



Centro de Investigación en Matemáticas, A.C.

---

---

CIMAT

# El Estimador Compuesto Aplicado a la ENOE

T E S I S

Que para obtener el grado de:  
**Maestro en Ciencias en Estadística Oficial**

P r e s e n t a :  
**Ernesto Reyes Gutiérrez**

Directora de Tesis:  
**Dra. Guillermina Eslava Gómez**

Guanajuato, Gto. Abril de 2011.

# El Estimador Compuesto Aplicado a la ENOE

TESIS

Que para obtener el grado de:  
**Maestro en Ciencias en Estadística Oficial**

PRESENTA:

**Ernesto Reyes Gutiérrez**

Comité de Evaluación:

---

**Dr. Rogelio Ramos Quiroga**  
Presidente (CIMAT)

---

**Dr. José Elías Rodríguez Muñoz**  
Secretario (DEMAT-UG)

---

**Dra. Guillermina Eslava Gómez**  
Vocal y Director de Tesis (UNAM)

## **DEDICATORIA**

En esta ocasión, a mis tres pequeños hijos y esposa.

## **AGRADECIMIENTOS**

Al INEGI, de manera particular a su ex presidente Dr. Gilberto Calvillo Vives; a los profesores del CIMAT, por su profesionalismo y compromiso; a mi asesora de tesis, por su tiempo y valiosos puntos de vista; finalmente, a mi esposa por su paciencia y comprensión.

# ÍNDICE

## Resumen

## Introducción

## Capítulo 1

### Las encuestas a través del tiempo

1.1	Introducción	1
1.2	Razones para encuestar varias veces	1
1.3	Diseños para mediciones en el tiempo	3
1.4	La encuesta panel rotatorio	5

## Capítulo 2

### La Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo 2005-2008 (ENOE)

2.1	Introducción	7
2.2	Objetivo, población objetivo y cobertura geográfica de la ENOE	7
2.3	Diseño muestral de la ENOE	8
2.3.1	Marco muestral	8
2.3.2	Estratificación de las unidades primarias de muestreo del marco nacional de viviendas	8
2.3.3	Esquema de muestreo y selección de la muestra	9
2.3.4	Rotación de la muestra	11
2.3.5	Estimadores	12
2.3.6	Estimación de precisiones en la ENOE	12

## Capítulo 3

### Estimadores en el muestreo sucesivo

3.1	Introducción	15
3.2	El estimador compuesto	16
3.3	El estimador compuesto K	16
3.4	El estimador compuesto AK	18
3.5	El estimador compuesto AK aplicado a la ENOE urbano alto	21
3.6	Correlaciones panel	29
3.6.1	Correlaciones panel entre grupos de rotación comunes	29
3.6.2	Correlaciones panel entre grupos de rotación ajenos	30

3.7 El estimador compuesto AKC	31
3.8 El estimador compuesto AKC aplicado a la ENOE urbano alto	32

## Capítulo 4

### Aplicación de los estimadores compuestos a la ENOE urbano alto

4.1 Introducción	35
4.2 Estimaciones de nivel trimestrales de la ENOE urbano alto	36
4.3 Estimación de las correlaciones panel y cálculo de A	44
4.4 Estimaciones del estimador compuesto AK en la ENOE urbano alto	52
4.5 Estimaciones del cambio en la ENOE urbano alto	63
4.6 Estimaciones del estimador compuesto AKC en la ENOE urbano alto	71

## Capítulo 5

5.1 Conclusiones	97
------------------	----

<b>Bibliografía</b>	101
---------------------	-----

## Apéndices

<b>A1</b> Ciudades autorrepresentadas	105
<b>A2</b> Tamaños de muestra de la ENOE por entidad para el 2008	106
<b>A3</b> Prueba de la igualdad entre el estimador de nivel (EN) y el EN sin considerar los GR	107
<b>A4</b> Desarrollo de los componentes de la expresión (3.15)	109
<b>A5</b> Desarrollo de las sumatorias de la expresión (3.20)	113
<b>A6</b> Derivada de $V(Y_t'')$ con respecto al parámetro A	118
<b>A7</b> Derivada de $V(Y_t'' - Y_{t-1}'')$ con respecto al parámetro A	121
<b>A8</b> Programa para calcular la varianza por conglomerados últimos	123
<b>A9</b> Programa para calcular las correlaciones panel	124
<b>A10</b> Programa para calcular los valores óptimos de A para el EC-AK de nivel y del cambio	125
<b>A11</b> Programas para calibrar los ponderadores y estimar varianzas con JKK	127
<b>A12</b> Cuadros con EC-AKC y precisiones estadísticas de la P14, PO, PDA, PNEAD y PNEAND de los trimestres 4-07 y 1-08	135

## RESUMEN

La metodología del estimador compuesto – con parámetros AK (EC AK) y AK con ponderadores calibrados (EC AKC) – es aplicada a la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENOE) en el cuarto trimestre de 2007 y primero de 2008 en las ciudades de Culiacán, Mérida y Zacatecas. Esto, con el fin de encontrar estimadores alternativos a los actualmente empleados que generen estimaciones de nivel y del cambio más precisas dada la correlación entre las muestras de dos trimestres distintos. Para esto, se citan las diferentes alternativas de diseños de encuestas que dan respuesta a la necesidad de información en un determinado punto o intervalo de tiempo; se describe el diseño muestral de la ENOE así como sus objetivos, población objetivo y cobertura geográfica; se incluye una breve cronología acerca del estimador compuesto y la teoría que lo sustenta. A pesar de que las estimaciones compuestas podrían representar una opción no muy superior en el contexto del error cuadrático medio, son un trabajo inicial obligado en la búsqueda de estimadores alternativos más precisos; además de representar un cierto tipo de evaluación de las precisiones de la ENOE - encuesta panel rotatorio - las cuales son generadas bajo el modelo de una encuesta transversal.

**PALABRAS CLAVE:** estimadores compuestos AK y AKC; ponderadores calibrados; estimación de nivel; estimación del cambio; correlación; error cuadrático medio; encuesta panel rotatorio; encuesta transversal.

## ABSTRACT

The methodology of the composite estimator - with parameters AK (EC AK) and AK with calibrated weights (EC AKC) - is applied to the National Survey of Employment and Occupation (ENOE) in the fourth quarter of 2007 and first 2008 in the cities of Culiacan, Merida and Zacatecas. In order to find alternative estimators to those currently used to generate estimates of level and change more precise given the correlation between samples from two different quarters. For this, different designs of surveys are mentioned, which give to answer to the necessity of information in a determined point or time interval; one describes to the design sample of the ENOE as well as its objectives, target population and geographic cover; a brief chronology is included about the composite estimator and the theory sustains that it. Although the composite estimations may represent an option not very superior in the context of the mean square error, they are an initial work required in the search of more accurate alternative estimators; besides representing a certain type of evaluation of the sampling errors of the ENOE - rotating panel survey – which are generated under the model of a cross-sectional survey.

**KEY WORDS:** composite estimators AK and AKC; calibrated weights; estimate of level; estimate of change; correlation; mean square error; rotating panel survey; cross-sectional survey.

## Introducción

A la fecha, la encuesta por muestreo de tipo probabilístico, es una de las técnicas para la recolección de datos más ampliamente empleada por gobiernos e instituciones privadas en todo el mundo. Es preferida principalmente, por su capacidad de generar información estadística de manera confiable a un bajo costo y en un corto tiempo. Durante la planeación de una encuesta, algunas de las preguntas entre varias, que debe responder el usuario de la información al especialista en muestreo son: la información estadística que se necesita ¿debe generarse para una, dos o varias ocasiones en el tiempo? y ¿por qué? A partir de ahí, se desprenderá una larga lista de preguntas por responder que tendrán que ver con el marco muestral, las unidades de muestreo, la población objeto de estudio, las unidades de análisis, el diseño de la encuesta, el método de muestreo probabilístico, estimadores, tipo de cuestionario, conceptualización, capacitación a entrevistadores, etcétera. Generalmente son los gobiernos quienes a través de sus oficinas estadísticas, satisfacen su continua necesidad de información estadística, es decir, utilizan las estimaciones de diversas características, generadas por las encuestas probabilísticas levantadas a intervalos regulares de tiempo a una misma población.

Ante la continua necesidad de información por parte del sector público y privado, se han diseñado diferentes tipos de encuestas que se levantan continuamente. En general, el presente trabajo tiene que ver con el tipo de encuesta que se repite a intervalos regulares en el tiempo, renovando una parte de la muestra y manteniendo otra, entre dos periodos de tiempo consecutivos; y con aquellos estimadores que pueden sacar ventaja de la correlación existente en la muestra de dos periodos distintos.

De manera particular, en este trabajo se aplican a la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo, ENOE, las metodologías del Estimador Compuesto con los parámetros A y K o Estimador Compuesto AK (EC-AK) y del Estimador Compuesto con los parámetros A y K Ponderado o Estimador Compuesto AKC (EC-AKC); con el fin de encontrar estimadores alternativos a los actualmente empleados, que generen estimaciones más precisas; dada la correlación existente entre las muestras de dos trimestres distintos.

Para lograr el objetivo antes señalado, este trabajo está conformado por cinco capítulos y 12 apéndices. En el capítulo uno se hace mención de las diferentes alternativas de diseños de encuestas, que dan repuesta a una diversa variedad de necesidades de información en el tiempo. Destacando sus características y la amplia aplicación en el mundo de las encuestas del tipo panel



rotatorio. En el capítulo dos se proporcionan las características del diseño muestral de la ENOE; así como de sus objetivos, población objetivo y cobertura geográfica.

En el capítulo tres se presenta además de una breve cronología sobre el estimador compuesto, la teoría sobre la que se apoya, desarrollándose varios resultados; los cuales son particularizados para la ENOE, con el fin de implementarlos en las Ciudades de Mérida, Culiacán y Zacatecas para los trimestres 4-07 y 1-08.

Es en el capítulo cuatro, donde se generan para la:

- Población Total (PT),
- Población de 14 años y más (P14),
- Población Económicamente Activa (PEA),
- Población Ocupada (PO),
- Población Desocupada Abierta (PDA),
- Población No Económicamente Activa (PNEA),
- Población No Económicamente Activa Disponible (PNEAD),
- Población No Económicamente Activa No Disponible (PNEAND),

estimaciones de nivel habituales y compuestas AKC trimestrales, en ambos casos considerando y no, a los grupos de rotación; también son calculadas estimaciones compuestas AK exclusivamente para la PEA y PNEA; para todas ellas son estimadas varianzas y errores cuadráticos medios, según el caso, con el objetivo de comparar las estimaciones compuestas con las estimaciones habituales de nivel basándose en dichas medidas de dispersión. Lo mismo se realiza con las estimaciones habituales y compuestas del cambio.

En el último capítulo son presentadas las conclusiones con respecto a los resultados obtenidos por el estimador compuesto en su aplicación a la ENOE Urbano Alto. Y finalmente 12 apéndices en los cuales aparecen entre otros, desarrollos sobre la varianza del estimador compuesto AK de nivel y del cambio, programas que permiten estimar la varianza con remuestreo y calibrar los factores de expansión.

Aunque las conclusiones se refieren únicamente al comportamiento del estimador compuesto, en tan solo tres Ciudades de las 32 que incluye la ENOE Urbano Alto; nos dan una semblanza válida sobre la aplicación, de este tipo de estimador a la encuesta de empleo más importante de este país.

## Capítulo 1

### Las encuestas a través del tiempo

#### 1.1 Introducción

Cuando la población de interés se encuentra en constante cambio, ya sea lento o rápido, una única encuesta en determinado tiempo, tan solo generaría información sobre las características de la población para esa ocasión. Dado que es de interés conocer por ejemplo, la estimación del cambio entre dos periodos de tiempo consecutivos o estimar el valor promedio sobre todos los periodos; es necesario llevar a cabo la encuesta varias veces de forma continua o para un intervalo de tiempo prolongado finito.

Como fue mencionado en la introducción, los gobiernos son los principales usuarios de la información estadística proveniente de encuestas probabilísticas, aplicadas repetidamente a la misma población. Las razones son muy variadas, y en un intento por conocer las más importantes, estas son listadas en la siguiente sección; así como, los diseños de encuestas que permitirán satisfacer esas necesidades.

#### 1.2 Razones para encuestar varias veces

A continuación son presentadas varias de las razones que justifican el encuestar periódicamente a la misma población, sugeridas por Duncan y Kalton (1987) y Lynn (2009):

- a) Generar estimaciones de características poblacionales en distintos periodos de tiempo, dentro de los cuales los cambios son tratados como insignificantes.
- b) Proporcionar estimaciones de características poblacionales promediadas a través de un período de tiempo. Por ejemplo el conjunto de estimaciones mensuales de la población desempleada en un trimestre, cuyos datos son totalizados para dar un promedio de las estimaciones mensuales.
- c) Para medir el cambio neto, es decir, el cambio a un nivel agregado; el ejemplo puede ser el cambio en la tasa de desempleo entre dos meses.
- d) La medición de varios componentes del cambio individual. Estos componentes podrían incluir:
  - i. el cambio total, es decir, el cambio a nivel elemental entre dos tiempos; por ejemplo, para estudiar la estabilidad de la intención del voto en dos fechas distintas.

