\text{LnC}_t = 1,117 - 0,296 \text{ LnP}_{t-2} + 0,480 \text{ LnC}_{t-1}$$

$$\text{Probabilidad t: } (0,00) \quad (0,03) \quad (0,00)$$

La variable E_4 , indica que el modelo de demanda para el **cuarto trimestre** es:

$$\text{LnC}_t = 0,629 - 0,296 \text{ LnP}_{t-2} + 0,480 \text{ LnC}_{t-1}$$

$$\text{Probabilidad t: } (0,00) \quad (0,03) \quad (0,00)$$

Al igual que en el anterior, este modelo muestra buenas características: signos esperados, significancia individual de los parámetros de P_{t-2} y C_{t-1} y significancia del modelo en conjunto. Para confirmar que el modelo cumpla con los supuestos del MCRLN se realizan a continuación todas las pruebas necesarias.

2.3.2.1 Prueba de Multicolinealidad:

De acuerdo a las siguientes observaciones, se comprueba que no existe multicolinealidad en este modelo:

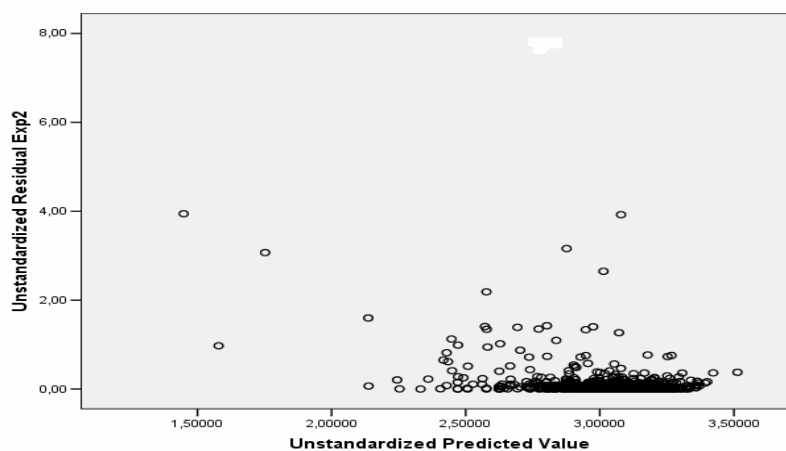
- No existe un R^2 alto y al mismo tiempo pocas razones t significativas.
- Se cumple con los signos esperados.
- El R^2 de las variables independientes es menor al R^2 del modelo (R^2 de las variables independientes = 0.002). Resultado que se ilustra en el Apéndice N. 5

2.3.2.2 Prueba de Heteroscedasticidad:

Se utiliza nuevamente el método gráfico, y se comprueba que la varianza de los residuos es constante para las diferentes observaciones:

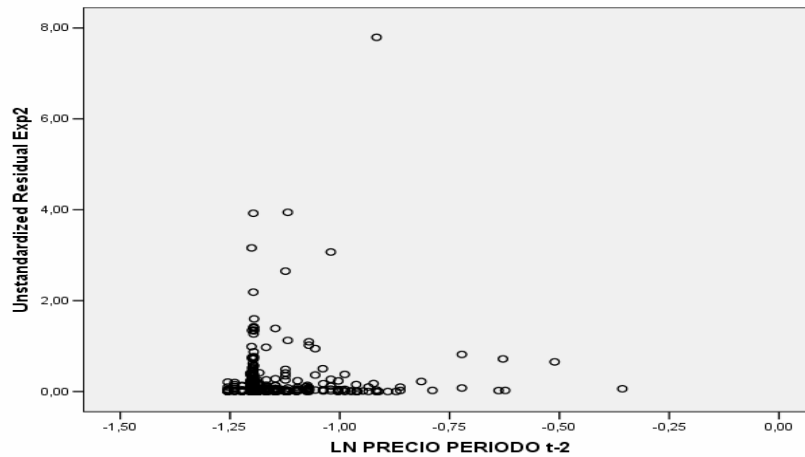
Los residuos al cuadrado no muestran una relación sistemática frente a los $\hat{Y}_i$:

Graph

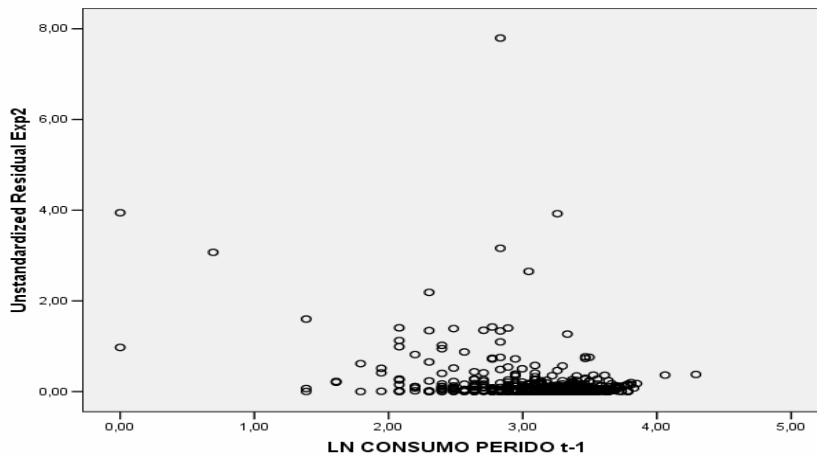


Tampoco existe una relación sistemática entre los residuos al cuadrado y los valores x_i :

Graph



Graph



2.3.2.3 Prueba de Autocorrelación:

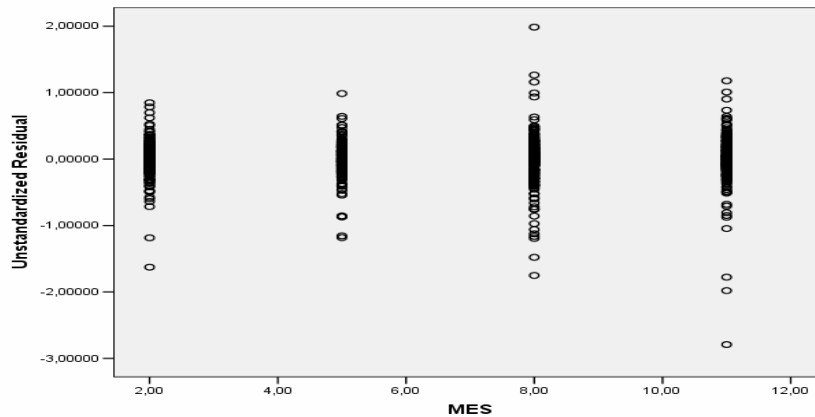
Se comprueba la inexistencia de autocorrelación de los residuos de un periodo a otro, a través del método gráfico y la prueba Durbin y Watson:

$du (k = 5 \text{ y } n = 268) = 1,820$

$d = 1,949$

Por lo que se acepta la hipótesis nula concluyendo que no existe autocorrelación. Se verifica este resultado mediante el siguiente gráfico:

Graph

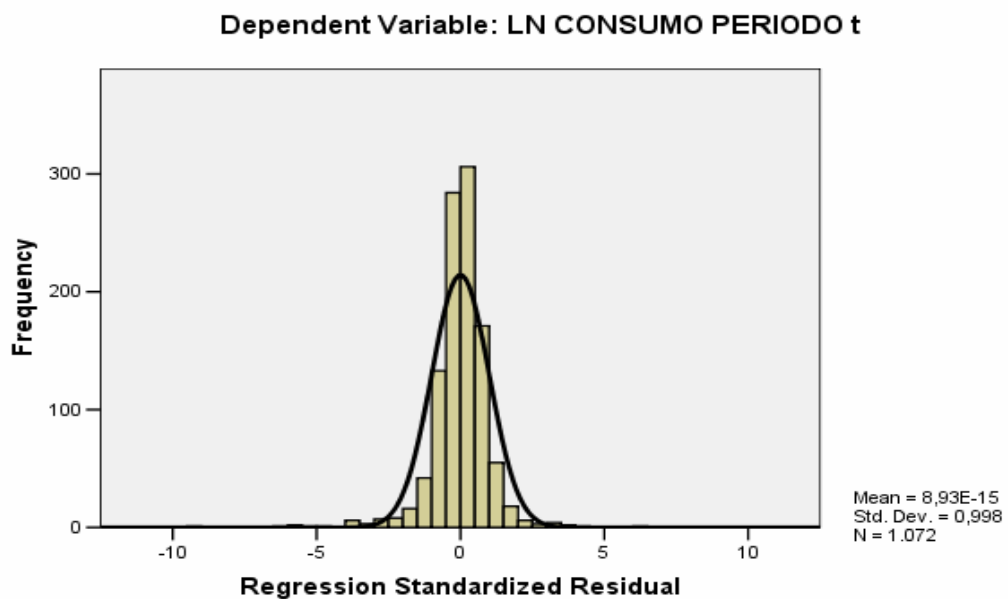


2.3.2.4 Prueba de Normalidad:

Mediante el método gráfico nos asegurarnos que los residuos siguen una distribución normal:

Charts

Histogram



2.3.3 Tercer Modelo: $LnC_t = f(LnC_{t-1}, LnP_{t-2}, E2, E3, E4)$

Abonados con promedio de consumo mayor a 30 y menor o igual a 45 m³.

Los signos esperados son los siguientes:

$$LnC_t = \alpha - \beta_1 LnP_{t-2} + \beta_2 LnC_{t-1} + \beta_3 E2 + \beta_4 E3 + \beta_5 E4$$

Donde:

C_t = Consumo en m³ de agua potable en el período t

P_{t-2} = Precio del m³ de agua potable en el período t-2

C_{t-1} = Consumo en m³ de agua potable en el período t-1

E2 = Segundo trimestre.

E3 = Tercer trimestre.

E4 = Cuarto trimestre.

Los signos esperados indican que el consumo tiene una relación inversa con el precio de dos periodos rezagados y una relación directa con el consumo con un periodo de rezago.

$$LnC_t = 1,521 - 0,129 LnP_{t-2} + 0,510 LnC_{t-1} + 0,005E2 - 0,058E3 - 0,023E4$$

Probabilidad t: (0,00) (0,05) (0,00) (0,84) (0,02) (0,34)

$$R = 0,515$$

$$R^2 = 0,265$$

$$R^2 \text{ ajustado} = 0,262$$

$$F = 76,015 \quad \text{Sig.} = 0,00$$

$$D = 1,978$$

$n = 265$ (265 x 4 trimestres = 1060)

Los resultados se ilustran en el apéndice N. 6.

La variable E_1 , se encuentra sobre entendida en el modelo, e indica que para el **primer trimestre** el modelo de demanda de agua potable se determina de la siguiente manera:

$$\text{Ln}C_t = 1,521 - 0,129 \text{Ln}P_{t-2} + 0,510 \text{Ln}C_{t-1}$$

Probabilidad t: (0,00) (0,05) (0,00)

Ya que la variable E_2 no es significativa, por lo tanto, el modelo de demanda para el **segundo trimestre** es igual al anterior:

$$\text{Ln}C_t = 1,521 - 0,129 \text{Ln}P_{t-2} + 0,510 \text{Ln}C_{t-1}$$

Probabilidad t: (0,00) (0,05) (0,00)

La variable E_3 , indica que para el **tercer trimestre** el modelo de demanda de agua potable es:

$$\text{Ln}C_t = 1,463 - 0,129 \text{Ln}P_{t-2} + 0,510 \text{Ln}C_{t-1}$$

Probabilidad t: (0,00) (0,05) (0,00)

La variable E_4 no es significativa, por lo tanto, el modelo de demanda para el **cuarto trimestre** es igual a:

$$\text{Ln}C_t = 1,521 - 0,129 \text{Ln}P_{t-2} + 0,510 \text{Ln}C_{t-1}$$

Probabilidad t: (0,00) (0,05) (0,00)

Nuevamente, se comprueba mediante el estadístico F que el modelo es significativo en conjunto. Y mediante los estadísticos t que las variables independientes P_{t-2} y C_{t-1} son

representativas individualmente. A continuación, se comprueba que el modelo cumpla con todos los supuestos del MCRLN.

2.3.3.1 Prueba de Multicolinealidad:

Se comprueba la inexistencia de multicolinealidad en este modelo debido a que:

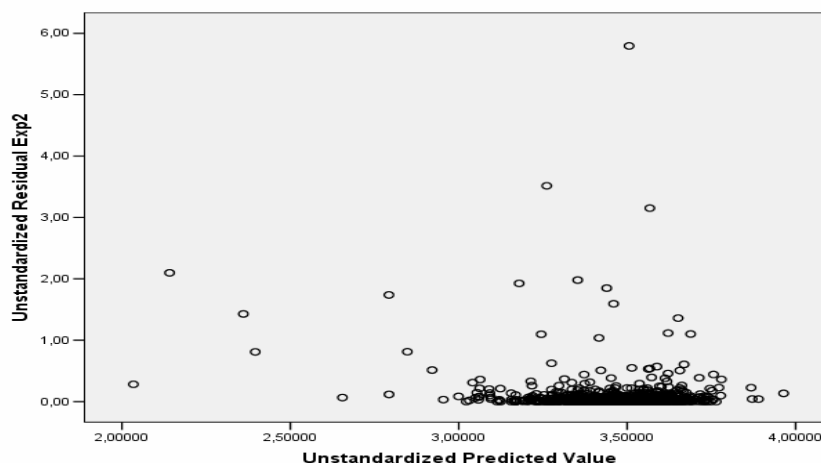
- No existe un R^2 alto y al mismo tiempo pocas razones t significativas.
- Los signos son los esperados.
- El R^2 de las variables independientes es menor al del modelo (R^2 de las variables independientes = 0.014). Este resultado se ilustra en el apéndice N. 7

2.3.3.2 Prueba de Heteroscedasticidad:

Se comprueba que no existe heteroscedasticidad en los residuos a través del método grafico:

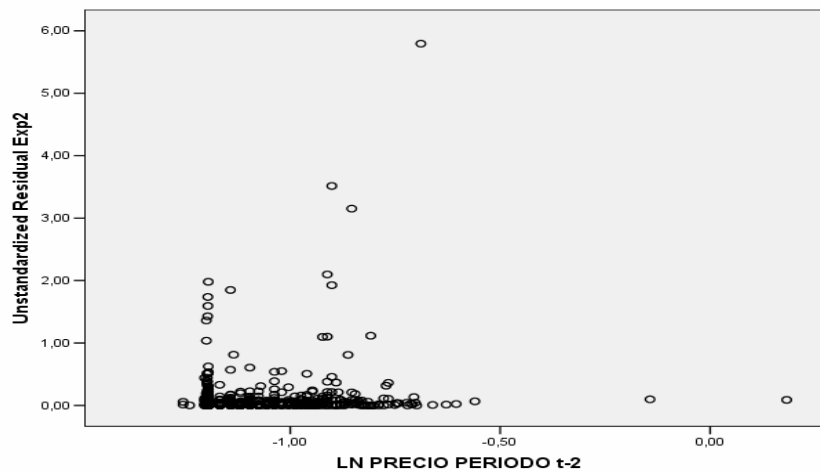
Los residuos al cuadrado no muestran una relación sistemática frente a los $\hat{Y}_i$:

Graph

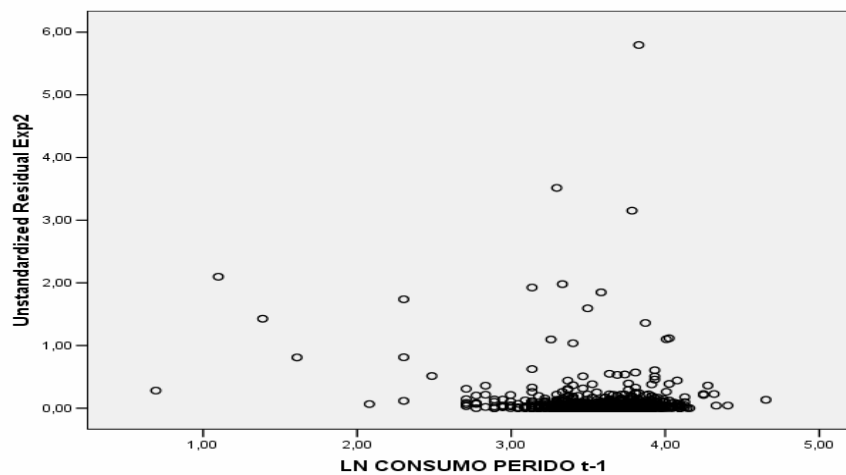


Tampoco existe una relación sistemática entre los residuos al cuadrado y los x_i :

Graph



Graph



2.3.3.3 Prueba de Autocorrelación:

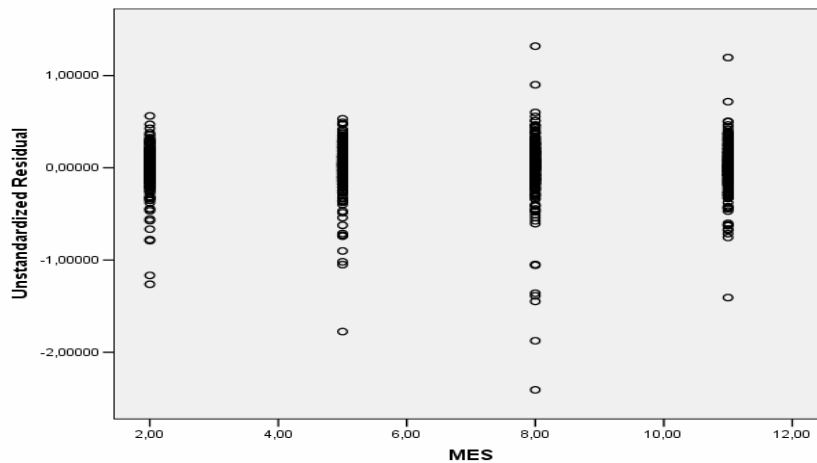
Se comprueba que el término de error de un período no se correlaciona con el del período siguiente, mediante la prueba Durbin y Watson y el método grafico:

$$du (K = 5 \text{ y } N = 265) = 1,820$$

$$d = 1,978$$

Por lo tanto se acepta la hipótesis nula indicando que no existe autocorrelación en los residuos; verificamos este resultado a través del método grafico:

Graph

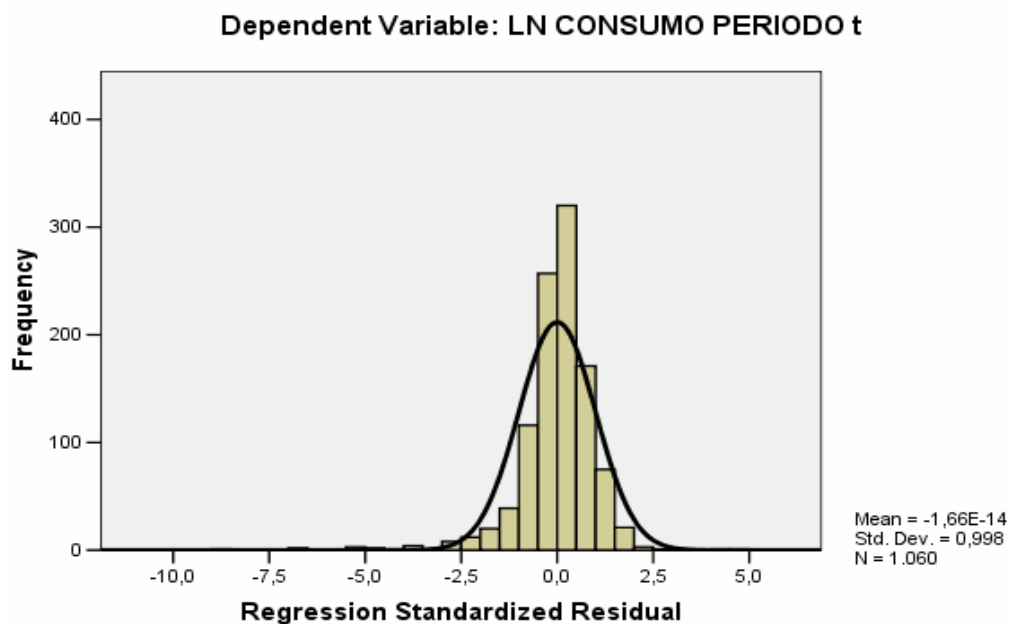


2.3.3.4 Prueba de Normalidad:

Para asegurarnos que los residuos siguen una distribución normal, nos basamos en el método grafico.

Charts

Histogram



2.3.4 Cuarto Modelo: $LnC_t = f(LnC_{t-1}, LnP_{t-2}, E2, E3, E4)$

Abonados con promedio de consumo mayor a 45 m³.

Los signos esperados son los siguientes:

$$LnC_t = \alpha - \beta_1 LnP_{t-2} + \beta_2 LnC_{t-1} + \beta_3 E2 + \beta_4 E3 + \beta_5 E4$$

Donde:

C_t = Consumo en m³ de agua potable en el período t

P_{t-2} = Precio del m³ de agua potable en el período t-2

C_{t-1} = Consumo en m³ de agua potable en el período t-1

E2 = Segundo trimestre.

E3 = Tercer trimestre.

E4 = Cuarto trimestre.

Los signos esperados indican una relación inversa entre la variable dependiente consumo y el precio con dos rezagos, y una relación directa entre el consumo con un rezago y la variable dependiente consumo.

$$LnC_t = 1,170 - 0,129 LnP_{t-2} + 0,653 LnC_{t-1} - 0,011E2 - 0,101E3 - 0,038E4$$

Probabilidad t: (0,00) (0,12) (0,00) (0,76) (0,00) (0,29)

$$R = 0,567$$

$$R^2 = 0,321$$

$$R^2 \text{ ajustado} = 0,315$$

$$F = 54,698 \quad \text{Sig.} = 0,00$$

$$D = 2,027$$

$$n = 146 \text{ (146 x 4 trimestres = 584)}$$

Los resultados se ilustran en el apéndice N. 8.

