



Centro de Investigación y  
Desarrollo (CIDE)

# **Los Cambios de Calidad y su Incorporación en el IPC**

Herramientas Estadísticas

Lima, Agosto 2002

## **DIRECCIÓN Y SUPERVISIÓN**

Econ. Mirlena Villacorta Olazabal  
Directora Técnica del CIDE

### **Documento Elaborado por:**

Edith Ordóñez Porras  
Karina Santivañez Romaní

El CIDE agradece la entusiasta y profesional cooperación de la Dirección Técnica de Indicadores Económicos, en cuanto al acceso a la información, así como los comentarios del Ing. Samuel Rojas.

---

Preparado	: Centro de Investigación y Desarrollo del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI)
Impreso	: Talleres de la Oficina Técnica de Administración del INEI
Diagramación	: Centro de Edición de la Oficina Técnica de Difusión del INEI
Tiraje	: 200 Ejemplares
Domicilio	: Av. General Garzón 658, Jesús María. Lima - Perú
Orden de Impresión	: N° 505-OTA-INEI
Depósito Legal N°	: 150113-2002-3189

# Presentación

---

El Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), es consciente de la importancia que tiene el conocimiento de los principales procedimientos metodológicos vigentes, por parte de los usuarios, así como de su idoneidad, adecuado uso e interpretación. En ese sentido, el INEI se ha propuesto, a través del Centro de Investigación y Desarrollo (CIDE), la elaboración del segundo número de la serie "Herramientas Estadísticas" titulado: **"Los Cambios de Calidad y su Incorporación en el IPC"**, que tiene como finalidad el mejoramiento de los procesos en la elaboración de este índice, así como fortalecer el desarrollo de la cultura estadística en nuestro país.

Este documento está dirigido a los profesionales del Sistema Estadístico Nacional, estudiantes, investigadores y público en general, y contiene de manera didáctica una introducción al proceso metodológico que se debe seguir para ajustar los precios por cambios de calidad e incorporarlos en el índice de precios al consumidor. Se presentan los métodos actualmente más utilizados por un gran número de Oficinas de Estadística, que identifican el efecto de los cambios de calidad y el efecto puro del cambio en los precios, para obtener un índice de precios libre de los sesgos de calidad.

El INEI espera como resultado de este trabajo, potenciar el adecuado uso de las herramientas estadísticas mediante posteriores números de la serie, y generar una comprensión amplia y diversa de los procedimientos más relevantes de la ciencia estadística y económica.

Lima, agosto 2002

**Gilberto Moncada Vigo**  
Jefe del INEI



# INDICE

<b>Presentación .....</b>	<b>3</b>
<b>Introducción .....</b>	<b>7</b>
<b>I. ASPECTOS GENERALES .....</b>	<b>9</b>
1.1. ¿Qué es el IPC? .....	9
1.2. ¿Cómo se calcula? .....	9
1.3. Sesgos en la medición del IPC .....	10
1.4. Implicaciones de una incorrecta medición del IPC .....	11
<b>II. LOS CAMBIOS DE CALIDAD Y EL IPC .....</b>	<b>13</b>
2.1. Aspectos teóricos .....	13
2.1.1. Los efectos del cambio de calidad sobre la utilidad .....	13
2.1.2. El índice de costo de vida .....	13
2.1.3. El problema de los cambios de calidad en el IPC .....	14
2.1.4. Potenciales fuentes de error del uso de modelos semejantes .....	15
2.1.5. Definición del ajuste de calidad a los precios .....	16
2.2. Métodos de ajuste de calidad a los bienes .....	16
2.2.1 El método de imputación .....	16
2.2.2 El método de traslape .....	17
2.2.3 Las regresiones hedónicas .....	17
2.2.4 Elección entre los distintos métodos de ajuste de calidad .....	19
2.2.5 Algoritmo para elección de método de ajuste de calidad a los precios .....	21
2.3. ¿Cómo incorporar el precio ajustado por calidad en el IPC? .....	22
2.4. Algunas aplicaciones de los métodos de imputación y traslape .....	23
2.4.1. Aplicación del método de imputación .....	23
2.4.2. Aplicación del método de imputación utilizando el Índice de Laspeyres .....	24
2.4.3 Aplicación del método de traslape .....	26
2.5. Aplicación ilustrativa del método de regresiones hedónicas: El caso de las computadoras .....	27
<b>III. COMENTARIOS Y SUGERENCIAS .....</b>	<b>41</b>
<b>IV. ANEXOS .....</b>	<b>43</b>
<b>V. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>51</b>



# Introducción

---

En el Perú, el Índice de Precios al Consumidor tiene importantes usos: como deflactor de los valores nominales para la obtención de valores reales, para el cálculo del crecimiento real de la economía y la productividad, para medir la inflación, la cual es usada para el ajuste de salarios, impuestos, tarifas, etc. Por ello, es necesario hacer un cálculo más preciso del IPC, evitando incurrir en algunos sesgos en su estimación, que podrían modificar los resultados de los indicadores económicos mencionados.

Así, uno de los requerimientos más importantes para la producción de un adecuado índice de precios al consumidor que mide los cambios puros de los precios de un producto, es que los artículos que están siendo medidos, mantengan su calidad constante.

No obstante, debido a los rápidos cambios tecnológicos y consecuentes mejoras en la calidad de los bienes manufacturados, es difícil que los artículos con las mismas especificaciones se mantengan en el mercado por largo tiempo. Usualmente nuevos artículos con notables mejoras son introducidos y desplazan a los antiguos, los cuales usualmente exhiben precios más altos, que incorporan el valor de la calidad en su precio. Si en el cálculo del IPC asumimos que este valor es parte de

un encarecimiento del bien mejorado, estaríamos sobredimensionando el crecimiento de precios. Por lo cual, es importante medir el efecto del cambio de calidad de los bienes en los precios y encontrar un modo de estimar precios puros para comparar precios de bienes de la misma calidad y así evitar incurrir en sesgos de sobreestimación del IPC.

En este documento se presentarán los distintos métodos que existen para ajustar los precios por cambios de calidad y cómo se incorporan los precios puros en el Índice de variedad del IPC.

El objetivo principal es mostrar de manera didáctica los diferentes procesos de cálculo para obtener precios ajustados por calidad, señalando también criterios para elegir entre algunos de ellos y ejemplos ilustrativos de su aplicación.

El documento se desarrolla como sigue: en el primer capítulo se abordan algunos aspectos generales sobre el IPC, su método tradicional de cálculo y algunos sesgos en su estimación. En el segundo capítulo se trata directamente la cuestión de los cambios de calidad y el IPC. En éste, primeramente se desarrollan algunos aspectos teóricos que ayudan a la comprensión de cómo los cambios de calidad afectan el índice de costo de vida

y por ende el índice de precios al consumidor. En segundo lugar, se presentan algunos métodos de ajuste de precios por cambios de calidad: el método de imputación, de traslape y de las regresiones hedónicas. Además se presenta el proceso de selección entre los distintos métodos de ajuste de calidad. En la tercera subsección se presenta el procedimiento de cómo incorporar el precio ajustado por calidad en el índice de variedad del IPC. Luego se presentan algunas aplicaciones ilustrativas sobre el

método de imputación y traslape. Y en la siguiente sección se presenta una aplicación ilustrativa de las regresiones hedónicas, el cálculo del precio ajustado por calidad y el índice relativo de precios a ser incorporado en el IPC.

Finalmente, se presentan algunos comentarios y sugerencias que ayudan a identificar las áreas que requieren mayor profundidad de estudio o criterios para elegir entre los distintos métodos.



## I. ASPECTOS GENERALES

### 1.1 ¿QUÉ ES EL IPC?

El Índice de Precios al Consumidor (IPC), es un indicador económico que mide la evolución de los precios de un conjunto de bienes y servicios consumidos habitualmente por los hogares de los diversos estratos socioeconómicos de Lima Metropolitana.

A este conjunto de bienes y servicios se le conoce como CANASTA FAMILIAR. Dentro del concepto "BIENES", se incluyen los alimentos, bebidas, medicinas, vestido, calzado, muebles, enseres, vajilla, artefactos eléctricos, útiles escolares, etc. Y como "SERVICIOS", se consideran el alquiler de vivienda, electricidad, teléfono, transportes, matrículas y pensiones escolares, consultas médicas y hospitalarias, consumo en restaurantes y hoteles, servicios de peluquería, etc.

La estructura de la Canasta Familiar, evidentemente, es representativa de la población, porque incluye todos los bienes y servicios que habitualmente consumen las familias.

### 1.2 ¿CÓMO SE CALCULA EL IPC?

Para determinar el Índice de Precios al Consumidor de Lima Metropolitana, el INEI realiza un seguimiento semanal y mensual de los precios de cientos de productos que luego los compara con los precios del período considerado como "Base" del Índice.

El Índice de Precios con la base 1994 se calcula con la fórmula de Laspeyres, que comprende un conjunto de "ponderaciones fijas" que surgieron de la ENAPROM 94 y, un conjunto de precios promedios relativos en el período base y a lo largo del tiempo. Las ponderaciones son fijas en el sentido de las cantidades consumidas, pero no en lo que respecta al valor de cada componente, ya que el mismo cambia su participación con la variación de los precios relativos.

Para su cálculo, se emplea la fórmula general de Laspeyres, la cual es comúnmente presentada bajo la forma:

#### Índice de Precios de Laspeyres

$$I \frac{t}{0} = \frac{\sum_{i=1}^n P_{it} Q_{i0}}{\sum_{i=1}^n P_{i0} Q_{i0}} * 100 \quad (1)$$

Donde:

$I \frac{t}{0}$  Es el índice de Laspeyres en el período base, en el mes t.

$P_{i,t}$  Es el precio del artículo "i" en el mes t

$Q_{i,0}$  Es la cantidad consumida o vendida del artículo "i" en el período base "0".

$P_{i,0}$  Es el precio del artículo "i" en el período base "0".

La fórmula estándar es la proporción del gasto estimado para comprar las cantidades de un artículo en el mes actual y en un periodo base. Pero debido a que no siempre se cuenta con información detallada de los gastos, se deriva una fórmula, la cual usa los productos que usualmente están disponibles. Así el precio de cambio del periodo base ( $P_{it} / P_{i0}$ ) multiplicado por la proporción de gasto se da por:

$$I \frac{t}{0} = \sum \left( \frac{P_{it}}{P_{i0}} \right) \frac{P_{i0} Q_{i0}}{\sum P_{i0} Q_{i0}} \quad (2)$$

Esta fórmula puede ser reordenada para dar paso a la fórmula de Laspeyres modificada, la cual usa el cambio en los precios respecto a los meses anteriores.

$$I \frac{t}{0} = \frac{\sum P_{i,t-1} Q_{i0}}{\sum P_{i0} Q_{i0}} = \sum \left( \frac{P_{it}}{P_{i,t-1}} \right) \left( \frac{P_{i,t-1}}{P_{i,0}} \right) \frac{P_{i0} Q_{i0}}{\sum P_{i0} Q_{i0}} \quad (3)$$

De este modo, todos los países del mundo, al aplicar la fórmula de Laspeyres simple o modificada, pueden dar a conocer los resultados de la evolución de los precios al consumidor, con metodologías homogéneas que garantizan la comparabilidad internacional en la medición.

### 1.3. LOS SESGOS EN LA MEDICIÓN DEL IPC

Las diferencias existentes entre un IPC y un índice del verdadero costo de vida se conocen como Sesgos de Medición en el IPC, y se originan porque un IPC presenta una serie de rigideces en su construcción.

Un IPC basado en el índice de Laspeyres, con una canasta fija de bienes y servicios y con ponderaciones invariables en el tiempo, nos permite calcular de una manera sencilla el Índice de Precios al Consumidor. Sin embargo, su utilización, difundida a nivel mundial, tiene serias limitaciones. Por definición, un IPC tipo Laspeyres no permite la sustitución en el consumo ante cambios en precios relativos. De igual manera, mantener una canasta fija implica no incluir cambios de calidad en los bienes, ni bienes y servicios nuevos, ni nuevos expendios que suelen aparecer en el mercado. Por tanto según lo señalado anteriormente, los sesgos en la medición del IPC, pueden resumirse en los siguientes.