- ii. el cambio promedio por individuo; por ejemplo, cuando se dispone de una serie de datos en el tiempo por individuo, es posible medir el cambio promedio o tendencia.
  - iii. inestabilidad por cada individuo; ejemplos de medidas inestables son las varianzas del ingreso familiar mensual sobre un año calendario para cada familia, y la varianza residual alrededor de una línea de tendencia individual o alrededor de una serie de tiempo de valores esperados basado en un modelo más elaborado.
- e) Para obtener datos agregados de individuos sobre el tiempo. Un ejemplo es la colección de ingresos trimestrales de los individuos que al agregarse en un año, permite obtener su ingreso anual.
- f) Para medir la frecuencia, sincronía y duración de los eventos que ocurren dentro de un período de tiempo dado. Por ejemplo, el tiempo promedio que dura una persona desempleada.
- g) Para acumular muestras sobre el tiempo, especialmente muestras de poblaciones raras. Por ejemplo, una encuesta transversal podría no contener un número suficiente de casos de personas con una enfermedad crónica no común, o de personas quienes recientemente se han divorciado que permitan análisis separados de estos subgrupos, pero una combinación de varias encuestas conducidas como parte de una serie podrían hacerlo de esta manera. Una importante diferencia entre estos dos ejemplos, es que la enfermedad crónica es una característica bastante estática de los individuos mientras que el divorcio es un evento nuevo. Una ventaja analítica de las muestras acumuladas sobre el tiempo antes que agrandar el tamaño de la muestra transversal, es que podrían facilitar la estimación de efectos periódicos.

Estos autores agregan, que si la composición de la población es estática o al menos suficientemente estable para ser tratada como estática para el periodo de tiempo de interés, sería suficiente levantar la encuesta tan solo al final del periodo. Claro, contando para esto con información confiable de parte del entrevistado para el periodo de interés, satisfaciendo así los objetivos listados anteriormente. Desafortunadamente, es difícil contar con información confiable, dado que en general el entrevistado no recuerda con facilidad ni exactitud los datos requeridos y además, puede ser que no existan registros con la información solicitada. Si a esto se agrega, que las poblaciones regularmente no se pueden considerar como estables para un prolongado intervalo de tiempo; entonces, se vuelve necesario emplear diseños de encuestas diferentes al de la encuesta transversal.

### 1.3 Diseños para mediciones en el tiempo

Una vez definidos los objetivos que se busca cumplir con la encuesta; y que se ha resuelto, tener que levantar la encuesta más de una vez a lo largo de cierto periodo de tiempo o de manera permanente. Lo que sigue es, diseñar la encuesta de tal manera que se cumpla lo mejor posible con los objetivos definidos; para esto, en los siguientes párrafos se hará referencia a distintos diseños de encuestas que aparecen en una amplia bibliografía. Estos diseños son un intento de autores como Duncan y Kalton (1987), así como de Kish (1987) y Lynn (2009), por uniformar la terminología empleada en los estudios longitudinales que tienen como insumo, la información estadística proveniente de las encuesta por muestreo.

**Encuestas repetidas.** Bajo este diseño se recaba información de muestras obtenidas a partir de una población equivalente en diferentes puntos en el tiempo. Pero no especifica diseño alguno para el traslape de las unidades de muestreo o de las unidades de análisis. Aunque, de llegar a existir algún tipo de traslape en las unidades de análisis, este será meramente circunstancial. Por su parte, la población estará definida en los mismos términos (e.g. límites geográficos, edad límite, etc.), pero podría estar cambiando en su composición a lo largo del tiempo. Una encuesta repetida, llevada a cabo en periodos regulares a lo largo de un intervalo de tiempo más grande, se conoce como una encuesta periódica. Con este tipo de encuesta se pueden satisfacer los objetivos a), b), c), y g). Aunque para el objetivo c) el cambio neto no puede ser desglosado en sus dos componentes de cambio, las entradas y las salidas de la población muestreada en la primera ocasión.

**Encuesta panel.** Este tipo de encuesta recaba información similar o idéntica de las unidades de muestreo o análisis, pertenecientes a la misma muestra en diferentes puntos en el tiempo. Esta encuesta también es conocida como encuesta longitudinal; aunque es preferible manejar el término longitudinal en el contexto de datos longitudinales; donde los datos pueden provenir de encuestas periódicas, encuestas panel o encuestas transversales con datos retrospectivos. La encuesta panel permite cubrir los objetivos c), d), e), g) y con cierta consideración el a).

**Encuesta panel rotatorio.** A diferencia de la encuesta panel donde la muestra inicial conforma, el único panel hasta el final de la encuesta. En la encuesta panel rotatorio la muestra tiene una vida panel restringida; a medida de que algunas unidades salen del panel, nueva muestra es agregada. Un ejemplo es la *Canadian Monthly Labour Force Survey*, en la cual la muestra mensual está compuesta de seis replicas o grupos de rotación; cada grupo de rotación permanece en muestra un periodo de seis meses, para después ser reemplazado por uno nuevo; saliendo y entrando un grupo de rotación cada mes, quedando un traslape de cinco sextos entre las muestras de dos

meses consecutivos, ver *Methodology of the Canadian Labour Force Survey*, p. 9 (Statistics Canada, Catalogue no. 71-526-X, June 2008).

La calidad de “elemento no permanente” en la muestra, permite reducir los problemas de panel condicionado y perdida por no respuesta, en comparación con la encuesta panel sin rotación. Un aspecto importante de este tipo de encuesta, es que la continua renovación de la muestra, permite su actualización en relación a los cambios poblacionales que esta sufre a lo largo del tiempo. Este tipo de diseño permite la estimación de:

- parámetros transversales, objetivo a),
- promedios a través de un periodo de tiempo, objetivo b) y,
- medir los cambios netos, objetivo c).

Una encuesta panel rotatorio generalmente proporcionará estimaciones actuales o corrientes (estimaciones puntuales para determinado punto en un intervalo de tiempo) y del cambio, más precisas que una encuesta repetida del mismo tamaño. Dicha precisión puede ser mejorada con base en el esquema de rotación y el método de estimación; el esquema de rotación se adecua para maximizar el traslape en la muestra para aquellas rondas donde estimaciones precisas del cambio son requeridas; este traslape entre rondas se emplea para mejorar la precisión de las estimaciones transversales y del cambio por medio de la estimación compuesta. La estimación compuesta no involucra mediciones sobre los cambios individuales de los elementos en la muestra traslapada, solo el cambio neto. Por tanto, no hay necesidad de emprender la operación costosa y desperdiciadora de tiempo, de ligar los registros en la parte traslapada de la muestra a través de las ondas.

Por otra parte, eligiendo adecuadamente las unidades de muestreo en las encuestas panel rotatorio; de tal manera, que no sea necesario seguir su movimiento, es posible:

- medir el cambio individual, objetivo d) y,
- agregar datos a los individuos a través del tiempo, objetivo e).

Las viviendas o establecimientos comerciales, son algunos ejemplos de unidades de muestreo adecuadas para llevar a cabo esta tarea. También con este tipo de encuesta se puede dar respuesta a los objetivos f) y g).

**Encuesta panel-dividido.** En este caso se agrega un panel p, a una serie paralela de muestras no traslapadas (encuestas repetidas) denotadas como a-b-c-d-etc. De esta manera la periodicidad de una encuesta panel-dividido puede ser simbolizada como pa-pb-pc-pd-etc. Así, de forma independiente y combinada los diseños involucrados en este tipo de encuesta permitirán cumplir

prácticamente con todos los objetivos antes señalados. Cabe destacar, que entre los diseños muestrales empleados las poblaciones cubiertas y las mediciones utilizadas, deben ser similares para poder llevar a cabo las combinaciones.

#### 1.4 La Encuesta Panel Rotatorio

Algunos ejemplos de encuestas tipo panel rotatorio, cuya muestra en viviendas es dividida en paneles de rotación o grupos de rotación, son:

- La Encuesta de Población Activa de España. La muestra total, está dividida en 6 paneles de rotación. Se rota un panel cada trimestre, ver Encuesta de Población Activa, p. 19 (Informe Técnico, Madrid, Mayo 2002).
- *The Current Population Survey of the U.S.* La muestra consiste de 8 paneles de rotación; cada uno dura en muestra 4 meses, sale durante 8 y regresa 4 meses, para después de este periodo salir definitivamente. De esta manera se rotan cada mes 2 paneles, véase *Current Population Survey, Design and Methodology, p.3-15 (Technical Paper 63RV, U.S. Bureau of the Census, March 2002)*.
- *The Canadian Labour Force Survey.* Tiene la muestra dividida en 6 paneles de rotación, rotándose un panel cada mes, ver *Methodology of the Canadian Labour Force Survey, p. 9 (Statistics Canada, Catalogue no. 71-526-X, June 2008)*.
- *The Australian Labour Force Survey.* Divide la muestra en 8 paneles de rotación, rotando uno cada mes, véase *Labour Force Survey Sample Design, p. 6 (Australian Bureau of Statistics, Catalogue no. 6269.0, November 2007)*.

En México la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo que conduce el INEGI, tiene una muestra de viviendas dividida en 5 paneles de rotación. De los cuales, rota uno cada trimestre; conservando de esta manera, el 80% de la muestra entre dos trimestres consecutivos. En el siguiente capítulo, se expondrán las características del diseño muestral de esta encuesta.

Además, de cumplir con los objetivos mencionados en la sección anterior, estas encuestas permiten llevar a cabo dos importantes actividades: sustituir el marco muestral y cambiar de esquema de muestreo.

Por otra parte, dada la cantidad de información recabada de la misma unidad de muestreo en dos o más periodos consecutivos, permitirá teóricamente incrementar la precisión de las estimaciones, principalmente del cambio. Cochran (1977) coincidía con esto y además establecía que en la

obtención de estimaciones actuales, se gana la misma precisión si se conserva la muestra inicial o se cambia en cada ocasión.

Estos datos provenientes de la muestra común para el muestreo en dos ocasiones y el muestreo en ocasiones sucesivas; han sido la base para el desarrollo de estimadores del cambio, de promedios y totales para la última ocasión y de estimadores compuestos para las estimaciones actuales y del cambio. En este trabajo se abordara el tema del estimador compuesto para las estimaciones actuales y del cambio, para totales.

## Capítulo 2

### La Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo 2005-2008 (ENOE)

#### 2.1 Introducción

La Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo es una encuesta cuyos orígenes se remontan al periodo 1972-1984; durante este tiempo, llevo el nombre de Encuesta Continua Sobre Ocupación (ECSO), cubriendo en un inicio las áreas metropolitanas de la Cd. de México, Guadalajara y Monterrey. Para finales de 1978 con base en regiones, cubrió la totalidad del país; volviendo a principios de 1983 a cubrir únicamente las ciudades antes mencionadas. Para el periodo 1985-2004 la ECSO cambia al nombre de Encuesta Nacional de Empleo Urbano (ENEU) e inicia en 1985 con una cobertura geográfica de 16 áreas metropolitanas, teniendo su cobertura más grande, a partir del primer trimestre del 2001 con 48 áreas. Para el primer trimestre del 2004 solo 34 áreas metropolitanas eran encuestadas. Como su nombre lo indica, trimestralmente esta encuesta se llevaba a cabo, únicamente en las zonas urbanas más importantes del país. Ante la necesidad de información estadística de todo el país, cada segundo trimestre de los años de 1988, 1991, 1993, 1995, 1996, 1997, 1998 y 1999, se levantó la Encuesta Nacional de Empleo (ENE). Su muestra, estaba conformada por la parte ENEU, las zonas complementarias urbanas y las rurales. A partir del segundo trimestre del 2000, esta encuesta se vuelve continua.

Es en el primer trimestre del 2005 que la Encuesta Nacional de Empleo cambia de cuestionario, en la parte urbana solo se cubren 32 aéreas metropolitanas y cambia de nombre por el de Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo, ENOE. En las siguientes secciones se describirán aspectos importantes del diseño de la encuesta, en particular del estadístico. Para consultar información adicional sobre la ENOE, el lector puede hacerlo por internet en la dirección [www.inegi.org.mx](http://www.inegi.org.mx).

#### 2.2 Objetivo, Población Objetivo y Cobertura Geográfica de la ENOE

El objetivo de la ENOE es obtener trimestralmente de la población residente en el país, la información estadística sobre características sociodemográficas, económicas, de ocupación y de empleo; con el fin de analizar su estructura laboral y ocupacional. En el país es la única encuesta que genera este tipo de información.

La encuesta está dirigida, a la población que reside permanentemente en viviendas particulares dentro del territorio nacional. Siendo obtenidas de la población de 14 años y más, las



características económicas, de ocupación y empleo; hasta el momento el Instituto Nacional de Estadística y Geografía, ha generado principalmente estimaciones transversales, corrientes o actuales de las características de interés.

Las coberturas geográficas o dominios de estudio para las cuales, se generan estimaciones son:

- Ciudad Autorrepresentada.
- Entidad federativa.
- Nacional.
- Localidades de 100,000 y más habitantes.
- Localidades de 15,000 a 99,999 habitantes.
- Localidades de 2,500 a 14,999 habitantes.
- Localidades de menos de 2,500 habitantes.

## **2.3 Diseño Muestral de la ENOE**

En esta sección se mencionan de manera breve y concisa los aspectos más importantes del diseño muestral de la ENOE.

### **2.3.1 Marco Muestral**

El marco muestral de la ENOE, es identificado como el Marco Nacional de Viviendas 2002 del INEGI (MNV2002), construido a partir de la información cartográfica y demográfica obtenida del XII Censo General de Población y Vivienda 2000.

### **2.3.2 Estratificación de las Unidades Primarias de Muestreo del Marco Nacional de Viviendas**

A partir del MNV2002, se considera para estratificar a las unidades primarias de muestreo (UPM; conglomerado de viviendas), las características físicas y equipamiento de las viviendas, así como, 24 indicadores de las características sociodemográficas de los habitantes. Generándose inicialmente 4 estratos nacionales; debido a que por entidad se genera de forma natural una estratificación geográfica (véase cuadro 2.1), cada UPM estratificada es asignada a su estrato geográfico (entidad-ámbito-zona), donde en algunos casos, las unidades primarias de muestreo nuevamente fueron estratificadas. Resultando finalmente 888 estratos a nivel nacional; estos estratos son la base para la selección de la muestra y generación de los ponderadores o factores de expansión de la ENOE.