La variable E_1 , se encuentra sobre entendida en el modelo, e indica que para el **primer trimestre** el modelo de demanda de agua potable se determina así:

$$\text{Ln}C_t = 1,170 - 0,129 \text{Ln}P_{t-2} + 0,653 \text{Ln}C_{t-1}$$

$$\text{Probabilidad t: } (0,00) \quad (0,12) \quad (0,00)$$

Ya que la variable E_2 no es significativa, el modelo de demanda para el **segundo trimestre** es igual al anterior:

$$\text{Ln}C_t = 1,170 - 0,129 \text{Ln}P_{t-2} + 0,653 \text{Ln}C_{t-1}$$

$$\text{Probabilidad t: } (0,00) \quad (0,12) \quad (0,00)$$

La variable E_3 , indica que para el **tercer trimestre** el modelo de demanda de agua potable es:

$$\text{Ln}C_t = 1,069 - 0,129 \text{Ln}P_{t-2} + 0,653 \text{Ln}C_{t-1}$$

$$\text{Probabilidad t: } (0,00) \quad (0,12) \quad (0,00)$$

La variable E_4 no es significativa, por lo tanto, el modelo de demanda para el **cuarto trimestre** es igual a:

$$\text{Ln}C_t = 1,170 - 0,129 \text{Ln}P_{t-2} + 0,653 \text{Ln}C_{t-1}$$

$$\text{Probabilidad t: } (0,00) \quad (0,12) \quad (0,00)$$

Nuevamente, se comprueba mediante el estadístico F que el modelo es significativo en conjunto. Mediante el estadístico t se observa que para este modelo, la variable independiente P_{t-2} no es significativa; a diferencia de la variable C_{t-1} que si es representativa individualmente. A continuación, se comprueba que el modelo cumpla con todos los supuestos del MCRLN.

2.3.4.1 Prueba de Multicolinealidad:

Se comprueba la inexistencia de multicolinealidad debido a que:

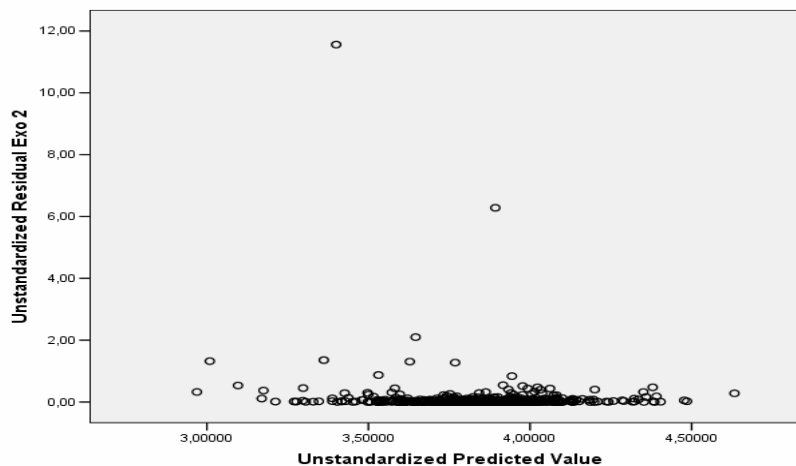
- Los signos si son los esperados.
- El R^2 de las variables independientes es menor al del modelo (R^2 de las variables independientes = 0.041). Apéndice N. 9.

2.3.4.2 Prueba de Heteroscedasticidad:

Mediante el método gráfico, se descarta la existencia de heteroscedasticidad:

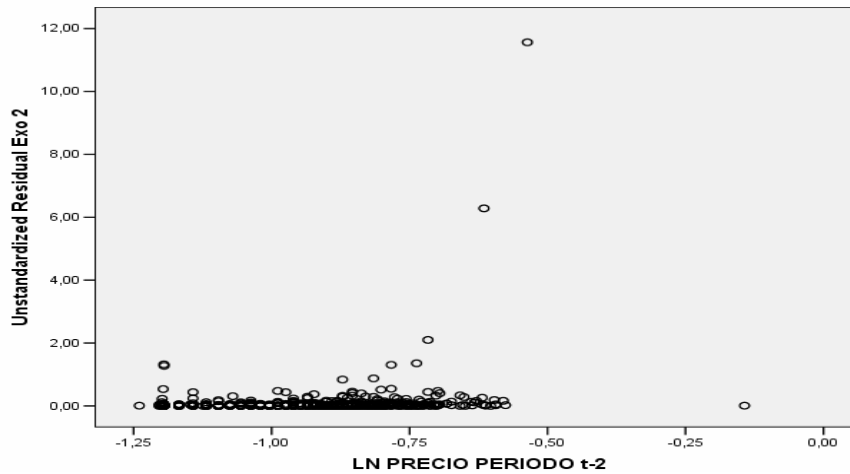
Los residuos al cuadrado no muestran una relación sistemática frente a los $\hat{Y}_i$:

Graph

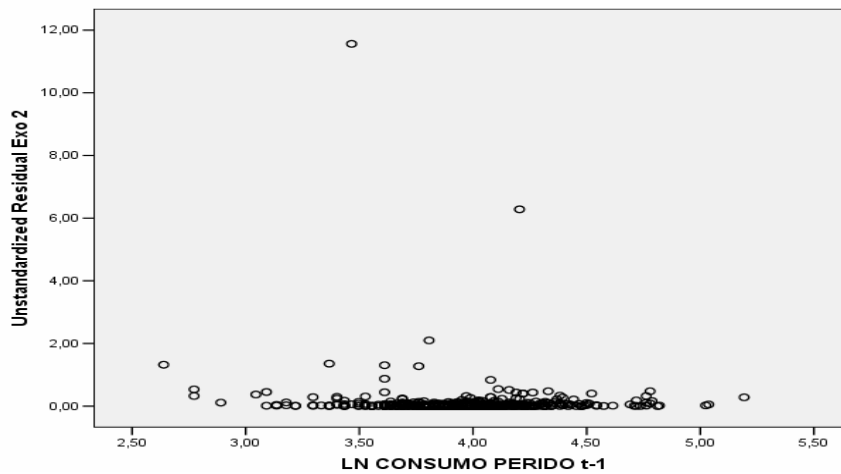


Tampoco existe una relación sistemática entre los residuos al cuadrado y los x_i :

Graph



Graph



2.3.4.3 Prueba de Autocorrelación:

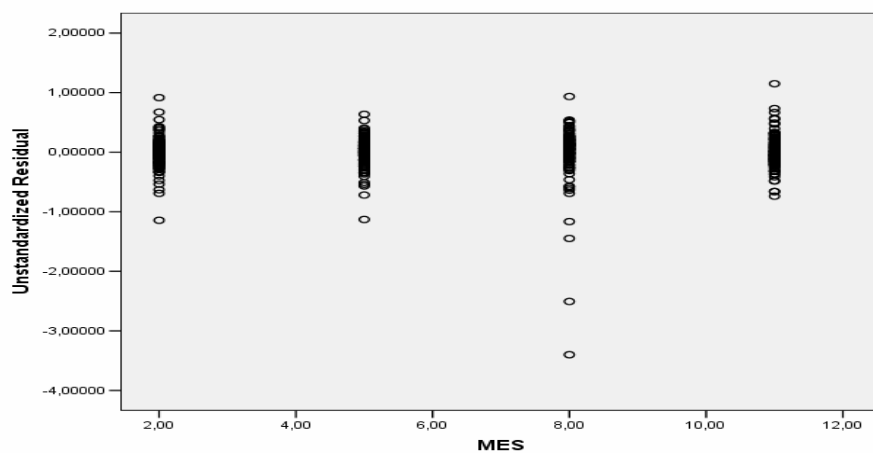
Para comprobar la inexistencia de autocorrelación se utiliza el método gráfico y la prueba Durbin y Watson:

$$du (k=5 \text{ y } n=146) = 1,802$$

$$d = 2,027$$

Por lo tanto se acepta la hipótesis nula que nos indica que no existe autocorrelación. El mismo resultado arroja el método gráfico:

Graph

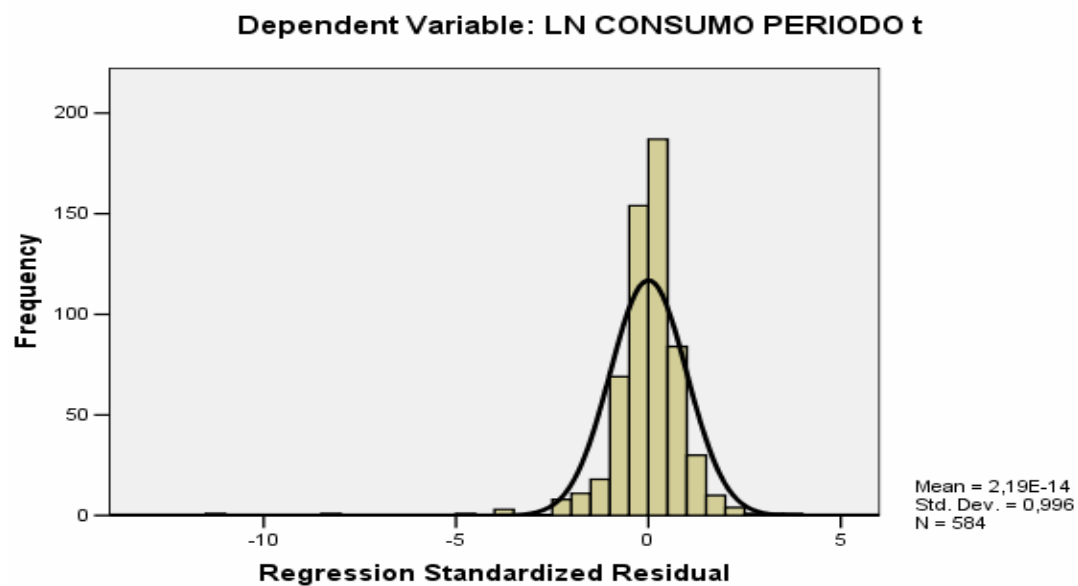


2.3.4.4 Prueba de Normalidad:

Para asegurarnos que los residuos siguen una distribución normal, nos basamos nuevamente en el método grafico.

Charts

Histogram



Se ha comprobado que todos los modelos cumplen con los supuestos del MODELO CLASICO DE REGRESION LINEAL NORMAL: Eficiencia, consistencia y ausencia de sesgo, por lo que sus parámetros son un buen reflejo de la demanda y el comportamiento del consumidor reales y pueden ser utilizados para realizar cualquier análisis.

2.4 Análisis e Interpretación de los Modelos:

Después de haber realizado varios análisis y pruebas de modelos, se pudo determinar que: el consumo de Agua Potable en el Cantón Cuenca, en el período t , está principalmente explicado por: el precio del periodo $t-2$, y el consumo del periodo $t-1$. Por lo que se obtuvieron cuatro modelos de demanda con estas variables para cada uno de los rangos de consumo establecidos y así poder analizar el comportamiento del consumidor explicado en el capítulo 1. Se incluyó también a los modelos la variable Estacionalidad para observar si el comportamiento del consumidor varía en los diferentes periodos del año.

Primer Modelo: $LnC_t = f(LnC_{t-1}, LnP_{t-2}, E2, E3, E4)$

Abonados con promedio de consumo de 0 a 20 m³

- Tal como se supuso que seria el comportamiento del consumidor, debido a la existencia de hábitos de consumo, el consumo (C_t) tiene una relación directa con el consumo del período anterior (C_{t-1}); el primero, se incrementará en 0,54% si el consumo del mes anterior se incrementa en un punto porcentual.
- El consumo de agua potable, mantiene una relación inversa con el precio del penúltimo mes (P_{t-2}) ya que como se dijo anteriormente, el abonado asimila el valor facturado después de transcurridos treinta días contados desde el final del período de consumo.

- El valor de la elasticidad precio demanda de agua potable para los consumidores que consumen en promedio hasta 20 m³ es de **-0,331** (demanda inelástica), lo que nos indica que: el consumo se reduce en 0,331% si el precio de cada metro cúbico se incrementa en un punto porcentual.
- Mediante las variables $E2$, $E3$, y $E4$, se puede ver que el consumo mínimo de agua potable para este grupo de abonados permanece constante para los trimestres de Febrero, Mayo y Noviembre, el único trimestre en el que el consumo mínimo de agua potable tuvo una variación significativa con respecto al los demás fue en el trimestre de Agosto en donde el intercepto se reduce significativamente.
- Las variables incluidas en el modelo tiene un coeficiente de correlación de 57,4%. El consumo de un periodo está determinado en un 32,9% por las variables independientes incluidas en este modelo.

Segundo Modelo: $LnC_t = f(LnC_{t-1}, LnP_{t-2}, E2, E3, E4)$

Abonados con promedio de consumo de 20 a 30 m³

- Una vez mas en este rango de consumo (20-30m³) se comprueba la importancia del papel de los hábitos de consumo en el comportamiento del consumidor, el consumo (C_t) tiene una relación directa con el consumo del periodo anterior (C_{t-1}), se incrementará en 0,48% si el consumo del meses anterior se incrementara en un punto porcentual.
- En cuanto a la elasticidad precio demanda de agua potable para este grupo de abonados; continúa siendo negativa e inelástica tal como nos dice la teoría expuesta en el capítulo uno. Es decir un incremento en el nivel de precios (P_{t-2}) reducirá el consumo de agua potable (C_t), pero en una proporción menor a dicho incremento.

- El valor de la elasticidad **-0,296**, indica que un incremento de un punto porcentual en el precio del metro cúbico de agua potable, reducirá su consumo en 0,296%.
- Las variables $E2$, $E3$, y $E4$, indican las variaciones en el consumo mínimo de agua potable entre los cuatro trimestres del año, la variable $E2$ no es significativa por lo que se deduce que el intercepto (consumo mínimo) es igual para los dos primeros trimestres del año (el de Febrero y el de Mayo), las variables $E3$ y $E4$ indican que el consumo mínimo de agua potable para el tercer y cuarto trimestre de año se reduce significativamente, con respecto a los dos primeros trimestres.
- Las variables incluidas en el modelo tiene un coeficiente de correlación de 52%. El consumo de agua potable en este grupo, está determinado en un 27% por las variables independientes incluidas en este modelo.

Tercer Modelo: $LnC_t = f(LnC_{t-1}, LnP_{t-2}, E2, E3, E4)$

Abonados con promedio de consumo de 30 a 45 m³.

- El β_2 indica que el consumo (C_t) tiene una relación directa con el consumo del período anterior (C_{t-1}); verificando nuevamente en este grupo de abonados, que es importante tener en cuenta la influencia de los hábitos de consumo. El consumo, se incrementará en 0,51% si el consumo del mes anterior se incrementase en un punto porcentual.
- La elasticidad precio consumo de agua potable para este grupo continua siendo negativa e inelástica, pero como se puede observar su valor es aún menor a la del segundo grupo. La causa de la disminución de valor de la elasticidad se apunta a las características que presentan los abonados de este grupo de consumo.

- La elasticidad para este grupo de consumidores es representativa individualmente a un nivel de significancia hasta de 95%, y nos indica que el incremento de un punto porcentual en el precio, reducirá el consumo de agua en 0,129%.
- Mediante las variables $E2$, $E3$, y $E4$, se puede ver que el consumo mínimo de agua potable para los abonados que presentan un promedio de consumo entre 30 y 45m³, permanece constante para los trimestres de Febrero, Mayo y Noviembre, el único trimestre en el que el consumo mínimo de agua potable tuvo una variación significativa con respecto al los demás fue en el trimestre de Agosto en donde el intercepto indica que el consumo mínimo es inferior.
- Las variables incluidas en el modelo tiene un coeficiente de correlación de 51,5%. El consumo de agua potable en este grupo, está determinado en un 26,5% por las variables independientes incluidas en este modelo.

Cuarto Modelo: $LnC_t = f(LnC_{t-1}, LnP_{t-2}, E2, E3, E4)$

Abonados con promedio de consumo mayor a 45m³.

- Para este grupo de abonados, cuyo consumo promedio mensual es superior a 45 m³, es muy importante el papel de los hábitos de consumo; esto se confirma mediante el coeficiente β_2 el que indica que el consumo (C_t) tiene una relación directa con el consumo del período anterior (C_{t-1}); el primero, se incrementará en 0,65% si el consumo del meses anterior se incrementase en un punto porcentual.
- El valor de la elasticidad precio consumo de agua potable para este grupo ya no es estadísticamente significativo, razón por la que se puede deducir que a este nivel de

consumo, el nivel de precios (P_{t-2}) ya no tiene influencia en las decisiones de consumo de los abonados.

- Las variables $E2$, $E3$, y $E4$, indican las variaciones en el intercepto entre los diferentes trimestres del año, tomando como base para cada trimestre a los meses de Febrero, Mayo, Agosto y Noviembre, respectivamente. Las variables $E2$ y $E4$ no son significativas por lo que se deduce que el consumo mínimo de agua potable (intercepto) es igual para el trimestre de Febrero (trimestre base), el de Mayo y el de Noviembre, la variable $E3$ al ser significativa indica que el consumo mínimo de agua potable para tercer trimestre es inferior a los demás trimestres.
- Las variables incluidas en el modelo tiene un coeficiente de correlación de 56,7%. El consumo de agua potable en este grupo está determinado en un 32,1% por las variables independientes incluidas en este modelo.

2.5 Conclusiones:

Esta investigación ha examinado el impacto del nivel de precios sobre el consumo de Agua Potable en el Cantón Cuenca, categoría Residencial durante el periodo 2003-2004, así como también el papel de los hábitos de consumo, y el comportamiento del consumidor en los diferentes periodos del año.

Se estimaron cuatro modelos de demanda, en cada uno de estos modelos, se clasificó a los abonados de acuerdo a su nivel de consumo promedio, en los cuatro modelos se incluyeron debido a su importancia las siguientes variables explicativas: el precio de dos periodos anteriores, y el consumo de un periodo anterior; en el termino de error se explican las variables no incluidas en el modelo. Por lo tanto se determinó la existencia de uno y dos

periodos de rezago en las variables independientes que explican el comportamiento del consumidor.

Mediante estos modelos, se confirmaron las hipótesis de la teoría económica planteada: al ser el Agua Potable un bien normal, su elasticidad-precio es negativa; un incremento en el nivel de precios se traduce en una reducción de la cantidad demandada. Y la función de *demanda-precio* para este bien es inelástica; es decir su elasticidad está entre 0 y 1, debido a que es un bien de primera necesidad.

Vale también recalcar la importancia del papel de los hábitos de consumo para este bien, dando como resultado una elasticidad positiva para el consumo del periodo anterior en todos los modelos expuestos; lo que nos indica que si el abonado incrementa su consumo en un mes determinado, se espera que tenga el mismo comportamiento en el siguiente período. Teniendo en cuenta la teoría de la utilidad marginal decreciente, y que un incremento del consumo del periodo anterior incrementó también la facturación, la elasticidad del consumo rezagado resultó ser inelástica tal como se esperaba, en otros términos se puede decir que el incremento del consumo en el periodo anterior, se traduce en un incremento del consumo para el período actual pero en menor proporción.

La construcción de los cuatro modelos diferenciados por el nivel de consumo de los abonados, permitió analizar más detalladamente el comportamiento del consumidor, pues como se esperaba, el valor de las elasticidades-precio consumo de agua potable muestra diferencias importantes para cada grupo de abonados establecido.

El primer grupo incluye a los abonados cuyo consumo promedio de agua potable se encuentra en un rango de consumo de cero a veinte metros cúbicos, se intuye que este grupo abarca a las familias de menor nivel socio-económico y/o familias mas pequeñas. Como se esperaba, la elasticidad-precio demanda para este grupo es superior a las de los demás grupos, como nos indica la teoría económica las familias de menores recursos van a mostrar una mayor sensibilidad a las variaciones en los precios; el valor que adopta la elasticidad-precio para el primer grupo de abonados es **-0,331**. El segundo grupo incluye los abonados cuyo promedio de facturación es mayor a veinte y menor o igual a treinta metros cúbicos, siendo su elasticidad **-0,296**. El tercer grupo está formado por abonados cuyo promedio de consumo es mayor a treinta y menor o igual a cuarenta y cinco metros cúbicos, la elasticidad resultante para este grupo es de **-0,129**. El último grupo esta formado por abonados con promedio de consumo mayor a cuarenta y cinco metros cúbicos, para este grupo el valor de la elasticidad-precio demanda de agua potable no resultó ser significativo; por lo tanto se puede decir que para ellos el consumo de agua potable es indiferente al precio, lo cual es muy razonable al conocer que este grupo está formado por los abonados de mayor nivel socio-económico.

Finalmente la inclusión de la variable de estacionalidad, demostró las diferencias del comportamiento del consumidor en cada uno de los períodos del año. Para los cuatro grupos de abonados, se comprobó que el valor del consumo mínimo de agua potable se reduce notablemente en el tercer trimestre del año el cual está representado por el mes de Agosto, esta eventualidad puede estar muy bien explicada por que estos meses son justamente los meses de vacaciones y mucha gente sale de la ciudad. El segundo grupo de abonados, es decir el grupo que tiene un promedio de consumo de veinte a treinta metros cúbicos, muestra una reducción significativa en el consumo base de agua potable para el

cuarto trimestre. Los demás trimestre no mencionados no muestran variaciones significativas, en ningún grupo de abonados, por lo que, se considera que su nivel de consumo base permanece constante en todos los meses.