- Sustitución en el consumo.
- Aparición de nuevos lugares de venta.
- Aparición de nuevos productos
- Cambios de calidad.

A continuación se explicará brevemente cada uno de estos sesgos de medición:

#### a. Sustitución en el consumo

El sesgo de sustitución en el consumo en el cálculo del IPC surge cuando una economía experimenta cambios en los precios de los diversos bienes y servicios transados. Si estos cambios son persistentes y un conjunto de bienes se vuelve consistentemente más caro o barato que otro, es de esperar que las personas opten por consumir más de los bienes que se abaratan y menos de aquellos que se encarecen. Si un índice de precios no refleja estos desplazamientos en el consumo, como es el caso del índice de Laspeyres, el

indicador sobrestimaré permanentemente el crecimiento de precios al valorar más los bienes caros que los baratos.

#### **b. Aparición de nuevos lugares de venta**

Es común ver que surgen nuevos lugares donde se expendien bienes y servicios. En el proceso de cálculo del IPC se puede generar una sobreestimación del verdadero crecimiento del IPC, al no tener en cuenta expendios que capturan una proporción importante de la demanda, y que operan con mayores volúmenes de venta pero con menores márgenes de utilidad, a favor de menores precios.

#### **c. Aparición de nuevos bienes**

Fenómenos como la innovación tecnológica de la producción, el cambio en el diseño, las necesidades del consumidor, la competencia, conllevan a la permanente aparición de nuevos productos. Cuando estos bienes o servicios nuevos comienzan a demandarse masivamente o incrementan su peso en el gasto total de los hogares, cumplen los requisitos indispensables para integrar la canasta familiar. Cuando los nuevos productos (como la telefonía móvil, Internet, televisión por cable, entre otros productos donde interviene la tecnología) forman parte del consumo básico de los hogares y no son incluidos en la canasta para el IPC, se genera un problema de medición en los precios del consumidos. El sesgo por la aparición de nuevos bienes tiende a desaparecer en la medida en que periódicamente la cobertura de bienes y servicios del índice se actualice.

#### **d. Cambios de calidad en los bienes**

Este sesgo se produce cuando un producto de la canasta es reemplazado por otro de diferentes especificaciones o calidad. Si en el cálculo de la canasta de consumo no se hace un ajuste adecuado a los precios por los cambios de calidad de los productos, se genera un sesgo hacia arriba en la medición del IPC. Esto se puede presentar por ejemplo, cuando el precio de una computadora se incrementa porque fue actualizado tecnológicamente. Así, aunque el precio es más alto, los beneficios que ofrece como la velocidad, mantiene o incluso mejora el bienestar del consumidor. Si en el cálculo del IPC asumimos que este cambio de calidad es un encarecimiento de la computadora, estaríamos sobredimensionando el crecimiento de precios. Podría darse el caso contrario con bienes y servicios que han experimentado un fuerte deterioro en su calidad pero no han tenido ninguna variación en su precio o incluso éste ha aumentado, uno de los casos podría ser la educación. Así no se presente un cambio en el precio, puede afirmarse que el costo de obtener la misma cantidad de bienes o la misma calidad del servicio ha aumentado. Por lo tanto, aquí habría una subvaluación de los precios de dichos servicios.

### **1.4. IMPLICACIONES DE LA INCORRECTA MEDICIÓN DEL IPC**

Como lo advierte Moulton (1969), la magnitud de los sesgos en el IPC puede modificar los resultados del crecimiento real de la economía y la productividad, dado

que los componentes del IPC también son utilizados para construir los gastos de consumo personal en las cuentas nacionales.

En el Perú, el Índice de Precios al consumidor, tiene diferentes e importantes usos dentro de la economía, el primero es la deflatación de los valores nominales para la obtención de valores reales, además es un insumo necesario para

ajustar algunos precios de la economía, como la inflación, la cual es usada para ajuste de salarios, impuestos, tarifas, etc.

Por tanto, en la medida que todos los indicadores mencionados, requieran del uso del IPC para ser calculados, es razonable pensar que existe la gran necesidad de cuantificarlo lo más adecuadamente posible.

## II. LOS CAMBIOS DE CALIDAD Y EL IPC

---

### 2.1 ASPECTOS TEÓRICOS

#### 2.1.1 Los efectos del cambio de calidad sobre la utilidad

Antes de preguntarnos: ¿Cómo ajustar los precios por cambios de calidad? Primero es necesario preguntarnos: ¿Cuál es el significado de un cambio de la calidad? Podemos afirmar que existe una mejora de calidad, cuando los cambios que se presentan en la naturaleza física o funcional del bien (sus características) producen una mejora en el bienestar de los consumidores, es decir, provocan un aumento en su utilidad. Así si el bien A se considera mejor que su anterior versión, el bien B, eso es porque entrega "algo más" al consumidor representativo que está deseando pagar más por eso. Ese "algo más" es un aumento en su utilidad.

Por ejemplo, un producto de ropa es muestreado y después de pocos meses, ya no se encuentra en el mercado, y puede aparecer un producto comparable pero con más algodón (que lo hace más suave al tacto ó más fresco) o, ser de diferente color, tener botones diferentes, tener mejor costura o estar considerado de moda. Estos beneficios adicionales producirán una ganancia en la utilidad del consumidor, pero se cobrará por este nuevo bien un precio diferente, debido al cambio de calidad, el cual es apreciado y mejor valorado por el consumidor.

#### 2.1.2 El índice de costo de vida

El marco conceptual a partir del cual se deriva el índice de precios al consumidor es el Índice de Costo de Vida. El cual se define como la relación de gastos mínimos requeridos en el período corriente y en un período referencial anterior para alcanzar un mismo nivel dado de bienestar, es decir de utilidad. De ahí que el IPC se calcule bajo el supuesto de la comparación de bienes de calidad constante que den la misma utilidad.

Sin embargo, si intentáramos medir el índice de costo de vida por el consumo en un solo bien X que ha experimentado una mejora en su calidad en el período corriente, como la relación de gastos mínimos entre la versión del bien antiguo y la del bien reemplazante -que tiene un mayor precio pero también permite alcanzar un mayor nivel de utilidad respecto al bien anterior, estaríamos incurriendo en una sobreestimación del índice, ya que no se estarían relacionando gastos que permitiesen alcanzar el mismo nivel de utilidad. El gasto en el bien nuevo estaría sobre valorado en el índice de costo de vida que asume un nivel de utilidad constante. Osea, se hubiera requerido de un menor gasto para alcanzar el mismo nivel de utilidad anterior, en el caso de que los bienes hubieran mantenido su calidad constante. Así tenemos un índice de costo de vida:

$$ICV = \frac{p_n^1 x q}{p_a^0 x q}, \quad (1)$$

Con,  $p_a^0 = f(C_0) \longrightarrow U_0$

Donde,  $p_n^1 = f(C_1) \longrightarrow U_1$

$P_a^0$ : precio del bien antiguo en el período 0 (base);

$P_n^1$ : precio del bien nuevo (con calidad mejorada) en el período 1 (corriente).

$q$ : es la cantidad comprada que es la misma en ambos períodos.

$C_0$ : calidad del producto en el período 0.

$C_1$ : calidad del bien mejorado en el período 1.

$U_0$ : utilidad alcanzada en el período 0.

$U_1$ : utilidad alcanzada en el período 1.

Y además,  $p_n^1 \succ p_a^0$ , entonces,

$$p_n^1 x q \succ p_a^0 x q,$$

Pero, dado que  $U_1 \succ U_0$

Entonces el índice de precios calculado ya no reflejaría en sí un índice de costo de vida, pues estaría sobreestimado para un mayor nivel de utilidad en el período corriente y un menor nivel de utilidad en el periodo base.

### 2.1.3 El problema de los cambios de calidad en el IPC

Si los bienes mantuvieran su calidad constante en el tiempo, entonces sus cambios de precios serían resultado de

cambios puros en los precios. Sin embargo, dada la frecuente innovación en la línea de productos y mejora de calidad de artículos, los cambios en los precios de estos bienes también estarían afectados por cambios en la calidad. Ya que se ofrecería a los consumidores, bienes con un mayor valor de uso, lo cual sería mejor valorado por ellos y estarían dispuestos a pagar más, de ahí que los precios se eleven por el efecto "calidad". De ahí que, comparar precios de estos bienes directamente con los precios de bienes antiguos no afectados por cambios de calidad estaría provocando distorsiones en el IPC.

Por otro lado, debido a que el actual índice de precios al consumidor es calculado con la fórmula de Laspeyres, el cual utiliza una misma canasta fija de bienes de consumo de un período base para obtener el IPC, esto impediría incorporar nuevos productos (ya sean totalmente nuevos o de calidad mejorada, o con características adicionales) que no fueron considerados en la canasta del período base.

Así, la medición del IPC se complica por:

**1. La desaparición de antiguos artículos.-** Cuando un producto muestreado en períodos anteriores ya no se encuentra en el mercado en el período corriente. Aparece el problema: ¿qué artículo tomar como su reemplazo, si los artículos nuevos son de calidad diferente?

**2. Cambios o mejoras en la calidad de los bienes existentes.-** Antiguos artículos de consumo cambian por ejemplo si les añaden nuevas características o mejora su desempeño.

**3. La aparición de nuevos artículos.-** Pueden aparecer nuevos bienes de consumo que desempeñan la misma

función de los antiguos pero de mejor modo, o pueden aparecer bienes completamente nuevos o nunca antes vistos para satisfacer una necesidad o un deseo que nunca antes ha sido satisfecho.

No obstante, en la práctica, los precios de los nuevos bienes sí son considerados como reemplazos de los bienes antiguos que fueron considerados en la canasta. El problema estriba en ¿cómo hacer comparables los precios de los nuevos artículos (de diferente calidad) a los precios de los bienes antiguos? Es decir, ¿cómo ajustar los precios por las diferencias de calidad, tal que se puedan comparar? Ya que, si se incorpora directamente los precios de los bienes nuevos en el índice, entonces incurriríamos en un sesgo de sobrestimación del índice. Pues, como ya lo mencionamos, el valor de los nuevos bienes también estaría explicado por el valor de las adicionales diferencias de calidad.

#### 2.1.4 Potenciales fuentes de error del uso de modelos semejantes

La mayoría de agencias estadísticas se previenen de los cambios de calidad, mediante el cálculo del índice de precios de modelos semejantes: Bajo el supuesto de que los cambios de precios de bienes semejantes serán iguales a los cambios de precios de bienes ajustados por calidad; optan por excluir del índice aquellos bienes que tienen cambios en calidad y construyen el IPC sólo en base a la recopilación de precios de productos semejantes, cuyas características y términos de venta son los mismos (los que no presentan cambios).

Así, el equiparamiento de precios de bienes permite la medición de cambios en precios incorruptos por cambios en la calidad. No obstante, cuando las cosas son reemplazadas por otras nuevas debido a

su diferencia en calidad, se requiere un ajuste de cambio de calidad. Si el ajuste es inapropiado habrá un error, y si es inapropiado en una dirección sistemática, habrá un sesgo.

Así, existen tres potenciales fuentes de error que se derivan de usar este método:

**a) Pérdida de bienes:** Este método ignora los bienes reemplazantes, y los efectos que sus precios podrían tener en el IPC. Además cuando un bien ya no está disponible en el mercado queda la cuestión de: ¿qué precio recoger? ¿Reemplazante? ¿Comparable? ¿No comparable? ¿Cuál?

**b) Cuestiones de muestreo:** La recopilación de precios de bienes muy semejantes en el tiempo podría conducir al monitoreo de una muestra de bienes crecientemente no representativa de una población de transacciones. Podría ser que los precios de los bienes antiguos sean relativamente bajos, y los precios de los bienes nuevos sean relativamente altos. Ignorando tales desemparejamientos entre modelos nuevos y antiguos, este método sesgaría el índice hacia abajo. Además, las instrucciones para tomar un reemplazo comparable promueven que los bienes obsoletos con precios más bajos al final de su ciclo de vida sean otra vez reemplazados por cosas obsoletas, lo que conduce a sesgar del índice en contra de los productos técnicamente superiores y crecientemente más demandados.