**Cuadro 2.1.** Estratificación Geográfica por Entidad.

Ámbito	Zona	Descripción de la zona
Urbano Alto	01	32 ciudades autorepresentadas (Apéndice A1)
	02	Ciudades con 100,000 habitantes o más
Complemento Urbano	25	Localidades de 50,000 a 99,999 habitantes
	35	Localidades de 15,000 a 49,999 habitantes
	45	Localidades de 5,000 a 14,999 habitantes
	55	Localidades de 2,500 a 4,999 habitantes
Rural	60	Localidades menores de 2,500 habitantes

### 2.3.3 Esquema de Muestreo y Selección de la Muestra

El esquema de muestreo de la ENOE se caracteriza por ser:

- Probabilístico. Las distintas unidades de muestreo tienen una probabilidad conocida de ser seleccionadas para la muestra.
- Estratificado. Las unidades primarias de muestreo con características similares se agrupan, conformando los estratos; la ENOE cuenta con 888 estratos.
- Bietápico. La última unidad de muestreo que en este caso es la vivienda, se selecciona en una segunda etapa de muestreo.

La selección de la muestra se realizó de forma independiente por entidad-ámbito-estrato, es decir, en cada uno de los estratos, de la entidad respectiva. En el cuadro 2.2 se puede observar el método de muestreo empleado por ámbito y etapa de muestreo en cada entidad.

**Cuadro 2.2.** Selección de la muestra por ámbito en cada Entidad.

Ámbito	Etapa	Método de Muestreo
Urbano Alto	1 <sup>a</sup>	$u_{eh}$ UPM con $\pi ps$
	2 <sup>a</sup>	5 viviendas con muestreo sistemático
Complemento Urbano	1 <sup>a</sup>	$u_{eh}$ UPM con $\pi ps$
	2 <sup>a</sup>	5 viviendas con muestreo sistemático
Rural	1 <sup>a</sup>	$u_{eh}$ UPM con $\pi ps$
	2 <sup>a</sup>	20 viviendas con muestreo sistemático o PPT*

\* Depende de la distribución espacial de las viviendas en el terreno.

Las  $u_{eh}$  representan el número de unidades primarias de muestreo a seleccionar, en el estrato  $h$ -ésimo de la entidad  $e$ -ésima. En cuanto a la selección de estas unidades de muestreo, son ordenadas de mayor a menor con base a su medida de tamaño (total de viviendas); posteriormente, son seleccionadas sistemáticamente  $u_{eh}$  unidades primarias de muestreo con probabilidad desigual. Estas unidades de muestreo pueden ser seleccionadas con reemplazo, debido a que en algunas ocasiones sus medidas de tamaño son demasiado grandes, generando con esto intervalos de selección amplios. En la segunda etapa de muestreo del ámbito rural, el tipo de muestreo a emplear depende de la manera en que se encuentran distribuidas las viviendas en la unidad primaria de muestreo, es decir, si las viviendas están dispersas en el terreno se emplea muestreo con PPT (previa formación de conglomerados de tamaño 10). En el apéndice A2 son presentados los tamaños de muestra de las unidades primarias de muestreo y de las unidades secundarias de muestreo (viviendas), para cada una de las entidades.

A continuación son presentadas las probabilidades de selección de las viviendas, para cada uno de los ámbitos en las entidades, y sus correspondientes factores de expansión.

#### Urbano Alto

La probabilidad de seleccionar una vivienda es dada por

$$P\{V_{ehi}\} = u_{eh} \frac{m_{ehi}}{m_{eh}} \frac{5}{m_{ehi}^*}$$

donde

$u_{eh}$  = No. UPM a seleccionar en el estrato  $h$ , de la entidad  $e$

$m_{ehi}$  = No. viviendas en la UPM  $i$ , del estrato  $h$ , para la entidad  $e$  según el marco

$m_{eh}$  = No. viviendas en el estrato  $h$ , para la entidad  $e$  según el marco

$m_{ehi}^*$  = No. viviendas actualizado en la UPM  $i$ , del estrato  $h$ , para la entidad  $e$

Y el correspondiente factor de expansión, es dado por

$$F_{ehi} = \frac{m_{eh} m_{ehi}^*}{u_{eh} m_{ehi} 5}$$

Los ámbitos, urbano alto y complemento urbano tienen el mismo esquema de selección.

#### Rural

La probabilidad de seleccionar una vivienda, es dada por

$$P\{V_{ehi}\} = u_{eh} \frac{m_{ehi}}{m_{eh}} 2 \frac{10}{m_{ehi}^*},$$



### 2.3.5 Estimadores

La ENOE genera mensualmente y trimestralmente estimaciones de características poblacionales relacionadas con totales, razones y medianas. Estas estimaciones puntuales en el tiempo, son conocidas también con los nombres de estimaciones corrientes, estimaciones actuales, estimaciones de nivel, o estimaciones transversales de los parámetros poblacionales correspondientes. A continuación, únicamente se presentaran las expresiones de los estimadores para totales y razones; el primero, corresponde al estimador Horvitz-Thompson de totales para diseños  $\pi$ ps y, el estimador de razones al cociente de dos de estos estimadores.

Totales

El estimador del Total Nacional para la característica  $X$  es dado por la expresión

$$\hat{X} = \sum_e \sum_h \sum_i \sum_j F_{ehi}^{UA} x_{ehij}^{UA} + \sum_e \sum_h \sum_i \sum_j F_{ehi}^{CU} x_{ehij}^{CU} + \sum_e \sum_h \sum_i \sum_j F_{ehi}^R x_{ehij}^R$$

donde

$L_e^{UA}$  = Número de estratos en la entidad  $e$ , para el ámbito  $UA$

$n_{eh}^{UA}$  = Número de UPM en muestra del estrato  $h$  en la entidad  $e$ , para el ámbito  $UA$

$m_{ehi}^{UA}$  = Número de viviendas en muestra para la UPM  $i$ , del estrato  $h$  en la entidad  $e$ , para el ámbito  $UA$

$F_{ehi}^{UA}$  = Factor de expansión ajustado de la UPM  $i$ , del estrato  $h$ , en la entidad  $e$ , del ámbito  $UA$

$x_{ehij}^{UA}$  = Total muestral de  $X$  en la vivienda  $j$ , para la UPM  $i$ , del estrato  $h$ , en la entidad  $e$ , del ámbito  $UA$

En forma análoga al ámbito urbano alto (UA), se definen las variables para los ámbitos complemento urbano (CU) y rural (R).

Razones

Para la estimación de proporciones, tasas y promedios, se emplea el estimador de razón

$$\hat{R} = \frac{\hat{X}}{\hat{Y}}$$

donde  $\hat{Y}$ , se define en forma análoga a  $\hat{X}$ .

### 2.3.6 Estimación de Precisiones en la ENOE

En los diseños de muestreo donde están involucrados el muestreo por conglomerados, estratificado, y polietápico; el cálculo de la estimación de la varianza puede representar entre otras cosas, un alto costo y consumo excesivo de tiempo; debido a la complejidad del estimador de la

varianza, cuando este existe de forma analítica. Por ejemplo, si el muestreo es polietápico, para obtener la estimación global de la varianza, es necesario calcular la varianza para cada una de las etapas de muestreo; estas estimaciones son conocidas como componentes de la varianza total.

En virtud de lo anterior Hansen, Hurwitz y Madow (1953, Vol. I, p. 242) proponen el concepto y método de los conglomerados últimos, con el fin de simplificar el cálculo de la varianza en encuestas polietápicas. Dicen en su libro, traduciendo al español “un conglomerado último consiste de todas las unidades listadas en la muestra de una particular unidad primaria, *i.e.*, el conglomerado último consiste de la muestra entera proveniente de la UPM ya sea obtenida por 1, 2 o más etapas de muestreo”, agregando que “para estimar la precisión de los resultados los componentes de la varianza no se necesitan. Para obtener un diseño óptimo, sin embargo, las estimaciones de los componentes de la varianza son necesarios”. De esta manera, se considera al muestreo polietápico como un caso especial del muestreo por conglomerados de una etapa. En suma, para estimar la varianza de alguna característica, se considera simplemente al total ponderado de cada UPM en muestra. A continuación se presenta el estimador utilizado en la ENOE para estimar la varianza de cualquier total nacional estimado,  $\hat{X}$  :

$$\hat{V}(\hat{X}) = \sum_e \sum_h \frac{n_{eh}}{n_{eh} - 1} \sum_i^{n_{eh}} \left( \hat{X}'_{ehi} - \frac{1}{n_{eh}} \hat{X}_{eh} \right)^2$$

donde

$n_{eh}$  = No. unidades primarias de muestreo en muestra del estrato  $h$  en la entidad  $e$

$L_e$  = Número de estratos en la entidad  $e$

$$= L_e^{UA} + L_e^{CU} + L_e^R$$

$\hat{X}_{eh}$  = Estimación del total de la característica  $X$  en el estrato  $h$  para la entidad  $e$

$$= \sum_i^{n_{eh}} F_{ehi} X_{ehi} = \sum_i^{n_{eh}} \hat{X}'_{ehi}$$

$\hat{X}'_{ehi}$  = Total ponderado de la característica  $X$  para la UPM  $i$  en el estrato  $h$  de la entidad  $e$

Ver Skinner *et al.* (1989, p. 47) o Särndal *et al.* (1992, p. 151).

En cuanto al cálculo del error de muestreo para un estimador de razón, se utiliza conjuntamente al método de los conglomerados últimos, la linealización con el método de la serie de Taylor; así, la expresión resultante es

$$\hat{V}(\hat{R}) = \frac{1}{\hat{Y}^2} \sum_e \left\{ \sum_h \frac{n_{eh}}{n_{eh} - 1} \sum_i \left[ \left( \hat{X}'_{ehi} - \frac{1}{n_{eh}} \hat{X}_{eh} \right) - \hat{R} \left( \hat{Y}'_{ehi} - \frac{1}{n_{eh}} \hat{Y}_{eh} \right) \right]^2 \right\}$$

donde las estimaciones de Y se definen de forma análoga a las de X, dadas anteriormente. Ver Skinner *et al.* (1989, p. 49). No se profundizará en este tema debido a que en este trabajo únicamente se trabajará con el estimador del total.

## Capítulo 3

### Estimadores en el muestreo sucesivo

#### 3.1 Introducción

En este trabajo se aborda el tema de la estimación para el muestreo sucesivo, en el marco de una encuesta panel rotatorio bajo el enfoque clásico, es decir, no se abordará el enfoque de series de tiempo. Como fue mencionado en el capítulo 1, algunas características de estas encuestas son:

- la muestra total está dividida en grupos de rotación,
- la muestra es seguida en el tiempo,
- existe muestra traslapada entre dos periodos,
- la muestra es actualizada,
- la vivienda es inamovible,
- los residentes de las viviendas no son seguidos en caso de presentar movimiento y,
- los nuevos residentes de las viviendas son incluidos en la muestra.

Dadas las condiciones anteriores en relación a la población representada en el marco muestral; se pueden generar entre otras, estimaciones puntuales insesgadas de las características de interés para el periodo de referencia actual, también llamadas estimaciones transversales, actuales, de nivel o corrientes; así como, estimaciones agregadas del cambio, aunque también permiten la estimación del cambio a nivel individual. En este trabajo se tratarán estimaciones transversales trimestrales y, agregadas del cambio para totales.

En las encuestas panel rotatorio la muestra traslapada es muy importante en la fase de estimación; debido a la estructura de correlación existente entre los grupos de rotación, lo que producirá en teoría estimaciones de nivel y cambio con varianzas muestrales reducidas. Los estimadores que hacen uso de esta información son llamados estimadores compuestos, y ponderan diferencialmente la muestra común y la no traslapada. En las siguientes secciones se abordara el tema de la estimación compuesta, de manera particular para los estimadores compuestos AK y AKC (EC-AK y EC-AKC). Pero antes, es conveniente precisar que, panel y grupo de rotación no significan lo mismo; el panel es el conjunto de unidades de muestreo seleccionadas, que entran y dejan la muestra; y el grupo de rotación es aquel conjunto de unidades de muestreo a partir del cual, se selecciona la muestra que va a conformar el panel. Por ejemplo, en la ENOE y *The Australian Labour Force Survey*, las unidades primarias de muestreo que conforman la muestra



total, son asignadas a diferentes grupos de rotación (5 y 8 respectivamente); para a continuación, en una segunda etapa de muestreo seleccionar de cada UPM en muestra, las viviendas que conformaran el panel que va a ser rotado. Este conjunto de viviendas permanecerá y saldrá de la muestra según un patrón de rotación previamente establecido. Es importante señalar que en ambos casos las unidades primarias de muestreo no son rotadas. Véanse *Labour Force Survey Sample Design*, p. 6 (*Australian Bureau of Statistics, Catalogue no. 6269.0, November 2007*) y *Como se hace la ENOE Métodos y procedimientos*, p. 54 (INEGI, 2007).

### 3.2 El estimador compuesto

La estimación compuesta es un término empleado en las encuestas por muestreo, para describir a estimadores del periodo actual que emplean información de periodos previos proveniente de una encuesta periódica con diseño rotatorio. Por su parte, Gurney y Daly (1965, p. 248) definen al estimador compuesto, como un promedio ponderado de dos (o más) estimaciones lineales insesgadas de la misma característica para un periodo de tiempo dado; donde los ponderadores son seleccionados adecuadamente con el fin de reducir la varianza.