2.6 Tabla de Resumen de Regresiones

$LnC_{t-1} = \beta - LnP_{t-2} + LnC_{t-1} + E2 + E3 + E4$	β	$\beta 1$	$\beta 2$	$E2$	$E3$	$E4$	R	R^2	$\hat{R}^2$	Stad-F	Probab F	N
Promedio de consumo de 0-20 m3	0,786	-0,331	0,538	-0,010	-0,103	0,020	57,40%	32,90%	32,50%	72,107	0,00	740
Stadistic-t	5,64	-2,83	16,40	-0,23	-2,44	0,48						
Probabilidad t	0,00	0,00	0,00	0,81	0,01	0,63						
Promedio de consumo de 20-30 m3	1,219	-0,296	0,480	0,014	-0,102	-0,590	52,00%	27,00%	26,70%	78,99	0,00	1072
Stadistic-t	7,04	-2,17	18,14	0,51	-3,67	-2,18						
Probabilidad t	0,00	0,03	0,00	0,61	0,00	0,03						
Promedio de consumo de 30-45 m3	1,521	-0,129	0,510	0,005	-0,058	-0,023	51,50%	26,50%	26,20%	76,02	0,00	1060
Stadistic-t	11,56	-1,95	18,28	0,207	-2,42	-0,95						
Probabilidad t	0,00	0,05	0,00	0,84	0,02	0,34						
Promedio de consumo mayor a 45 m3	1,170	-0,129	0,653	-0,011	-0,101	-0,038	56,70%	32,10%	31,50%	54,68	0,00	584
Stadistic-t	5,76	-1,56	15,40	-0,30	-2,79	-1,05						
Probabilidad t	0,00	0,12	0,00	0,76	0,00	0,29						

CAPITULO 3

Anexo Técnico

3. Análisis de Regresión Múltiple

El análisis de regresión múltiple se utiliza para obtener la relación entre una variable dependiente X y dos o más variables independientes Y . La variable dependiente es la que va a ser explicada, y las variables independientes representan la fuerza motriz

La diferencia principal del modelo de regresión múltiple con el de regresión simple es que no hay relación lineal exacta entre las X_s .

3.1 Modelo Clásico de regresión lineal normal

Modelo: Un modelo es una simplificación de la realidad, esta representación simplificada de la realidad, recoge los aspectos básicos necesarios para alcanzar los objetivos del analista. Los modelos econométricos plantean la relación entre las variables dependientes y la variable independiente; como la demanda y el precio. El tipo de modelo a utilizar, depende de los datos a utilizarse así como de los objetivos que el analista desee encontrar.

La construcción de estos modelos econométricos surge por la necesidad de cuantificar los modelos económicos y así ver si la teoría se cumple en la realidad. Como el objetivo principal de este trabajo es determinar el comportamiento de la demanda del consumidor por grupos de consumo, ante cambios en ciertas variables como el precio, ingresos y estacionalidad, se realizan regresiones múltiples y se verifica si el valor de los datos

encontrados constituyen los verdaderos parámetros de la población, para así poder realizar predicciones e inferir los resultados. Por ello, que el modelo final encontrado debe cumplir con los supuestos básicos del modelo clásico de regresión lineal normal y así estar totalmente seguros de que los parámetros encontrados son un buen reflejo de la realidad.

3.1.1 Supuestos del modelo clásico de regresión lineal normal (MCRLN)

El modelo econométrico es lineal: La relación entre X y Y es lineal y está dada por la siguiente ecuación:

$$Y_i = \alpha + \beta X_i + \mu_i$$

La relación lineal en los parámetros, es el punto de partido del MCRLN (X y Y pueden no ser lineales en si mismos, pero estos casos son tratados en otro tipo de modelos).

Cuando el modelo a tratar no es lineal, si puede ser analizado ya que utilizamos el método log-log para convertirlo en un modelo lineal.

$$Y_i = AX_i^\alpha$$

$$\log Y_i = \log A + \alpha \log X_i$$

En el caso de esta tesis, los modelos a desarrollarse presentan una relación lineal entre los parámetros.

Las X_s son variables no Estocásticas: Los valores que toman las X_s son fijos en muestreos repetidos. Esto nos ayuda a observar como distan los valores de la variable dependiente en cada una de las familias ante un valor fijo de la variable independiente.

Por lo que podemos ver que el análisis de regresión es condicional, es decir, condiciona a los valores dados de los regresores X . Por lo tanto, cada variable independiente en cuestión puede ser manipulada y controlada por el investigador según sus objetivos experimentales.

No hay relaciones lineales perfectas entre las variables independientes: Es decir no existe multicolinealidad o relación exacta entre las X_s . El supuesto de no colinealidad nos dice, que no es posible que ninguna de las variables independientes, pueda ser el resultado de la combinación lineal de las variables explicativas restantes.

En el modelo resultante de esta tesis, se debe mostrar la no existencia de multicolinealidad entre las variables explicativas, precio, ingreso y estacionalidad; pues en el caso de que no se cumpla este supuesto, no sería posible medir los efectos de estas variables sobre el nivel de demanda de agua potable.

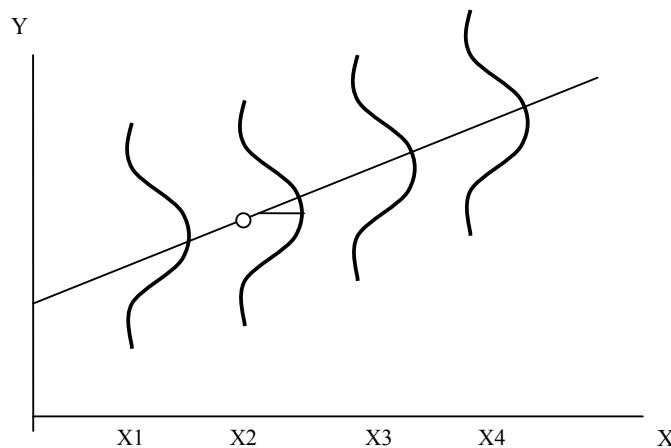
El supuesto de normalidad: Este supuesto guarda relación con la perturbación estocástica o término de error (μ).

Los μ representan una variable independiente adicional en el modelo; por lo que nuestra variable dependiente: demanda de agua, se va a ver afectada también por el término de error μ . Los μ_i , recogen características de todas las variables independientes que no se incluyeron en el modelo pero que si tienen cierto efecto en la variable dependiente, razón por la que se debe incluir el término de error en el modelo. En los modelos de demanda de agua de esta tesis, se incluyen hasta tres variables dependientes, pero es muy posible la existencia de otras variables que si tengan cierto grado de influencia sobre la variable

dependiente, por lo que esperamos que el término de error represente el efecto conjunto de estas posibles variables. Para esto, es necesario que se cumpla con los siguientes supuestos:

a. El error tiene un valor esperado cero: $E(\mu) = 0$: El valor de la media de μ_i , condicional sobre las X_s dadas, es cero.

Los μ_i , como ya dijimos anteriormente, representan todas las variables independientes que no se incluían en el modelo; razón por la que se considera éste, un término de error; pero estos valores que no están incorporados en el modelo, no afectan sistemáticamente el valor de la media de Y , por que como indica este supuesto, los valores positivos de μ_i se cancelan con los valores negativos de μ_i y de esta forma, prácticamente se anula el efecto de su media sobre la variable dependiente Y .



En el gráfico 3.1 podemos entender geométricamente este supuesto, “en este gráfico se muestran algunos valores de la variable X y las poblaciones Y asociadas con cada uno de ellos. Puede observarse que cada población Y correspondiente a un X dado está distribuida alrededor de su media con algunos valores de Y por encima y por debajo de ésta. Las distancias por encima y por debajo de los valores medios no son otra cosa que los μ_i , y lo

que requiere es que el promedio o el valor medio de estas desviaciones correspondientes a cualquier X dado deba ser cero” (Gujarati, :59).

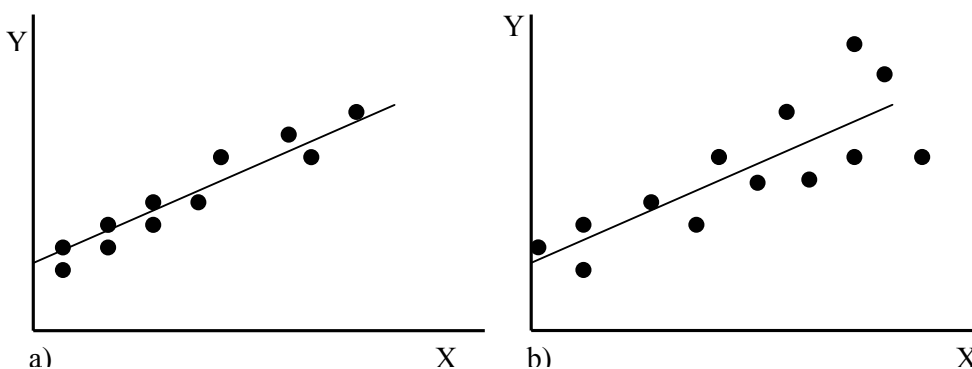
Las variables incluidas en el modelo de demanda de agua potable de este trabajo, explican casi en su totalidad a la variable dependiente, por lo que se espera que el término μ_i quede anulado por los efectos positivos y negativos de sus valores, de tal manera que las variables no incluidas no afecten el resultado del modelo.

b. El término de error tiene una varianza constante para todas las observaciones: Lo cual nos indica la existencia de homocedasticidad³; es decir las varianzas condicionales de μ_i son las mismas para todas las observaciones:

$$\text{var}(\mu_i / X_i) = \delta^2$$

La inexistencia del subíndice i en δ^2 nos indicaría que la varianza de la población es constante. Por lo tanto, la varianza condicional de la población Y es la misma con cada X .

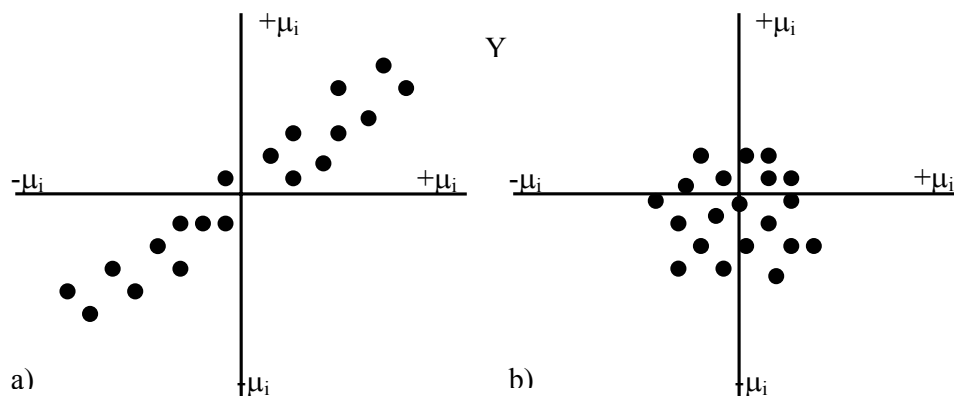
En el modelo de demanda de agua potable, podríamos comprobar la existencia o no de heterocedasticidad con este ejemplo: siendo Y la demanda de agua y X el nivel de renta de la población:



³ Homocedasticidad significa “igual dispersión”. GUJARATI, Damodar

En a), podemos ver, que a medida que incrementa el nivel de renta de la población, también aumenta el nivel de demanda, y la varianza del error permanece constante por lo tanto hay homocedasticidad, y en b) la varianza del error se incrementa conforme aumenta el valor de X , lo que nos indica que las familias más ricas demandan más que las más pobres, pero que también muestran mayor variabilidad en su demanda. Esta es una clara muestra de existencia de heterocedasticidad, y esto es justamente lo que hay que evitar en el modelo final de esta tesis.

c. No existe correlación serial entre las perturbaciones: Las variables aleatorias μ_i son estadísticamente independientes para todas las $i \neq j$, es decir μ_i y μ_j no están correlacionadas. Este es un supuesto importante para las regresiones de series de tiempo como para las de corte transversal.



En el gráfico a) podemos claramente observar la existencia de correlación serial, es decir aquí las desviaciones siguen patrones sistemáticos o continuos, pero en b) las perturbaciones no tienen correlación pues no siguen ningún tipo de patrón sistemático.

En síntesis este supuesto nos indica, que el término de error μ es independiente de las X_s , este no se correlaciona con cada una de ellas $(X_i, X_j, \dots, X_n)$.

d. El término de error sigue una distribución normal: El modelo clásico de regresión lineal normal supone que cada μ_i está normalmente distribuido.

GUJARATI, Damodar nos indica que: “Para dos variables normalmente distribuidas, una covarianza o correlación cero significa independencia entre las dos variables” lo que nos indica que si se cumple este supuesto de normalidad, μ_i y μ_j al tener una correlación cero también están independientemente distribuidas.

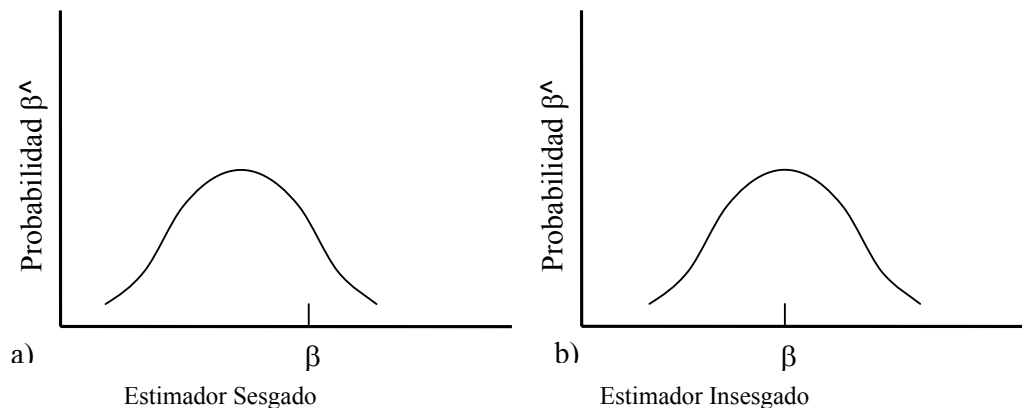
Este supuesto se probará en cada uno de los modelos desarrollados en esta tesis, después de haber probado también la inexistencia de multicolinealidad, heteroscedasticidad y autocorrelación. Posteriormente explicaremos como se realizan cada una de estas pruebas y como podemos corregirlas.

3.2 Propiedades de los estimadores

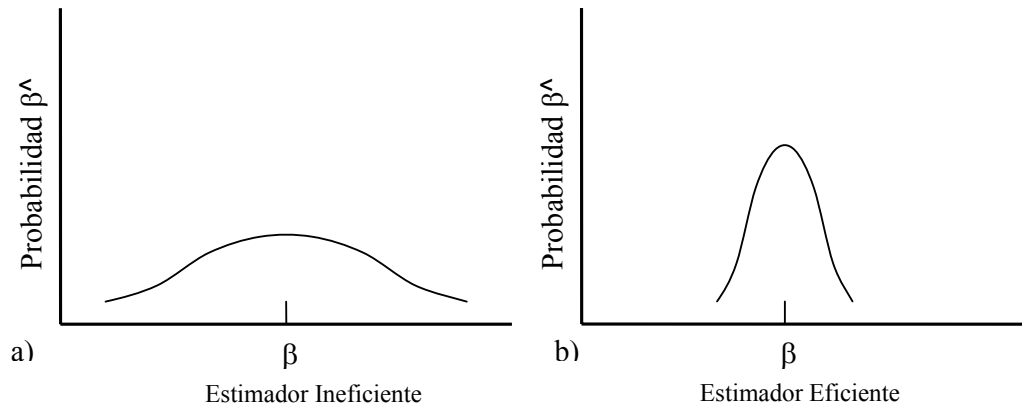
Al momento de realizar inferencias estadísticas, existen cuatro propiedades deseables de los estimadores, las cuales debemos buscar al momento de elegir un estimador. Bajo el supuesto de normalidad, los estimadores de Mínimos Cuadrados Ordinarios tienen las características deseables necesarias para lograr las mejores estimaciones. Pues esto nos indica el teorema de Gauss-Markov “Los estimadores $\hat{\alpha}$ y $\hat{\beta}$ son los mejores (más eficientes) estimadores lineales insesgados de α y β en el sentido de que tienen la varianza mínima de todos los estimadores lineales insesgados” (Pindyck, 1998: 64). Las propiedades deseables de los estimadores son:

Ausencia de Sesgo: La ausencia de sesgo es la primera propiedad anhelada de un estimador, pues nos dice que la distribución del estimador debe tener al parámetro como su

valor medio. Es decir, la media de la distribución de probabilidad de $\hat{\beta}$ es igual a verdadero valor de β , por lo tanto $E(\hat{\beta}) = \beta$. En el gráfico podemos ver claramente un ejemplo de un estimador sesgado (a) e insesgado (b).

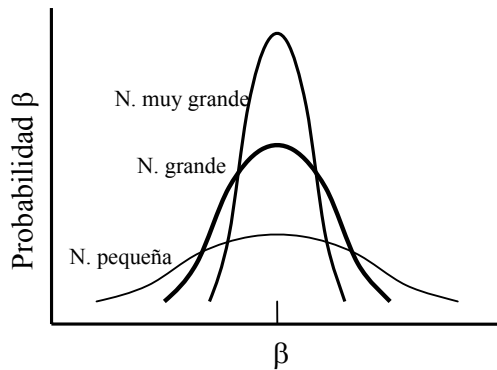


Eficiencia: Esta propiedad nos dice que la varianza de $\hat{\beta}$ es menor que la de cualquier otro estimador, es decir el intervalo de confianza es más pequeño y por lo tanto las afirmaciones estadísticas son más fuertes. Esta es una característica muy importante de los estimadores, ya que en combinación con la primera propiedad (ausencia de sesgo) podríamos decir que el estimador es insesgado con varianza mínima, y; por lo tanto se puede afirmar con total confianza que el valor estimado corresponde al valor verdadero, porque este es un estimador insesgado y eficiente.



Error cuadrático medio mínimo: Esta propiedad hace referencia a la manera de elegir entre un estimador insesgado y un eficiente; PINDYCK, Robert nos indica que en determinado momento nos podemos encontrar que un estimador de varianza muy baja y pequeño sesgo y que este puede ser más deseable que otro totalmente insesgado pero con una varianza muy alta, el criterio que el propone es el de minimizar el error cuadrático medio y lo define como: Error cuadrático medio ($\hat{\beta}$) = $E(\hat{\beta} - \beta)^2$ “Por lo tanto, el criterio de minimizar el error cuadrático medio toma en cuenta la viaranza y el cuadrado del sesgo del estimador. Cuando $\hat{\beta}$ es insesgado, el error cuadrático medio y la varianza de $\hat{\beta}$ son iguales” (Pindyck, 1992:32).

Consistencia: Esta característica deseable de los estimadores, nos dice que estos se acercan cada vez más al verdadero valor de β conforme se incrementa el tamaño de la muestra. PINDYCK, Robert nos dice que los econométristas se preocupan más de esta propiedad que de la ausencia de sesgo, pues un estimador sesgado pero consistente aunque en promedio no sea igual al parámetro verdadero, se aproximará a este cuando la muestra se hace más grande.



3.3 Uso de pruebas “t” y “F” para hipótesis que involucran más de un parámetro

Distribución “t”: Frecuentemente se utiliza la distribución t para probar si la media de cualquier variable es igual a un número dado, con la distribución t se puede realizar esta prueba sin la necesidad de conocer la varianza de la variable aleatoria si no simplemente podemos utilizar un valor estimado. PINDYCK, Robert nos dice que “la distribución t es simétrica, y se aproxima a la normal para tamaños de muestra grandes, pero la t tiene colas más gruesas que la normal, una ocurrencia que es pronunciada en especial para tamaños de muestras de aproximadamente 30 o menos”.

Prueba “t”: En esta investigación se utilizará la prueba t con cierto nivel de confianza, previamente a la interpretación de los resultados, para probar la significancia estadística de los parámetros estimados. “Los estimadores de los coeficientes son variables aleatorias en el muestreo que permiten la construcción de estadísticos que se utilizarán para verificar hipótesis sobre los verdaderos valores de los parámetros” (Mochon, 1997: 70).

Para probar si un estimador es representativo del verdadero valor de la variable, nos planteamos las siguientes hipótesis:

Ho: $\beta_1 = 0$

H₁: $\beta_1 \neq 0$

Posteriormente calculamos el estadístico t, el cual nos ayuda a verificar la hipótesis anteriormente planteada, es decir verificar que la variable X_i no es explicativa, ya que si se acepta la hipótesis nula quiere decir que el parámetro puede ser cero con la probabilidad elegida (en esta investigación 95%).

$$\text{Estadístico t: } t_{n-2} = \frac{\hat{\beta}_i - \beta_0}{s_{\hat{\beta}}}$$

El estadístico t va a ser comparado con un valor crítico encontrado en la tabla de distribución t, este valor teórico de la tabla t constituye el punto de delimitación de las regiones a partir de las que se rechaza la hipótesis nula. De la misma manera se puede construir intervalos de confianza:

$$\hat{\beta}_i \pm t_{p/2} s_{\hat{\beta}_i}$$

$t_{p/2}$ = Valor de la distribución teórica con una probabilidad p y n-k gl.

Este intervalo nos indica que con un nivel de confianza dado, el verdadero valor del parámetro se encontrará dentro del mismo.

La prueba t es de mucha importancia en el desarrollo de este trabajo, ya que nos ayuda a verificar la importancia de cada una de las variables independientes incluidas en el modelo.

Al rechazar la hipótesis nula sabremos automáticamente que esta variable independiente si es significativa por lo tanto tiene efectos importantes sobre la variable dependiente, en este caso demanda de agua potable y no tendríamos motivos para eliminarla del modelo comprobando así la teoría económica en la que se basa este estudio. Así como también podríamos encontrar con esta prueba, motivos suficientes para creer que alguna de las variables no es significativa, que $\hat{\beta}$ no es un coeficiente significativamente diferente que

cero y por lo tanto que X no tiene efecto sobre la variable dependiente, razón por la que nos veríamos obligados a eliminarla del modelo, si ninguna medida remedial corrige este problema.

Distribución F:

Prueba F: Esta prueba es utilizada para comprobar la significación conjunta del modelo o bondad del ajuste; mediante el estadístico F verificamos que todas las variables independientes son explicativas del modelo, y por lo tanto si deben estar incluidas en el mismo.

Después de haber analizado independientemente cada variable del modelo, es necesario verificar la influencia conjunta de todas las variables explicativas sobre la variable independiente en este caso sobre la demanda de agua potable de la categoría residencial del cantón Cuenca.

PINDYCK, Robert nos indica, que los residuales de la regresión nos dan una buena medida del ajuste entre la línea de regresión estimada y los datos “Una buena ecuación de regresión es aquella que ayuda a explicar una proporción grande de la varianza de Y ” (Pindyck, 1998: 73), es decir mientras más cerca estén los datos de la línea de regresión, por lo tanto más pequeños sean los residuos, mayor va a ser la variación de Y explicada por el modelo.