**c) Nuevos productos:** Cuando un "Algo" nuevo es introducido en el mercado, que brinda un mayor valor de uso al consumidor, hay una ganancia inmediata en su bienestar. Pero como el método no considera los bienes nuevos, esta ganancia no sería traída apropiadamente en el IPC. Es decir, no se reflejaría una caída en el IPC, que sí se demostraría en el índice de

costo de vida, debido a que ahora (por la introducción del nuevo bien) es igual o menos costoso alcanzar un nivel de utilidad superior.

### 2.1.5 Definición del ajuste de calidad a los precios

Es el modo de estimar o "ajustar" el precio (o cambio en el precio) de alguno de los bienes reemplazante o antiguo debido a las diferencias por cambios de calidad, para hacerlos comparables entre sí, libres de los efectos del cambio de calidad. Es decir, para poder estimar los cambios puros en los precios de los bienes con la misma calidad y la misma base, que serían incorporados en el IPC. Lo cual se puede hacer de dos maneras: Tomar el precio del bien reemplazante y quitarle la parte debida a la diferencia de calidad y hacerlo comparable al bien antiguo. O incorporarle el efecto del cambio de calidad al precio del bien antiguo, para poder compararlo con el precio del bien reemplazante.

Recordando que el índice de precios requiere la cotización de productos que son de la misma calidad, lo principal es determinar ¿qué proporción del cambio total del precio se debe a los cambios de calidad y qué parte se debe al cambio puro de precios?

A continuación, mencionaremos algunos de los métodos que son utilizados para ajustar los precios por cambios de calidad.

## 2.2 MÉTODOS DE AJUSTE DE CALIDAD A BIENES

Dada la necesidad de ajustar los precios por los cambios de calidad, se han desarrollado diferentes métodos de ajuste, que han sido clasificados en métodos implícitos / imputados (o indirectos), y métodos explícitos (o directos) de acuerdo

a si la diferencia de calidad puede ser o no ser explícitamente cuantificada:

### A) Métodos implícitos:

- Traslape
- Imputaciones promedio objetivas y a la media
- Imputación por clases
- Reemplazos comparables
- Relativos a no mostrar cambios en precios
- Llevar, pasar, suma y sigue

### B) Métodos explícitos:

- Juicio de los expertos
- Ajuste de cantidad
- Diferencias en las opciones de costos
- Enfoque hedónico

A continuación explicaremos los métodos de imputación y traslape y de las regresiones hedónicas, dando mayor más énfasis a este último.

### 2.2.1 El Método de imputación

Se aplica este método cuando no se tiene información disponible que permita hacer razonables estimados sobre el efecto en los precios del cambio de calidad. Consiste en tomar el cambio de precio de todos los bienes o de aquellos más o menos similares como el mismo cambio de precios para los bienes perdidos.

Generalmente las imputaciones se realizan en los primeros niveles de agregación, es decir es conveniente imputar índices a imputar solo los precios; sin embargo, la imputación de precios puede resultar necesaria cuando el nivel mínimo de agregación se obtiene mediante la utilización de una razón de promedios no ponderados. Por ejemplo, si los precios del IPC han sido recolectados



para un determinado artículo y se han calculado promedios sin ponderación para el mes actual y los meses anteriores, entonces los precios podrían ser imputados.

### 2.2.2 El Método de traslape

Si los precios de los bienes desaparecidos y reemplazantes están disponibles en un período común traslapado, es decir en el período  $t$ ; el cambio en el precio del bien antiguo entre el período 0 y  $t$  y el cambio en el precio del bien nuevo entre  $t$  y  $t+1$  podrían multiplicarse y empalmarse en el IPC. O, la diferencia de precios del bien nuevo con el antiguo en el periodo en que ambos coexisten, puede ser un estimado de la diferencia de calidad y puede ser usado para un ajuste de calidad en el precio del bien reemplazante.

### 2.2.3 Las regresiones hedónicas

Mediante este método, se hacen estimaciones explícitas de los efectos en el precio por los cambios de calidad.

Una regresión hedónica es aquella que trata de explicar los precios de un producto en función de sus características. La estimación de dicha función hedónica sirve para estimar en qué dirección y magnitud, las características de un producto afectan su precio. Luego, a partir de la regresión estimada se construyen los índices de precios llamados hedónicos, que recogen la variación en el precio, neta de cambios en su calidad.

Formalmente, una regresión hedónica es una ecuación que relaciona los precios del bien:  $P$  sobre sus características representadas por el vector  $Z = (Z_1, Z_2, \dots, Z_n)$ , es decir,

$$P = f(z_1, z_2, \dots, z_n)$$

La cual estima cómo el precio de un bien cambia como resultado de cambios unitarios de cada característica, lo que se observa en los coeficientes estimados de la ecuación. Así, el objetivo de usar el enfoque hedónico es obtener un estimado del diferencial de precios que es atribuible a las características del producto o su calidad.

### Algunas consideraciones relevantes para la estimación de funciones hedónicas

A continuación vamos a comentar algunos aspectos relevantes a tener en cuenta cuando se llevan a cabo estimaciones hedónicas.

#### a) Fundamentación teórica

El análisis hedónico se deriva de los trabajos de Waugh (1928) y Court (1939), quienes buscaron explicar la variación en los precios de los bienes en relación con sus características. Lancaster (1966) desarrolló un marco conceptual en el que los consumidores harían sustituciones entre tipos o modelos de productos según sus características debido a sus diferentes precios y no precisamente entre bienes. Lo cual es consistente con la realidad, pues como argumentó Triplett (2000): si los gustos y preferencias de los consumidores fueran los mismos, entonces un único modelo de PC sería comprado, sin embargo hay varios modelos de PCs con diferentes precios, dado que tienen diferentes características. Así, dado que no todos los consumidores tienen los mismos gustos ni necesidades respecto a los atributos demandados de un bien, y dado que los productores buscan ganar parte del mercado producen bienes diferenciados de acuerdo a la demanda.

Cabe mencionar que, el enfoque hedónico se apoya en los siguientes supuestos: Primero, las características del producto deben ser cuantificables. Lo cual es muy restrictivo en casos en que la calidad se limita a la percepción del consumidor, por ejemplo, confiabilidad, seguridad. Segundo, se asume que la colección de las características relevantes del producto no cambian. Sin embargo, cuando los cambios son drásticos, esto es, nuevas características son introducidas o cambian mucho, la estabilidad de los coeficientes de calidad se vería afectada pues una característica que era relevante o tenía un fuerte impacto positivo en el precio cuando se hizo la regresión hedónica, tiempo después, podría no ser significativa o tener un débil impacto, de manera que no sería relevante para determinar el precio.

#### **b) Elección de variables**

Como se vio en la fundamentación teórica, las características de los bienes son, en última instancia, el objeto de la transacción. Por lo tanto, como señaló Triplett (1986), las características que se deben considerar en un análisis hedónico son variables económicas homogéneas a partir de las cuales se construyen los bienes heterogéneos. Las variables que se escogen como características deben representar lo que el comprador valora cuando compra el producto y lo que absorbe recursos en la producción. La elección adecuada de las características de un determinado producto requiere, en muchos casos, un conocimiento técnico de la producción y del uso de dicho producto. Por tanto, para identificar las características que afectan el precio de un bien se puede consultar con los productores, minoristas y consumidores de los bienes en cuestión.

#### **c) Representatividad y calidad de la muestra**

Lo recomendable es utilizar datos de muestras representativas de los modelos vendidos en el mercado, para evitar que los modelos poco vendidos influyan demasiado sobre los resultados. Además, la calidad de los datos es muy importante. Debido a la presencia frecuente de multicolinealidad en las funciones hedónicas empíricas, los coeficientes estimados son a menudo bastante sensibles a errores en los datos. Por lo tanto, una depuración detallada de los datos utilizados (por ejemplo, cotejando con otras fuentes de información o aplicando análisis exploratorio) es a menudo indispensable para obtener funciones hedónicas creíbles y estables.

#### **d) Precios de transacción frente a precios de oferta**

Los datos de precios más adecuados para un análisis hedónico son los precios que, en última instancia, se producen en la transacción de compraventa.

#### **e) Forma funcional**

En la mayoría de los casos la elección de la forma funcional es una cuestión empírica. Las formas funcionales más utilizadas son la lineal, semi-logarítmica (logaritmo por el lado izquierdo), logarítmica doble (logaritmos en ambos lados) y translog.

En algunos estudios, para poder comparar estadísticamente formas funcionales alternativas, se utiliza la transformación de Box-Cox y se escoge la transformación que proporciona un error cuadrático medio menor.

Cabe mencionar que, de las tres formas, la semi-logarítmica es la más recomendable debido a la interpretación de sus coeficientes que se entienden como los cambios proporcionales en los precios que surgen del cambio en una unidad del valor de la característica.

### 2.2.4 Elección entre los distintos métodos de ajuste de calidad

Consideremos el algoritmo de la página 21, que provee una guía útil para el proceso de toma de decisiones sobre el método a usar. Asumamos que, en principio, se está usando el método de los modelos semejantes para la medición de precios de los bienes.

**PASO 1:** Como primer paso, podemos preguntarnos sobre cada bien: La especificación del bien ha cambiado? Es decir, se ha observado algún cambio físico o funcional en sus características respecto al artículo considerado en el período anterior?

**PASO 2:** Si la respuesta es no, entonces continuamos utilizando el método de modelos semejantes. Pero si la respuesta es sí, entonces nos preguntamos: La calidad del bien ha cambiado? Es decir, el cambio en el bien tiene como efecto un cambio en el bienestar del consumidor?

**PASO 3:** Si la respuesta es no, entonces se continúa usando los modelos semejantes. Pero si la respuesta fuera sí, entonces nos preguntamos: La diferencia de calidad puede ser explícitamente cuantificada?

**PASO 4:** En caso de que la respuesta fuera sí, se busca si existe un bien de reemplazo disponible y si lo hubiera se utiliza algunos de los métodos explícitos mencionados en la sección 2.2. En caso contrario, tendremos que utilizar métodos implícitos de ajuste de calidad.

**PASO 5:** Si del paso anterior se deduce que debemos utilizar algún método de estimación explícita, podemos elegir entre ellos según sea el tipo de bien, el comportamiento de sus precios en el mercado y las características del método. A continuación describimos brevemente cada uno de éstos.

**1) Juicio de los expertos.-** Se puede consultar a paneles de expertos para que den una valoración en consenso de cómo los cambios de calidad en ciertos bienes, afectan a sus precios. Los expertos pueden representar consumidores, productores, analistas de mercados, etc.. No, obstante, la confiabilidad del método depende su experiencia.

**2) Ajuste de cantidad.-** Este es un método de ajuste explícito más directo que el anterior. El cual es aplicable cuando la diferencia en calidad se puede medir en términos de cantidad para comparar los bienes. Por ejemplo, se mide el número de unidades que trae un paquete, el tamaño o peso de un artículo, entre otros. El ajuste se efectúa convirtiendo todos los precios en la categoría de un precio por unidad de tamaño, peso o número.

**3) Costos de producción.-** Cuando las diferencias entre los bienes antiguos y de reemplazo están bien especificadas se puede hacer un estimado de la diferencia de costos de producción de cada bien. Sin embargo, las estimaciones de los márgenes del minorista usualmente tienden a error, de ahí es preferible el siguiente método.

**4) Opción de costos.-** Este método ajusta el precio del bien antiguo por el costo de las características adicionales del bien de reemplazo. Requiere que los artículos antiguos y nuevos difieran por características fácilmente identificables, las cuales han sido cotizadas separadamente como opciones.

**5) Regresiones hedónicas.-** El uso de este método es más apropiado cuando los datos de precios y las características están disponibles para un amplio rango de modelos y cuando se encuentra que las características ayudan a predecir y explicar bien la variabilidad del precio, desde un razonamiento a priori y en términos econométricos.