### 3.3 El estimador compuesto K

La teoría sobre la estimación compuesta se inicia con el trabajo de Jessen (1942), en el cual plantea las condiciones para obtener estimaciones eficientes; seguido por Patterson (1950), quien proporciono los fundamentos teóricos para el diseño y estimación en las encuestas repetidas. Para la *U.S. Current Population Survey (US CPS)*, Hansen *et al.* (1955, p. 708) propusieron el estimador compuesto K (EC-K), el cual fue definido en forma general como:

$$Y_t'' = (1-K) \hat{Y}_t + K \left( Y_{t-1}'' + d_{t,t-1} \right) \quad (3.1)$$

donde

$Y_t''$  = Estimador compuesto K de  $Y_t$  para el tiempo  $t$

$Y_t$  = Número total de unidades con cierta característica en el tiempo  $t$

$Y_{t-1}''$  = Estimador compuesto K de  $Y_{t-1}$  para el tiempo  $t-1$

$\hat{Y}_t$  = Estimador de nivel de  $Y_t$

$d_{t,t-1}$  = Estimador del cambio basado en los paneles comunes

$K$  = Ponderador con valor entre 0 y 1

En la *US CPS*, el valor del parámetro  $K$  en el EC-K fue de 0.5 para las características de empleo y desempleo. Nótese que si  $K=0$ , entonces  $Y_t'' = \hat{Y}_t$ , es decir, la estimación compuesta  $K$  es igual a la estimación de nivel. Ver *Current Population Survey, Design and Methodology*, p. 64 (*Technical Paper 40, U.S. Bureau of the Census, 1985*).

Como ya se ha mencionado, definir la estructura de correlación de los grupos de rotación es crucial para la obtención del estimador compuesto y su varianza; en este sentido, se asume que:

$$E(y_{t,1}) = E(y_{t,2}) = \dots = E(y_{t,r}) \quad \forall t$$

Y la siguiente, estructura de correlación entre los grupos de rotación:

1) Para

$y_{t,i}$  = Estimador de  $Y_t$  del grupo de rotación en su entrevista  $i$  –ésima

$$V(y_{t,i}) = \sigma^2 \quad \forall t, i = 1, 2, 3, \dots, r$$

donde  $t$ , representa al período de referencia e  $i$ , al número de entrevista en un grupo de rotación.

2) Las estimaciones derivadas de diferentes grupos de rotación para un determinado período, no están correlacionadas, es decir,

$$\text{Cov}(y_{t,i}, y_{t,j}) = 0 \quad \forall t, i \neq j = 1, 2, 3, \dots, r$$

3) Las estimaciones derivadas de grupos de rotación traslapados, tienen covarianzas estacionarias, esto es:

$$\text{Cov}(y_{t,i}, y_{t-j,i-j}) = \rho_j \sigma^2 \quad \text{para } i > j \text{ y } j = 1, 2, 3, \dots, r-1$$

En otras palabras, la covarianza entre grupos de rotación traslapados con  $j$  periodos de separación, se asume estacionaria, es decir, es una función de  $j$  y no depende de  $t$ .

4) La covarianza entre estimaciones de grupos de rotación contiguos,  $j$  periodos separados, se asume estacionaria.

5) Cualquier otro tipo de covarianza, se asume con valor cero.

Ver Gurney y Daly (1965, p. 243).

Una vez definida la estructura de covarianza, lo que sigue es obtener la varianza del EC-K expresión (3.1), esto es,

$$V(Y_t'') = V\left((1-K)\hat{Y}_t + K(Y_{t-1}'' + d_{t,t-1})\right)$$

Haciendo  $y_t = (1-K)\hat{Y}_t$

$$V(Y_t'') = V(y_t + K(Y_{t-1}'' + d_{t,t-1}))$$

Al obtener las varianzas y covarianzas respectivas, resulta:

$$V(Y_t'') = V(y_t) + K^2V(Y_{t-1}'') + K^2V(d_{t,t-1}) + 2K[Cov(y_t, Y_{t-1}'') + Cov(y_t, d_{t,t-1}) + Cov(Y_{t-1}'', d_{t,t-1})]$$

Asumiendo, que las estimaciones compuestas son estables en el tiempo, es decir,

$$V(Y_t'') = V(Y_{t-1}'') \quad (3.2)$$

Después de sustituir (3.2) y simplificar, la expresión inicial de la varianza para el EC-K es

$$V(Y_t'') = \frac{V(y_t) + K^2V(d_{t,t-1}) + 2K[Cov(y_t, Y_{t-1}'') + Cov(y_t, d_{t,t-1}) + K Cov(Y_{t-1}'', d_{t,t-1})]}{1 - K^2} \quad (3.3)$$

Ver Kumar y Lee (1983, p. 407, expresión (4.3)).

Continuando con la cronología del estimador compuesto, Rao y Graham (1964) estudiaron esquemas de reemplazo óptimo para el EC-K; posteriormente, Gurney y Daly (1965) presentaron una mejora a este último estimador, llamado estimador compuesto AK.

En este punto, es importante mencionar que las estimaciones generadas por cada uno de los grupos de rotación, realmente no presentan el mismo valor esperado. Esta situación fue primero estudiada por Bailar (1975); estableciendo que el tiempo de permanencia en muestra de las unidades de muestreo era la causa del sesgo, nombrándolo sesgo por grupo de rotación o sesgo por tiempo en la encuesta. En consecuencia la estimación de nivel, siempre tendrá asociado este tipo de sesgo, el cual es una mezcla de los sesgos provenientes de cada grupo de rotación. Dada esta situación, resulta conveniente calcular el error cuadrático medio de los estimadores compuestos, para realizar una correcta comparación con las estimaciones de nivel, supuestas como insesgadas.

### 3.4 El estimador compuesto AK

Son Gurney y Daly (1965) los primeros en presentar el estimador compuesto AK (EC-AK), como una alternativa para:

- la obtención de un estimador aproximadamente óptimo, de fácil cálculo y,
- reducir el sesgo presente en el EC-K.

Para esto, dentro del EC-K proponen asignarle más peso en el estimador de nivel, a los paneles no comunes entre los periodos  $t$  y  $t-1$ ; así, suponiendo un panel no común, sugieren:

$$\begin{aligned} \left[ (1-K+A)y_t^{nc} + (1-K - \frac{1}{r-1}A)y_t^c \right] \frac{1}{r} &= (1-K)\hat{Y}_t + A\frac{1}{r}\left(y_t^{nc} - \frac{1}{r-1}y_t^c\right) \\ &= (1-K)\hat{Y}_t + A\frac{1}{r}\left(\hat{Y}_{t,nc} - \hat{Y}_{t,c}\right) \end{aligned}$$

donde

$r$  = Número de paneles

$\hat{Y}_t$  = Estimador de nivel de  $Y$  para el tiempo  $t$

$y_t^{nc} = y_{t,1}$

$y_t^c = \sum_{i=2}^r y_{t,i}$

$\hat{Y}_{t,nc}$  = Estimador de  $Y_t$  con base en el panel no común entre los trimestres  $t-1$  y  $t$

$\hat{Y}_{t,c}$  = Estimador de  $Y_t$  con base en los paneles comunes entre los trimestres  $t-1$  y  $t$

Obteniéndose así, de forma general para un panel no común al EC-AK como:

$$Y_t'' = (1-K)\hat{Y}_t + A\frac{1}{r}\left(\hat{Y}_{t,nc} - \hat{Y}_{t,c}\right) + K\left(Y_{t-1}'' + d_{t,t-1}\right) \quad \text{para } 0 \leq K \leq 1 \text{ y } A \geq 0 \quad (3.4)$$

donde

$Y_t''$  = Estimador compuesto AK de  $Y_t$  para el tiempo  $t$

$Y_t$  = Número total de unidades con la característica  $Y$  en el tiempo  $t$

$Y_{t-1}''$  = Estimador compuesto AK de  $Y_{t-1}$  para el tiempo  $t-1$

$d_{t,t-1}$  = Estimador del cambio basado en los paneles comunes

Nótese, que se empleo la simbología del EC-K para representar al EC-AK; esto, no deberá representar confusión alguna. Ver Gurney y Daly (1965, p. 248).

Si en la ecuación (3.4)  $A=0$ , se obtiene la expresión (3.1) correspondiente al EC-K; además, al hacer  $A=K=0$  se obtiene la estimación de nivel para el tiempo  $t$  ( $\hat{Y}_t$ ). Como se puede observar los parámetros  $A$  y  $K$  establecen el grado de participación de cada uno de los tres términos, en la obtención de la estimación compuesta; los valores óptimos de  $A$  y  $K$ , en el sentido del estimador de mínima varianza, será aquel par de valores que permitan obtener la varianza más pequeña del EC-AK.

Considerando la misma estructura de covarianza establecida en la sección anterior para el EC-K; la varianza del EC-AK se define de manera inicial como:

$$V(Y_t'') = \frac{V(y_t) + K^2 V(d_{t,t-1}) + 2K [\text{Cov}(y_t, Y_{t-1}'') + \text{Cov}(y_t, d_{t,t-1}) + K \text{Cov}(Y_{t-1}'', d_{t,t-1})]}{1 - K^2} \quad (3.5)$$

donde, en este caso

$$y_t = (1 - K)\hat{Y}_t + A \frac{1}{r} (\hat{Y}_{t,nc} - \hat{Y}_{t,c}) \quad (3.6)$$

Ver Kumar y Lee (1983, p. 407, expresión (4.3)). La forma final de las expresiones anteriores dependerá del patrón de rotación establecido para la encuesta de panel rotatorio. En la siguiente sección serán desarrolladas las varianzas de manera particular para la ENOE.

Gurney y Daly (1965) en su estudio, utilizaron el enfoque geométrico sugerido por Parzen (1959; 1961) en la aplicación de los métodos del espacio de Hilbert a procesos estocásticos, con el fin de obtener los coeficientes de la estimación lineal insesgada de mínima varianza MVLUE (por sus siglas en inglés). Debido a que este proceso resultó muy complicado, propusieron el EC-AK como una alternativa de estimador aproximadamente óptimo, comparándolo con el MVLUE; resultando el EC-AK una buena aproximación a la estimación insesgada lineal óptima, ver Gurney y Daly (1965, p. 249).

Por su parte, Huang y Ernest (1981) realizaron un estudio donde compararon el sesgo y la eficiencia del EC-AK con respecto al EC-K, en el contexto de la *US CPS* y de los patrones de rotación 4-8-4 y 3-9-3; concluyendo que al agregar en el EC-K, el llamado término de ajuste

$$A \frac{1}{r} (\hat{Y}_{t,nc} - \hat{Y}_{t,c}) \quad (3.7)$$

se reduce el sesgo por tiempo en la muestra, resultando el EC-AK con un menor error cuadrático medio en ambos patrones de rotación, para todas las características consideradas. El sesgo implica, que los valores esperados de los paneles individuales dependen del tiempo en muestra y por tanto, varían entre los grupos de rotación; dicho sesgo es denotado por:

$$\alpha_i = \text{Sesgo del grupo de rotación } i - \text{ésimo} \quad (3.8)$$

Actualmente en la *US CPS*, el EC-AK es empleado principalmente para generar estimaciones de nivel; en cuanto a las estimaciones de tasas, porcentajes, promedios y medianas, estas son obtenidas a partir de las estimaciones de nivel compuestas; por ejemplo, la tasa de desempleo es estimada al considerar a la estimación de nivel compuesta de desempleo como un porcentaje de la estimación compuesta de la fuerza laboral (población de 16 años o más, empleada o desempleada). En cuanto a la variedad de valores óptimos para K y A, correspondientes a las diferentes características de la fuerza laboral; han convenido establecerlos para la población desempleada en K=0.4 y A=0.3, y la empleada en K=0.7 y A=0.4; buscando con ello reducir lo más posible la varianza de las estimaciones compuestas. Recientemente, la *U.S. Bureau of the Census*

a implementado el estimador compuesto AK con factores de expansión calibrados; ver *Current Population Survey, Design and Methodology, p. 10-10 (Technical Paper 66, U.S. Bureau of the Census, October 2006)*. Esta nueva variante del estimador compuesto AK es definido y aplicado en el ámbito urbano alto de la ENOE en las secciones siguientes.

### 3.5 El estimador compuesto AK aplicado a la ENOE urbano alto

Antes de iniciar con la aplicación del estimador compuesto AK (EC-AK), es conveniente recordar los aspectos del diseño muestral de la ENOE, que tienen relación con este tipo de estimador. El patrón de rotación establece, que cada trimestre se rota uno de los cinco paneles, de acuerdo a un orden preestablecido; los cinco grupos de rotación son asignados aleatoriamente a las UPM en cada uno de los estratos nacionales, de tal manera, que siempre estarán presentes todos los grupos de rotación en los estratos. Las estimaciones de nivel (EN) generadas trimestre a trimestre con el estimador del total (EN sin considerar grupos de rotación; véase, sección 2.3.5), teóricamente hablando es igual al promedio de las estimaciones generadas por los grupos de rotación (véase apéndice A3). Siendo esta última, la forma como se generan las estimaciones de nivel, en el contexto de las estimaciones compuestas. La Población Económicamente Activa (PEA) y la Población No Económicamente Activa (PNEA), que representan a la fuerza laboral con 14 años y más, son las características para las cuales se obtendrán inicialmente estimaciones de nivel con el EC-AK. Dado que en las ciudades de Mérida, Culiacán y Zacatecas se cuenta con suficientes paneles por estrato; la aplicación de los estimadores compuestos será únicamente en dichas ciudades.

En el contexto de las estimaciones compuestas, para obtener las estimaciones de nivel del trimestre  $t$  en la ENOE, se define al estimador de nivel como:

$$\hat{Y}_t = \frac{1}{5} \sum_{i=1}^5 y_{t,i} \quad (3.9)$$

donde

$y_{t,i}$  = Estimador de  $Y_t$  del grupo de rotación en su entrevista  $i$  para el tiempo  $t$

$Y_t$  = Total poblacional de la característica  $Y$  en el tiempo  $t$

$\hat{Y}_t$  = Estimador de nivel de  $Y_t$

Ver Gurney y Daly (1965, p. 243).