Coefficiente de determinación: el coeficiente de determinación R^2 indica en que porcentaje la variable dependiente Y es explicada por la variable independiente X . Y en un modelo de regresión múltiple como son el segundo y tercer modelo de esta tesis, el R^2 nos

indica la proporción de la variación en Y que está explicada por la ecuación de regresión múltiple.

$$Variación(Y) = \sum (Y_i - \bar{Y})^2$$

Dividiendo este resultado en dos partes tenemos:

$$\sum (Y_i - \bar{Y})^2 = \sum (\hat{Y}_i - \bar{Y})^2 + \sum (Y_i - \hat{Y}_i)^2$$

Donde:

$$\sum (Y_i - \bar{Y})^2 = \text{Variación total de } Y \text{ o Suma total de cuadrados TSS}$$

$$\sum (\hat{Y}_i - \bar{Y})^2 = \text{Variación residual de } Y \text{ o suma de cuadrados del error ESS}$$

$$\sum (Y_i - \hat{Y}_i)^2 = \text{Variación explicada de } Y \text{ o suma de cuadrados de la regresión RSS}$$

$$TSS = ESS + RSS$$

$$1 = \frac{ESS}{TSS} + \frac{RSS}{TSS}$$

$$R^2 = 1 - \frac{ESS}{TSS} + \frac{RSS}{TSS}$$

$$R^2 = \frac{RSS}{TSS} = 1 - \frac{ESS}{TSS}$$

R^2 varía entre 0 y 1, una R^2 de 0 nos diría que el modelo encontrado no explica la variación de la variable independiente Y , y un R^2 de 1 nos diría que todos los puntos se encuentran sobre la línea de regresión.

R^2 Ajustado ($\bar{R}^2$): El coeficiente de determinación tiene un limitante, pues al aumentar las variables independientes, aumenta el R^2 , aún cuando las variables introducidas no sean significativas para el modelo; pues en estos casos se utiliza el $\bar{R}^2$ y sobre todo cuando se

quiere comparar varios modelos ya que estos modelos pueden tener diferente número de variables. En esta investigación se probarán tres modelos diferentes, los cuales tiene dos, tres y cuatro variables respectivamente, por lo que es necesario utilizar este coeficiente ajustado.

$$\bar{R}^2 = 1 - (1 - R^2) \frac{n-1}{n-k}$$

PINDICK, Robert no indica que:

Si $K = 1$, entonces $R^2 = \bar{R}^2$.

Si K es mayor que, entonces $R^2 \geq \bar{R}^2$.

$\bar{R}^2$ puede ser negativa.

Los coeficientes de correlación ajustados nos sirven para ver que tan útil es o que efecto tiene la introducción de una nueva variable en nuestro modelo.

Coefficiente de correlación: El coeficiente de correlación R nos indica la relación existente entre dos o más variables, pero no muestra causalidad ni dependencia.

$$R = \sqrt{R^2}$$

Con la especificación de estos coeficientes, podemos regresar a la prueba F pues ésta se va a realizar con la relación entre la varianza explicada y la no explicada. Ésta prueba será de gran ayuda para analizar la significancia de cada uno de los modelos de esta tesis, pues la prueba F nos indicará hasta que punto las variaciones de la demanda de agua potable vienen recogidas por el modelo.

El primer paso para realizar la prueba F es plantearnos las siguientes hipótesis

$$H_0: \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_n = 0$$

$$H_1: \beta_1 \neq \beta_2 \neq \dots \neq \beta_n \neq 0$$

La primera hipótesis nos indica que los parámetros de la regresión son todos iguales a cero y por ende el R^2 no es significativamente diferente de cero. Lo que buscamos para probar la significación global de la regresión es rechazar esta hipótesis nula.

Sabiendo que esta prueba sigue una distribución F con $k-1$ y $n-k$ grados de libertad, donde n es el número de observaciones y k el número de parámetros estimados, podemos calcular el valor F :

$$F_{k-1, n-k} = \frac{R^2}{1-R^2} \frac{n-k}{k-1}$$
$$F_{k-1, n-k} = \frac{R^2 / (k-1)}{(1-R^2) / (n-k)}$$

Los subíndices de F describen el número de grados de libertad en el numerador y denominador respectivamente.

Luego de calcular el valor F podemos ir a las tablas de esta distribución, buscar el valor crítico al nivel de significancia y grados de libertad especificados, y compararlo con este valor F . Si el valor F calculado, es mayor que el valor crítico de las tablas entonces podemos rechazar la hipótesis nula. Hay que recordar que valores altos del F calculado se relaciona con una relación lineal fuerte en el modelo.

3.4 La multicolinealidad: Luego de planteados los supuestos básicos del modelo clásico de regresión lineal normal, se debe comprobar que estos se cumplan en los modelos encontrados, pues los supuestos, describen una situación ideal en la que se encuentra el

analista al momento de desarrollar un modelo, pero esto no es nada común en la vida real sobre todo cuando tratamos con datos económicos, los cuales generalmente tiene ciertas particularidades especiales. Por lo tanto debemos estar concientes que nos podemos encontrar frente a una situación de deficiencia en los datos encontrados; por lo que es necesario hacer todas las pruebas y ajustes que nos lleven al cumplimiento de estos supuestos.

3.4.1 Naturaleza y consecuencias de la multicolinealidad:

La multicolinealidad, se refiere a una fuerte interrelación entre las variables explicativas, lo cual interfiere entre la relación independiente de cada variable explicativa sobre la variable dependiente y hace imposible aislar el efecto individual de cada una de las variables sobre la variable dependiente. Esto es justamente lo que nos plantea el tercer supuesto del modelo clásico de regresión lineal mencionado anteriormente, pues nos dice que no debe existir una relación lineal directa entre las variables independientes, es decir que no debe existir una colinealidad perfecta entre dichas variables. Una colinealidad perfecta no es difícil de detectar y son muy pocos estos casos, por esto, lo que nosotros debemos buscar es un alto grado de correlación entre las variables independientes (multicolinealidad).

Por lo tanto, en este estudio vamos a probar, que no exista una fuerte relación entre las variables explicativas: precio, consumo del periodo anterior y estacionalidad, para que así no sea difícil discernir entre los efectos que tienen estas variables de forma individual sobre la variable independiente: demanda de agua potable. Y si encontramos la existencia de cierto grado de multicolinealidad se debe buscar rápidamente una solución.

No se puede hablar de efectos exactos de la multicolinealidad, estos dependen del grado de interrelación de las variables independientes; así como también de la importancia de estas sobre la variable dependiente. Un pequeño grado de correlación no constituiría un problema para el modelo, pero si este es mayor los efectos sobre la estimación pueden ser importantes, por esto es que decimos que la multicolinealidad es un asunto de intensidad.

MOCHÓN, Francisco nos indica cuales son las consecuencias de la existencia de un alto grado de colinealidad entre las variables:

- “Es prácticamente imposible separar los efectos o influencias relativas de las diferentes variables sujetas a un fuerte grado de correlación lineal, por lo que las estimaciones concretas pueden contener errores muy fuertes al absorber unos parámetros la influencia de las otras variables con las que están correlacionadas.
- Los errores estándar de los coeficientes estimados pueden ser muy grandes, llevando a aceptar hipótesis nulas indebidamente y despreciar ciertas variables como explicativas cuando sí lo son. Es decir los test de significatividad individual y conjunta de los coeficientes del modelo pueden establecer conclusiones contradictorias.
- Por el hecho de incrementar la muestra en unas pocas observaciones, los coeficientes pueden variar sensiblemente si las nuevas observaciones son informativas en el sentido de romper el patrón de multicolinealidad existente entre las variables” (Mochon, 1997:115).

No es importante la existencia de multicolinealidad si el modelo es de carácter predictivo y no descriptivo, ya que si se recoge el efecto conjunto de todas las variables explicativas, esto, siempre y cuando la estructura de las variables siga siendo la misma que la del modelo estimado.

En nuestros modelos si es importante detectar la presencia de multicolinealidad, por cuanto el modelo puede utilizarse tanto para describir como para predecir.

3.4.2 Detección y medidas remediales:

Para detectar la existencia de multicolinealidad entre las variables incluidas en el modelo podemos verificar algunas características del mismo, que nos permitirán darnos cuenta de la existencia de este problema:

1. Si al realizar la prueba F de bondad del ajuste concluimos que el modelo es altamente significativo, y al mismo tiempo el estadístico t me indica que alguno o ninguno de los parámetros estimados son significativos. En resumen existencia de un R^2 elevado y pocas razones t significativas.
2. Si los coeficientes de determinación de un par de variables explicativas, son superiores al coeficiente de determinación del modelo. Con respecto a esta característica, PINDYCK, Robert nos dice que hay que tener cuidado al basarse en situación para determinar la existencia de multicolinealidad, ya que es posible que existan correlaciones altas entre pares de variables sobre todo en las que implican series de tiempo, pero los datos le permitirán separar los efectos de las variables explicativas individuales sobre la variable dependiente. Y además este método no nos permite detectar multicolinealidad cuando hay tres o cuatro variables interrelacionadas entre si.
3. Otra característica que nos da sospechas de la existencia de multicolinealidad es cuando tenemos signos cambiados, es decir cuando en el modelo no se cumplen los signos que esperamos según la teoría económica.

En el caso de colinealidad perfecta, la detección es muy sencilla debido a que no se podrán estimar los parámetros del modelo, incluso algunos paquetes estadísticos ya nos indican la presencia de combinación lineal perfecta entre variables.

Si confirmamos la existencia de multicolinealidad en cualquiera de los modelos de esta tesis, es necesario que tomemos alguna medida remedial, a continuación se exponen algunas medidas que pueden ser útiles para la corrección de este problema.

1. Eliminar variables: en los modelos econométricos generalmente existen variables más importantes que otras y si vemos que una de estas nos está causando un problema de multicolinealidad podemos tratar de excluirla del modelo y estimar los demás parámetros.
2. Utilizar información a priori: si se cuenta con cierta información extra sobre relación entre dos o más variables explicativas, podemos evitar los efectos de la multicolinealidad si incluimos dicha información en el planteamiento del modelo.
Ej. Si sabemos que la facturación es el 0.5% del ingreso de las familias debemos incluir esta información en el modelo de la siguiente manera:
$$Y_i = \beta_1 + \beta_2 X_2 + 0.005 \beta_3 X_3.$$
3. Transformación de Variables: Este mecanismo debe ser bien utilizado, en el sentido de que hay que tener en cuenta la teoría económica y no simplemente transformar los datos como un juego matemático para evitar la multicolinealidad. Se pueden realizar varios tipos de transformaciones, tales como: trabajar con tasas de crecimiento, expresar las variables en proporciones, utilizar logaritmos, etc.
4. Aumentar el tamaño de la muestra: la multicolinealidad es una característica de la muestra, por lo que esta medida puede ser de gran ayuda para remediarla, con tan

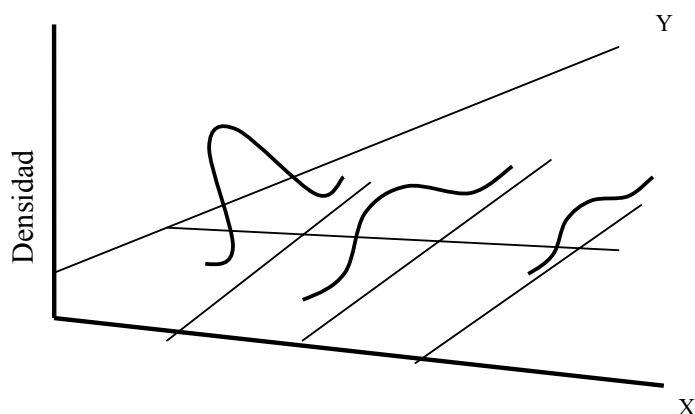
solo utilizar una muestra más grande que contenga las mismas variables puede que se encuentre un menor grado de colinealidad. Esta es una solución muy recomendable, pero muchas veces no es factible por la poca disponibilidad de datos.

5. Utilizar componentes principales: este método consiste en resumir toda la información que contienen algunas variables entre las que existe un alto grado de correlación, en un número menor de componentes.

3.5 La heteroscedasticidad: Como dijimos anteriormente, una vez encontrado un modelo es necesario realizar todas las pruebas respectivas para asegurarnos que cumpla con los supuestos planteados del modelo clásico de regresión lineal normal pero como sabemos es muy probable que un modelo no cumpla con estos los supuestos, y en estos casos sabremos que los estimadores obtenidos mediante el método de MCO dejan de tener las propiedades deseables antes mencionadas. Es entonces cuando nos obligamos a utilizar ciertos métodos para corregir estos problemas y lograr que nuestros estimadores cumplan con dichas propiedades deseables.

3.5.1 Naturaleza y consecuencias de la heteroscedasticidad: La heteroscedasticidad nos indica el incumplimiento supuesto del modelo clásico de regresión lineal normal, que nos dice que “el término de error tiene una varianza constante para todas las observaciones” es decir se viola el supuesto de homoscedasticidad, homo = igual, cedasticidad = dispersión, por lo que la varianza de las perturbaciones deja de ser constante y depende de la variable independiente. Al incumplirse este supuesto las estimaciones dejan de gozar de las propiedades de MCO de eficiencia.

Gráficamente podríamos representar la heteroscedasticidad de la siguiente manera:



Como vemos en este gráfico, la varianza condicional de Y aumenta cuando X cambia de valor. Podemos ver claramente la dependencia de la varianza con la variable independiente X , esta función o dependencia puede ser creciente o decreciente.

El problema de heteroscedasticidad, puede presentarse cuando se trabaja con información tanto de corte transversal como de series temporales por lo tanto también cuando se utilizan datos de panel (temporal y transversal). Pero es más común cuando se tienen datos de corte transversal y se trabaja con observaciones de una población en un momento dado de tiempo, ya que esta información presenta unidades heterogéneas es decir las observaciones pueden ser de diferentes tamaños o niveles, a diferencia de las series temporales donde sus variables suelen tener magnitudes similares.

Son diversas las razones para la existencia de heteroscedasticidad pero principalmente pueden ser:

- El tipo de datos que se está utilizando en el ajuste de los modelos de regresión.

- La inexistencia de buenas técnicas de recolección de información, cuando mejoran las técnicas es posible que la varianza se reduzca.
- La presencia de factores atípicos, es decir una observación con un valor demasiado grande o pequeño en relación al resto de observaciones de la muestra.
- Modelos que no están correctamente especificados, por ejemplo la omisión de variables relevantes para el mismo.
- Modelos que incluyen variables como el ingreso, “a niveles mayores de ingreso se tienen más posibilidades de selección con respecto a la forma de disponer su ingreso” (Gujarati, :351), y en este caso la varianza aumenta conjuntamente con el ingreso.

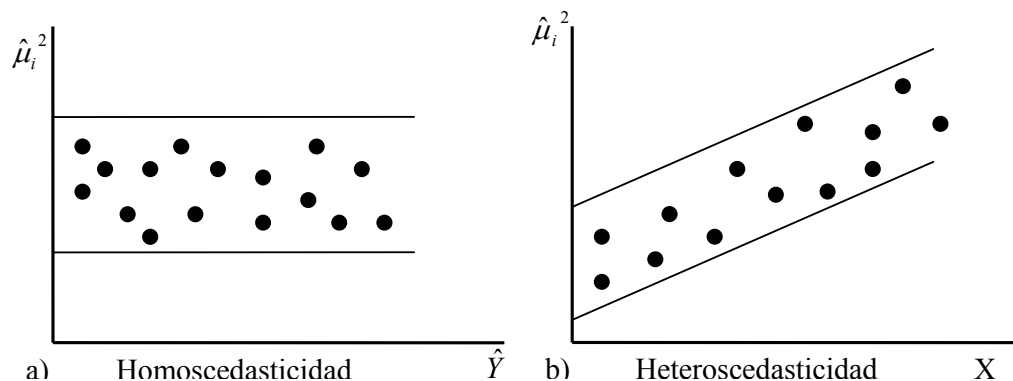
MOCHON, Francisco nos indica las consecuencias más relevantes de la presencia de heteroscedasticidad:

- Los estimadores no son eficientes es decir su varianza no es mínima, y por lo tanto la precisión de los coeficientes de regresión será menor.
- No hay estimaciones correctas de los errores estándar de los coeficientes de regresión, ya que se han calculado bajo el supuesto de que las varianzas son constantes.
- Las predicciones no son eficientes, cuando existe heteroscedasticidad los intervalos son demasiado amplios y las pruebas F y t pueden dar resultados imprecisos.

3.5.2 Detección y medidas remediales: Para detectar la existencia o no de heteroscedasticidad existen algunos métodos que explicaremos a continuación, en estos

interviene el análisis de los residuos $\hat{\mu}_i$ de MCO puesto a que no contamos con las perturbaciones μ_i .

Método Gráfico: Este es un método bastante sencillo, en el cual vamos a utilizar los $\hat{\mu}_i$ como una aproximación de los μ_i , esperando que estos sean una buena estimación. Lo que vamos a probar inicialmente es: Si el valor medio estimado de Y está relacionado sistemáticamente con el residual al cuadrado, entonces procedemos a graficar los $\hat{\mu}_i^2$ frente a los $\hat{Y}_i$ y vemos que tipo de relación guardan los cuadrados de los residuos con la variable independiente Y, si ésta es una relación sistemática podemos asumir la existencia de heteroscedasticidad. Luego realizamos el mismo procedimiento pero esta vez utilizamos una de las variables explicativas para así ver si existe una relación sistemática entre ésta y los residuos elevados al cuadrado.



Método de Golfeld y Quandt: Luego de haber analizado los residuos gráficamente, cualquiera que haya sido la respuesta, es necesario realizar este test para verificar el resultado obtenido en dicho análisis. MOCHON, Francisco nos indica los pasos a seguir:

1. Se ordenan los datos de acuerdo a la variable independiente que creemos nos está generando el problema.
2. Se divide en tres grupos de tal manera que el primero y el tercero tengan el mismo número de observaciones y el segundo sea igual al un quinto del total de observaciones.
3. Realizamos una ecuación de regresión para el primero y tercer grupo, y calculamos la suma de cuadrados de los residuos ESS para cada grupo.
4. Calculamos el cociente entre la suma de los cuadrados de los residuos encontrados y obtenemos:

$$R = \frac{ESS_3}{ESS_1}$$

Este cociente se distribuye con una $F = \frac{(n-c)-(2k)}{2}$ grados de libertad tanto en el numerador como en el denominador, donde n es el tamaño de la muestra, c el número de observaciones del segundo grupo y k el número de parámetros a estimar. A continuación nos planteamos las siguientes hipótesis:

Ho: No existe heteroscedasticidad

H1: Si existe heteroscedasticidad

Rechazamos la hipótesis nula si R es mayor que el valor crítico del estadístico F obtenido en las tablas de distribución.

Otra prueba útil para detectar la existencia de heteroscedasticidad es el test de Glejser, una vez que exista la sospecha de inexistencia de varianza constante en una de las variables explicativas, procedemos a correr una regresión con los residuos como variable

dependiente y la variable causal como independiente, realizamos las respectivas pruebas t de los parámetros y si estos son significativos podemos afirmar la existencia de heteroscedasticidad.

“La presencia de heteroscedasticidad nunca ha sido razón para descartar un buen modelo. Sin embargo, esto no significa que ella deba ser ignorada” (Gujarati, : 349)

Como nos dice Gujarati no debemos ignorar la presencia de heteroscedasticidad, por lo que a continuación se presentan algunas de las medidas remediales más útiles ante la presencia de este problema econométrico que nos ayudarán a transformar el modelo de tal manera que se corrija el término de perturbación y se conserven las propiedades deseables:

- Si se cree que la varianza de μ_i es proporcional al cuadrado de una de las variables explicativas X_i . Lo que hacemos para transformar el modelo es dividir toda la ecuación de regresión para X_i y volver a correr la regresión.
- Si la varianza del error es proporcional a X_i , el modelo original puede ser transformado dividiendo la ecuación de regresión para la raíz cuadrada de X_i y corriendo nuevamente la regresión.
- Si la varianza del error es función de un conjunto de variables, entonces lo que debemos hacer para transformar el modelo es dividirlo para la raíz cuadrada de dicho conjunto de variables.
- Se puede también transformar el modelo utilizando una transformación log la cual comprime las escalas en las cuales están medidas las variables reduciendo significativamente la diferencia entre dos valores. Hay que tener en cuenta que no se puede utilizar esta transformación si alguno de los valores de Y o X son cero o negativos.

3.6 La autocorrelación: Decimos que existe autocorrelación en la perturbación, cuando el término de error de un período está directamente correlacionado con el del período siguiente. MOCHON, Francisco nos indica que si existe autocorrelación entre las perturbaciones, su covarianza para $i \neq j$ es diferente de cero. La correlación serial o autocorrelación es más común cuando se trabaja con datos de series temporales. La existencia de autocorrelación indica el incumplimiento de uno de los supuestos básicos del modelo clásico de regresión lineal normal.

3.6.1 Naturaleza y consecuencias de la autocorrelación: Como ya dijimos anteriormente la autocorrelación es la correlación existente entre el término de error de un período con el del período anterior, pero el modelo clásico de regresión lineal normal nos indica que el término de error relacionado con una observación no debe estar influenciado por el término de error relacionado con otra observación. En este trabajo por ejemplo podríamos ver la existencia de autocorrelación si el incremento del nivel de renta de una familia además de tener un efecto sobre la demanda de agua potable de dicha familia, incide sobre la demanda de otra familia.

La propia naturaleza del término de error, el cual recoge todas las variables que no están incluidas en el modelo por no ser individualmente significativas, pero que guardan una estrecha relación a través del tiempo es una de las principales causas de la existencia de autocorrelación en un modelo. Otra de las razones a la que podemos culpar por la aparición de correlación serial en el término de perturbación es una mala especificación del modelo, omisión de variables ya que generalmente al iniciar un modelo hay ciertas variables que decidimos omitir por que en un principio pueden parecer no relevantes, pero cuando nos

encontramos en una situación como esta, de autocorrelación, la inclusión de cierta variable generalmente elimina dicho problema, otro error de especificación son las malas formas funcionales. Y finalmente podemos pensar que existe autocorrelación por razones generales características de la mayoría de las series de tiempo las cuales presentan inercia, como por ejemplo el crecimiento de la economía en el tiempo, movimientos cíclicos, etc.