**PASO 6:** Si del paso 4 se recomienda usar métodos implícitos, entonces tenemos tres opciones: 1) No se tiene ningún reemplazo disponible, 2) Se tiene un reemplazo disponible sobre el que se asume que ninguna diferencia en el precio se debe al cambio de calidad. 3) Se tiene un reemplazo disponible sobre el que se asume que toda la diferencia en su precio se debe al cambio de calidad. Para el primer caso, podemos elegir entre dos métodos:

**1) Imputaciones.-** Consiste en tomar el cambio de precio de todos los bienes o de aquellos más o menos similares como el mismo cambio de precios para los bienes perdidos. Cabe señalar que a veces es preferible hacer imputaciones promedio objetivizadas en lugar de imputaciones promedio de todos los bienes, en tanto que el tamaño de la muestra sobre el cual el objetivo está basado sea el adecuado. Pero cuando se toman bienes que están al inicio de su ciclo de vida como reemplazos de bienes al final de su ciclo de vida, se recomienda hacer imputaciones promedio por categorías.

**2) Llevar, pasar suma y sigue.-** Según este método, cuando un bien ya no está disponible en el período corriente, se pasa el precio anterior para reemplazar el precio corriente simplemente como si no hubiera ningún cambio en el precio, lo que introduce una excesiva estabilidad al índice, y se agrava si el precio sigue siendo pasado para períodos posteriores. Por ello, este método no es recomendable.

Para el segundo caso, se aplica el siguiente método:

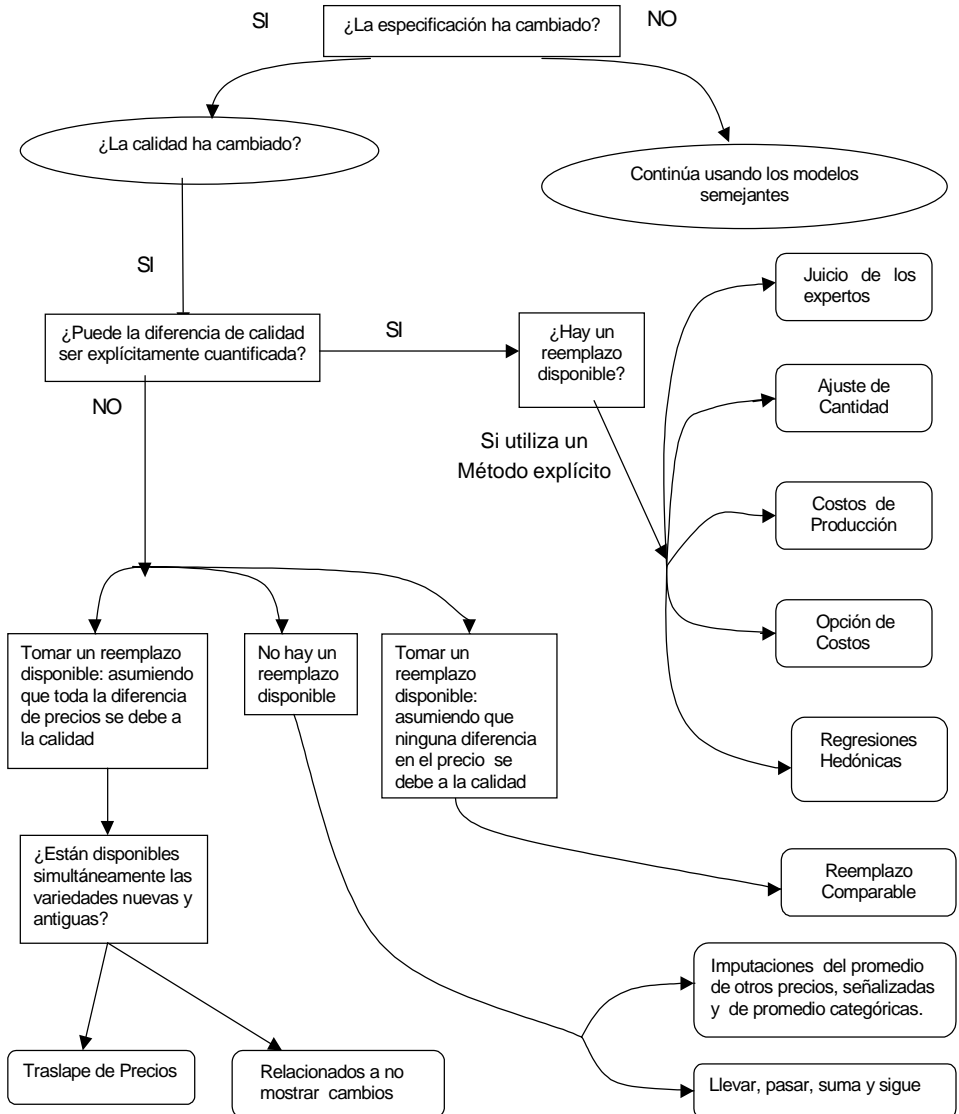
**Reemplazo comparable.-** Que consiste en la selección de un bien comparable de la misma especificación y uso, que requiere que ninguna diferencia en el precio se deba a la calidad. No obstante, si el bien elegido se encuentra en una etapa diferente del ciclo de vida del reemplazante, se podría estar incurriendo en algún sesgo, por el comportamiento diferenciado de sus precios.

**Para el tercer caso, cabe hacernos la pregunta:** Las variedades antiguas y nuevas se encuentran disponibles simultáneamente? Si la respuesta fuera acertada, podemos usar el método de traslape, en caso contrario se utilizaría otro método. A continuación se describirá cada uno de ellos:

**1) Método de traslape.-** Según este método, la diferencia (o ratio) de precios entre el bien antiguo y nuevo en el período en el que ambos coexisten, es tomada como una medida del ajuste de calidad. Luego este factor se aplica al precio del reemplazante y así se obtiene un precio comparable con el antiguo. No obstante, el supuesto de que precios relativos igualan a las diferencias de calidad en el momento del empalme, no se sostendrá si los bienes están en diferentes etapas de sus ciclo de vida por las diferentes estrategias de precios que son usadas en cada etapa.

**2) Relacionados a no mostrar cambios en los precios.-** Este método asume que el cambio en el precio se debe totalmente al cambio en la calidad, entonces no habría un cambio puro en el precio. Consiste en tomar el precio del bien reemplazante y estimar su precio para el período anterior, este precio estimado es igual al precio del reemplazante en el período corriente, de ahí que no se muestre ningún cambio en el precio. Por ello este método no es recomendable.

### 2.2.5 ALGORITMO PARA ELECCIÓN DE MÉTODO DE AJUSTE DE CALIDAD A LOS PRECIOS



### 2.3 ¿CÓMO INCORPORAR EL PRECIO AJUSTADO POR CALIDAD EN EL IPC?

Uno de los modos en que los nuevos productos pueden ser incorporados en el IPC es reemplazando los bienes antiguos con los nuevos en una base de uno a uno, y comparando sus precios, luego de hacer el ajuste de calidad, y así obtener el índice de variedad. La dificultad está en estimar el valor de la diferencia en el precio por calidad (o factor de ajuste) entre el nuevo bien y el antiguo. La cual puede ser obtenida o expresada como un porcentaje del precio del reemplazante. Así para obtener un precio comparable con el antiguo: podemos deducir del precio del bien nuevo la parte del precio ajustada por calidad y así obtendremos el precio puro. O inversamente, podemos aplicar el ajuste de calidad al precio del bien antiguo, para compararlo con el precio del bien nuevo en el período corriente.

Formalmente, dada la regresión hedónica estimada en forma semi-logarítmica, se tiene:

$$\ln(P) = b_0 + \sum_{i=1}^k b_i x_i \quad (1)$$

donde,  $b_i$  es el parámetro estimado y  $X_i$  es una variable que representa el valor de la característica  $i$ -ésima y  $k$  es el número de características consideradas en el modelo.

Asumiendo que el mismo modelo se aplica al período corriente (en que aparece el reemplazo) y al período base (en que se muestreaba el bien antiguo), entonces el cambio en el logaritmo de los precios entre el período actual y el período de base atribuible a los cambios en alguna(s) de las  $k$  características puede ser obtenido como sigue,

$$\ln(P^{reemplazo}) - \ln(P^{antiguo}) = \sum_{i=1}^k b_i (x_i^{reemplazo} - x_i^{antiguo}) \quad (2)$$

Tomando el exponente natural en ambos lados de la ecuación (3) resulta,

$$\frac{P^{reemplazo}}{P^{antiguo}} = \prod_{i=1}^k e^{b_i (x_i^{reemplazo} - x_i^{antiguo})} \quad (3)$$

Dado que el precio del artículo de reemplazo (con calidad mejorada) no puede ser observado en el período base, su precio en este período debe ser estimado ( $\tilde{P}^{reemplazo}$ ). Esto se puede hacer, multiplicando el precio del bien antiguo por el factor de ajuste derivado en la ecuación anterior como sigue,

$$\tilde{P}^{reemplazo} = P^{antiguo} \prod_{i=1}^k e^{b_i (x_i^{reemplazo} - x_i^{antiguo})} \quad (4)$$

Luego, para incorporar los precios relativos en el índice de variedad, se toma el precio relativo PR como:

$$PR = \frac{P^{reemplazo}(t)}{\tilde{P}^{reemplazo}(0)}$$

Donde se comparan los precios del mismo bien de reemplazo con su calidad mejorada en ambos períodos base y actual, pero en que el precio del período base ha sido estimado a partir del precio del bien antiguo por el factor de ajuste. Este índice de precios relativos será el que se considere en el índice de variedad de precios que luego se agregará en el IPC.

## 2.4 ALGUNAS APLICACIONES DE LOS MÉTODOS DE IMPUTACIÓN Y DE TRASLAPE

### 2.4.1 Aplicación del método de imputación

Para realizar la imputación podrían seguirse los siguientes pasos, aplicados al ejemplo que presentamos a continuación:

Se han recolectado los precios de un artículo en cuatro establecimientos: A, B, C y D, en el mes de Febrero de 1998, pero al momento de calcular el índice se notó la ausencia del precio del artículo del establecimiento D. Por tanto es necesario

imputar dicho precio, para tal efecto se cuenta con los precios del artículo para los dos meses anteriores: Enero 98 y diciembre 97.

Como primer paso, calcular el desplazamiento (diferencia) mensual de los promedios comparables, donde los promedios mensuales previos (de los meses anteriores), pueden contener precios imputados, pero los promedios mensuales actuales consistirán sólo de los precios que se han recolectado. Este proceso puede ser realizado a nivel del artículo o a nivel de grupo, dependiendo de cuántos precios están disponibles al momento de la imputación.

**Cuadro nº1: Ejemplo de aplicación del Método de Imputación**

		Precios		
		Dic - 97	Ene - 98	Feb-98
	Estab. A	10	10	11
	Estab. B	10	10	10
	Estab. C	9	10	11
	Estab. D	12	12	?
promedios	mes actual			10.67*
comparables	mes anterior		10**	
Desplazamiento mensual				1.067***

\* Promedio del mes actual:  $(11+10+11)/3 = 10.67$   
 \*\* Promedio de los meses anteriores:  $(10+10+10)/3 = 10$   
 \*\*\* Razón de promedios  $10.67/10 = 1.067$

Luego, para obtener los precios imputados, multiplicar los precios mensuales previos por los desplazamientos de los promedios comparables respectivos, es decir:

$$\text{Precio imputado} = \text{Precios mensuales previos} * \text{desplazamientos de los promedios comparables}$$

Por tanto, el precio imputado para el artículo será:

$$\begin{aligned} \text{Precio imputado} &= 12 * 1.067 \\ &= \mathbf{12.8} \end{aligned}$$

Por último, recalcular los promedios actual y los meses previos (el desplazamiento será el mismo que el obtenido en el paso 1). Veamos:

**Cuadro nº2: Resultados Obtenidos de la Aplicación del Método de Imputación**

	Precios		
	Dic - 97	Ene - 98	Feb-98
Estab. A	10	10	11
Estab. B	10	10	10
Estab. C	9	10	11
Estab. D	12	12	12.8
Promedios		10.5*	11.2*
Desplazamiento mensual			1.067

\* Promedios: Enero 98:  $(10+10+10+10)/4 = 10.5$   
 Febrero 98:  $(11+10+11+12.8)/4 = 11.2$

En el caso de que no se cuente con el precio del producto por varios meses, la imputación puede hacerse cada mes, es decir los precios imputados deben ser actualizados. Este mecanismo es el que debe emplearse en los casos de los productos estacionales, los cuales están disponibles solo para pocos meses (podría ser el caso de algunos productos agrícolas).