En cuanto al EC-AK para la ENOE, este se define de la siguiente manera:

$$Y_t'' = (1-K)\hat{Y}_t + A \frac{1}{5} \left[ y_{t,1} - \frac{1}{4} \sum_{i=2}^5 y_{t,i} \right] + K[Y_{t-1}'' + d_{t,t-1}] \quad \text{para } A > 0 \text{ y } 0 \leq K \leq 1 \quad (3.10)$$

donde

$Y_{t-1}''$  = Estimador compuesto del trimestre  $t-1$ .

$d_{t,t-1}$  = Estimador del cambio del trimestre  $t-1$  al trimestre  $t$ , con base en la muestra común

$$d_{t,t-1} = \frac{1}{4} \sum_{i=2}^5 (y_{t,i} - y_{t-1,i-1}) \quad (3.11)$$

El EC-AK expresado por la ecuación (3.10), se puede reescribir como:

$$Y_t'' = y_t + K [ Y_{t-1}'' + d_{t,t-1} ] \quad (3.12)$$

donde

$$y_t = (1-K) \hat{Y}_t + A \frac{1}{5} \left[ y_{t,1} - \frac{1}{4} \sum_{i=2}^5 y_{t,i} \right] \quad (3.13)$$

En la ENOE para calcular la varianza del EC-AK, se asume la siguiente estructura de correlación:

1. Para las estimaciones de los grupos de rotación

$$V(y_{t,i}) = \sigma^2 \quad \forall t, i = 1, 2, 3, 4, 5$$

2. Las estimaciones derivadas de los diferentes grupos de rotación para un determinado período, no están correlacionadas, es decir,

$$\text{Cov}(y_{t,i}, y_{t,j}) = 0 \quad \forall t, i \neq j = 1, 2, 3, 4, 5$$

3. La covarianza de las estimaciones dentro de un grupo de rotación separadas  $j$  trimestres, se asume estacionaria, esto es,

$$\text{Cov}(y_{t,i}, y_{t-j,i-j}) = \rho_j \sigma^2 \quad \forall t, j = 1, 2, 3, 4 \quad \text{y} \quad j < i \leq 5$$

4. La covarianza de dos estimaciones separadas  $j$  trimestres, correspondientes a dos grupos de rotación contiguos, se asume estacionaria, es decir,

$$\text{Cov}(y_{t,j}, y_{t-j,5+i-j}) = \gamma_j \sigma^2 \quad \forall t \text{ y}$$

$$\text{a. } 1 \leq i \leq j \leq 5$$

$$\text{b. } 6 \leq j \leq 9 \quad \text{y} \quad j-4 \leq i \leq 5$$

5. Cualquier otro tipo de covarianza no definido con anterioridad se asume con valor cero.

Ver Gurney y Daly (1965, pp. 243 y 248).

Entonces, inicialmente para el estimador del total, ecuación (3.9) su varianza es dada por:

$$V(\hat{Y}_t) = V\left(\frac{1}{5} \sum_{i=1}^5 y_{t,i}\right) = \frac{\sigma^2}{5} \quad (3.14)$$

Y la expresión para la varianza del EC-AK ecuación (3.12), con base en el resultado (3.5), se define como:

$$V(Y_t'') = \frac{V(y_t) + K^2 V(d_{t,t-1}) + 2K [\text{Cov}(y_t, Y_{t-1}'') + \text{Cov}(y_t, d_{t,t-1}) + K \text{Cov}(Y_{t-1}'', d_{t,t-1})]}{1 - K^2} \quad (3.15)$$

El desarrollo de los componentes de la expresión (3.15) aparecen en el apéndice A4, a continuación solo son presentados los resultados:

$$V(y_t) = V\left((1-K)\hat{Y}_t + \frac{1}{5}A\left[y_{t,1} - \frac{1}{4}\sum_{i=2}^5 y_{t,i}\right]\right) = [4(1-K)^2 + A^2] \frac{\sigma^2}{20} \quad (3.16)$$

$$V(d_{t,t-1}) = (1 - \rho_1) \frac{\sigma^2}{2} \quad (3.17)$$

$$\text{Cov}(y_t, d_{t,t-1}) = (1 - K - \frac{1}{4}A)(1 - \rho_1) \frac{\sigma^2}{5} \quad (3.18)$$

$$2K[\text{Cov}(y_t, Y_{t-1}'') + K\text{Cov}(Y_{t-1}'', d_{t,t-1})] = 2\sum_{i=1}^8 K^i [\text{Cov}(y_t, y_{t-i}) + K\text{Cov}(y_t, d_{t-i,t-i-1}) + K\text{Cov}(y_{t-i}, d_{t,t-1}) + K^2\text{Cov}(d_{t,t-1}, d_{t-i,t-i-1})] \quad (3.19)$$

Así, considerando un intervalo de hasta 10 trimestres, una versión preliminar de la varianza para el estimador compuesto AK en el trimestre  $t$  es:

$$\begin{aligned} V(Y_t'') &= \frac{1}{1-K^2} \left\{ V(y_t) + K^2 V(d_{t,t-1}) + 2K\text{Cov}(y_t, d_{t,t-1}) + 2K[\text{Cov}(y_t, Y_{t-1}'') + K\text{Cov}(Y_{t-1}'', d_{t,t-1})] \right\} \\ &= \frac{1}{1-K^2} \left\{ \left(4(1-K)^2 + A^2\right) \frac{\sigma^2}{20} + K^2(1-\rho_1) \frac{\sigma^2}{2} + 2K(1-K-\frac{A}{4})(1-\rho_1) \frac{\sigma^2}{5} \right. \\ &\quad \left. + 2\sum_{i=1}^8 K^i [\text{Cov}(y_t, y_{t-i}) + K\text{Cov}(y_t, d_{t-i,t-i-1}) + K\text{Cov}(y_{t-i}, d_{t,t-1}) + K^2\text{Cov}(d_{t,t-1}, d_{t-i,t-i-1})] \right\} \quad (3.20) \end{aligned}$$

Véase Kumar y Lee (1983, p. 407, expresiones (4.6), (4.7), (4.8) y (4.5)).

A continuación son presentados los resultados de cada sumatoria, cuyos desarrollos aparecen en el apéndice A5:

$$\begin{aligned} 2\sum_{i=1}^8 K^i \text{Cov}(y_t, y_{t-i}) &= 2\frac{\sigma^2}{25} \left\{ \sum_{i=1}^4 K^i [\rho_i(5-2i)c_2^2 + (\tau_i + \rho_i)(c_1c_2 + (i-1)c_2^2)] \right. \\ &\quad \left. + [c_1^2 + 4c_2^2]\tau_5K^5 + \sum_{i=6}^8 \tau_i K^i [c_1c_2 + (9-i)c_2^2] \right\} \quad (3.21) \end{aligned}$$



$$2 \sum_{i=1}^8 K^{i+1} \text{Cov}(y_t, d_{t-i, t-i-1}) = 2 \frac{\sigma^2}{20} \left\{ \sum_{i=1}^4 K^{i+1} [(\tau_i - \tau_{i+1})[c_1 + (i-1)c_2] + (4-i)(\rho_i - \rho_{i+1})c_2] \right. \\ \left. + c_2 \sum_{i=5}^8 K^{i+1} (9-i)(\tau_i - \tau_{i+1}) \right\} \quad (3.22)$$

$$2 \sum_{i=1}^8 K^{i+1} \text{Cov}(y_{t-i}, d_{t-i-1}) = 2 \frac{\sigma^2}{20} \left\{ \sum_{i=1}^4 K^{i+1} [(c_1 + (4-i)c_2)(\rho_i - \rho_{i-1}) + (i-1)c_2(\tau_i - \tau_{i-1})] \right. \\ \left. + 4c_2(\tau_5 - \tau_4)K^6 + \sum_{i=6}^8 K^{i+1}(\tau_i - \tau_{i-1})(c_1 + (9-i)c_2) \right\} \quad (3.23)$$

$$2 \sum_{i=1}^8 K^{i+2} \text{Cov}(d_{t-i, t-i-1}, d_{t-i-1, t-i-2}) = 2 \frac{\sigma^2}{16} \left\{ \sum_{i=1}^4 K^{i+2} [(4-i)(2\rho_i - \rho_{i+1} - \rho_{i-1}) + (i-1)(2\tau_i - \tau_{i+1} - \tau_{i-1})] \right. \\ \left. + \sum_{i=5}^8 K^{i+2} (9-i)(2\tau_i - \tau_{i+1} - \tau_{i-1}) \right\} \quad (3.24)$$

donde

$\rho_i$  = Correlación de paneles separados  $i$  trimestres al interior de un grupo de rotación

$\tau_i$  = Correlación de paneles separados  $i$  trimestres pertenecientes a grupos de rotación contiguos

$c_1 = 1 - K + A$

$c_2 = 1 - K - \frac{1}{4}A$

se definen  $\rho_0 = \tau_0 = 1$  y  $\tau_9 = 0$ . Entonces, la expresión final de la varianza para el estimador compuesto AK en el trimestre  $t$ , será:

$$V(Y_t) = V(\hat{Y}_t) \frac{1}{(1-K^2)} \left\{ \frac{1}{4} [4(1-K)^2 + A^2] + K(1-\rho_1) \left[ \frac{5}{2}K + 2c_2 \right] \right. \\ \left. + \frac{2}{5} \left\{ \sum_{i=1}^4 K^i [\rho_i(5-2i)c_2^2 + (\tau_i + \rho_i)(c_1c_2 + (i-1)c_2^2)] + \tau_5 K^5 (c_1^2 + 4c_2^2) + \sum_{i=6}^8 \tau_i K^i (c_1c_2 + (9-i)c_2^2) \right\} \right. \\ \left. + \frac{1}{2} \left\{ \sum_{i=1}^4 K^{i+1} [(c_1 + (i-1)c_2)(\tau_i - \tau_{i+1}) + (4-i)c_2(\rho_i - \rho_{i+1})] + c_2 \sum_{i=5}^8 K^{i+1} (9-i)(\tau_i - \tau_{i+1}) \right\} \right. \\ \left. + \frac{1}{2} \left\{ \sum_{i=1}^4 K^{i+1} [(c_1 + (4-i)c_2)(\rho_i - \rho_{i-1}) + (i-1)c_2(\tau_i - \tau_{i-1})] + 4c_2(\tau_5 - \tau_4)K^6 + \sum_{i=6}^8 K^{i+1}(\tau_i - \tau_{i-1})(c_1 + (9-i)c_2) \right\} \right. \\ \left. + \frac{5}{8} \left\{ \sum_{i=1}^4 K^{i+2} [(4-i)(2\rho_i - \rho_{i+1} - \rho_{i-1}) + (i-1)(2\tau_i - \tau_{i+1} - \tau_{i-1})] + \sum_{i=5}^8 K^{i+2} (9-i)(2\tau_i - \tau_{i+1} - \tau_{i-1}) \right\} \right\} \quad (3.25)$$

Como se puede observar, la varianza del EC-AK está en función de la varianza del estimador de nivel y de una serie de constantes:  $K, A, \rho_0, \rho_1, \rho_2, \rho_3, \rho_4, \tau_1, \tau_2, \tau_3, \tau_4, \tau_5, \tau_6, \tau_7, \tau_8$  y  $\tau_9$ . Ver en Kumar y Lee expresiones similares (1983, pp. 407-408).

Antes, se menciono que las estimaciones compuestas son afectadas por el sesgo del grupo de rotación (GR), definido por Bailar (1975, p. 26) como:

$$\begin{aligned} \alpha_{t,i} &= \text{Sesgo del GR en la } i - \text{ésima entrevista para el trimestre } t \\ \alpha_{t,i} &= E(y_{t,i}) - Y_t \quad \text{para } i = 1, 2, 3, 4, 5 \end{aligned} \quad (3.26)$$

Asumiendo que el sesgo por grupo de rotación es independiente de  $t$  y solo está en función de  $i$ , es decir,

$$\alpha_{t,i} = \alpha_i \quad \forall t \text{ e } i = 1, 2, 3, 4, 5$$

entonces

$$\alpha_i = E(y_{t,i}) - Y_t \quad \text{para } i = 1, 2, 3, 4, 5. \quad (3.27)$$

Según Kumar y Lee (1983; p. 404) una forma de estimar este sesgo es con:

$$\hat{\alpha}_i = y_{t,i} - \hat{Y}_t \quad (3.28)$$

El cual será insesgado, si  $\hat{Y}_t$  es un estimador insesgado de  $Y_t$ , así:

$$\begin{aligned} E(\hat{\alpha}_i) &= E(y_{t,i}) - E(\hat{Y}_t) \\ &= \alpha_i + Y_t - E(\hat{Y}_t) \\ &= \alpha_i \end{aligned}$$

Al obtener el sesgo por grupo de rotación de esta forma, se tiene en consideración la siguiente propiedad importante:

$$\sum_{i=1}^5 \alpha_i = 0 \quad \forall t \quad (3.29)$$

A emplear en la obtención de los valores esperados. Ver Bailar (1975, p. 26).