En el caso de los modelos de esta tesis, existe una variable rezagada, debido a que pensamos que la demanda de agua del período actual depende de la facturación de dos períodos anteriores, en estos casos, el término de error resultante reflejará un patrón sistemático debido a la influencia de la facturación rezagada sobre la demanda actual.

Las consecuencias de utilizar un modelo con presencia de autocorrelación entre las perturbaciones, es decir suponiendo erróneamente que se cumple con las características básicas del modelo clásico de regresión lineal normal son:

- Los estimadores obtenidos mediante MCO aunque cumplan con el supuesto de ausencia de sesgo, son ineficientes.
- Probable que la varianza residual $\sigma^2 / \sum \hat{\mu}_i^2 / (n - 2)$ subestime la verdadera σ^2 .
- Como resultado, es probable que se sobreestime el R^2 .
- Los errores estándar de los estimadores son subestimados y los test de significancia t y F son incorrectos, si se aplican pueden conducir a conclusiones erróneas.
- Las predicciones serán ineficientes debido a que se subestiman las varianzas de los residuos.

3.6.2 Detección y medidas remediales: Para detectar la presencia de autocorrelación podemos utilizar el test de Durbin-Watson:

$$d = \frac{\sum_{i=2}^n (\hat{u}_i - \hat{u}_{i-1})^2}{\sum_{i=1}^n \hat{u}_i^2}$$

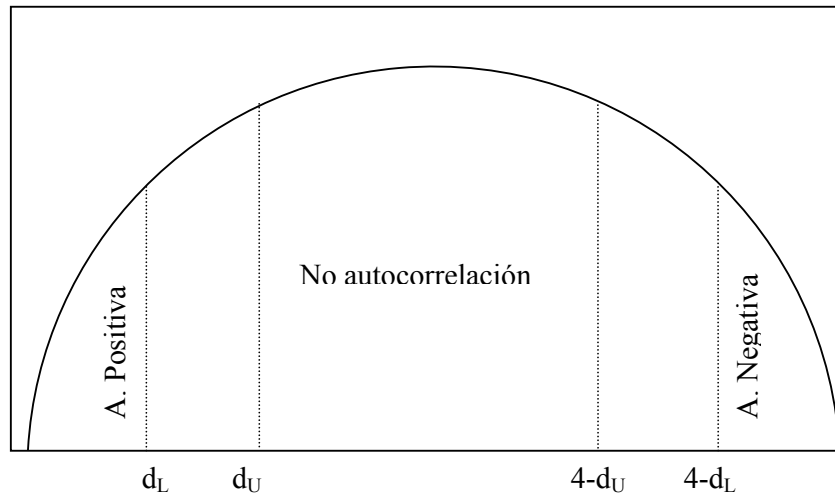
El cual plantea las siguientes hipótesis:

H₀: No hay autocorrelación

H₁: Existe autocorrelación positiva $d < 2$

H₁: Existe autocorrelación negativa $d > 2$

El valor del estadístico d obtenido, debe compararse con los datos que nos arroja la tabla del estadístico Durbin-Watson, para n = número de observaciones de la muestra y k = número de variables explicativas. Entonces obtendremos los valores de d_L y d_U .



Si el valor de d estimado es menor de d_L , rechazamos la H_0 concluyendo que los residuos están correlacionados positivamente.

Si el valor de d estimado es mayor a $4-d_L$, rechazamos también la H_0 asegurando que los residuos tienen una correlación negativa.

Si d estimado se encuentra entre d_U y $4-d_U$ aceptamos la H_0 concluyendo que no existe autocorrelación entre los residuos.

Pero si el valor de d se encuentra entre las zonas de d_L y d_U o $4-d_U$ y $4-d_L$ el resultado es indeterminado

Para muestras grandes, el estadístico d equivale a:

$$d = 2 - 2\hat{\rho}$$

Donde

$$\hat{\rho} = \frac{\sum \hat{\mu}_t \hat{\mu}_{t-1}}{\sum \hat{\mu}_t^2}$$

Si $\rho = 0$ no existe autocorrelación entre los residuos, y el estadístico d toma valores cercanos a 2, si $\rho = 1$ si existe autocorrelación positiva y el estadístico toma valores cercanos a cero, y si $\rho = -1$ existe autocorrelación negativa y el estadístico estará próximo a 4. Por lo tanto si d está muy cercano a 2 sabemos que no existe autocorrelación.

Esta prueba tiene dos limitantes importantes que son: presenta una zona de indecisión, y que para construir este estadístico es necesario suponer que las variables independientes no son estocásticas.

Otro test que podemos utilizar para detectar la existencia de autocorrelación, es el de Geary, y se realiza de la siguiente manera:

Luego de haber realizado la estimación por MCO, calculamos el número de veces que los residuos cambian de signo, a este valor lo llamamos S . Establecemos como H_0 : no existe autocorrelación. Esta hipótesis se rechaza si el valor calculado de S es menor que el valor mínimo que aparece en la tabla, al nivel α elegido y se acepta la existencia de autocorrelación positiva; se rechaza la H_0 aceptando la existencia de autocorrelación negativa si el valor de S es mayor que el máximo de las tablas. Caso contrario se acepta la hipótesis nula de no existencia de autocorrelación.

Medidas remediales de autocorrelación: Una vez detectada la existencia de autocorrelación debemos saber cual es el motivo que la causa para así poder corregirla; si percibimos, que el problema es una mala especificación del modelo, las medidas a tomar, son, la revisión de la forma funcional del modelo, o la inclusión de determinadas variables.

Si después de esto se continúa detectando la existencia de autocorrelación entre los residuos procedemos a transformar los datos originales. Lo cual lo realizamos mediante la ecuación propuesta por *Cochrane-Orcut*, siempre que se conozca el coeficiente de autocorrelación ρ .

Teniendo en cuenta un modelo de dos variables tenemos:

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 X_t + \mu_t$$

$$\mu_t = \rho \mu_{t-1} + v_t$$

Partiendo de ésta, estimamos la ecuación antes mencionada:

$$Y_t - \rho Y_{t-1} = (1 - \rho) \beta_0 + \beta_1 (X_t - \rho X_{t-1}) + v_t$$

Sabiendo que v_t cumple con todos los supuestos de MCO, podemos aplicar MCO sobre todas las variables transformadas y así obtener estimadores que tengan todas las características óptimas.

3.7 Prueba de normalidad: Una vez que hayamos desvirtuado la presencia de heteroscedasticidad, multicolinealidad y autocorrelación en el modelo, podemos realizar esta prueba y así asegurarnos de la validez del modelo.

Como ya dijimos anteriormente, los μ_s representan una variable adicional en el modelo por lo que tienen influencia sobre la variable dependiente, éstos recogen el efecto conjunto de todas las variables que no fueron incluidas al modelo pero que tienen cierto grado de influencia. Y es necesario asegurarnos que esta variable siga una distribución normal ya que eso nos indica uno de los supuestos básicos del Modelo clásico de regresión lineal normal.

Para asegurarnos que la distribución que sigue el término de error es la normal podemos basarnos en tres pruebas: 1. Prueba gráfica, 2. Prueba de bondad del ajuste Ji cuadrado χ^2 y 3. La prueba Jaque-Bera, las dos utilizan la distribución χ^2

3.7.1 Prueba Gráfica: Mediante la prueba gráfica, se comprueba que los residuos sigan una distribución normal con:

$$\text{Media: } E(\mu_i) = 0$$

$$\text{Desviación Estándar: } \sigma = 1$$

3.7.2 Prueba de bondad del ajuste Ji Cuadrado: La distribución ji cuadrada comienza en el origen, es sesgada hacia la derecha, y su cola se extiende indefinidamente hacia la

derecha, su forma depende de el número de grados de libertad, mientras mayor sea el número de grados de libertad, más se aproxima a la normalidad.

Para realizar la prueba de bondad del ajuste Ji Cuadrada, la misma que nos va a ayudar a comprobar la normalidad del modelo, nos planteamos las siguientes hipótesis:

Ho: Los residuos se encuentran distribuidos normalmente

H1: Los residuos no se encuentran distribuidos normalmente

Posteriormente calculamos el valor de χ^2 y lo comparamos con el valor χ^2 tabulado para comprobar si los residuos están distribuidos de forma normal cumpliendo así con la hipótesis nula.

$$\chi^2 = \sum \frac{(fo - fe)^2}{fe}$$

Los valores de fo y fe los obtenemos a partir de los residuos $\hat{u}_i$, primero los ordenamos y construimos rangos de los mismos, ubicando el número de observaciones en cada uno de los intervalos de esta manera encontramos la frecuencia observada fo . Luego determinamos la probabilidad de que cualquier observación caiga en cada intervalo establecido y multiplicamos el número total de observaciones por la probabilidad de cada intervalo; obteniendo así la frecuencia esperada fe .

Como dijimos anteriormente, una vez que obtenemos el χ^2 calculado lo comparamos con el χ^2 tabulado comprobando así las hipótesis.

χ^2 **Tabulado:** se obtiene en la tabla de la distribución χ^2 siempre que conozcamos el número de grados de libertad, en este caso será igual al número de clases menos uno y adicionalmente debemos restar el número de parámetros que van a ser estimados.

3.7.3 Prueba de Normalidad Jaque-Bera: Mediante esta prueba podemos determinar también si las perturbaciones se encuentran o no distribuidas de forma normal, para realizar esta prueba debemos conocer los valores de asimetría y curtosis:

$$JB = n \left[\frac{A^2}{6} + \frac{(K-3)^2}{24} \right]^{10}$$

El valor JB calculado también tiene que compararse con el χ^2 tabulado con dos grados de libertad.

3.8. Estructura de los datos económicos:

Datos de Corte transversal: Es un conjunto de observaciones recogidas en un mismo momento de tiempo pueden ser, una muestra de individuos, hogares, países, ciudades, etc., tomados en un momento determinado. En los análisis de corte transversal, se ignora la diferencia del tiempo en la recopilación de datos.

El ordenamiento de datos obtenidos mediante muestreo aleatorio no tiene importancia en el análisis econométrico; en ocasiones, los conjuntos de datos de corte transversal incluyen variables que corresponden a diferentes momentos.

Datos de Series de tiempo: Es un conjunto de observaciones de los valores que toma una o mas variables en diferentes momentos del tiempo, esta información debe ser recopilada a intervalos regulares ya sea: diaria, mensual, anual, etc. A diferencia del ordenamiento de

los datos de corte transversal, la disposición cronológica de las observaciones en una serie de tiempo proporciona información potencialmente importante.

La información de series de tiempo es muy útil para los análisis econométricos; pero presenta algunos problemas en los análisis, debido a que la mayor parte de trabajos basados en series de tiempo suponen que estas son estacionarias razón por la que no hay que dejar de lado el tema de la estacionalidad al trabajar con datos de series temporales.

Combinación de cortes transversales: Existen conjuntos de datos que tienen elementos de series de tiempo y de corte transversal. Por ejemplo tres encuestas realizadas para diferentes hogares en tres años diferentes. Con el objeto de incrementar el tamaño de la muestra, se forma una combinación de cortes transversales para los tres años. Esta combinación de corte transversal independiente, se obtiene mediante un muestreo aleatorio de una gran población en los diferentes puntos de tiempo, por lo que no sería probable que el mismo hogar apareciera en la muestra de los tres años, es decir las observaciones muestrales son independientes.

Al utilizar datos de cortes transversales, el análisis es muy parecido al de datos de corte transversal estándar; pero en los primeros se considera las diferencias seculares en el tiempo; permitiendo observar como cambia con el tiempo una relación fundamental. Por lo que este tipo de combinación de datos es óptimo para analizar los efectos de una política gubernamental, recopilando datos de los años anteriores y posteriores a los de dicha política.

Para utilizar combinaciones de datos de cortes transversales, es óptimo ordenar las observaciones cronológicamente de acuerdo a la unidad de tiempo que se a utilizado; por lo que se incrementa una variable adicional en este caso *año*.

Datos de panel o longitudinales: Estos conjuntos de datos, poseen también una dimensión de corte transversal como de series temporales, pero se diferencian en algunos aspectos de las combinaciones de datos de cortes transversales independientes debido a que para los análisis econométricos, los datos longitudinales no suponen que las observaciones se distribuyen en forma independiente en el tiempo; pues la misma unidad de corte transversal (hogar, empresa, individuo, etc) es encuestada en los diferentes puntos en el tiempo, proporcionando información muy útil sobre la dinámica del comportamiento de las unidades a través del tiempo.

WOOLDREDGE, Jeffrey M. nos indica los beneficios de utilizar datos de panel en los análisis econométricos: “tener muchas observaciones de las mismas unidades permite controlar ciertas características inobservadas de individuos, empresas, etc. Como veremos, recurrir a más de una observación facilita las inferencias causales en situaciones en las que esta inferencia de la causalidad seria muy difícil de percibir si solo se contara con un corte transversal. La segunda ventaja de los datos de paneles es que a menudo nos deja estudiar la importancia de los rezagos en el comportamiento o el resultado de tomar una decisión. Esta información puede ser significativa, puesto que es de esperar que muchas políticas económicas tengan efecto solo al paso del tiempo” (Wooldridge, 2001: 13).

Bibliografía:**Libros:**

SAMUELSON,Paúl.Economía.Madrid,McGraw-Hill,1996.

CALL,Steven.Microeconomía. México,Wadsworth, D.F.,1983.

GUJARATI,Damodar.Econometría.Tercera Edición.New York,McGraw-Hill.

PINDYCK,Robert.Econometría Modelos y Pronósticos,Cuarta Edición.México D.F.,McGraw-Hill,1998.

WOOLDRIDGE,Jeffrey M. Introducción a la Econometría Un enfoque moderno. Mexico,Thomson Learning,2001

DOMINICK,Salvatore,Econometría.Mexico,McGraw-Hill,1991.

FERRAN,Magdalena.SPSS Par Windows Programación y análisis estadístico.España, McGraw-Hill,1996.

MOCHON,Francisco.Introducción a la Econometría.Madrid,Prentice may,1997.

MARSHALL,Alfred,Principles of Economics,Ed. Aguilar, 8 edición, 1963.

CONSTITUCION POLITICA DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR.

LEY DE RÉGIMEN MUNICIPAL.

Folletos:

ESTADÍSTICAS DE CONEXIONES, PRODUCCIÓN, CONSUMO Y VALORES DE AGUA POTABLE, Informe Semestral Enero-Junio 2004 ETAPA.

ESTADÍSTICAS DE CONEXIONES, PRODUCCIÓN, CONSUMO Y VALORES DE AGUA POTABLE, Informe Semestral Julio-Diciembre 2004 ETAPA.

Revistas:

Informe de Labores 2000-2004 ETAPA

Páginas Web:

<http://www.uam.es/departamentos/economicas/econapli/pdf/introduccion-1.doc>

<http://www.parisiyparisi.cl/Cs/Cds/FINANZAS/cap7/7-1/texto7-1.htm>

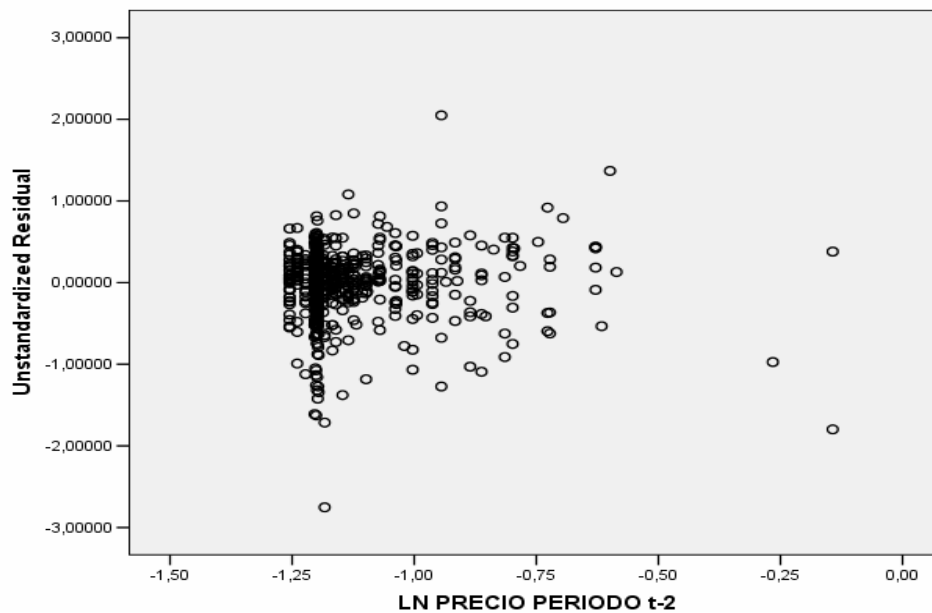
<http://www.monografias.com/trabajos/ofertaydemanda/ofertaydemanda.shtml>