**2.4.2 Aplicación del método de imputación utilizando el Índice de Laspeyres**

Consideremos por ejemplo, que el índice del artículo "radio" contiene 3 variedades: "radio 1", "radio 2" y "radio 3". Supongamos que el radio 3 no está siendo muy vendido, pero existe un reemplazante llamado "radio 3 a", con un precio de 250.

Este radio 3 a, está considerado como de mejor calidad que el radio 3 y sus diferencias de calidad se estiman en un precio de 30.

Si se utiliza la fórmula modificada de Laspeyres para agregados, tal que las comparaciones se realizan con el mes anterior, los precios del radio 3 a, en el mes t, es ajustado sólo por diferencia:

$$P_{3a,t} = 250$$

$$P^3_{a,t} = 250 - 30 = 220$$

Luego, el precio ajustado 220, se compara con el precio del radio 3 en el mes anterior. En el mes t+1, el precio del radio 3 a, es comparado con el precio sin ajustar en el mes anterior (t), 250. En los meses posteriores se utilizan los precios sin ajustar para el radio 3 a de la forma normal.



**Cuadro nº3: Ejemplo de aplicación del método de imputación con el Índice de Laspeyres**

Variedad	Precio base	.....	Mes t-1	Mes t	Mes t+1
Radio 1	200	.....	208	215	218
Radio 2	210	.....	230	260	260
Radio 3	190	.....	200		
		.....			
Radio 3a	Precio recolectado en el mes t			250	
	Precio utilizado en el mes t			220	
	Precio utilizado en el mes t+1			250	255
<b>Indice para radios</b>	<b>100</b>	<b>.....</b>	<b>106.3</b>	<b>115.8</b>	<b>117.1</b>

Donde los índices de radio han sido calculados aplicando la fórmula del Índice de Laspeyres, presentado en la primera sección, tal como sigue:

1. Calculamos el índice para el mes t-1, según Laspeyres:

$$\sum \frac{P_t}{P_{t-1}}$$

donde el denominador será el del año base:

Radio 1:  $208/200 = 1.04$   
 Radio 2:  $230/210 = 1.095$   
 Radio 3:  $200/190 = 1.053$

Luego el índice de radio será:  
 $((1.04+1.095+1.053)/3)*100 = 106.3$

2. Para el mes t, el índice de Laspeyres estará dado por:

$$I_{\frac{t}{0}} = \sum \left( \frac{P_{it}}{P_{i0}} \right) \frac{P_{i0}Q_{i0}}{\sum P_{i0}Q_{i0}}$$

$$\sum (215/218)(208/200) + (260/20)(230/210) + (220/200)(200/190) = 3.474$$

Y el índice de radio para el mes t será  $(3.474/3)*100 = 115.8$ .

Si además se aplica el índice de Laspeyres para agregación, tal que las comparaciones mensuales son hechas con el precio base, entonces el precio base del radio 3 deberá ser ajustado de la siguiente manera:

$$P_{3a,t} = 250$$

$$P'_{3a,t} = 250 - 30 = 220$$

Y el factor de ajuste será:

$$\frac{P_{3a,t}}{P'_{3a,t}} = 250/220 = 1.14$$

Luego, el precio base ajustado es:

$$P_{3,0} * \frac{P_{3a,t}}{P'_{3a,t}} = 190 * 1.14 = 215.9$$

Luego, se compara el precio ajustado del radio 3 a, 250, con el precio base del radio 3, 215.9. Además se compara el precio del radio 3 a, en el mes t+1, con el precio base 215.9, y así sucesivamente para todos los meses posteriores, tal como se muestra en la siguiente tabla:

**Cuadro nº4: Resultados obtenidos de la aplicación del método de imputación con el Índice de Laspeyres**

Variedad	Precio base	.....	Mes t-1	Mes t	Mes t+1
Radio 1	200	.....	208	215	218
Radio 2	210	.....	230	260	260
Radio 3	190	.....	200		
Precio base ajustado	215.9	.....			
Radio 3a	215.9			250	255
<b>Índice para radios</b>	<b>100</b>	<b>.....</b>	<b>106.3</b>	<b>115.8</b>	<b>117.1</b>

Los índices se calculan de la misma manera que el caso anterior, mediante el índice de Laspeyres modificado.

### 2.4.3 Aplicación del método de Trasape

Continuando con el mismo ejemplo planteado para el ajuste de calidad, supongamos que se da el caso de que tanto la variedad nueva como la antigua, se encuentran disponibles en el mercado en un mismo periodo, la diferencia observada

en su mercado de precios, puede ser usado como un estimado del valor de la diferencia de calidad entre ambos productos. Si se utiliza la fórmula de Laspeyres modificada y se hacen las comparaciones con los meses anteriores, entonces el índice de desplazamiento del mes t-1 al mes t, se calcula utilizando los precios del radio 3, 200 y 220. En tanto que el índice de desplazamiento del mes t al mes t+1, se calcula usando los precios del radio 3 a, 250 y 255, obteniéndose los resultados en la tabla que presentamos a continuación:

**Cuadro nº5: Resultados obtenidos de la aplicación del método de trasape**

Variedad	Precio base	.....	Mes t-1	Mes t	Mes t+1
Radio 1	200	.....	208	215	218
Radio 2	210	.....	230	260	260
Radio 3	190	.....	200	220	
Radio 3a				250	255
<b>Índice para radios</b>	<b>100</b>	<b>.....</b>	<b>106.3</b>	<b>115.8</b>	<b>117.1</b>

Si se utiliza la fórmula de Laspeyres, de forma que las comparaciones se hacen utilizando el precio base, entonces, el precio base del radio 3, debe ser ajustado exactamente como se ha descrito en el ejemplo anterior, usando el precio actual

del radio 3 y del radio 3 a, en el mes t, para derivar el factor de ajuste. Los resultados serán los mismos que los presentados en el cuadro de resultados para el ejemplo anterior.

## 2.5 APLICACIÓN ILUSTRATIVA DEL MÉTODO DE REGRESIONES HEDÓNICAS: EL CASO DE LAS COMPUTADORAS

En la presente sección se desarrollará un ejemplo aplicativo del método de las regresiones hedónicas para el caso de las computadoras personales (PCs). Dado que este producto experimenta mejoras tecnológicas frecuentemente a precios altos en el momento de la introducción de la nueva versión, se creyó conveniente estimar los efectos de cambios de calidad en sus precios. Es bien conocido que la mayoría de componentes de las PCs se renuevan constantemente, sin embargo para este ejemplo, sólo se considerarán algunas características básicas: marca, tipo de procesador, velocidad de procesamiento, capacidad de memoria, capacidad del disco duro, grabador de CD, DVD y lugar de venta. Las regresiones de los precios con respecto a estas características nos han permitido estimar cómo cambian los precios por el cambio de alguno de sus atributos. Por ejemplo, continuamente aparecen nuevos modelos con mucha mayor capacidad y velocidad de procesamiento que los disponibles en períodos anteriores; así, utilizando el método de regresión hedónica, resulta posible estimar el factor de cambio de calidad y cuáles habrían sido sus precios si se hubieran producido en períodos anteriores. Para ilustrar este procedimiento, se ha planteado el siguiente modelo hedónico en su forma funcional general :

$$PR = F (AV, IB, PB, CL, P4, VZ, RM, DD, GC, DVD, LV)$$

donde,

**PR.-** Es la variable dependiente que representa al precio de las computadoras medido en Soles.

Las variables explicativas independientes son:

**AV.-** Representa una marca de computadora: Acer Veriton. Es una variable dummy que toma valores de 1 si es una computadora de marca Acer Veriton y 0 en caso contrario. La característica de referencia es la marca Compaq Presario.

**IB.-** Representa una marca de computadora: IBM. Es una variable dummy que toma valores de 1 si es una computadora de marca IBM y 0 en caso contrario. La característica de referencia es la marca Compaq Presario.

**PB.-** Representa una marca de computadora: Packard Bell. Es una variable dummy que toma valores de 1 si es una computadora de marca Packard Bell y 0 en caso contrario. La característica de referencia es la marca Compaq Presario.

**CL.-** Es el tipo de procesador de la computadora, Celeron. Es una variable dummy, toma valores de 1 si la PC tiene el procesador Celeron y 0 en caso contrario. La característica de referencia es el procesador Pentium III.

**P4.-** Es el tipo de procesador de la computadora, Intel Pentium IV. Es una variable dummy, toma valores de 1 si es una computadora Intel Pentium IV y 0 en caso contrario. La característica de referencia es el procesador Pentium III.

**VZ.-** Esta variable representa la velocidad del procesador. Se trata de una variable cuantitativa medida en MHz.

**RM.-** Representa la capacidad de memoria de la computadora. Se trata de una variable cuantitativa medida en Megabytes (MBs).

**DD.-** Es el tipo de disco duro que tiene el ordenador. Se trata de una variable cuantitativa medida en Gigabytes (GBs).

**GC.-** Es el componente grabador de CD de la computadora. Es una variable dummy, toma valores de 1 si es una computadora que tiene este componente y 0 en caso contrario.

**DVD.-** Esta variable representa el componente de reproductor de video de la computadora. Es una variable dummy, toma valores de 1 si es una computadora que tiene este componente y 0 en caso contrario.

**LV.-** Representa el lugar de venta de las computadoras al consumidor final. Es una variable ordinal, que toma los valores del 1 al 3, de acuerdo a las diferentes zonas según estrato socioeconómico

donde se ubican los establecimientos comerciales. Los que están ubicados en zonas más populosas toman los valores iniciales y los que se ubican en zonas más exclusivas o prestan servicios adicionales toman los valores más altos.

Cabe señalar que, para las variables marca, se ha tomado la marca Compaq Presario, como la variable control, respecto de la que se observarán los cambios en los precios. Asimismo, se ha tomado el tipo de procesador Pentium III como la variable control, para los tipos de procesadores Celeron y P4.

De acuerdo al comportamiento de los precios del mercado según las computadoras presenten o no las características mencionadas, se tienen los siguientes signos y relaciones esperadas:

$$PR = F ( AV, IB, PB, CL, P4, VZ, RM, DD, GC, DVD, LV )$$

Donde, se espera que todos los signos de los coeficientes sean positivos, pues todas son características que hacen aumentar el precio de la computadora. Por ejemplo, una computadora con mayor velocidad (VZ) será más cara que una con menor velocidad, pues la primera será más eficiente y por tanto mejor valorada por los consumidores. Asimismo, una computadora que tenga el componente de grabador de CD tendrá un precio mayor en comparación a otra que no lo tenga. Similarmente, la presencia de las otras características tendrá un efecto positivo en el precio porque da mayor valor de uso al consumidor.

Por otro lado, se espera que el coeficiente estimado de P4 sea mayor al coeficiente de CL, ya que empíricamente se esperaría que computadoras con el procesador de última generación Intel Pentium IV (P4) que son más potentes a sus predecesores, tengan mayores precios que aquellos que tienen el procesador Celeron.

**Análisis de la Base de Datos**

Las observaciones en las cuales se basa el análisis de esta aplicación, corresponden a los datos de precios y características de 37 PC's de marca reconocida y de establecimientos formales de venta directa

al público, del período mayo a julio del 2002, proporcionados por la Dirección de Indicadores Económicos del INEI.