Ya con la anterior propiedad simplificadora se procede a obtener el valor esperado del EC-AK,  $Y_t''$ ; lo cual es de particular interés por los componentes que lo conforman; como se recordará el EC-AK, se definió como:

$$Y_t'' = (1-K)\hat{Y}_t + K[Y_{t-1}'' + d_{t,t-1}] + A \frac{1}{5} \left[ y_{t,1} - \frac{1}{4} \sum_{i=2}^5 y_{t,i} \right] \quad \text{para } 0 < A \text{ y } 0 \leq K \leq 1$$

Si  $Y_t'' \approx Y_{t-1}''$

$$(1-K)Y_t'' = (1-K)\hat{Y}_t + K d_{t,t-1} + A \frac{1}{5} \left[ y_{t,1} - \frac{1}{4} \sum_{i=2}^5 y_{t,i} \right]$$

Entonces, el estimador compuesto AK quedará definido como:

$$Y_t'' = \hat{Y}_t + \frac{K}{(1-K)} d_{t,t-1} + \frac{1}{(1-K)} A \frac{1}{5} \left[ y_{t,1} - \frac{1}{4} \sum_{i=2}^5 y_{t,i} \right] \quad (3.30)$$

Obteniendo el valor esperado de cada uno de sus componentes e iniciando con el de  $\hat{Y}_t$ , se tiene:

$$\begin{aligned} E(\hat{Y}_t) &= E\left(\frac{1}{5} \sum_{i=1}^5 y_{t,i}\right) \\ &= \frac{1}{5} \sum_{i=1}^5 (\alpha_i + Y_t) \\ E(\hat{Y}_t) &= Y_t + \frac{1}{5} \sum_{i=1}^5 \alpha_i = Y_t \end{aligned} \quad (3.31)$$

Siguiendo con el estimador del cambio entre dos trimestres contiguos, se tiene:

$$E(d_{t,t-1}) = E\left(\frac{1}{4} \sum_{i=2}^5 (y_{t,i} - y_{t-1,i-1})\right) = Y_t - Y_{t-1} + \frac{1}{4} (\alpha_5 - \alpha_1) \quad (3.32)$$

De esta manera, el error cuadrático medio de  $d_{t,t-1}$  será:

$$ECM(d_{t,t-1}) = (1 - \rho_1) \frac{\sigma^2}{2} + \left[ \frac{1}{4} (\alpha_5 - \alpha_1) \right]^2 \quad (3.33)$$

Hasta aquí, se han desarrollado los elementos necesarios para obtener una expresión inicial del valor esperado del estimador compuesto K,

$$E(Y_t^K) = Y_t + \frac{K}{1-K} \left[ Y_t - Y_{t-1} + \frac{1}{4} (\alpha_5 - \alpha_1) \right] \quad (3.34)$$

Dado el supuesto  $Y_t'' \approx Y_{t-1}''$  se espera también que  $Y_t \approx Y_{t-1}$  para finalmente tener:

$$E(Y_t^K) \approx Y_t + \frac{K}{4(1-K)} (\alpha_5 - \alpha_1) \quad (3.35)$$

Continuando con el tercer elemento del estimador compuesto AK,

$$E\left(y_{t,1} - \frac{1}{4} \sum_{i=2}^5 y_{t,i}\right) = E(y_{t,1}) - \frac{1}{4} \sum_{i=2}^5 E(y_{t,i}) = Y_t + \alpha_1 - Y_t + \frac{1}{4} \alpha_1 = \frac{5}{4} \alpha_1 \quad (3.36)$$

Por lo que el valor esperado del estimador compuesto AK, será:

$$\begin{aligned} E(Y_t'') &= E(\hat{Y}_t) + \frac{K}{(1-K)} E(d_{t,t-1}) + \frac{A}{5(1-K)} E\left(y_{t,1} - \frac{1}{4} \sum_{i=2}^5 y_{t,i}\right) \\ &= Y_t + \frac{K}{4(1-K)} (\alpha_5 - \alpha_1) + \frac{A}{4(1-K)} \alpha_1 \end{aligned}$$

$$E(Y_t'') = Y_t + \frac{K(\alpha_5 - \alpha_1) + A\alpha_1}{4(1-K)} \quad (3.37)$$

Véase, Kumar y Lee (1983, p. 408, sección 2).

Con la información anterior, ahora es posible definir el error cuadrático medio del estimador compuesto AK,

$$ECM(Y_t'') = V(Y_t'') + [E(Y_t'') - Y_t]^2 = V(Y_t'') + \left[ \frac{K(\alpha_5 - \alpha_1) + A\alpha_1}{4(1-K)} \right]^2 \quad (3.38)$$

En cuanto al estimador compuesto AK del cambio, su valor esperado es:

$$E(Y_t'' - Y_{t-1}'') = E(Y_t'') - E(Y_{t-1}'') = Y_t - Y_{t-1} \quad (3.39)$$

lo cual indica que es insesgado. Para obtener su varianza se partirá de la expresión (3.12), esto es, si

$$y_t = (1-K)\hat{Y}_t + A\frac{1}{5}\left[ y_{t,1} - \frac{1}{4}\sum_{i=2}^5 y_{t,i} \right],$$

el estimador compuesto AK se define como:

$$Y_t'' = y_t + K[Y_{t-1}'' + d_{t,t-1}].$$

Restándole a ambos lados  $Y_{t-1}''$ , resulta:

$$Y_t'' - Y_{t-1}'' = y_t + K[Y_{t-1}'' + d_{t,t-1}] - Y_{t-1}'' \quad (3.40)$$

Al calcularle la varianza a la expresión anterior, se tiene:

$$\begin{aligned} V(Y_t'' - Y_{t-1}'') &= V(y_t) + (K-1)^2 V(Y_{t-1}'') + K^2 V(d_{t,t-1}) \\ &\quad + 2[(K-1)\text{Cov}(y_t, Y_{t-1}'') + K\text{Cov}(y_t, d_{t,t-1}) + K(K-1)\text{Cov}(Y_{t-1}'', d_{t,t-1})] \\ &= V(y_t) + K^2 V(d_{t,t-1}) + 2K[\text{Cov}(y_t, Y_{t-1}'') + \text{Cov}(y_t, d_{t,t-1}) + K\text{Cov}(Y_{t-1}'', d_{t,t-1})] \\ &\quad + (K-1)^2 V(Y_{t-1}'') - 2[\text{Cov}(y_t, Y_{t-1}'') + K\text{Cov}(Y_{t-1}'', d_{t,t-1})] \\ &= (1-K^2)V(Y_t'') + (K-1)^2 V(Y_{t-1}'') - 2[\text{Cov}(y_t, Y_{t-1}'') + K\text{Cov}(Y_{t-1}'', d_{t,t-1})] \end{aligned}$$

Asumiendo una vez más que las estimaciones compuestas son estables en el tiempo, esto es,

$$V(Y_t'') = V(Y_{t-1}'')$$

Entonces, una primera expresión de la varianza es:

$$V(Y_t'' - Y_{t-1}'') = 2(1-K)V(Y_t'') - 2[\text{Cov}(y_t, Y_{t-1}'') + K\text{Cov}(Y_{t-1}'', d_{t,t-1})] \quad (3.41)$$

A partir de la expresión (3.20) se despeja el componente negativo de la ecuación anterior y se sustituye en (3.41), resultando:

$$\begin{aligned} V(Y_t'' - Y_{t-1}'') &= 2(1-K)V(Y_t'') - \frac{1}{K}(1-K^2)V(Y_t'') + \frac{1}{K}V(\hat{Y}_t'') \left\{ (1-K)^2 + \frac{1}{4}A^2 + \frac{1}{2}K(1-\rho_1)(K+4-A) \right\} \\ &= \sigma^2 \left[ A^2 - 2(1-\rho_1)KA + 4(1-K)^2 + 2(1-\rho_1)K(K+4) \right] \frac{1}{20K} - \frac{1}{K}(1-K)^2 V(Y_t'') \\ &= \frac{1}{K}V(\hat{Y}_t'') \left\{ (1-K)^2 + \frac{A^2}{4} + \frac{K}{2}(1-\rho_1)(K+4-A) \right\} - \frac{1}{K}(1-K)^2 V(Y_t'') \end{aligned} \quad (3.42)$$

Véase, Kumar y Lee (1983, p. 408, sección 3).

Dado que el estimador compuesto AK del cambio, es insesgado:

$$ECM(Y_t'' - Y_{t-1}'') = V(Y_t'' - Y_{t-1}'').$$

Como se recordará, el estimador compuesto AK representa una alternativa de fácil cálculo, para la obtención de un estimador aproximadamente óptimo. El par de valores óptimos A y K en el sentido del estimador de mínima varianza, son aquellos con los que se obtiene la varianza más pequeña del estimador compuesto AK; para cada K se calcula su valor óptimo A.

La expresión que permite calcular el valor óptimo de A, se obtiene al derivar  $V(Y_t'')$  con respecto al parámetro A y después igualar a cero; en el apéndice A6 aparece el desarrollo completo para llegar a la siguiente expresión final:

$$A = \frac{N_1}{D_1} \quad (3.43)$$

donde

$$\begin{aligned} N_1 &= \frac{1}{2}K(1-\rho_1) - \frac{1}{5}(1-K) \sum_{i=1}^4 K^i (i - \frac{5}{2})(\rho_i - \tau_i) + \frac{1}{2}K^6(\tau_5 - \tau_4) \\ &\quad - \frac{1}{8} \sum_{i=1}^4 K^{i+1} [(5-i)(\tau_i - \tau_{i+1}) + i(\rho_i - \rho_{i-1}) - (i-1)(\tau_i - \tau_{i-1}) - (4-i)(\rho_i - \rho_{i+1})] \\ &\quad + \frac{1}{8} \sum_{i=5}^8 K^{i+1} (9-i)(\tau_i - \tau_{i+1}) - \frac{1}{5}(1-K) \sum_{i=6}^8 K^i \tau_i (i - \frac{15}{2}) - \frac{1}{8} \sum_{i=6}^8 K^{i+1} (i-5)(\tau_i - \tau_{i-1}) \\ D_1 &= \frac{1}{2} + \frac{1}{20} \sum_{i=1}^4 K^i [(i-5)\tau_i - i\rho_i] + K^5 \tau_5 + \frac{1}{20} \sum_{i=6}^8 K^i \tau_i (5-i) \end{aligned}$$

Para la estimación del cambio también se obtendrán sus correspondientes valores óptimos de A; al derivar  $V(Y_t'' - Y_{t-1}'')$  con respecto al parámetro A y después igualar a cero; el desarrollo aparece en el apéndice A7,

$$A_c = \frac{N_2}{D_2} \quad (3.44)$$

donde

$$\begin{aligned} N_2 &= \frac{1}{2}K(1-\rho_1) + \frac{k-1}{k+1} \left\{ \frac{1}{2}K(1-\rho_1) - \frac{1}{5}(1-K) \sum_{i=1}^4 K^i (i - \frac{5}{2})(\rho_i - \tau_i) + \frac{1}{2}K^6(\tau_5 - \tau_4) \right. \\ &\quad \left. - \frac{1}{8} \sum_{i=1}^4 K^{i+1} [(5-i)(\tau_i - \tau_{i+1}) + i(\rho_i - \rho_{i-1}) - (i-1)(\tau_i - \tau_{i-1}) - (4-i)(\rho_i - \rho_{i+1})] \right. \\ &\quad \left. + \frac{1}{8} \sum_{i=5}^8 K^{i+1} (9-i)(\tau_i - \tau_{i+1}) - \frac{1}{5}(1-K) \sum_{i=6}^8 K^i \tau_i (i - \frac{15}{2}) - \frac{1}{8} \sum_{i=6}^8 K^{i+1} (i-5)(\tau_i - \tau_{i-1}) \right\} \\ D_2 &= \frac{k-1}{k+1} \left\{ \frac{1}{2} + \frac{1}{20} \sum_{i=1}^4 K^i [(i-5)\tau_i - i\rho_i] + K^5 \tau_5 + \frac{1}{20} \sum_{i=6}^8 K^i \tau_i (5-i) \right\} + \frac{1}{2} \end{aligned}$$

Lo que sigue, es obtener las estimaciones de las correlaciones para las características de interés, con base en los datos de la muestra; y de esta manera generar con el EC-AK estimaciones de nivel y del cambio; así como, las respectivas estimaciones de los errores cuadráticos medios.

### 3.6 Correlaciones panel

Las correlaciones que aparecen en las distintas fórmulas, principalmente de la sección anterior, son obtenidas con base a la estructura de covarianza asumida para las estimaciones de los grupos de rotación. En las siguientes dos subsecciones son desarrolladas las fórmulas para calcular dichas correlaciones, véase Lee (1990).

#### 3.6.1 Correlaciones panel entre grupos de rotación comunes

La correlación para alguna característica de interés al interior de un grupo de rotación, es aquella que genera en un grupo de rotación, el panel a lo largo de su permanencia en la muestra; esto es, un mismo panel generará hasta la correlación con  $j$  periodos de separación. Para el caso de la ENOE hasta con 4 trimestres de separación.

Por ejemplo, en la ENOE para dos trimestres contiguos cualesquiera, sean:

$$A = \sum_{i=2}^5 y_{t,i} \quad y \quad B = \sum_{i=1}^4 y_{t-1,i}$$

Nótese que se descartan los paneles entrante y saliente, es decir, la muestra no común; la covarianza entre A y B (muestra común) se define como:

$$\begin{aligned} \text{Cov}(A, B) &= \sum_{i=2}^5 \text{Cov}(y_{t,i}, y_{t-1,i-1}) && \text{Sup. 2 estr. de cov.} \\ &= \sum_{i=2}^5 \rho_1 \sigma^2 && \text{Sup. 3 estr. de cov.} \\ \Rightarrow \text{Cov}(A, B) &= 4\rho_1 \sigma^2 && (3.45) \end{aligned}$$

Por lo que, la correlación de los paneles comunes con un trimestre de separación, se define como:

$$\begin{aligned} \rho_1 &= \frac{\text{Cov}(A, B)}{4\sigma^2} = \frac{\text{Cov}(A, B)}{V(A)} \\ \Rightarrow \rho_1 &= \frac{\text{Cov}(A, B)}{\sqrt{V(A)V(B)}} && (3.46) \end{aligned}$$

Procediendo de forma análoga se obtienen  $\rho_2$ ,  $\rho_3$  y  $\rho_4$ , que son las correlaciones de un panel con 2, 3 y 4 trimestres de separación, respectivamente. Véase Lee (1990, p. 286, expresión (2)).