<http://www.un.org/esa/sustdev/sdissues/water/WWDR-spanish-129556s.pdf>

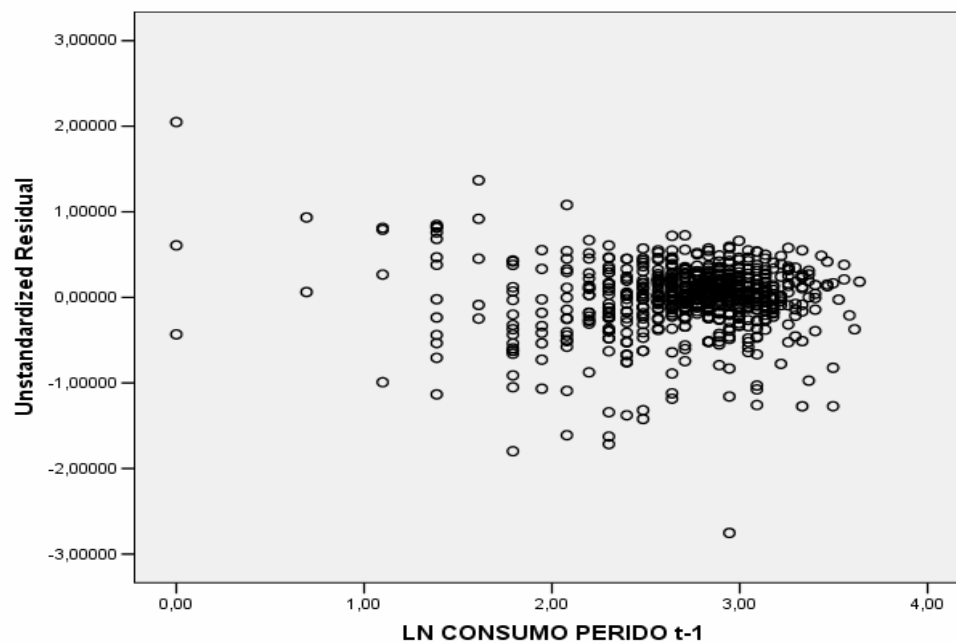
APÉNDICE N. 1

Primer Modelo

Graph

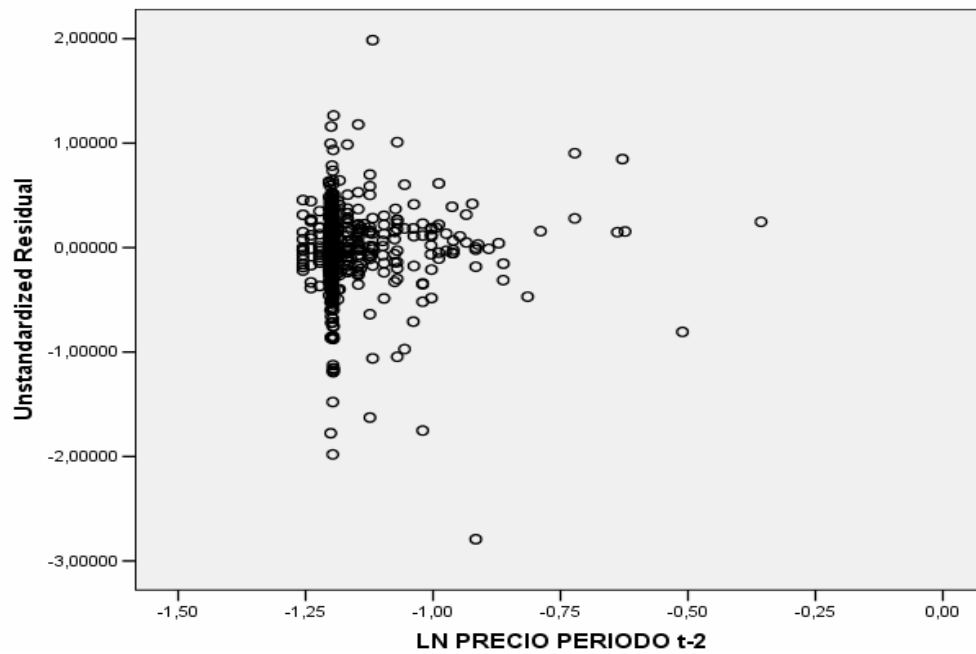


Graph

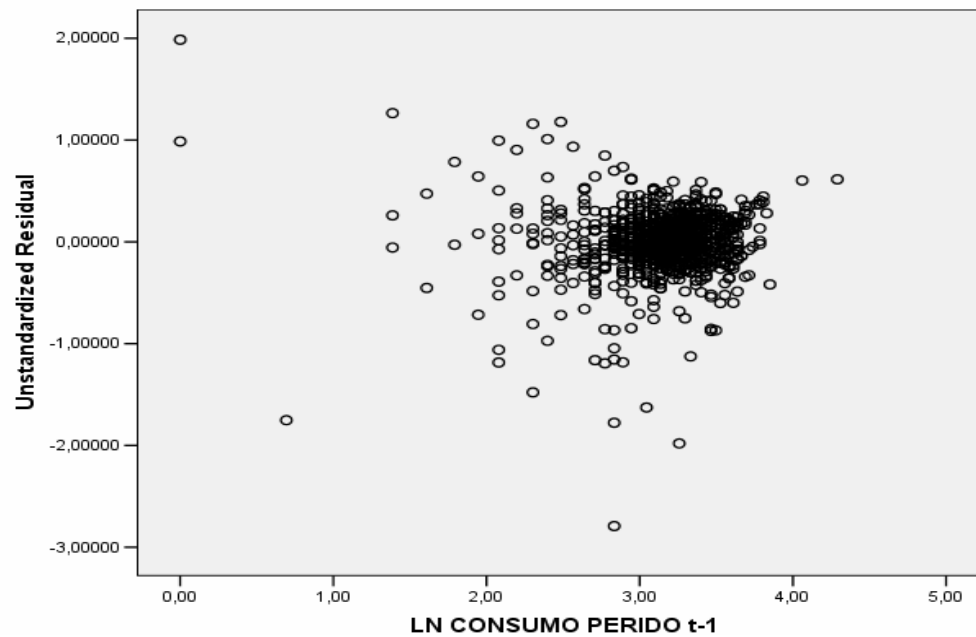


Segundo Modelo

Graph

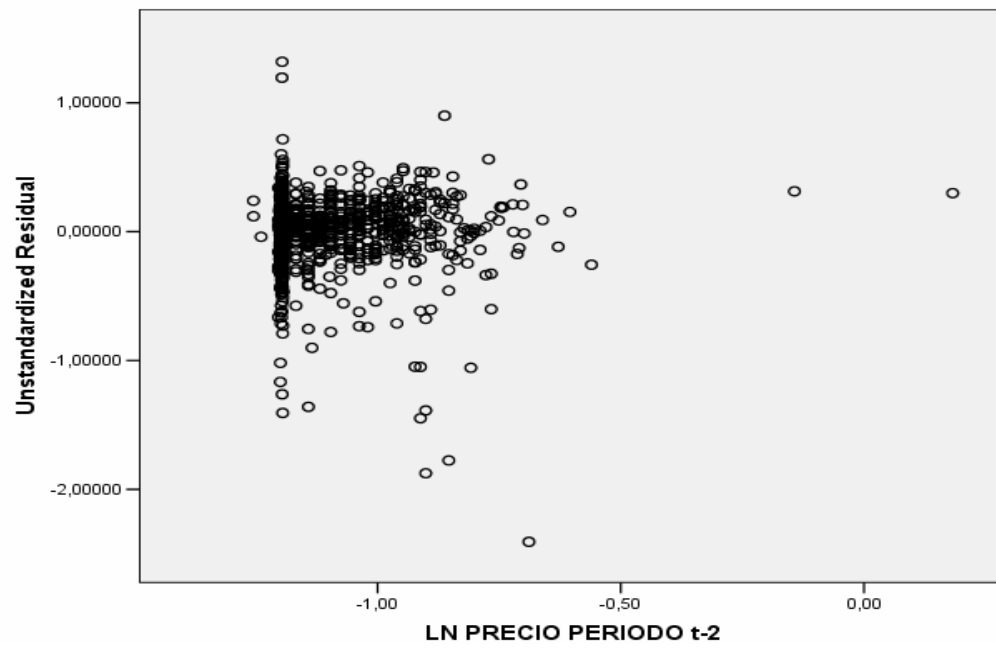


Graph

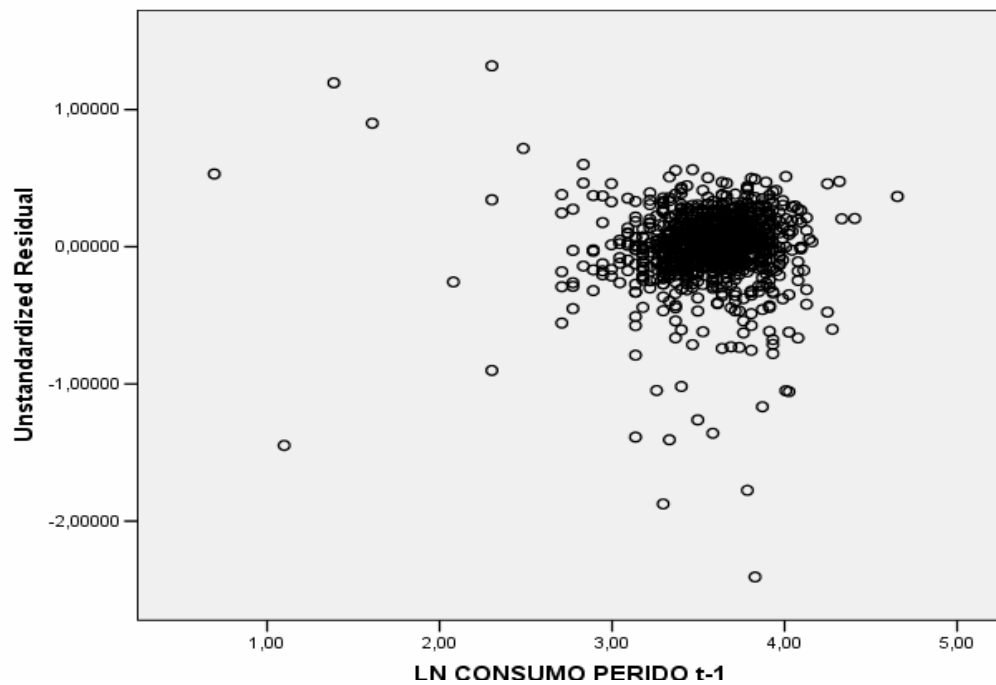


Tercer Modelo

Graph

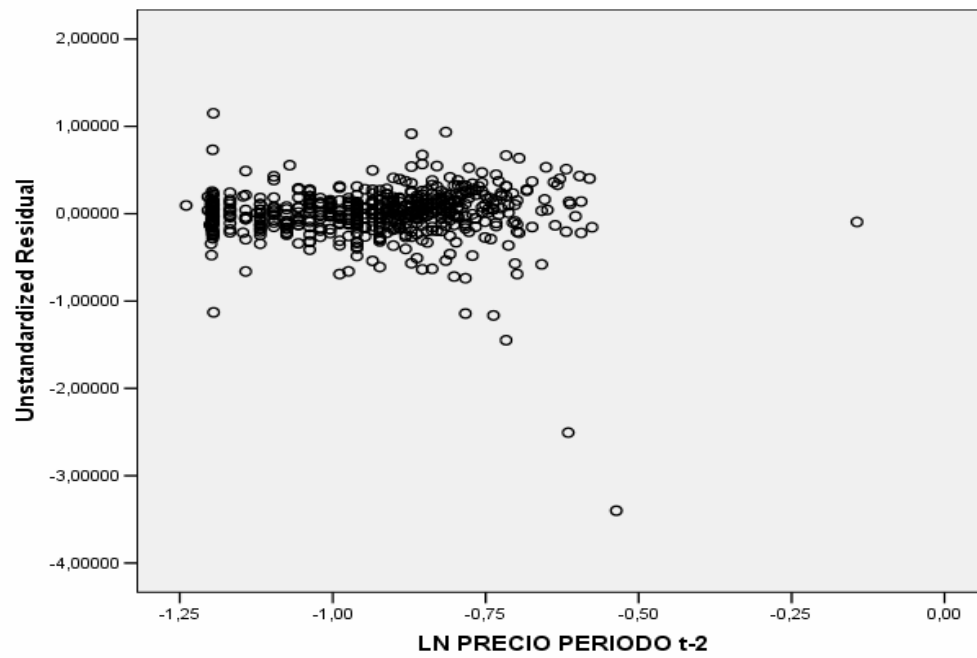


Graph

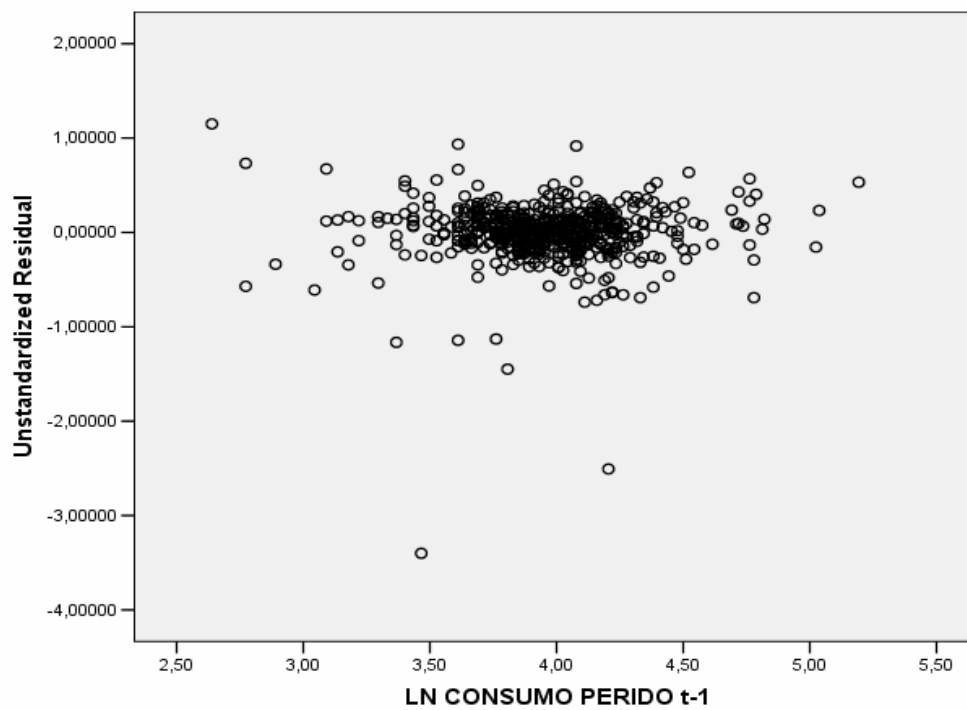


Cuarto Modelo

Graph



Graph



APENDICE N. 2

ABONADOS CON PROMEDIO DE CONSUMO DE 0-20 m3

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
LN CONSUMO PERIODO t	2,6025	,48224	740
LN PRECIO PERIODO t-2	-1,1414	,13327	740
LN CONSUMO PERIODO t-1	2,7164	,46915	740
E2	,2500	,43331	740
E3	,2500	,43331	740
E4	,2500	,43331	740

Model Summary^b

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	,574 ^a	,329	,325	,39625	1,913

a. Predictors: (Constant), E4, LN CONSUMO PERIODO t-1, LN PRECIO PERIODO t-2, E2, E3

b. Dependent Variable: LN CONSUMO PERIODO t

Correlations

		LN CONSUMO PERIODO t	LN PRECIO PERIODO t-2	LN CONSUMO PERIDO t-1	E2	E3	E4
Pearson Correlation	LN CONSUMO PERIODO t	1,000	-,201	,562	,071	-,174	,075
	LN PRECIO PERIODO t-2	-,201	1,000	-,241	-,139	-,137	,146
	LN CONSUMO PERIDO t-1	,562	-,241	1,000	,081	-,172	,070
	E2	,071	-,139	,081	1,000	-,333	-,333
	E3	-,174	-,137	-,172	-,333	1,000	-,333
	E4	,075	,146	,070	-,333	-,333	1,000
Sig. (1-tailed)	LN CONSUMO PERIODO t	.	,000	,000	,026	,000	,021
	LN PRECIO PERIODO t-2	,000	.	,000	,000	,000	,000
	LN CONSUMO PERIDO t-1	,000	,000	.	,014	,000	,029
	E2	,026	,000	,014	.	,000	,000
	E3	,000	,000	,000	,000	.	,000
	E4	,021	,000	,029	,000	,000	.
N	LN CONSUMO PERIODO t	740	740	740	740	740	740
	LN PRECIO PERIODO t-2	740	740	740	740	740	740
	LN CONSUMO PERIDO t-1	740	740	740	740	740	740
	E2	740	740	740	740	740	740
	E3	740	740	740	740	740	740
	E4	740	740	740	740	740	740

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	56,609	5	11,322	72,107	,000 ^a
	Residual	115,250	734	,157		
	Total	171,859	739			

a. Predictors: (Constant), E4, LN CONSUMO PERIDO t-1, LN PRECIO PERIODO t-2, E2, E3

b. Dependent Variable: LN CONSUMO PERIODO t

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	95% Confidence Interval for B	
		B	Std. Error	Beta			Lower Bound	Upper Bound
1	(Constant)	,786	,140		5,635	,000	,512	1,060
	LN PRECIO PERIODO t-2	-,331	,117	-,092	-2,831	,005	-,561	-,102
	LN CONSUMO PERIDO t-1	,538	,033	,523	16,399	,000	,474	,602
	E2	-,010	,042	-,009	-,234	,815	-,092	,072
	E3	-,103	,042	-,093	-2,439	,015	-,187	-,020
	E4	,020	,041	,018	,481	,630	-,061	,101

a. Dependent Variable: LN CONSUMO PERIODO t

APÉNDICE N. 3

Modelo para prueba de Multicolinealidad

Variables Entered/Removed^a

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	LN CONSUMO PERIDO t-1 ^a	.	Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: LN PRECIO PERIODO t-2

Model Summary^b

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	,241 ^a	,058	,057	,12942	1,887

a. Predictors: (Constant), LN CONSUMO PERIDO t-1

b. Dependent Variable: LN PRECIO PERIODO t-2

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	,764	1	,764	45,608	,000 ^a
	Residual	12,361	738	,017		
	Total	13,125	739			

a. Predictors: (Constant), LN CONSUMO PERIDO t-1

b. Dependent Variable: LN PRECIO PERIODO t-2

Coefficients^a

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	95% Confidence Interval for B	
	B	Std. Error	Beta			Lower Bound	Upper Bound
1 (Constant)	-,955	,028		-34,148	,000	-1,010	-,900
LN CONSUMO PERIDO t-1	-,069	,010	-,241	-6,753	,000	-,088	-,049

a. Dependent Variable: LN PRECIO PERIODO t-2

APÉNDICE N .4

ABONADOS CON PROMEDIO DE CONSUMO DE 20-30 m3

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
LN CONSUMO PERIODO t	3,0332	,36188	1072
LN PRECIO PERIODO t-2	-1,1787	,07209	1072
LN CONSUMO PERIDO t-1	3,1275	,36557	1072
E2	,2500	,43321	1072
E3	,2500	,43321	1072
E4	,2500	,43321	1072

Model Summary^b

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	,520 ^a	,270	,267	,30985	1,949

a. Predictors: (Constant), E4, LN PRECIO PERIODO t-2, LN CONSUMO PERIDO t-1, E2, E3

b. Dependent Variable: LN CONSUMO PERIODO t

Correlations

		LN CONSUMO PERIODO t	LN PRECIO PERIODO t-2	LN CONSUMO PERIDO t-1	E2	E3	E4
Pearson Correlation	LN CONSUMO PERIODO t	1,000	-,071	,502	,100	-,186	,024
	LN PRECIO PERIODO t-2	-,071	1,000	-,048	-,134	-,120	,009
	LN CONSUMO PERIDO t-1	,502	-,048	1,000	,024	-,183	,124
	E2	,100	-,134	,024	1,000	-,333	-,333
	E3	-,186	-,120	-,183	-,333	1,000	-,333
	E4	,024	,009	,124	-,333	-,333	1,000
Sig. (1-tailed)	LN CONSUMO PERIODO t	.	,010	,000	,001	,000	,217
	LN PRECIO PERIODO t-2	,010	.	,056	,000	,000	,382
	LN CONSUMO PERIDO t-1	,000	,056	.	,220	,000	,000
	E2	,001	,000	,220	.	,000	,000
	E3	,000	,000	,000	,000	.	,000
	E4	,217	,382	,000	,000	,000	.
N	LN CONSUMO PERIODO t	1072	1072	1072	1072	1072	1072
	LN PRECIO PERIODO t-2	1072	1072	1072	1072	1072	1072
	LN CONSUMO PERIDO t-1	1072	1072	1072	1072	1072	1072
	E2	1072	1072	1072	1072	1072	1072
	E3	1072	1072	1072	1072	1072	1072
	E4	1072	1072	1072	1072	1072	1072

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	37,916	5	7,583	78,986	,000 ^a
	Residual	102,343	1066	,096		
	Total	140,259	1071			

a. Predictors: (Constant), E4, LN PRECIO PERIODO t-2, LN CONSUMO PERIDO t-1, E2, E3

b. Dependent Variable: LN CONSUMO PERIODO t

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	95% Confidence Interval for B	
		B	Std. Error	Beta			Lower Bound	Upper Bound
1	(Constant)	1,219	,173		7,042	,000	,879	1,558
	LN PRECIO PERIODO t-2	-,296	,137	-,059	-2,171	,030	-,564	-,029
	LN CONSUMO PERIDO t-1	,480	,026	,485	18,137	,000	,428	,532
	E2	,014	,028	,017	,505	,614	-,040	,068
	E3	-,102	,028	-,122	-3,665	,000	-,156	-,047
	E4	-,059	,027	-,071	-2,177	,030	-,112	-,006

a. Dependent Variable: LN CONSUMO PERIODO t

APÉNDICE N. 5

Modelo para prueba de Multicolinealidad

Variables Entered/Removed^b

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	LN CONSUMO PERIDO t-1 ^a	.	Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: LN PRECIO PERIODO t-2

Model Summary^b

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	,048 ^a	,002	,001	,07204	1,981

a. Predictors: (Constant), LN CONSUMO PERIDO t-1

b. Dependent Variable: LN PRECIO PERIODO t-2

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	,013	1	,013	2,519	,113 ^a
	Residual	5,553	1070	,005		
	Total	5,566	1071			

a. Predictors: (Constant), LN CONSUMO PERIDO t-1

b. Dependent Variable: LN PRECIO PERIODO t-2

Coefficients^a

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	95% Confidence Interval for B	
	B	Std. Error	Beta			Lower Bound	Upper Bound
1 (Constant)	-1,149	,019		-60,588	,000	-1,186	-1,112
LN CONSUMO PERIDO t-1	-,010	,006	-,048	-1,587	,113	-,021	,002

a. Dependent Variable: LN PRECIO PERIODO t-2

APÉNDICE N. 6

ABONADOS CON PROMEDIO DE CONSUMO DE 30-45 m3

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
LN CONSUMO PERIODO t	3,4638	,31648	1060
LN PRECIO PERIODO t-2	-1,1103	,12840	1060
LN CONSUMO PERIDO t-1	3,5634	,30863	1060
E2	,2500	,43322	1060
E3	,2500	,43322	1060
E4	,2500	,43322	1060

Model Summary^b

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	,515 ^a	,265	,262	,27196	1,978

a. Predictors: (Constant), E4, LN CONSUMO PERIDO t-1, LN PRECIO PERIODO t-2, E2, E3

b. Dependent Variable: LN CONSUMO PERIODO t

Correlations

		LN CONSUMO PERIODO t	LN PRECIO PERIODO t-2	LN CONSUMO PERIDO t-1	E2	E3	E4
Pearson Correlation	LN CONSUMO PERIODO t	1,000	,008	,506	,090	-,175	,033
	LN PRECIO PERIODO t-2	,008	1,000	,117	-,004	,019	-,103
	LN CONSUMO PERIDO t-1	,506	,117	1,000	,093	-,207	,069
	E2	,090	-,004	,093	1,000	-,333	-,333
	E3	-,175	,019	-,207	-,333	1,000	-,333
	E4	,033	-,103	,069	-,333	-,333	1,000
Sig. (1-tailed)	LN CONSUMO PERIODO t	.	,403	,000	,002	,000	,140
	LN PRECIO PERIODO t-2	,403	.	,000	,447	,266	,000
	LN CONSUMO PERIDO t-1	,000	,000	.	,001	,000	,012
	E2	,002	,447	,001	.	,000	,000
	E3	,000	,266	,000	,000	.	,000
	E4	,140	,000	,012	,000	,000	.
N	LN CONSUMO PERIODO t	1060	1060	1060	1060	1060	1060
	LN PRECIO PERIODO t-2	1060	1060	1060	1060	1060	1060
	LN CONSUMO PERIDO t-1	1060	1060	1060	1060	1060	1060
	E2	1060	1060	1060	1060	1060	1060
	E3	1060	1060	1060	1060	1060	1060
	E4	1060	1060	1060	1060	1060	1060

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	28,112	5	5,622	76,015	,000 ^a
	Residual	77,959	1054	,074		
	Total	106,071	1059			

a. Predictors: (Constant), E4, LN CONSUMO PERIDO t-1, LN PRECIO PERIODO t-2, E2, E3

b. Dependent Variable: LN CONSUMO PERIODO t

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	95% Confidence Interval for B	
		B	Std. Error	Beta			Lower Bound	Upper Bound
1	(Constant)	1,521	,132		11,558	,000	1,263	1,780
	LN PRECIO PERIODO t-2	-,129	,066	-,052	-1,951	,051	-,259	,001
	LN CONSUMO PERIDO t-1	,510	,028	,498	18,279	,000	,455	,565
	E2	,005	,024	,007	,207	,836	-,042	,051
	E3	-,058	,024	-,079	-2,423	,016	-,105	-,011
	E4	-,023	,024	-,031	-,947	,344	-,069	,024

a. Dependent Variable: LN CONSUMO PERIODO t

APÉNDICE N. 7

Modelo para prueba de Multicolinealidad

Variables Entered/Removed^a

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	LN CONSUM O PERIDO t-1	.	Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: LN PRECIO PERIODO t-2

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,117 ^a	,014	,013	,12758

a. Predictors: (Constant), LN CONSUMO PERIDO t-1

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	,239	1	,239	14,691	,000 ^a
	Residual	17,220	1058	,016		
	Total	17,459	1059			

a. Predictors: (Constant), LN CONSUMO PERIDO t-1

b. Dependent Variable: LN PRECIO PERIODO t-2

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-1,284	,045		-28,257	,000
	LN CONSUMO PERIDO t-1	,049	,013	,117	3,833	,000

a. Dependent Variable: LN PRECIO PERIODO t-2

APÉNDICE N. 8

ABONADOS CON PROMEDIO DE CONSUMO > 45 m3

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
LN CONSUMO PERIODO t	3,8366	,36946	584
LN PRECIO PERIODO t-2	-,9357	,15879	584
LN CONSUMO PERIODO t-1	3,9578	,31126	584
E2	,2500	,43338	584
E3	,2500	,43338	584
E4	,2500	,43338	584