De las 37 observaciones disponibles, se procedió a depurar aquellos datos que según el Análisis Exploratorio, aplicado a la variable precio, mostraban ser valores extremos y que probablemente influirían en la estimación del modelo. Luego de este proceso, la base de datos final contó con 32 observaciones con las cuales se realizó todo el análisis hedónico.

De los 32 datos, el 18.8% de PC's son de marca Packard Bell, el 15.6% de marca IBM, el 6.3% son Acer Veriton y el 59.3% corresponden a la marca Compaq Presario, la cual fue omitida del análisis de regresión ya que fue considerada como variable de control.

Además, el 53.1% de ellas poseen el procesador Celeron, el 34.4% poseen el procesador Pentium IV y el 12.5% de las computadoras tienen un procesador Pentium 3, que fue omitida del análisis de regresión ya que fue considerada como variable de control.

Por otro lado, el 18.8% de las PC's, tienen grabador de CD's y el 3.1% tienen DVD.

## Análisis de las relaciones entre variables dependiente-independientes

Con el objetivo de contrastar estadísticamente la relevancia de cada variable explicativa propuesta en la determinación del precio; se realizó un análisis sobre el grado de relación entre esta variable y cada una de las variables independientes propuestas en el modelo general. Para el caso de las variables dummies se obtuvo el coeficiente Eta y se estimó el coeficiente de correlación de Pearson para el caso de las variables cuantitativas, con sus respectivas gráficas. Asimismo para analizar el poder explicativo de las características de calidad sobre la variable precio, ésta se regresionó sobre cada una de las variables explicativas cuantitativas por el método de MCO:

### 1) PRECIO - MARCAS:

#### 1.1) PR - AV

Como se observa en el siguiente cuadro, hay una correlación positiva (0.346) entre las dos variables, lo cual indicaría que la marca Acer Veriton influye positivamente en el precio de las computadoras.

#### Directional Measures

			Value
Nominal by Interval	Eta	preciocod Dependent	.346
		Acer Veriton Dependent	.447

#### 1.2) PR - IB

#### Directional Measures

			Value
Nominal by Interval	Eta	preciocod Dependent	.423
		MARCA IBM Dependent	.447

Tal como lo muestra el cuadro anterior, IB influye positivamente en el precio de la computadora (Coeficiente de correlación: 0.423). Por lo cual sería relevante para la determinación del precio.

Se puede observar que la influencia de la marca Packard Bell si bien es positiva, es relativamente baja, con respecto al precio de la PC.

**1.3) PR - PB**

**Directional Measures**

			Value
Nominal by Interval	Eta	preciocod Dependent	.143
		Packard Bell Dependent	.358

**2) PRECIO- PROCESADORES:**

**2.1) PRECIO - CELERON**

Como vemos en el siguiente cuadro, la correlación positiva entre la variable

precio y Celeron es alta, lo cual nos indicaría que Celeron es una variable relevante para la determinación del precio.

**Directional Measures**

			Value
Nominal by Interval	Eta	preciocod Dependent	.756
		Procesador Celeron Dependent	.838

**2.2) PR - P4**

La correlación entre las variables precio y Pentium IV tal como se puede ver en el cuadro es alta, lo que indicaría que el

procesador está influyendo fuertemente en el precio de la PC.

**Directional Measures**

			Value
Nominal by Interval	Eta	preciocod Dependent	.618
		Pentium IV Dependent	.730

### 3) PR - VZ

Como se deduce del coeficiente de correlación (0.551), existe una relación

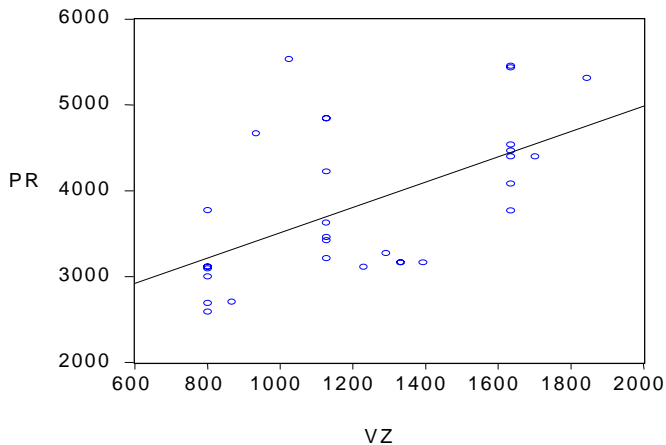
directa positiva entre la variable Velocidad y Precio. Lo cual puede verse en la gráfica que representa la relación de ambas variables.

**Correlations**

		Precio de la PC	Velocidad
Precio de la PC	Pearson Correlation	1.000	.551**
	Sig. (2-tailed)	.	.001
	N	32	32
Velocidad	Pearson Correlation	.551**	1.000
	Sig. (2-tailed)	.001	.
	N	32	32

\*\* . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

**Gráfico 1.1. Diagrama PR - VZ**



En este gráfico se puede observar que existe una relación positiva entre la velocidad y el precio. De ahí que PC's con más altas velocidades (más MHz) tendrían mayores precios. No obstante, se puede observar que para cada velocidad dada se tienen diferentes precios, lo que se explicaría debido a que no sólo la velocidad determinaría el precio, sino que hay otros elementos o características que explicarían esas diferencias de precios.

Para observar el efecto de la velocidad sobre el precio se obtuvo el siguiente modelo:

$$PR = 2037.475 + 1.472538 * VZ$$

(3.944)                      (3.61)

$$R^2 = 0.30$$

Donde, los valores entre paréntesis son los t-estadísticos

El coeficiente estimado del modelo representa el cambio en el precio en S/.1.47 debido al cambio en una unidad de MHz de velocidad, lo cual también representa la pendiente de la línea que

mejor ajusta los datos en el gráfico. Debido a que el t-estadístico se encontró mayor al t de tablas, se rechazó la hipótesis nula de no significancia de la variable VZ (Velocidad).

4) PR - RM:

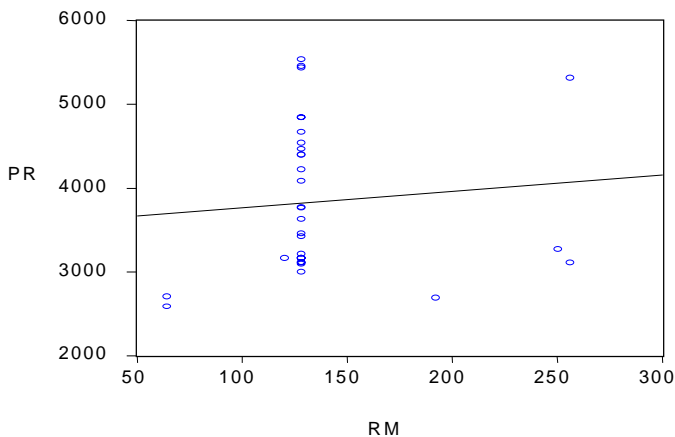
Correlations

		Precio de la PC	Memoria RAM
Precio de la PC	Pearson Correlation	1.000	.094
	Sig. (2-tailed)	.	.610
	N	32	32
Memoria RAM	Pearson Correlation	.094	1.000
	Sig. (2-tailed)	.610	.
	N	32	32

En el caso de la variable RM, su coeficiente de correlación respecto de la variable precio es 0.094, lo que indica que existe una relación directa pero baja

entre ambas variables. Por lo cual esta variable debería ser descartada del modelo de estimación.

Gráfico 1.2. Diagrama PR - RM



En el gráfico 1.2. se observa la relación positiva entre las variables RM y PR. Sin embargo, es evidente una gran desviación de los datos respecto de su línea de ajuste. Para una cierta cantidad de memoria se da un amplio rango de precios. Lo cual se explicaría

por otros elementos no incluidos en la regresión.

El modelo estimado fue:  

$$PR = 3573.502 + 1.9456 * RM$$

$$(6.58) \quad (0.516)$$

$$R^2 = 0.0088$$



Donde, los valores entre paréntesis son los t - estadísticos

variable no será considerada en el modelo de regresión hedónica.

En este modelo el coeficiente estimado positivo indica que existe una relación directa entre la variable RM y PR. No obstante, el coeficiente resulta no significativo debido a que su t - estadístico se encontró menor al t de tablas. Asimismo, se tiene un R<sup>2</sup> bajo, que indica el poco ajuste del modelo según la variable explicativa. Por lo cual, esta

**5) PR - DD:**

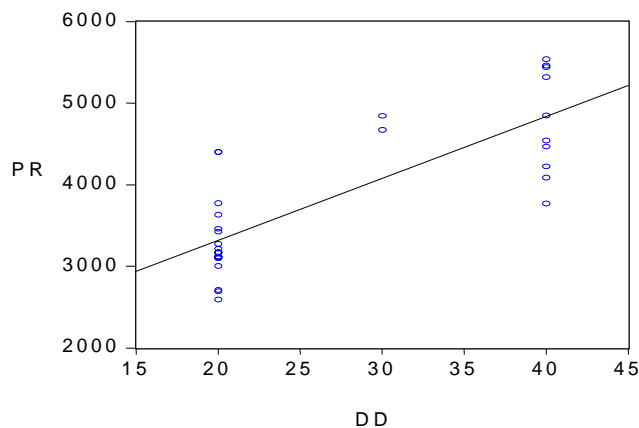
Como se observa en el siguiente cuadro, hay una alta correlación positiva entre las dos variables (0.794), es decir computadoras que tengan mayor capacidad de disco duro exhibirían mayores precios, lo cual también se observa en el gráfico.

**Correlations**

		Precio de la PC	Disco Duro
Precio de la PC	Pearson Correlation	1.000	.794**
	Sig. (2-tailed)	.	.000
	N	32	32
Disco Duro	Pearson Correlation	.794**	1.000
	Sig. (2-tailed)	.000	.
	N	32	32

\*\* . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

**Gráfico 1.2. Diagrama Cartesiano PR - DD**



El modelo estimado en este caso fue:

$$PR = 1801.077 + 75.9094 * DD$$

(5.983)            (7.16)

$$R^2=0.63$$

Donde, los valores entre paréntesis son los t - estadísticos

aceptable, que indica el buen ajuste del modelo según la variable explicativa.

Como se puede deducir del coeficiente estimado, existe una relación directa entre la variable DD y PR Una unidad adicional de 1 GB del disco duro produce un cambio en el precio en 75.91 soles, que es el coeficiente estimado por la regresión. El cual resulta significativo debido a que su t - estadístico se encontró mayor al t de tablas. Asimismo, se tiene un R<sup>2</sup>

**6) PR - GC:**

Como se observa en este cuadro, existe una relación positiva, pero baja entre la variable precio y GC, lo cual indicaría que computadoras con el componente de grabador de GC exhibirían relativamente precios más altos.

**Directional Measures**

			Value
Nominal by Interval	Eta	preciocod Dependent	.143
		GRABADOR DE CD Dependent	.480

**7) PRECIO - DVD:**

cual reflejaría la importancia de este componente en la determinación del precio.

En el caso de las variables precio y DVD también se nota una relación directa, lo

**Directional Measures**

			Value
Nominal by Interval	Eta	preciocod Dependent	.241
		DVD Dependent	.311

**8) PR - LV:**

venta y precio, aunque esta no es muy fuerte, nos indicaría que se observan precios altos según la ubicación del lugar de venta.

En este caso también observamos una relación directa entre la variable lugar de

**Directional Measures**

			Value
Nominal by Interval	Eta	preciocod Dependent	.347
		Lugar de venta Dependent	.406

### Determinación del modelo

Luego de probar varios modelos lineales y no lineales se decidió por la siguiente especificación:

$$PR = B_0 B_1^{z_1} B_2^{z_2} B_3^{z_3} \dots B_N^{z_N} e$$

Donde, los  $z_i$ , representan las variables explicativas o características de las

computadoras y los  $B_i$  representan los parámetros del modelo.