### 3.6.2 Correlaciones panel entre grupos de rotación ajenos

Más allá de la correlación dada al interior de los grupos de rotación y del supuesto 5 de la estructura de covarianza; sólo existirá correlación entre los paneles de dos grupos de rotación contiguos; en este sentido, los paneles son diferentes y representan a dos grupos de rotación contiguos. Para el caso de la ENOE son dos muestras de viviendas distintas, correspondientes a la misma UPM.

Por ejemplo, para los grupos de rotación contiguos cuyos paneles inicialmente están separados 5 trimestres; se considera la suma de las estimaciones de sus grupos de rotación en cada trimestre, es decir,

$$A_5 = \sum_{i=1}^5 y_{t,i} \quad y \quad B_5 = \sum_{i=1}^5 y_{t-5,i}$$

Su covarianza, se puede definir como:

$$\begin{aligned} \text{Cov}(A_5, B_5) &= \sum_{i=1}^5 \text{Cov}(y_{t,i}, y_{t-5,i}) && \text{Sup. 2 estr. de cov.} \\ &= \sum_{i=1}^5 \tau_5 \sigma^2 && \text{Sup. 4 estr. de cov.} \\ \Rightarrow \text{Cov}(A_5, B_5) &= 5\tau_5 \sigma^2 && (3.47) \end{aligned}$$

De esta manera, la correlación de los paneles con 5 trimestres de separación pertenecientes a grupos de rotación contiguos, se define como:

$$\begin{aligned}\tau_5 &= \frac{\text{Cov}(A_5, B_5)}{5\sigma^2} = \frac{\text{Cov}(A_5, B_5)}{V(A_5)} \\ \Rightarrow \tau_5 &= \frac{\text{Cov}(A_5, B_5)}{\sqrt{V(A_5)V(B_5)}}\end{aligned}\quad (3.48)$$

Generalizando, se tiene:

$$\tau_j = \frac{\text{Cov}(A_j, B_j)}{\sqrt{V(A_j)V(B_j)}}\quad (3.49)$$

donde

$$\begin{aligned}1. \quad A_j &= \sum_{i=1}^j y_{t,i} \quad \text{y} \quad B_j = \sum_{i=6-j}^5 y_{t-j,i} \quad \text{para } j = 1, 2, 3, 4. \\ 2. \quad A_j &= \sum_{i=j-4}^5 y_{t,i} \quad \text{y} \quad B_j = \sum_{i=1}^{10-j} y_{t-j,i} \quad \text{para } j = 5, 6, 7, 8.\end{aligned}$$

En este trabajo, todas las correlaciones son estimadas a partir de los datos muestrales; las varianzas y covarianzas son generadas empleando el método de los conglomerados últimos. Véase Lee (1990, p. 286, expresión (4)).

### 3.7 El estimador compuesto AKC

Con el fin de superar ciertas limitaciones del estimador compuesto AK, Fuller propone la idea de la ponderación compuesta, que relaciona la estimación compuesta con la calibración de los ponderadores; este método, llamado estimador compuesto AK ponderado o simplemente estimador compuesto AKC (EC-AKC), fue estudiado por Lent, Miller y Cantwell (1994) en el contexto de la *US CPS*, donde recientemente ha sido implementado; ver *Current Population Survey, Design and Methodology, p. 10-10 (Technical Paper 66, U.S. Bureau of the Census, October 2006)*. La idea de este estimador se basa en dos pasos:

1. Para algunas características clave linealmente independientes, obtener las estimaciones compuestas AK.
2. Los ponderadores compuestos son obtenidos empleando las estimaciones compuestas como totales poblacionales auxiliares, en un método de calibración.

De esta manera, a partir de los nuevos ponderadores será posible obtener también las estimaciones de las características no planeadas en la estimación compuesta, de forma consistente. Ver Lent, Miller y Cantwell (1994, p. 868).



### 3.8 El estimador compuesto AKC aplicado a la ENOE urbano alto

Una vez que se obtienen las estimaciones de nivel de la PEA y PNEA con el EC-AK, éstas son las únicas de ese tipo con que se cuenta; por lo que si existe interés en obtener estimaciones de otras características con el EC-AK, se tiene que llevar a cabo el mismo largo procedimiento para cada una de ellas. Debido a que regularmente se estaría interesado en estimaciones de subpoblaciones de la PEA y PNEA, no existe garantía alguna en que sean consistentes con ellas, básicamente en el sentido de que compartan valores para los parámetros K y A; generando con esto una total pérdida de aditividad. Por ejemplo, las EC-AK de la Población Ocupada (PO) y Población Desocupada Abierta (PDA) no sumarían la correspondiente EC-AK de la PEA; de la misma forma ocurriría con la PNEA Disponible (PNEAD) y la PNEA No Disponible (PNEAND) en relación a la PNEA (véase cuadro sinóptico al inicio del capítulo 4). Esto representa una desventaja del EC-AK, la cual, es superada con el EC-AKC.

Dado que, el EC-AKC hace uso de la técnica de calibración a los ponderadores de la encuesta; se considerará a las EC-AK de la PEA y PNEA, conjuntamente a los datos de las proyecciones de Población Total (PT) por tamaño de localidad, como los totales auxiliares; esto significa, que se debe contar con EC-AK de la PEA y PNEA por tamaño de localidad. Para esto, se utilizará un método simplificador para aquellas Áreas Metropolitanas que están conformadas por más de un tamaño de localidad; dicho método, consiste en obtener para cada tamaño de localidad, el porcentaje que le corresponde de la estimación trimestral original, para la característica de interés en el Área Metropolitana; esto con el fin, de darle la misma distribución original en cada tamaño de localidad a la EC-AK; obteniendo así, los totales auxiliares para los tamaños de localidad. Por su parte en las Áreas Metropolitanas conformadas por un solo tamaño de localidad, sus totales auxiliares se tomarán de las EC-AK directamente y de las correspondientes proyecciones poblacionales para la PT.

En cuanto al método de calibración que permite ajustar los factores de expansión con el fin de hacer coincidir estimaciones puntuales con valores poblacionales para ciertos dominios y características de interés; se puede decir brevemente, que esta técnica permite generar factores de expansión ajustados que estén lo más próximos posibles a los originales. Esto con base en una medida de distancia y a las restricciones que establecen los totales auxiliares; esta metodología fue propuesta por Deville y Särndal (1992). En nuestro país, esta técnica de calibración fue aplicada a la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares (ENIGH) por Tinajero y Eslava (2000); en dicho trabajo las conclusiones entre otras cosas sugieren, desde la óptica de la existencia o no, de la solución al sistema de ecuaciones de calibración planteadas por los totales auxiliares y, por otro lado de los aspectos computacionales, utilizar:

- la distancia de Mínimos Cuadrados Generalizados o la de Raking Ratio y
- el método Jackknife para estimar la varianza, versión de Rao (1997).

De manera muy general, la técnica de calibración plantea minimizar, para cualquier muestra,

$$\sum_s F^*(w_k, d_k) = \sum_s \frac{d_k}{q_k} F(g_k)$$

s.a.  $t_x = \sum_s w_k x_k$

donde

$F^*(w_k, d_k)$  = Medida de distancia

$d_k$  = Ponderador original de la unidad de muestreo  $k$

$w_k$  = Ponderador calibrado para la unidad de muestreo  $k$

$\frac{1}{q_k}$  = Peso positivo conocido no relacionado con  $d_k$

$g_k = \frac{w_k}{d_k}$  = Factor de ajuste o factor  $g$

$t_x$  = Vector de totales auxiliares

$\sum_s w_k x_k = t_x$  = Ecuaciones de calibración

La solución a este problema de minimización, puede ser analítica y/o iterativa, dependiendo de la medida de distancia empleada. A continuación se presentan las medidas correspondientes a mínimos cuadrados generalizados y raking ratio, a utilizar en este trabajo.

Distancia	$F^*(w_k, d_k)$
Mínimos cuadrados generalizados	$\frac{(w_k - d_k)^2}{2d_k q_k} = \frac{d_k}{2q_k} \left( \frac{w_k}{d_k} - 1 \right)^2$
Raking Ratio	$\frac{1}{q_k} \left( w_k \ln \left( \frac{w_k}{d_k} \right) - w_k + d_k \right)$

Para mayor información sobre la técnica de calibración a los ponderadores, el lector puede consultar las referencias antes mencionadas.

En cuanto al método de remuestreo Jackknife para estimar la varianza, es la versión de Rao J.N.K. (1997) la utilizada en este trabajo; en la cual se calibran los factores de expansión originales cada vez que se retira una unidad primaria de muestreo, esto es, considerando por ejemplo muestreo bietapico y definiendo:

$n_h$  = Número de unidades primarias de muestreo en muestra para el estrato  $h$

$w_{hi}$  = Ponderador original de la UPM  $i$  en el estrato  $h$

$w_{hi}^*$  = Ponderador original ajustado de la UPM  $i$  en el estrato  $h$

$k$  = Estrato en el cual se retira una UPM

$l$  = UPM retirada

Así, los ponderadores originales ajustados, obtenidos al excluir una unidad primaria de muestreo, son:

$$w_{hi}^* = \begin{cases} w_{hi} & \text{para } h \neq k \\ w_{hi} \frac{n_h}{n_h - 1} & \text{para } h = k \text{ e } i \neq l \\ 0 & \text{para } h = k \text{ e } i = l \end{cases}$$

Estos nuevos ponderadores, posteriormente serán calibrados y podrán ser empleados para estimar la varianza del estimador correspondiente; en este trabajo para el estimador de un total, con la siguiente fórmula genérica:

$$v(\hat{X}) = \sum_h \frac{n_h - 1}{n_h} \sum_i (\hat{X}_{(hi)} - \hat{X})^2$$

donde

$\hat{X}$  = Estimador de X empleando la muestra completa y ponderadores calibrados

$\hat{X}_{(hi)}$  = Estimador de X empleando la muestra sin la UPM  $i$ , del estrato  $h$  y ponderadores calibrados

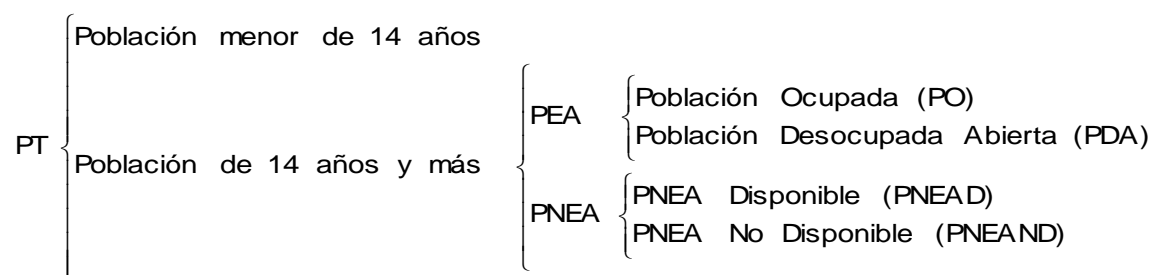
Ver J.N.K. Rao (1997, p. 13). Para conocer más detalles sobre este método y demás técnicas que permiten estimar la varianza, el lector puede consultar entre otros títulos J.N.K. Rao (1997) y a Palmer, Eslava y Méndez (2001).

## Capítulo 4

### Aplicación de los estimadores compuestos a la ENOE urbano alto

#### 4.1 Introducción

La ENOE genera mensual y trimestralmente estimaciones de nivel sobre características sociodemográficas, económicas, de ocupación y empleo de la población residente en el país; a continuación es esquematizado en un cuadro sinóptico las poblaciones más importantes, para las cuales la ENOE genera dichas estimaciones.



Buscando tener mejor control de la información en la aplicación de los estimadores compuestos AK y AKC, se seleccionaron únicamente tres de las 32 Ciudades; Mérida, Culiacán y Zacatecas. En la siguiente sección son calculadas para los trimestres 3-07, 4-07 y 1-08 las estimaciones de nivel de la Población Económicamente Activa (PEA) y la Población No Económicamente Activa (PNEA), junto a sus precisiones estadísticas; con el fin de compararlas a los errores cuadráticos medios de las EC-AK.

En el capítulo anterior se estableció que los elementos base para la implementación de los estimadores compuestos, son las correlaciones panel; en el subcapítulo 4.3 estos parámetros son estimados a partir de los datos trimestrales de la ENOE correspondientes a los años 2005, 2006 y 2007. En este punto es importante mencionar, que a partir del primer trimestre del 2005 la ENOE aplica un nuevo cuestionario.

Posteriormente, en los subcapítulos 4.4 y 4.5 son obtenidas las estimaciones compuestas AK de nivel y del cambio, acompañadas de sus respectivas medidas de dispersión; para compararse con las estimaciones de nivel y del cambio, trimestrales habituales. Finalmente en el subcapítulo 4.6 son presentados los resultados de la aplicación del EC-AKC en la estimación de las características PEA, PO, PNEA, PNEAD y PNEAND; estas, son comparadas con las correspondientes estimaciones de nivel trimestrales que consideran y no a los grupos de rotación, las EC-AK solo se comparan para la PEA y PNEA.

## 4.2 Estimaciones de nivel trimestrales de la ENOE urbano alto

En esta sección se presenta para los trimestres 3-07, 4-07 y 1-08, las estimaciones de la PEA y PNEA de los distintos paneles para cada grupo de rotación (GR), su valor promedio y estimaciones de sus respectivas varianzas. Es importante mencionar dos situaciones que afectan las estimaciones de nivel generadas por cada grupo de rotación: el ajuste a la PT proyectada por tamaño de localidad (caso Mérida) y la tasa de no respuesta diferenciada por GR; en relación al primer punto, el ajuste por proyección de la población total se hace a nivel tamaño de localidad, donde las unidades primarias de muestreo de los GR no están distribuidas equitativamente.