Model Summary^b

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	,567 ^a	,321	,315	,30571	2,027

a. Predictors: (Constant), E4, LN PRECIO PERIODO t-2, LN CONSUMO PERIODO t-1, E2, E3

b. Dependent Variable: LN CONSUMO PERIODO t

Correlations

		LN CONSUMO PERIODO t	LN PRECIO PERIODO t-2	LN CONSUMO PERIDO t-1	E2	E3	E4
Pearson Correlation	LN CONSUMO PERIODO t	1,000	,052	,553	,069	-,197	,060
	LN PRECIO PERIODO t-2	,052	1,000	,206	,127	,051	-,040
	LN CONSUMO PERIDO t-1	,553	,206	1,000	,062	-,171	,106
	E2	,069	,127	,062	1,000	-,333	-,333
	E3	-,197	,051	-,171	-,333	1,000	-,333
	E4	,060	-,040	,106	-,333	-,333	1,000
Sig. (1-tailed)	LN CONSUMO PERIODO t	.	,104	,000	,049	,000	,073
	LN PRECIO PERIODO t-2	,104	.	,000	,001	,111	,169
	LN CONSUMO PERIDO t-1	,000	,000	.	,068	,000	,005
	E2	,049	,001	,068	.	,000	,000
	E3	,000	,111	,000	,000	.	,000
	E4	,073	,169	,005	,000	,000	.
N	LN CONSUMO PERIODO t	584	584	584	584	584	584
	LN PRECIO PERIODO t-2	584	584	584	584	584	584
	LN CONSUMO PERIDO t-1	584	584	584	584	584	584
	E2	584	584	584	584	584	584
	E3	584	584	584	584	584	584
	E4	584	584	584	584	584	584

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	25,560	5	5,112	54,698	,000 ^a
	Residual	54,020	578	,093		
	Total	79,580	583			

a. Predictors: (Constant), E4, LN PRECIO PERIODO t-2, LN CONSUMO PERIDO t-1, E2, E3

b. Dependent Variable: LN CONSUMO PERIODO t

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	95% Confidence Interval for B	
		B	Std. Error	Beta			Lower Bound	Upper Bound
1	(Constant)	1,170	,203		5,764	,000	,771	1,569
	LN PRECIO PERIODO t-2	-,129	,083	-,055	-1,556	,120	-,292	,034
	LN CONSUMO PERIDO t-1	,653	,042	,550	15,400	,000	,569	,736
	E2	-,011	,036	-,013	-,302	,763	-,082	,060
	E3	-,101	,036	-,119	-2,786	,006	-,173	-,030
	E4	-,038	,036	-,044	-1,053	,293	-,108	,033

a. Dependent Variable: LN CONSUMO PERIODO t

APÉNDICE N. 9

Modelo para prueba de Multicolinealidad

Variables Entered/Removed^b

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	LN CONSUMO PERIDO t-1 ^a	.	Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: LN PRECIO PERIODO t-2

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-1,352	,082		-16,463	,000
	LN CONSUMO PERIDO t-1	,105	,021	,206	5,089	,000

a. Dependent Variable: LN PRECIO PERIODO t-2

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,206 ^a	,043	,041	,15551

a. Predictors: (Constant), LN CONSUMO PERIDO t-1

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	,626	1	,626	25,893	,000 ^a
	Residual	14,074	582	,024		
	Total	14,700	583			

a. Predictors: (Constant), LN CONSUMO PERIDO t-1

b. Dependent Variable: LN PRECIO PERIODO t-2

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-1,352	,082		-16,463	,000
	LN CONSUMO PERIDO t-1	,105	,021	,206	5,089	,000

a. Dependent Variable: LN PRECIO PERIODO t-2

ANEXO DE DISEÑO DE TESIS

DISEÑO DE TESIS.

1. SELECCIÓN Y DELIMITACIÓN DEL TEMA

El tema seleccionado es “Un modelo básico de la demanda de agua potable de la categoría residencial en el área urbana de Cuenca durante el período 2003-2004”.

2. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DEL TEMA

Este es un tema económico, específicamente del área microeconómica, pues se analizará un sector específico, la demanda de agua potable, esto significa la construcción de un modelo que, por prueba-error, incluye variables posibles de las que existe disponibilidad de información. Por lo que el contenido de esta tesis, se basa en el estudio econométrico de ciertas variables micro y macroeconómicas relacionadas con el agua.

El espacio a estudiar y analizar es la ciudad de Cuenca en el período 2003-2004.

La importancia de este tema radica en que a través del modelo en general y en particular de la elasticidad precio-consumo del agua, se conozca la relación existente entre el precio del agua potable y el consumo de la misma en la ciudad de Cuenca. En un escenario de escasez del recurso agua a nivel mundial, controlar su consumo es de gran importancia, y una de las formas de realizar este control, es a través de la determinación precios o tarifas óptimas para este servicio.

Con este estudio, podremos hacer proyecciones de la cantidad de agua demandada a diferentes niveles de precios; esto sería de mucha ayuda para la determinación del precio de equilibrio de este recurso.

Este trabajo tiene importancia porque mediante el conocimiento del comportamiento de la demanda de agua potable podremos entender de mejor manera el comportamiento del consumidor, y esto nos ayudará a lograr un punto de equilibrio en donde tengamos un nivel de demanda efectivo. De esta forma se podrá evitar la escasez severa de este recurso, pues el exceso de su consumo deprimirá la producción agrícola y empeorará los problemas de salud relacionados con el agua.

Una de las razones por las que se escogió este tema es por la importancia de este recurso en la sociedad, ya que este es un recurso básico y totalmente imprescindible para la vida, de tal manera que no sería justo para la ciudadanía establecer tarifas sin un estudio previo en el cual se determine un nivel de precios equitativo y socialmente aceptable que lleve a un uso moderado de este recurso.

Teniendo en cuenta que la determinación de tarifas afecta directamente a los sectores más pobres de nuestra ciudad reduciendo drásticamente su nivel de vida, los precios equitativos evitarían estas consecuencias sociales negativas.

La determinación de un modelo de la demanda de agua sería de gran ayuda para la fijación de un precio de equilibrio el cual además de todos los beneficios anteriormente mencionados, conseguirá también mantener la estabilidad de tarifas como se ha hecho en los últimos años.

Finalmente, este trabajo debe ser realizado ya que es el estudio de un caso real, de un importante aspecto de nuestra ciudad que, además, nunca antes se ha realizado.

Al parecer, la capacidad productiva del agua a nivel mundial, tiene una relación totalmente inversa con la creciente demanda de agua de los hogares, y cada vez es más difícil y costoso explotar nuevas fuentes de agua, debido a los crecientes costos de construcción de represas y de infraestructura relacionadas, así como por las preocupaciones sobre los efectos ambientales y al desplazamiento de personas ocasionado por la construcción de represas y reservorios.

Esta investigación se realizará con datos obtenidos de la empresa pública ETAPA la cual abastece de agua a los hogares y empresas pertenecientes al Cantón Cuenca. Para su ejecución se espera contar con la disponibilidad de información y la asesoría especializada de sus funcionarios.

3. DESCRIPCIÓN DEL OBJETO DE ESTUDIO.

El objeto de estudio es la demanda de agua potable en la categoría residencial del área urbana del cantón Cuenca, en los años 2003-2004. Se ha dividido a la población en cuatro categorías: Residencial, Comercial, Industrial (más construcción) y Especial, pero no se analizará todas estas categorías sino solamente nos enfocaremos en el área residencial ya que es la más importante debido al volumen de consumo y el monto de facturación. Se trabajará exclusivamente con la micromedición, pues es la variable más idónea para medir el consumo. La producción de agua potable para la ciudad viene de dos sistemas: Machángara y Tomebamba.

Se realizará este estudio teniendo en cuenta ciertas características del comportamiento de las variables de interés en los últimos tiempos, a continuación se exponen algunos puntos relevantes:

El consumo de agua potable ha venido disminuyendo desde el período 1999-junio 2004, razón por la cual hubo también una reducción en su producción.

La empresa ha mostrado mejoras en cuanto al volumen de micromedición del agua, éste se ha incrementado en un 26% en el período 1999-junio 2004, actualmente el volumen de micromedición es del 90% (10% volumen estimado). El número total de conexiones se ha incrementado en un 18% en el mismo período, las conexiones con micromedición han aumentado en un 43%.

La empresa mantiene subsidios para los clientes de la categoría Residencial que consumen por debajo de los 40m³, estos subsidios son cubiertos en parte por los que consumen sobre este nivel. (por lo que en el análisis hay que tener en cuenta precios medios y marginales crecientes), lo mismo ocurre en las categorías comercial e industrial donde ha subido la tendencia a consumir menos agua potable, esta tendencia a consumir menos, puede ser por el sistema aplicado por ETAPA y a la utilización de fuentes alternativas.

4. MARCO TEÓRICO:

El marco teórico que sustenta la presente tesis se fundamenta en primer lugar en la concepción de econometría.

Econometría: Es una ciencia social, en la que mediante la aplicación de instrumentos de la Teoría Económica, Matemáticas e Inferencia Estadística, se realizan análisis, explicaciones y predicciones de fenómenos económicos.

La Econometría, a través de los datos que dispone, permite la cuantificación de los fenómenos económicos, y la verificación de la Teoría Económica. En última instancia, la Econometría trata de realizar inferencias, para explicar relaciones causales y obtener predicciones para las variables de interés.

Por lo tanto la econometría participa de manera muy activa en la economía Positiva, es decir en la elaboración de teorías científicas explicativas del comportamiento de las

variables económicas, ya que para que una teoría sea científica requiere varios estudios y contrastes con la realidad. Y esto a su vez es de gran interés para la elaboración de la política económica de carácter general.

La econometría surgió como respuesta a la necesidad del progreso de la teoría económica mediante la utilización de análisis estadísticos y matemáticos. Su fin básicamente es expresar las teorías económicas bajo una fórmula matemática; para que mediante los métodos estadísticos podamos verificar dichas teorías, así como también, medir el impacto de una variable sobre otra y predecir acontecimientos futuros. Pues la teoría sin ser medida poco puede aportar ante los problemas económicos que se enfrentan en la actualidad. Pero de igual manera podemos hablar de la inconclusa interpretación de datos que obtendríamos si no se realiza un previo estudio teórico.

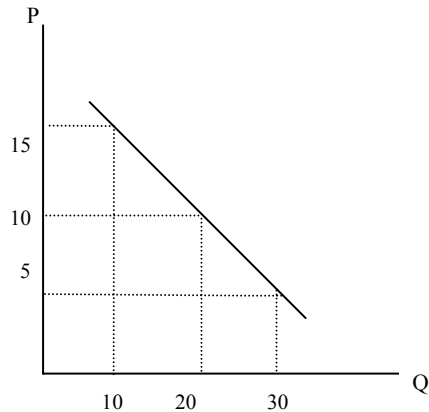
Por lo tanto podemos decir que la unificación de la estadística, teoría económica y matemáticas es lo que constituye la Econometría.

En segundo lugar el marco teórico se fundamenta en la concepción de la demanda.

Demanda: Es la cantidad de bienes o servicios que un consumidor desea adquirir en un determinado período de tiempo.

La curva de la demanda nos indica la relación existente entre el precio que el consumidor está dispuesto a pagar y la cantidad que efectivamente consume a ese precio. En una economía de mercado, la cantidad que los individuos adquieren de un bien depende del precio del mismo, es decir, manteniéndose todo lo demás constante, mientras más alto sea el precio de un bien, menor será su demanda; esto es lo que conocemos como la ley de la

demanda. El concepto de demanda se puede representar gráficamente con una línea de pendiente negativa, en la que comprobamos la ley de la demanda decreciente (esta teoría tiene algunas excepciones).



La curva de demanda muestra las cantidades de un bien que se demandan en cierto período de tiempo por una población determinada, a cada nivel de precios.

Los principales factores determinantes de la demanda a un nivel de precios establecidos son: la renta media de los consumidores, el volumen de la población, los precios y la disponibilidad de bienes sustitutos, los gustos y preferencias, y otros elementos especiales. Cuando se experimentan cambios en los precios del bien en cuestión, el resultado es un movimiento a lo largo de la curva de la demanda, y cuando se altera cualquiera de los otros factores mencionados ajenos al precio se producen desplazamientos de esta curva.

Elasticidad: Es la medida de respuesta de una variable dependiente ante cambios en la variable independiente, *ceteris paribus*⁴. Una medida de elasticidad es la razón de cambios

⁴ Ceteris Paribus: Manteniendo constantes todas las demás variables influyentes.

porcentuales, con la variable dependiente en el numerador y la independiente en el denominador.

$$\text{Elasticidad} = \frac{\text{Cambio porcentual Variable dependiente}}{\text{Cambio porcentual Variable independiente}}$$

Un cambio porcentual, es el cambio absoluto en el valor de una variable, dividido por el valor base.

La variable dependiente puede ser influenciada por muchas variables independientes, ahora estudiaremos la elasticidad de la demanda, enfocando el estudio en una sola variable independiente, precio.

Elasticidad de la Demanda: Es la variación porcentual que se da en la cantidad consumida, cuando el precio varía en 1%, manteniéndose constantes todos los demás factores. Esta medida de sensibilidad, nos ayuda a cuantificar las respuestas de la oferta y demanda ante los diferentes cambios que se pueden presentar. Pues la magnitud de estos cambios no siempre es la misma.

$$\text{Elasticidad precio-consumo} = \frac{\text{Cambio porcentual en la cantidad consumida}}{\text{Cambio porcentual en el precio}}$$

$$\frac{\text{Cambio \% en } Q}{\text{Cambio \% en } P} = \frac{\frac{\Delta Q}{Q}}{\frac{\Delta P}{P}} = \frac{\Delta Q}{\Delta P} \cdot \frac{P}{Q} = \frac{dQ}{dP} \cdot \frac{P}{Q}$$

Esta relación de cambios porcentuales puede también representarse matemáticamente, como se expresa en el segundo término de la ecuación anterior, donde Δ es el cambio en el valor de la variable. Matemáticamente también puede verse que la elasticidad precio, se representada como la derivada de la cantidad con respecto al precio multiplicada por el precio y dividida por la cantidad (cuarto término).

La pendiente de la curva de la demanda $\Delta Q / \Delta P$, no puede por sí sola usarse para medir el grado de respuesta de la demanda ante cambios en los precios; ya que su valor va a depender de las unidades con las que Q y P se miden, y esto no nos dará una respuesta exacta. Es por esto que se usan los cambios porcentuales en vez de los cambios absolutos. La fórmula de la elasticidad, no es afectada por las unidades.

Cuanto mayor es la elasticidad precio de la demanda, más sensible es la cantidad demanda a las variaciones del precio, y más sensible es la demanda.

Cálculo Econométrico de la Elasticidad: Las elasticidades, se calculan en el punto de la media de cada una de las variables independientes. Para el coeficiente *jésimo* la elasticidad es evaluada como:

$$E_j = \hat{\beta}_j \frac{\bar{X}}{\bar{Y}}$$

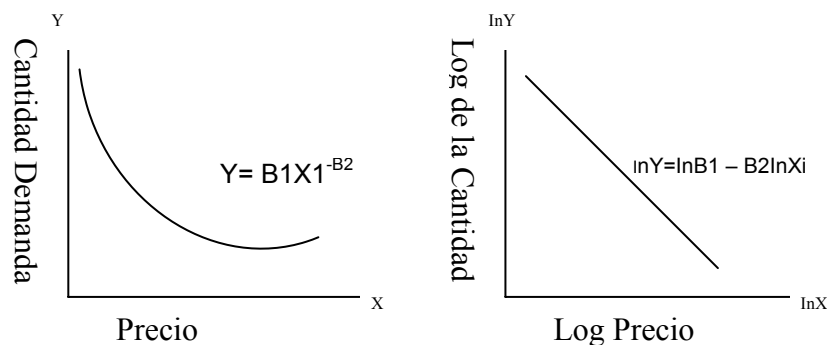
Las elasticidades no son constantes; si no que generalmente cambian a lo largo de la curva de regresión. Y se calculan mediante los modelos denominados log-log, doble-log o log-lineales.

1. $Y = \beta_1 X_i^{-\beta_2}$

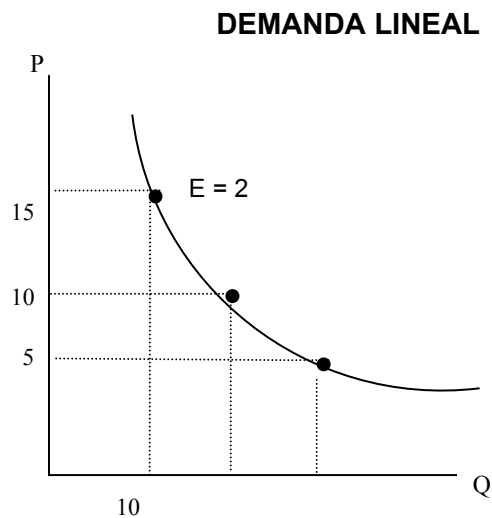
2. $\ln Y = \ln \beta_1 - \beta_2 \ln X_i$

La ecuación número uno nos indica la relación entre la cantidad demandada y el precio del bien, la transformación log-log que se presenta en la ecuación número dos nos indica la estimación de la elasticidad-precio.

Este modelo supone que el coeficiente de la elasticidad, β_2 permanece constante a lo largo del tiempo, es decir el cambio $\ln Y$ por unidad de cambio en $\ln X$ permanece igual sin importar en que $\ln X$ medimos la elasticidad. Otro aspecto que hay que tener en cuenta es que el estimador β_1 es sesgado.

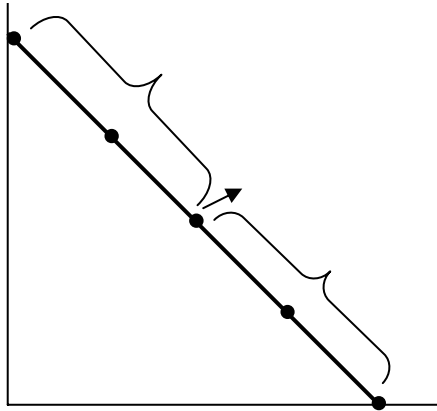


Para contestarnos algunas interrogantes acerca del comportamiento del consumidor es necesario estudiar más acerca de las relaciones de la demanda, ya que no es suficiente conocer la pendiente de la curva de demanda y las curvas de Engel.



Observemos que la elasticidad no es constante a lo largo de toda la curva de demanda; esta es elevada cuando los precios son altos y baja cuando estos son bajos. Esto se debe a que cuando los precios son menores, un incremento de un 1% de los mismos va a producir una variación menor de la cantidad demandada; pero cuando estos precios son altos el incremento de 1%, va a producir una mayor variación en la cantidad demandada.

Tipos de Elasticidad:



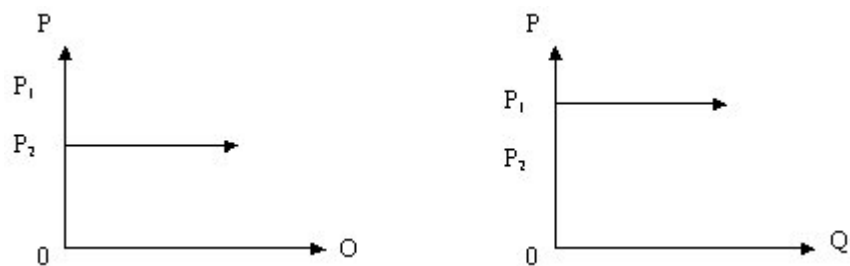
La demanda de un bien es **elástica**, cuando la respuesta de los consumidores ante los cambios de los precios es significativa, $E > 1$. En esta elasticidad una variación dada en el precio refleja una variación porcentual mayor en la cantidad. Es por esto que el valor numérico de la elasticidad es mayor al de la unidad.

La demanda de un bien es **inelástica**, cuando la respuesta de los consumidores ante los cambios de los precios es pequeña o poco significativa, $0 < E < 1$. Una variación porcentual dada en el precio se traduce en una variación porcentual menor en la cantidad demandada. Por lo que el valor numérico de la elasticidad va a ser menor que 1, pero mayor que 0.

La elasticidad es **unitaria** cuando una variación porcentual en el precio se traduce en una variación porcentual igual en la cantidad demandada. El valor numérico de la elasticidad es igual a uno, $E = 1$.

Hablamos de elasticidad **infinita**, cuando una variación porcentual infinitesimalmente pequeña en el precio, se traduce en una variación porcentual infinitamente grande en la cantidad demandada, $E = \infty$.

Al bajar el precio, las cantidades se van a demandar hasta el infinito. Al subir el precio, se va a seguir demandando igual.



Existe **inelasticidad exacta**, cuando una variación porcentual dada en el precio se traduce en una variación nula en la cantidad demandada, $E = 0$.



Factores que determinan la elasticidad precio-demanda: Existen algunas causas y circunstancias, que en la condición *ceteris paribus* pueden afectar a la variación de la demanda.

5. Existencia de bienes sustitutos: cuando mayor sea la gama de bienes sustitutos existentes, mayor va a ser la elasticidad de ese bien; pues si el precio de un producto aumenta y los consumidores tienen otras alternativas, no dudarán en acudir a estas.

Éste es probablemente el determinante más importante de la elasticidad de la demanda.

6. El tiempo que tienen los consumidores para ajustarse a los cambios en precios: La demanda es menos elástica en el corto que en el largo plazo, entonces si los consumidores tienen suficiente tiempo para buscar bienes sustitutos la elasticidad será mayor; caso contrario esta no será muy significativa, ya que aunque suban los precios se verán obligados a demandar la misma cantidad de ese producto.
7. Precios semejantes de los sustitutos: Si el precio de los bienes sustitutos es casi igual o igual al del bien en cuestión, la elasticidad tiende a ser mayor. Esto nos indica que aunque existan bienes físicamente sustituibles, la sustituibilidad no es conveniente si sus precios son iguales o superiores.
8. El precio del bien, en relación con el presupuesto del consumidor: Si el ingreso del consumidor es alto en relación al precio del bien, un incremento en el precio de este puede no afectar en la demanda del mismo, ya que el precio de estos productos representa una pequeña porción del presupuesto del consumidor.