Tomando logaritmos naturales a ambos lados, para estimar la ecuación por MCO, y para el caso de nuestras variables seleccionadas, tenemos la forma funcional Semilogarítmica siguiente:

$$LNPR = LNB_0 + AV * LNB_1 + IBM * LNB_2 + CL * LNB_3 + P4 * LNB_4 + VZ * LNB_5 + DD * LNB_6 + DVD * LNB_7 + LV + LNB_8$$

En esta ecuación, lo que vamos a estimar son los logaritmos naturales de los coeficientes. Los cuales tienen una útil interpretación directa, pues si son multiplicados por 100, estos son los porcentajes de cambio que se producen en el precio como resultado del cambio

en una unidad de la variable explicativa o por la presencia de determinada característica, habiendo controlado el efecto de las otras características.

Los resultados de la estimación se presentan a continuación:

Dependent Variable: LNPR				
Method: Least Squares				
Date: 07/23/02 Time: 11:04				
Sample: 1 32				
Included observations: 32				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	7.769731	0.200250	38.80025	0.0000
AV	0.524725	0.150960	3.475925	0.0020
IB	0.029225	0.101279	0.288560	0.7755
CL	0.141405	0.113487	1.246000	0.2253
P4	0.406563	0.157135	2.587347	0.0165
VZ	0.000101	0.000101	0.994392	0.3304
DD	0.002614	0.004980	0.524918	0.6047
DVD	0.650974	0.193166	3.370035	0.0026
LV	-0.004603	0.035470	-0.129769	0.8979
R-squared	0.836783	Mean dependent var	8.228391	
Adjusted R-squared	0.780012	S.D. dependent var	0.226118	
S.E. of regression	0.106056	Akaike info criterion	-1.417444	
Sum squared resid	0.258700	Schwarz criterion	-1.005206	
Log likelihood	31.67910	F-statistic	14.73964	
Durbin-Watson stat	2.432997	Prob(F-statistic)	0.000000	

De aquí se observa que sólo tres de las ocho variables consideradas, resultan significativas: AV, P4 y DVD, lo que contrasta con un  $R^2$  alto que nos indicaría que 83.68% de la variación en los logaritmos de los precios estaría explicado por el modelo. Por otro lado, todas ellas a excepción de la variable lugar de venta (LV), tienen un efecto positivo en el precio. Así por ejemplo, el efecto positivo de la variable marca refleja que si una computadora fuera de marca Acer Veriton, entonces su precio sería mayor en 52.47% respecto a una computadora Compaq Presario. En el caso de las variables dummy se observa que por ejemplo, el hecho de tener cierto tipo de procesador hace que el precio sea mayor, y también se cumple la relación entre los coeficientes esperados. Así, se nota que una computadora Intel Pentium IV tendrá un mayor efecto en el precio que una computadora con procesador Celeron, teniendo ambos efectos positivos en el precio. Y en el caso de la variable cuantitativa Velocidad, el aumento en un

Mhz ocasionaría un aumento del precio en 0.01%.

Cabe mencionar que, la presencia del  $R^2$  alto, frente a los t - estadísticos bajos, podría estar reflejando un problema de multicolinealidad, lo cual se analizará enseguida para estimar un modelo más apropiado.

### Análisis de la multicolinealidad

Debido a que probablemente las variables explicativas están correlacionadas pues por ejemplo la característica marca incorpora algunos de los componentes o el tipo de procesador de un modelo está asociado a otras características del mismo modelo como el tener una mayor velocidad, se hará un análisis de la multicolinealidad para ver cuán correlacionadas están las variables y ver si éste es un problema serio y cuál podría ser la solución.

A continuación presentamos la matriz de correlaciones parciales:

**Matriz de correlaciones parciales**

	AV	IB	CL	P4	VZ	DD	DVD	LV
AV	1.00	-0.11	-0.27	-0.19	-0.15	0.09	-0.05	0.12
IB	-0.11	1.00	-0.46	0.59	0.59	0.62	-0.08	0.55
CL	-0.27	-0.46	1.00	-0.77	-0.54	-0.80	-0.19	-0.18
P4	-0.19	0.59	-0.77	1.00	0.76	0.75	-0.13	0.16
VZ	-0.15	0.59	-0.54	0.76	1.00	0.52	-0.11	0.11
DD	0.09	0.62	-0.80	0.75	0.52	1.00	0.26	0.26
DVD	-0.05	-0.08	-0.19	-0.13	-0.11	0.26	1.00	0.08
LV	0.12	0.55	-0.18	0.16	0.11	0.26	0.08	1.00

De aquí se observa que las variables más fuertemente correlacionadas son IB con DD y P4 con VZ, CL y DD respectivamente además de la alta

correlación entre CL y DD, por lo cual el problema de multicolinealidad, probablemente estaría originado por las variables: P4 y CL.

Uno de los métodos<sup>2</sup> para solucionar este problema de multicolinealidad es la eliminación de algunas variables, aquellas que están más fuertemente correlacionadas con el resto o mediante el aumento de las observaciones, debido a la restricción en la cantidad de datos se tomará el primer camino.

A continuación estimaremos el mismo modelo, pero sin considerar las variables: P4, CL, IB, DVD y LV.<sup>3</sup>, debido a que las tres

primeras se encuentran fuertemente correlacionadas con el resto de variables, en tanto que las dos últimas resultaron no significativas. Además se ha incorporado la variable Grabador de CD (GC), porque incorpora mejoras en la estimación del modelo. Cabe resaltar que para llegar a este modelo final se estimó varios modelos de regresión hedónica, eligiendo el que se muestra a continuación, basándonos en el criterio de la significancia de las variables y

Dependent Variable: LNPR				
Method: Least Squares				
Date: 07/23/02 Time: 12:12				
Sample: 1 32				
Included observations: 32				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	7.557407	0.070779	106.7740	0.0000
DD	0.016383	0.002277	7.195434	0.0000
AV	0.241063	0.073483	3.280505	0.0029
PB	-0.132065	0.045667	-2.891925	0.0076
VZ	0.000172	6.41E-05	2.688308	0.0124
GC	0.156033	0.043306	3.603067	0.0013
R-squared	0.854669	Mean dependent var		8.228391
Adjusted R-squared	0.826721	S.D. dependent var		0.226118
S.E. of regression	0.094126	Akaike info criterion		-1.721008
Sum squared resid	0.230351	Schwarz criterion		-1.446183
Log likelihood	33.53613	F-statistic		30.58041
Durbin-Watson stat	2.031437	Prob(F-statistic)		0.000000

un buen ajuste del modelo, representado por el R<sup>2</sup>.

Si bien, sólo nos hemos quedado con 5 características, ahora todas las variables resultan significativas al 5% de confianza y no se presenta un serio problema de colinealidad entre ellas. El R<sup>2</sup> se mantiene alto lo cual indicaría el buen ajuste del modelo. Podríamos quedarnos con este modelo, no obstante es necesario hacer un

análisis para ver si hay heterocedastidad entre sus errores, como una forma de validar el modelo estimado.

2/ Es de mencionar que existen otros métodos para tratar el problema de la multicolinealidad, pero de lo que se trata aquí es de ilustrar el procedimiento. Respecto a los métodos para enfrentar la multicolinealidad, puede verse Greene: Análisis Econométrico.

3/ Recordar que las variables P3 y CP (Pentium 3 y Compaq Presario respectivamente, se consideraron como variables de control)

### Análisis de la heterocedasticidad

Para detectar si hay heterocedasticidad entre los errores, es decir, si no se cumple el supuesto de homocedasticidad de que la varianza de los residuos sea constante,

se aplicó el test de White, que relaciona los cuadrados de los residuos con las variables explicativas, de ahí se obtuvo un F crítico, que al ser comparado con el F de tablas nos indicará si existe o no heterocedasticidad.

White Heteroskedasticity Test:			
F-statistic	1.343602	Probability	0.275452
Obs*R-squared	7.802754	Probability	0.252913

Dado que P es mayor a 0.05 no existe evidencia para rechazar la hipótesis nula de homocedasticidad, por lo cual se concluye que se ha logrado cumplir con el supuesto de homocedasticidad de los errores.

### Cálculo del Índice de Precios Relativos a ser incorporado en el IPC

Hasta ahora, hemos obtenido una regresión hedónica que nos permite identificar cómo las características de calidad afectan al precio, no obstante queda la pregunta: ¿Cuál es el precio ajustado por calidad que usaremos para incorporar en el IPC? Dado que calculábamos el índice basándonos en los precios de una versión anterior de computadoras, que actualmente ya no está disponible en el mercado, y en el período corriente se tiene una computadora con propiedades mejoradas, cuyo precio en el período base no tenemos; será necesario estimar cuál hubiera sido el precio de la computadora nueva en el período base. Esto se puede hacer, multiplicando el precio del bien antiguo por el factor de ajuste calculado a partir del modelo hedónico como se indicó en la sección 2.3.

A partir de la siguiente fórmula, se va a calcular el factor de ajuste y el precio del bien de reemplazo en el período base.

$$\tilde{P}^{reemplazo} = P^{antiguo} \prod_{i=1}^k e^{b_i (x_i^{reemplazo} - x_i^{antiguo})}$$

Donde,

$\tilde{P}^{reemplazo}$  es el precio estimado de la computadora nueva de reemplazo en el período base.

$P^{antiguo}$  es el precio de la computadora antigua en el período base.

$b_i$  es el parámetro estimado de la regresión hedónica.

$x_i^{reemplazo}$  es una característica de la computadora de la nueva versión

$x_i^{antiguo}$  es una característica de la computadora de la antigua versión

Para ilustrar, se tomarán los datos de las siguientes PCs en el período base ( $P_0$ ) y en el período corriente ( $P_t$ ).

<b>PC</b>	<b>ANTIGUO P<sub>0</sub></b>	<b>REEMPLAZO P<sub>r</sub></b>
<b>MARCA</b>	Packard Bell I – Extrem 230	Packard Bell NEC - 114
<b>PRECIO</b>	S/. 2709.96	S/. 4225.00

A continuación se presenta el procedimiento del cálculo del factor de ajuste y luego el cuadro con las características de cada producto y los resultados del cálculo:

Es decir,

1) Se obtienen las diferencias de las características entre el producto de reemplazo y el producto antiguo.

2) Se multiplica el coeficiente de cada variable por cada una de las diferencias respectivas.

3) Se aplica el exponente a cada uno de los valores calculados en (2).

4) Se multiplica todos los resultados de (3) y este producto es el factor de ajuste.

5) El resultado de (4) se multiplica por el precio antiguo, de la versión anterior, ese es el precio del reemplazo estimado para el período base.

6) Finalmente, se estima el precio relativo  $P_r / P_r (0)$  entre el precio del reemplazo en el período corriente y el precio del reemplazo estimado para el período base.

### Cálculo del factor de ajuste por cambios de calidad

CARACTERÍSTICAS (Vble)	ANTIGUO.	REEMPLAZO	DIF.ERENCIA	B ESTIMADO	B*DIF	Exponente de (B*Diff)
Packard Bell (PB)	1	1	0	-0.132065	0	1
Disco Duro (DD)	20	40	20	0.016383	0.3277	1.3878
Velocidad (VZ)	866	1126.4	260.4	0.000172	0.0448	1.0459
Grabador de CD (GC)	0	1	1	0.156033	0.1560	1.1688

Factor :	<b>1.6964</b>
----------	---------------

Precio del Reemplazo en el Período Base = Precio del bien antiguo x Factor de Ajuste

PR (0) = S/. 4597.18

PR (1) = S/. 4225.00

Precio Relativo: PR (1)/PR (0) = 0.9190

Ese es el índice de precios relativos ajustado por calidad, que será incorporado en el índice de precios por variedad, que luego se tomará en cuenta para calcular el IPC.





### III. COMENTARIOS Y SUGERENCIAS

---

- Si bien existen diversos métodos de ajuste de precios por calidad, es importante tener en claro cuál es la naturaleza del producto, cuyo precio se va ajustar. Es decir, para elegir el método más apropiado, se debe tomar en cuenta el sector al que pertenece, la velocidad del cambio tecnológico, la estructura del mercado, la etapa del ciclo de vida de los productos nuevos y reemplazantes entre otros.
- Usualmente, al inicio de su ciclo de vida, los productos entran con precios altos, pero al final, estos precios son relativamente más bajos pues se busca limpiar inventarios y dar paso a los nuevos productos, de ahí que los cambios en los precios no se deben precisamente a diferencias en su calidad sino en parte debido a estrategias de marketing.
- Respecto a las regresiones hedónicas, sería conveniente tener alguna idea a priori de la magnitud de los parámetros esperados de cada característica, para analizar la validez de nuestros coeficientes estimados. Lo cual se puede hacer mediante consulta a estudios de mercados sobre la valoración que da el productor o el consumidor por cada característica adicional. Los minoristas usualmente conocen sobre la calidad de las características de los bienes y servicios, políticas de precios y la conducta del consumidor (la demanda) y así pueden determinar el efecto de los cambios de calidad.
- Una vez que las características más importantes han sido identificadas, los formatos de recolección de precios deberían ser revisados y rediseñados para impulsar al recolector de precios o al encuestado a que provean información acerca de las características específicas.
- En el presente documento sólo se ha señalado uno de los métodos de estimar las regresiones hedónicas: estimación del pool de datos, no obstante existen otros métodos de estimación y obtención del índice de precio hedónico, veáse anexo 1.
- Dado que la multicolinealidad, es un problema persistente en las regresiones hedónicas, otro de los métodos para resolverlo, es aplicando un análisis factorial a las variables explicativas, de tal manera que se detecten los componentes y se halle un índice de calidad. Para ver aplicaciones de este método se puede revisar los papers del Banco Central de España, señalados en la bibliografía.
- Como pudo comprobarse al realizar el análisis de Regresión hedónica, es sumamente importante contar con una buena base de datos que permita la correcta aplicación de la metodología. Para tal efecto, se cuentan con muchas técnicas estadísticas, entre ellas el análisis exploratorio o un sofisticado análisis multivariado.



## **IV. Anexos**

- ANEXO 1.** Formas de estimación de las Regresiones Hedónicas
- ANEXO 2.** Una introducción a la aplicación del análisis factorial
- ANEXO 3.** Datos utilizados en la aplicación de la Regresión Hedónica



## ANEXO 1

## FORMAS DE ESTIMACIÓN DE LAS REGRESIONES HEDÓNICAS

Dado el siguiente modelo de regresión hedónica:

$$p_t^j = p_t + p^m D^{mj} + p^q Q_t^j + \varepsilon_t^j \quad (1)$$

Donde,

$p_t^j$  representa el precio del modelo  $j$  de un producto en el período  $t$ .

$p_t$  es el coeficiente asociado a la variable dummy temporal  $t$  (que es 1 si la observación corresponde al período  $t$  y 0 en caso contrario).

$p_m$  representa el coeficiente asociado a la marca.

$D_{mj}$  es una dummy que adopta el valor uno para la marca a la que pertenece el Modelo.

$p^j$  es el coeficiente de las características de calidad.

$X_t^{ij}$  es la  $i$ -ésima característica del modelo  $j$  en el período  $t$ , en suma son  $k$  características.

$\varepsilon_t$  es el término de error.

Para su estimación se pueden seguir tres estrategias diferentes:

1. Pool de datos. La ecuación se estima simultáneamente para todo el período muestral. En este caso, los coeficientes  $p_m$  y  $p_i$  se suponen invariantes en el tiempo. En particular, el precio de la calidad se supone constante.
2. Períodos contiguos. La ecuación [1], se estima para períodos contiguos, es decir, para pares de períodos  $t - 1$  y  $t$ . En este caso, los coeficientes de la regresión se suponen constantes para cada par de períodos, pero variables de un par de períodos al siguiente.
3. Período a período. La ecuación [1], se estima para cada período separadamente. En este caso, los coeficientes de la regresión se suponen variables de un período a otro.



## ANEXO 2

## UNA INTRODUCCIÓN A LA APLICACIÓN DEL ANÁLISIS FACTORIAL

Dado que, en general, existe una alta multicolinealidad entre las variables de las regresiones hedónicas, se propone una metodología alternativa, que parte de agrupar a las características en subíndices de calidad y estos en un índice general de calidad, que luego utilizamos en la regresión hedónica.

Para ello, suponemos que las características de calidad de un producto se pueden agrupar en  $H < I$  subíndices o componentes, y utilizamos la letra  $h$  para referirnos a uno de esos subíndices (componentes). El subíndice de calidad  $h$  se define como

$$Q_t^{hj} = \sum_{i \in I^h} \beta^i x_t^{ij} \quad (2)$$

donde  $I^h$  es el subconjunto de características que pertenecen al componente  $h$  y  $\beta_i$  representa el peso de la característica  $i$  en el subíndice. A su vez, el índice general de calidad se define como

$$Q_t^j = \sum_{h \in H} \gamma^h Q_t^{hj} \quad (3)$$

donde  $\gamma^h$  representa el peso del subíndice (componente)  $h$  en el índice general de calidad.

Finalmente, el precio de cada modelo puede escribirse como

$$p_t^j = p_t + p^m D^{mj} + p^q Q_t^j + \varepsilon_t^j$$

donde  $p_t$  es el precio del índice de calidad.

Cabe señalar, que a partir de los subíndices de calidad (2) y del índice de calidad (3) se requiere adoptar diversas decisiones estratégicas.

1. Del conjunto de características existentes en la base de datos, se debe seleccionar un conjunto de indicadores de calidad a partir de los cuales elaborar el índice.
2. Se debe seleccionar un período base (un mes, en nuestro caso) en el que estimar los coeficientes de los índices de calidad, los que se asumen invariantes a lo largo de todo el período muestral.
3. Se debe seleccionar el número de subíndices de calidad.
4. Se debe adoptar un criterio de reducción de la dimensionalidad. En este trabajo hemos optado por crear índices de calidad como combinaciones lineales, con máxima variabilidad, de los indicadores (componentes principales).





## ANEXO 3

### ANEXO 3: DATOS UTILIZADOS EN LA APLICACION DE LA REGRESION HEDONICA

AV	CL	DD	DVD	GC	IB	LV	P4	PB	PR	RM	VZ
0	1	20	0	0	0	3	0	0	3113,24	128	800
0	1	20	0	0	0	3	0	1	2593	64	800
0	1	20	0	0	0	3	0	0	3632,69	128	1126
0	1	20	0	0	0	3	0	1	2694,21	192	800
0	1	20	0	0	0	1	0	0	3460,54	128	1126,4
0	1	20	0	1	0	3	0	0	3003,26	128	800
0	0	40	1	1	0	3	0	0	5537,34	128	1024
0	1	20	0	0	0	3	0	0	3427,56	128	1126,4
0	1	20	0	0	0	2	0	0	3117,73	128	800
0	1	20	0	0	0	2	0	0	3217,13	128	1126,4
1	0	30	0	0	0	3	0	0	4671,59	128	933
1	0	30	0	0	0	3	0	0	4844,74	128	1126,4
0	0	40	0	0	0	1	1	0	4846,14	128	1126,4
0	1	20	0	0	0	1	0	0	3097,95	128	800
0	1	20	0	0	0	1	0	0	3114,14	256	1228,8
0	1	20	0	1	0	5	0	0	3775,06	128	800
0	0	20	0	1	0	1	1	0	4401,48	128	1700
0	1	20	0	0	0	1	0	0	3273,8	250	1290,2
0	1	20	0	0	0	1	0	0	3168,08	120	1331
0	1	20	0	0	0	4	0	0	3168,07	128	1331
0	0	20	0	1	0	4	1	0	4401,47	128	1634,4
0	0	40	0	0	1	2	1	0	5440,5	128	1634,4
0	0	40	0	0	1	5	1	0	5459,1	128	1634,4
0	0	40	0	0	1	5	1	0	3768,54	128	1634,4
0	0	40	0	0	1	5	1	0	4085,52	128	1634,4
0	0	40	0	0	1	5	1	0	5318,22	256	1843
0	1	20	0	0	0	1	0	0	3168,08	128	1392,6
0	0	40	0	0	0	1	1	1	4542,44	128	1634,4
0	1	20	0	0	0	2	0	0	3168,08	128	1331
0	0	20	0	0	0	2	0	1	2709,96	64	866
0	0	40	0	0	0	2	1	1	4471,96	128	1634,4
0	0	40	0	1	0	2	1	1	4225	128	1126,4



## V. BIBLIOGRAFIA

---

- "ACTUALIZACION METODOLOGICA DEL INDICE DE PRECIOS AL CONSUMIDOR DE LIMA METROPOLITANA"  
**Instituto Nacional de Estadística e Informática, Febrero 2002**  
<http://www.inei.gob.pe>
- "REVISION OF THE ILO MANUAL ON CPI"  
**International Labour Organisation, Abril 2002**  
<http://www.ilo.org/public/english/bureau/stat/guides/cpi/index.htm>
- "AN APPLICATION OF THE HEDONIC APPROACH TO CLOTHING ITEMS IN THE CONSUMER PRICE INDEX (CPI)"  
**Terri Markle**  
Prices Division, Statistics Canada, Febrero 1998
- "SESGOS EN LA MEDICION DE LA INFLACION EN CONTEXTOS INFLACIONARIOS: EL CASO PERUANO"  
**Javier Escobal D' Angelo, Marco Castillo del Castillo**  
Grade, 1994
- "ECONOMETRIA"  
**Damodar Gujarati**  
MCGraw Hill, 1997
- "THE USE OF THE HEDONIC REGRESSIONS TO HANDLE QUALITY CHANGE: THE EXPERIENCE IN THE U.S. CPI"  
**Jhon Greenlees, Dennis Fixler, Charles Fortuna, Walter Lane**  
Bureau of Labor Statistics, Agosto 1999  
<http://www4.statcan.ca/secure/english/ottawagroup/ottawa/bls.pdf>
- "MEJORAS DEL CALCULO DEL IPC"  
**Javier Escobal D' Angelo, 2001**
- "METODOLOGÍA DE CALCULO DEL ÍNDICE DE PRECIOS AL CONSUMIDOR DE LIMA METROPOLITANA"  
**Instituto Nacional de Estadística e Informática, Octubre 2001**
- "THE USE OF THE REGRESSION APPROACH TO QUALITY CHANGE FOR DURABLES IN CANADA"  
**Robin Lowe,**  
Statistics Canada, 1999  
<http://www4.statcan.ca/secure/english/ottawagroup/ottawa/lowe.pdf>
- "PROBLEMAS EN LA MEDICION DE LA INFLACION"  
**Pedro Cabredo y Luis Valdivia**  
Estudios Económicos, Banco Central del Reserva del Perú

- "AJUSTES DE CALIDAD EN LOS PRECIOS: MÉTODOS HEDÓNICOS Y CONSECUENCIAS PARA LA CONTABILIDAD NACIONAL"  
**Olympia Bover y Mario Izquierdo**  
Estudios Económicos, Banco de España, 2001  
<http://www.bde.es>
- "MEJORAS DE CALIDAD E ÍNDICES DE PRECIOS DEL AUTOMÓVIL EN ESPAÑA"  
**Mario Izquierdo, Omar Licandro y Alberto Maydeu**  
Estudios Económicos, Banco de España, 2001  
<http://www.bde.es>
- "PRECIOS HEDÓNICOS PARA ORDENADORES PERSONALES EN ESPAÑA DURANTE LA DÉCADA DE LOS AÑOS NOVENTA"
- **Mario Izquierdo y M.<sup>a</sup> de los Llanos Matea**  
Estudios Económicos, Banco de España, 2001  
<http://www.bde.es>
- "CONSUMER PRICE INDICES"  
**Fenella Maitland-Smith**  
Division for Non-Members Statistics Directorate  
OECD, 2000  
[http://www.unescap.org/stat/meet/keyindic/oecd\\_cpi.pdf](http://www.unescap.org/stat/meet/keyindic/oecd_cpi.pdf)
- "EL PRECIO DE LOS TERRENOS Y EL VALOR DE SUS ATRIBUTOS: UN ENFOQUE DE PRECIOS HEDÓNICOS"  
**Oswaldo Meloni y Fernanda Ruiz Núñez.**  
Universidad Nacional de Tucumán, 1999