5. PROBLEMATIZACIÓN

El problema que buscamos resolver con este estudio es identificar el comportamiento de los consumidores de Agua Potable ante los diferentes escenarios en los que ellos se pueden encontrar, es decir el problema fundamental es que no se puede cuantificar como el consumidor reaccionaría cuando se produce cualquier tipo de cambio en factores que

creemos son influyentes en la demanda de este recurso como por ejemplo la variación de las tarifas. Así como tampoco conocemos con exactitud cuales son todos los factores que pueden influenciar en el consumo de Agua Potable en la ciudad y que tan importantes son cada uno de ellos, es decir cual es su participación en la determinación de la demanda de este recurso.

Problema Principal:

- Identificar el comportamiento del consumidor.

Problemas Complementarios

1. No se sabe que relación existe entre las variables dependientes e independientes.
2. No se sabe que tipo de modelo será el más adecuado.
3. No conocer las variables significativas.
4. No se conoce el valor de los parámetros.

6. DETERMINACIÓN DE OBJETIVOS Y METAS.

Objetivo General:

Determinar el modelo básico de la demanda de agua potable de la categoría residencial en el área urbana de Cuenca durante el período 2003-2004. Por lo tanto, encontrar la relación entre la cantidad consumida y el precio de este recurso, para así poder saber la variación de

la demanda ante cambios en los precios. Y determinar que tipo de elasticidad tiene el agua potable en nuestra ciudad.

Objetivos Específicos:

1. Estimar los parámetros que determinan el comportamiento del consumidor, a través de un modelo de la demanda de agua potable.
2. Determinar cuales otras variables influyen en la demanda del agua y cual es su participación.
3. Determinar que tipo de elasticidad precio demanda y elasticidad ingreso demanda, que tiene el consumo del agua en la ciudad de Cuenca.
4. Probar modelos longitudinales y transversales hasta encontrar el modelo más adecuado.

7. CONSTRUCCIÓN DE VARIABLES E INDICADORES.

VARIABLE DE INVESTIGACIÓN	INDICADORES	TÉCNICAS
Demanda de Agua	Parámetros de los modelos	Modelos econométricos
	Intervalos de Confianza	Test de hipótesis
	Prueba f y Prueba t	Análisis de Varianza de un

	Coeficiente de Determinación Coeficiente de correlación	solo factor para prueba de varios promedios y varianzas pruebas χ^2
Facturación	Parámetros de los modelos Intervalos de Confianza Prueba f y Prueba t Coeficiente de Determinación Coeficiente de correlación	Modelos econométricos Test de hipótesis Análisis de Varianza de un solo factor para prueba de varios promedios y varianzas pruebas χ^2
Estacionalidad	Parámetros de los modelos Intervalos de Confianza Prueba f y Prueba t Coeficiente de Determinación Coeficiente de correlación	Modelos econométricos Test de hipótesis Análisis de Varianza de un solo factor para prueba de varios promedios y varianzas pruebas χ^2

Precio por m3	Parámetros de los modelos Intervalos de Confianza Prueba f y Prueba t Coeficiente de Determinación y correlación	Modelos econométricos Test de hipótesis Análisis de Varianza de un solo factor para prueba de varios promedios y varianzas pruebas χ^2
Precio por disponibilidad del servicio	Parámetros de los modelos Intervalos de Confianza Prueba f y Prueba t Coeficiente de Determinación Coeficiente de correlación	Modelos econométricos Test de hipótesis Análisis de Varianza de un solo factor para prueba de varios promedios y varianzas pruebas χ^2

Nota: las variables anteriormente mencionadas son las posibles variables a utilizar en el modelo; es decir son las variables con las que partiremos al realizar este estudio, teniendo en cuenta que en el proceso de análisis pueden aparecer nuevas variables y otras pueden ser eliminadas si no son significativas en el modelo final.

CONCEPTUALIZACIÓN:

VARIABLES:

Consumo de Agua: Nos indica cuantos m³ consume cada familia del sector urbano de la ciudad de Cuenca (categoría residencial). Esta información proviene de datos micromedidos.

Facturación: El valor total facturado a cada familia es igual a los m³ consumidos multiplicado por el precio, más el cargo por disponibilidad que es igual a \$2US.

Estacionalidad: La diferencia de consumo de agua potable entre los diferentes períodos del año.

Precio por m³: Existen tres rangos de consumo y el precio a facturar depende en que rango de consumo se ubique cada familia.

Precios en la categoría Residencial		
RANGO	UNIDAD	PRECIO
0 – 20 m ³	US \$ / M ³	0.20
21 – 40 m ³	US \$ / M ³	0.31
Más de 40 m ³	US \$ / M ³	0.65

Estos precios se han mantenido constantes desde el 2002 y disminuyen a partir de enero 2005.

Precio por disponibilidad de servicio: Aunque no exista consumo alguno todas la familias que tengan disponible la conexión de agua potable tendrán que pagar este valor que es igual a \$2US.

INDICADORES:

Parámetros de los modelos: Los valores de los parámetros nos permiten determinar en que cantidad se verá afectada la variable dependiente, en este caso el consumo de agua, ante las variaciones de las diferentes variables independientes, que intervienen en el modelo.

Intervalos de Confianza: Una vez que se haya estimado los parámetros, se puede construir un intervalo, que arrojará dos valores entre los cuales se encuentra el parámetro buscado con el nivel de confianza que se desea, en este caso 95%, mientras más pequeño sea dicho intervalo, más precisa será la estimación. Por lo tanto los intervalos de confianza nos sirven para probar hipótesis estadísticas acerca de los parámetros de regresión estimados.

Prueba t: Es un test estadístico que se debe realizar antes de de la interpretación de los resultados. Ya que nos indica la significancia de cada una de las variables utilizadas en el modelo.

Estadístico F : Esta prueba nos sirve para saber si el modelo en su conjunto, es representativo de la realidad, es decir si tiene significancia estadística, nos indica hasta que punto las variaciones de la variable dependiente vienen explicadas por el modelo.

Coefficiente de Determinación: El coeficiente de determinación r^2 , mide la proporción de la variación de y (variable independiente, en este caso Consumo de agua) que está explicada por la ecuación de regresión múltiple.

Limitante: Al aumentar las variables independientes, aumenta el r^2 , aun cuando las variables introducidas no sean significativas para el modelo.

Utilizaremos el coeficiente de determinación ajustado para comparar los diferentes modelos encontrados, este nos ayuda a ver que tan útil es la introducción de una nueva variable en nuestro modelo.

Coefficiente de correlación (r): Este indicador nos indica el grado de variación conjunta o interdependencia entre dos variables y, por consiguiente, por su propia concepción no necesita que se especifique previamente cuál es la variable explicativa y cuál es la variable explicada.

TÉCNICAS:

Modelos econométricos: Un modelo es una representación simplificada de la realidad que recoge los aspectos fundamentales de esta, que son de interés para el investigador. Es muy importante la utilización de un modelo adecuado, y su elección va a depender de los resultados que el investigador espere conseguir tras el planteamiento del mismo. Los modelos económicos generalmente plantean la relación que existe entre variables dependientes e independientes.

Los modelos econométricos son modelos específicos para la aplicación a sistemas reales concretos, que se basan necesariamente en un modelo económico más o menos formalizado y se completan con aspectos particulares propios de este sistema en estudio.

Según el tipo de datos a utilizarse, los modelos se clasifican de la siguiente manera:

Modelos longitudinales: Se utiliza este modelo cuando disponemos de observaciones de las variables a lo largo de un período de tiempo. En este modelo, el elemento muestral o poblacional es el período de tiempo (año, mes, etc.), y de cada elemento muestral, estamos interesados en una o varias variables. Por ejemplo datos anuales de PIB.

Modelos de corte transversal: Son utilizados cuando al elemento muestral no le constituye el tiempo; sino diferentes sujetos de los cuales estamos interesados en sus variables. Por ejemplo la cantidad demandada por una familia.

Existen modelos que combinan ambos tipos de datos, temporales y transversales, en este caso decimos que tenemos un “Panel de Datos”. Los modelos también pueden incluir variables cualitativas, para lo que se utilizan las variables ficticias o dummy que toman uno de dos valores arbitrarios, es decir, son variables dicotómicas, generalmente valoradas como 0 (si no se produce un determinado acontecimiento) y 1 (cuando si se da dicho acontecimiento).

Test de hipótesis: Una hipótesis es una suposición que hacemos sobre un hecho, las pruebas de hipótesis nos ayudan a probar si son o no compatibles ciertos hallazgos con las hipótesis planteadas.

Para esto verificamos que tan cercana está la observación con el valor hipotético y según esto rechazamos o no la hipótesis planteada.

Prueba de bondad del ajuste Ji Cuadrado (X^2): Es una prueba de normalidad, en la que se utilizan los residuales $\hat{U}_i$, y la distribución de probabilidad ji-cuadrado. Se la llama bondad del ajuste ya que nos va a indicar si la distribución hipotética se ajusta a los datos observados.

8. CONFIRMACIÓN DE INTERROGANTES:

- Investigar cuales son las variables significativas en un modelo de consumo de agua con un nivel de significancia del 95% y un error tipo 1 del 5%
- El consumo del agua en la ciudad de Cuenca es inelástico, elástico o unitario?

9. ESQUEMA DE CONTENIDO:

Capítulo 1.

1. Marco Teórico

1.7 Demanda

1.7.1 La ley de la demanda

1.7.2 Determinantes de la demandada

1.7.3 La curva de demanda, movimientos y desplazamientos

1.8 La Oferta

1.8.1 Determinantes de la oferta

1.8.2 Curva de la oferta, movimientos y desplazamientos

1.9 El Mercado.

1.9.1 Equilibrio de Mercado, Escasez y Excedentes

1.9.2 Las funciones del mercado: Respuesta de compradores y vendedores a un racionamiento sin precios.

1.10 El Comportamiento del Consumidor

1.10.1 La Elección y la Teoría de la Utilidad

1.10.2 Utilidad Cardinal

1.10.2.1 Utilidad Total

1.10.2.2 Utilidad Marginal Creciente y Decreciente

1.10.3 Utilidad Ordinal

1.10.3.1 Axiomas del Comportamiento del Consumidor

- 1.10.3.1.1 Axioma de Jerarquización de Paquetes de Bienes
- 1.10.3.1.2 Axioma de Transitividad
- 1.10.3.1.3 Axioma de Insaciabilidad
- 1.10.4 Curvas de Indiferencia
 - 1.10.4.1 Propiedades de las Curvas de Indiferencia.
- 1.10.5 El Efecto-Sustitución y el Efecto-Renta
- 1.10.6 Restricciones del Consumidor
- 1.10.7 Optimización del Consumidor: La Toma de Decisión Individual
- 1.10.8 Excedente del Consumidor
- 1.10.9 Fijación de Precios Mínimos y Máximos
- 1.11 La Elasticidad**
 - 1.11.1 La Elasticidad precio-demanda
 - 1.11.2 Determinantes de la elasticidad precio de la demanda
 - 1.11.3 Elasticidad ingreso-demanda
 - 1.11.4 Cálculo y Representación Gráfica de la Elasticidad
 - 1.11.5 Cálculo Econométrico de la Elasticidad
 - 1.11.6 Tipos de Elasticidad

9. ESQUEMA DE CONTENIDO:

Capítulo 1.

1. Marco Teórico

1.12 Demanda

- 1.12.1 La ley de la demanda
- 1.12.2 Determinantes de la demandada
- 1.12.3 La curva de demanda, movimientos y desplazamientos
- 1.13 La Oferta**
- 1.13.1 Determinantes de la oferta
- 1.13.2 Curva de la oferta, movimientos y desplazamientos
- 1.14 El equilibrio de Mercado, Escasez y Excedentes**
- 1.14.1 Las funciones del mercado: Respuesta de compradores y vendedores a un racionamiento sin precios.
- 1.15 El Comportamiento del Consumidor**
- 1.15.1 La Elección y la Teoría de la Utilidad
- 1.15.2 Utilidad Cardinal
 - 1.15.2.1 Utilidad Total
 - 1.15.2.2 Utilidad Marginal Creciente y Decreciente
- 1.15.3 Utilidad Ordinal
 - 1.15.3.1 Axiomas del Comportamiento del Consumidor
 - 1.15.3.1.1 Axioma de Jerarquización de Paquetes de Bienes
 - 1.15.3.1.2 Axioma de Transitividad
 - 1.15.3.1.3 Axioma de Insaciabilidad
 - 1.15.4 Curvas de Indiferencia
 - 1.15.4.1 Propiedades de las Curvas de Indiferencia.
- 1.15.5 El Efecto-Sustitución y el Efecto-Renta
- 1.15.6 Restricciones del Consumidor
- 1.15.7 Optimización del Consumidor: La Toma de Decisión Individual
- 1.15.8 La Curva de Ingreso-Consumo y la Curva de Engel
- 1.15.9 La Curva de Precio-Consumo y la Curva de Demanda
- 1.15.10 Excedente del Consumidor
- 1.15.11 Fijación de Precios Mínimos y Máximos
- 1.16 Mercados**
- 1.16.1 Tipos de Mercado

1.17 La Elasticidad

1.17.1 La Elasticidad precio-demanda

1.17.2 Determinantes de la elasticidad precio de la demanda

1.17.3 Elasticidad ingreso-demanda

1.17.4 Cálculo y Representación Gráfica de la Elasticidad

1.17.5 Cálculo Econométrico de la Elasticidad

1.17.6 Tipos de Elasticidad

Capítulo 2.

2. Estimación del Modelo básico de la demanda de agua potable de la categoría residencial en el área urbana de Cuenca durante el período 2003-2004

2.6 Construcción del Modelo utilizando la facturación de los dos períodos anteriores

2.6.1 Pruebas econométricas para verificar la confiabilidad de los parámetros

2.6.2 Prueba de multicolinealidad

2.6.3 Prueba de heteroscedasticidad

2.6.4 Prueba de autocorrelación

2.6.5 Prueba de normalidad

2.7 Construcción del Modelo utilizando la facturación de dos períodos anteriores y el nivel de renta de las familias

2.7.1 Pruebas econométricas para verificar la confiabilidad de los parámetros

2.7.2 Prueba de multicolinealidad

2.7.3 Prueba de heteroscedasticidad

2.7.4 Prueba de autocorrelación

2.7.5 Prueba de normalidad

2.8 Construcción del Modelo utilizando la facturación de dos períodos anteriores, el nivel de renta de las familias y la Estacionalidad

2.8.1 Pruebas econométricas para verificar la confiabilidad de los parámetros

- 2.8.2 Prueba de multicolinealidad
- 2.8.3 Prueba de heteroscedasticidad
- 2.8.4 Prueba de autocorrelación
- 2.8.5 Prueba de normalidad
- 2.9** Análisis e interpretación del modelo
 - 2.9.1 Cuantificación del incremento de la demanda ante incrementos en los precios y renta de las familias. Elasticidad precios-demanda, Elasticidad ingreso-demanda.
- 2.10** Conclusiones
- 2.11** Recomendaciones

3. Análisis de Regresión Múltiple

- 3.8** Modelo Clásico de regresión lineal normal
 - 3.8.1 Supuestos del modelo clásico de regresión lineal normal (MCRLN)
 - 3.8.1.1 El modelo econométrico es lineal
 - 3.8.1.2 El supuesto de normalidad
 - 3.8.1.3 Relaciones lineales entre variables
- 3.9** Propiedades de los estimadores
- 3.10** Uso de pruebas “t” y “F” para hipótesis que involucren más de un parámetro
- 3.11** La multicolinealidad
 - 3.11.1 Naturaleza y consecuencias de la multicolinealidad
 - 3.11.2 Detección y medidas remediales
- 3.12** La heteroscedasticidad
 - 3.12.1 Naturaleza y consecuencias de la heteroscedasticidad
 - 3.12.2 Detección y medidas remediales
- 3.13** La autocorrelación
 - 3.13.1 Naturaleza y consecuencias de la autocorrelación
 - 3.13.2 Detección y medidas remediales

10. TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN:

Aspectos Técnicos:

La Fuente: Los datos que se utilizarán en esta tesis se obtendrán de la empresa ETAPA la cual es proveedora de este recurso para el Cantón Cuenca por lo tanto cuenta con toda la información necesaria para realizar esta investigación. Los datos a obtenerse de ETAPA son: nivel de demanda de todo el período a analizar, nivel de precios en cada período y períodos anteriores, así como también los datos necesarios para estimar el nivel de renta de los consumidores.

El Modelo: El objetivo principal de esta tesis es encontrar el modelo que mejor se ajuste a la realidad; para esto se realizará una serie de pruebas tales como: comparaciones entre modelos lineales y no lineales, análisis gráficos de los residuos, análisis de los problemas de autocorrelación, heteroscedasticidad, multicolinealidad, error de especificación, normalidad, pruebas t de los parámetros, etc.

Aspectos Metodológicos:

La metodología a utilizarse es la tradicional o clásica, dentro de esta se desarrollan los siguientes lineamientos para el desarrollo de un trabajo econométrico:

- Planteamiento de la teoría o de la hipótesis
- Especificación del modelo matemático de la teoría
- Especificación de los parámetros del modelo econométrico
- Prueba de hipótesis

- Pronóstico o predicción
- Utilización del modelo para fines de control o política

PROCEDIMIENTO:

El procedimiento que se utilizará para realizar esta tesis será constructivo-analítico-sintético, ya que se comenzará con la construcción del modelo econométrico que representa la demanda de agua potable en la categoría residencial en el área urbana de Cuenca durante el período 2003-2004, a continuación se realizará el análisis de los datos obtenidos mediante el modelo, para culminar la tesis con una síntesis del modelo y las respectivas conclusiones que se puedan sacar partiendo de el modelo construido y del análisis de los datos.

FORMAS DE TOMAR EL TRABAJO:

Esta investigación se realizará de forma Cronológica-Progresiva, ya que se analizará la evolución de todas las variables a través del tiempo, teniendo en cuenta la influencia que tienen estas en cada período sobre la variable dependiente: Demanda de Agua Potable categoría Residencial en el área urbana de Cuenca durante el período 2003-2004, para de esta manera poder encontrar el mejor modelo que se ajuste a la realidad.

11. RECURSOS.

11.1 Recursos humanos.

11.1.2 Responsables: La persona responsable del desarrollo de esta tesis es:

Ximena Gabriela Freire C.

11.1.3. Asesoría:

Director: Eco. Manuel Freire.

Especialidad: Econometría

11.1.4. Intervención y colaboración:

Personal de ETAPA.

11.2 Recursos Técnicos:

- Computadora
- Impresora
- Escáner
- FlashDriver

11.3 Recursos Económicos

PRESUPUESTO PARA LA REALIZACIÓN DE LA TESIS

NO.	DESCRIPCIÓN DEL GASTO	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL	JUSTIFICACIÓN
1	Papel (Resma de 1000 hojas)	1,5	10,00	15,00	Impresión de diseño y avances de la tesis.
2	CDS	5	1,00	5,00	Almacenar información de la tesis.
3	Disquetes	5	0,35	1,75	Almacenar información de la tesis.
4	Tinta de Impresión	3	30,00	90,00	Impresión de diseño y avances de la tesis.
5	Carpetas	10	0,10	1,00	Presentación de avances.
6	Material de escritorio			10,00	Material de escritorio.
7	Internet	4	17,00	68,00	Internet durante 4 meses
7	Servicios			40,00	Teléfono, Celular.
8	Textos	4	25,00	100,00	Material Bibliográfico.
10	Copias	500	0,02	10,00	Material Bibliográfico.
12	Movilización			100,00	Transporte.
13	Impresión	7	40,00	280,00	Tesis final para presentar en la universidad.
14	Certificados	15	3,00	45,00	Requisitos de la tesis.
15	Derechos: Tribunales, Tesis y Títulos	3	75,00	225,00	Requisitos de la tesis.
16	Imprevistos			50,00	Asuntos varios.
TOTAL				1040,75	

12. Cronograma de Trabajo

Tiempo en semanas Actividades	Mes 1				Mes 2				Mes 3				Mes 4				Mes 5				Mes 6				Mes 7				Mes 8			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Tema																																
Selección y Delimitación																																
Descripción del objeto de estudio																																
Justificación																																
Problematización																																
Marco Teórico																																
Hipótesis																																
Variables e Indicadores																																
Esquema de contenido																																
Metodología																																
Presupuesto																																
Cronograma																																
Bibliografía																																
Investigación y discusión de datos																																
1° Capítulo																																
2° Capítulo																																
3° Capítulo																																
Conclusiones																																
Introducción y Preliminares																																
Redacción del primer borrador																																
Corrección del profesor																																
Levantamiento definitivo de tesis																																
Encuadernado																																
Trámites de secretaría																																
Imprevistos																																

Libros:

SAMUELSON,Paúl,Economía,McGraw-Hill,Madrid,1996.

CALL,Steven,Microeconomía,Wadsworth,México D.F.,1983.

GUJARATI,Damodar,Econometría,McGraw-Hill,Tercera Edición,New York.

PINDYCK,Robert,Econometría Modelos y Pronósticos,McGraw-Hill,Cuarta Edición,México D.F.,1998

FISHER,.....,Microeconomía,McGraw-Hill,

MOCHON,Francisco,Introducción a la Econometría,Prentice may,Madrid,1997

Folletos:

ESTADÍSTICAS DE CONEXIONES, PRODUCCIÓN, CONSUMO Y VALORES DE AGUA POTABLE, Informe Semestral Enero-Junio 2004 ETAPA.

Revistas:

Informe de Labores 2000-2004 ETAPA

Páginas Web:

<http://www.uam.es/departamentos/economicas/econapli/pdf/introduccion-1.doc>

<http://www.parisiyparisi.cl/Cs/Cds/FINANZAS/cap7/7-1/texto7-1.htm>

<http://www.monografias.com/trabajos/ofertaydemanda/ofertaydemanda.shtml>