**Cuadro 4.1a.** Estimaciones de nivel por GR de la PEA y sus precisiones estadísticas para Mérida, trimestres 3-07, 4-07 y 1-08.

MÉRIDA			PEA			
Trim <i>t</i>	Grupo de Rotación GR	No. Ent. <i>i</i>	Estimaciones por GR			
			Nivel $y_{t,i}$	Error Estándar $\sqrt{v(y_{t,i})}$	Coef. de Variación (%)	Varianza $v(y_{t,i})$
<b>3-07</b>						
	5	1	425 129	20 482	4.818	419 515 028.23
	4	2	443 222	20 906	4.717	437 077 905.19
	3	3	434 519	20 236	4.657	409 509 972.05
	2	4	423 069	17 969	4.247	322 900 221.41
	1	5	410 128	21 731	5.299	472 235 803.91
<b>4-07</b>						
	1	1	437 038	21 501	4.920	462 310 576.30
	5	2	428 717	24 895	5.807	619 744 976.51
	4	3	450 422	22 452	4.985	504 087 274.78
	3	4	457 952	17 979	3.926	323 261 883.05
	2	5	425 701	19 944	4.685	397 750 216.04
<b>1-08</b>						
	2	1	426 348	17 059	4.001	291 022 692.92
	1	2	445 534	18 691	4.195	349 343 626.38
	5	3	421 428	24 807	5.886	615 371 367.22
	4	4	443 050	18 529	4.182	343 337 775.92
	3	5	440 246	18 814	4.274	353 977 868.54

**Cuadro 4.1b.** Estimaciones de nivel de la PEA y sus precisiones estadísticas, para Mérida trimestres 3-07, 4-07 y 1-08.

MÉRIDA			PEA		
Trim <i>t</i>	Est. Prom. de los GR $\bar{y}_t$	Error Estándar $\sqrt{v(\bar{y}_t)}$	Coef. de Variación (%)	Varianza $v(\bar{y}_t)$	$\hat{\sigma}^2$
3-07	427 213	9 080	2.125	82 449 557.23	412 247 786.16
4-07	439 966	9 607	2.183	92 286 197.07	461 430 985.34
1-08	435 321	8 839	2.030	78 122 133.24	390 610 666.19

Cuadro 4.2a. Estimaciones de nivel por GR de la PNEA y sus precisiones estadísticas para Mérida, trimestres 3-07, 4-07 y 1-08.

MÉRIDA			PNEA			
Trim <i>t</i>	Grupo de Rotación GR	No. Ent. <i>i</i>	Estimaciones por GR			
			Nivel $y_{t,i}$	Error Estándar $\sqrt{v(y_{t,i})}$	Coef. de Variación (%)	Varianza $v(y_{t,i})$
<b>3-07</b>	5	1	277 597	20 252	7.296	410 160 874.13
	4	2	271 942	16 620	6.112	276 227 163.97
	3	3	252 250	13 803	5.472	190 521 879.34
	2	4	262 092	16 030	6.116	256 954 776.63
	1	5	274 447	16 542	6.027	273 634 621.04
<b>4-07</b>	1	1	246 444	15 663	6.355	245 319 552.54
	5	2	279 295	17 525	6.275	307 140 300.63
	4	3	263 688	14 480	5.491	209 656 742.96
	3	4	236 983	13 837	5.839	191 460 431.83
	2	5	268 435	16 742	6.237	280 299 437.51
<b>1-08</b>	2	1	267 360	15 405	5.762	237 300 957.43
	1	2	242 968	17 773	7.315	315 896 636.19
	5	3	290 917	21 153	7.271	447 467 691.89
	4	4	271 581	15 252	5.616	232 629 859.49
	3	5	251 015	14 875	5.926	221 263 849.45

Cuadro 4.2b. Estimaciones de nivel de la PNEA y sus precisiones estadísticas para Mérida, trimestres 3-07, 4-07 y 1-08.

MÉRIDA		PNEA			
Trim <i>t</i>	Est. Prom. de los GR $\bar{y}_t$	Error Estándar $\sqrt{v(\bar{y}_t)}$	Coef. de Variación (%)	Varianza $v(\bar{y}_t)$	$\hat{\sigma}^2$
3-07	267 666	7 503	2.803	56 299 972.60	281 499 863.02
4-07	258 969	7 025	2.713	49 355 058.62	246 775 293.09
1-08	264 768	7 628	2.881	58 182 359.78	290 911 798.89

Cuadro 4.3a. Estimaciones de nivel por GR de la PEA y sus precisiones estadísticas para Culiacán, trimestres 3-07, 4-07 y 1-08.

CULIACÁN			PEA			
Trim <i>t</i>	Grupo de Rotación GR	No. Ent. <i>i</i>	Estimaciones por GR			
			Nivel $y_{t,i}$	Error Estándar $\sqrt{v(y_{t,i})}$	Coef. de Variación (%)	Varianza $v(y_{t,i})$
<b>3-07</b>	5	1	292 973	13 342	4.554	178 019 951.64
	4	2	303 117	14 321	4.724	205 081 896.50
	3	3	292 269	13 436	4.597	180 513 726.06
	2	4	286 977	11 494	4.005	132 117 118.10
	1	5	279 319	11 599	4.153	134 545 346.61
<b>4-07</b>	1	1	308 568	12 614	4.088	159 122 877.23
	5	2	289 463	13 160	4.546	173 174 102.74
	4	3	307 015	16 973	5.528	288 079 881.18
	3	4	306 113	13 638	4.455	185 986 601.06
	2	5	308 840	12 773	4.136	163 153 022.21
<b>1-08</b>	2	1	306 215	12 208	3.987	149 046 062.67
	1	2	297 520	13 980	4.699	195 453 162.28
	5	3	287 697	13 510	4.696	182 522 182.29
	4	4	281 494	14 176	5.036	200 965 392.73
	3	5	296 321	13 435	4.534	180 512 503.20

**Cuadro 4.3b.** Estimaciones de nivel de la PEA y sus precisiones estadísticas para Culiacán, trimestres 3-07, 4-07 y 1-08.

CULIACÁN			PEA		
Trim <i>t</i>	Est. Prom. de los GR $\hat{Y}_t$	Error Estándar $\sqrt{v(\hat{Y}_t)}$	Coef. de Variación (%)	Varianza $v(\hat{Y}_t)$	$\hat{\sigma}^2$
3-07	290 931	5 763	1.981	33 211 121.56	166 055 607.78
4-07	304 000	6 227	2.048	38 780 659.38	193 903 296.88
1-08	293 849	6 028	2.051	36 339 972.13	181 699 860.63

**Cuadro 4.4a.** Estimaciones de nivel por GR de la PNEA y sus precisiones estadísticas para Culiacán, trimestres 3-07, 4-07 y 1-08.

CULIACÁN			PNEA			
Trim <i>t</i>	Grupo de Rotación GR	No. Ent. <i>i</i>	Estimaciones por GR			
			Nivel $y_{t,i}$	Error Estándar $\sqrt{v(y_{t,i})}$	Coef. de Variación (%)	Varianza $v(y_{t,i})$
<b>3-07</b>						
	5	1	180 566	9 406	5.209	88 471 632.11
	4	2	172 226	11 531	6.695	132 966 480.62
	3	3	174 855	8 922	5.102	79 600 861.58
	2	4	187 494	10 905	5.816	118 929 644.53
	1	5	189 359	10 113	5.341	102 280 071.39
<b>4-07</b>						
	1	1	166 850	10 542	6.318	111 127 136.78
	5	2	182 290	10 213	5.602	104 298 212.52
	4	3	174 119	10 823	6.216	117 137 375.55
	3	4	165 565	7 423	4.483	55 096 232.50
	2	5	170 158	9 653	5.673	93 171 160.04
<b>1-08</b>						
	2	1	166 979	9 567	5.729	91 518 820.14
	1	2	180 443	9 116	5.052	83 106 435.79
	5	3	186 565	10 838	5.809	117 452 208.76
	4	4	202 413	12 388	6.120	153 453 736.14
	3	5	177 836	11 278	6.342	127 182 323.54

**Cuadro 4.4b.** Estimaciones de nivel de la PNEA y sus precisiones estadísticas para Culiacán, trimestres 3-07, 4-07 y 1-08.

CULIACÁN			PNEA		
Trim <i>t</i>	Est. Prom. de los GR $\hat{Y}_t$	Error Estándar $\sqrt{v(\hat{Y}_t)}$	Coef. de Variación (%)	Varianza $v(\hat{Y}_t)$	$\hat{\sigma}^2$
3-07	180 900	4 571	2.527	20 889 947.61	104 449 738.05
4-07	171 796	4 386	2.553	19 233 204.70	96 166 023.48
1-08	182 847	4 786	2.618	22 908 540.98	114 542 704.88

Cuadro 4.5a. Estimaciones de nivel por GR de la PEA y sus precisiones estadísticas para Zacatecas, trimestres 3-07, 4-07 y 1-08.

ZACATECAS			PEA			
Trim $t$	Grupo de Rotación GR	No. Ent. $i$	Estimaciones por GR			
			Nivel $y_{t,i}$	Error Estándar $\sqrt{v(y_{t,i})}$	Coef. de Variación (%)	Varianza $v(y_{t,i})$
<b>3-07</b>	5	1	108 513	5 610	5.170	31 468 587.86
	4	2	111 131	3 984	3.585	15 869 045.92
	3	3	111 495	4 946	4.436	24 465 117.13
	2	4	110 194	5 583	5.066	31 169 170.41
	1	5	105 093	4 388	4.176	19 258 218.20
<b>4-07</b>	1	1	106 646	4 313	4.044	18 597 761.44
	5	2	108 248	5 435	5.021	29 544 342.56
	4	3	108 235	4 008	3.703	16 065 534.52
	3	4	111 743	5 126	4.587	26 271 346.79
	2	5	112 944	6 367	5.637	40 541 245.48
<b>1-08</b>	2	1	109 140	5 311	4.866	28 206 195.43
	1	2	108 880	4 862	4.465	23 635 636.39
	5	3	107 442	5 570	5.185	31 029 581.95
	4	4	115 693	3 510	3.034	12 318 897.55
	3	5	109 757	5 190	4.729	26 935 125.80

Cuadro 4.5b. Estimaciones de nivel de la PEA y sus precisiones estadísticas para Zacatecas, trimestres 3-07, 4-07 y 1-08.

ZACATECAS		PEA			
Trim $t$	Est. Prom. de los GR $\hat{Y}_t$	Error Estándar $\sqrt{v(\hat{Y}_t)}$	Coef. de Variación (%)	Varianza $v(\hat{Y}_t)$	$\hat{\sigma}^2$
3-07	109 285	2 211	2.023	4 889 205.58	24 446 027.90
4-07	109 563	2 289	2.089	5 240 809.23	26 204 046.16
1-08	110 182	2 210	2.006	4 885 017.48	24 425 087.42

Cuadro 4.6a. Estimaciones de nivel por GR de la PNEA y sus precisiones estadísticas para Zacatecas, trimestres 3-07, 4-07 y 1-08.

ZACATECAS			PNEA			
Trim $t$	Grupo de Rotación GR	No. Ent. $i$	Estimaciones por GR			
			Nivel $y_{t,i}$	Error Estándar $\sqrt{v(y_{t,i})}$	Coef. de Variación (%)	Varianza $v(y_{t,i})$
<b>3-07</b>	5	1	68 225	4 910	7.196	24 103 905.13
	4	2	71 376	4 505	6.311	20 292 807.74
	3	3	63 992	3 536	5.526	12 503 813.07
	2	4	68 279	4 240	6.210	17 977 714.01
	1	5	74 235	4 185	5.637	17 512 397.24
<b>4-07</b>	1	1	73 283	4 710	6.427	22 185 196.93
	5	2	70 631	4 973	7.040	24 726 688.00
	4	3	76 138	4 870	6.397	23 719 208.57
	3	4	66 079	3 798	5.748	14 424 661.90
	2	5	69 466	4 161	5.990	17 315 745.38
<b>1-08</b>	2	1	71 850	3 867	5.382	14 951 317.03
	1	2	71 817	4 772	6.644	22 770 156.55
	5	3	72 526	4 802	6.621	23 057 580.03
	4	4	71 955	4 808	6.683	23 120 657.93
	3	5	67 896	3 938	5.800	15 509 751.64



**Cuadro 4.6b.** Estimaciones de nivel de la PNEA y sus precisiones estadísticas para Zacatecas, trimestres 3-07, 4-07 y 1-08.

ZACATECAS				PNEA	
Trim $t$	Est. Prom. de los GR $\hat{Y}_t$	Error Estándar $\sqrt{v(\hat{Y}_t)}$	Coef. de Variación (%)	Varianza $v(\hat{Y}_t)$	$\hat{\sigma}^2$
3-07	69 221	1 922	2.777	3 695 625.49	18 478 127.44
4-07	71 119	2 024	2.845	4 094 860.03	20 474 300.16
1-08	71 209	1 994	2.800	3 976 378.53	19 881 892.63

Las varianzas estimadas  $v(y_{t,i})$  para las estimaciones de nivel de cada GR, son calculadas con la técnica de los conglomerados últimos, la cual está presente en los principales paquetes estadísticos que analizan datos provenientes de las llamadas encuestas complejas; el programa en R aparece en el apéndice A8.

En cuanto a la estimación de  $\sigma^2$ , basados en el punto 1 de la estructura de covarianza asumida, que establece:

$$V(y_{t,i}) = \sigma^2 \quad \forall t, i = 1, 2, 3, 4, 5$$

Se obtiene la expresión (3.14),

$$v(\hat{Y}_t) = V\left(\frac{1}{5} \sum_{i=1}^5 y_{t,i}\right) = \frac{\sigma^2}{5}$$

Por lo que, a partir de la expresión anterior se puede obtener una estimación de  $\sigma^2$  con:

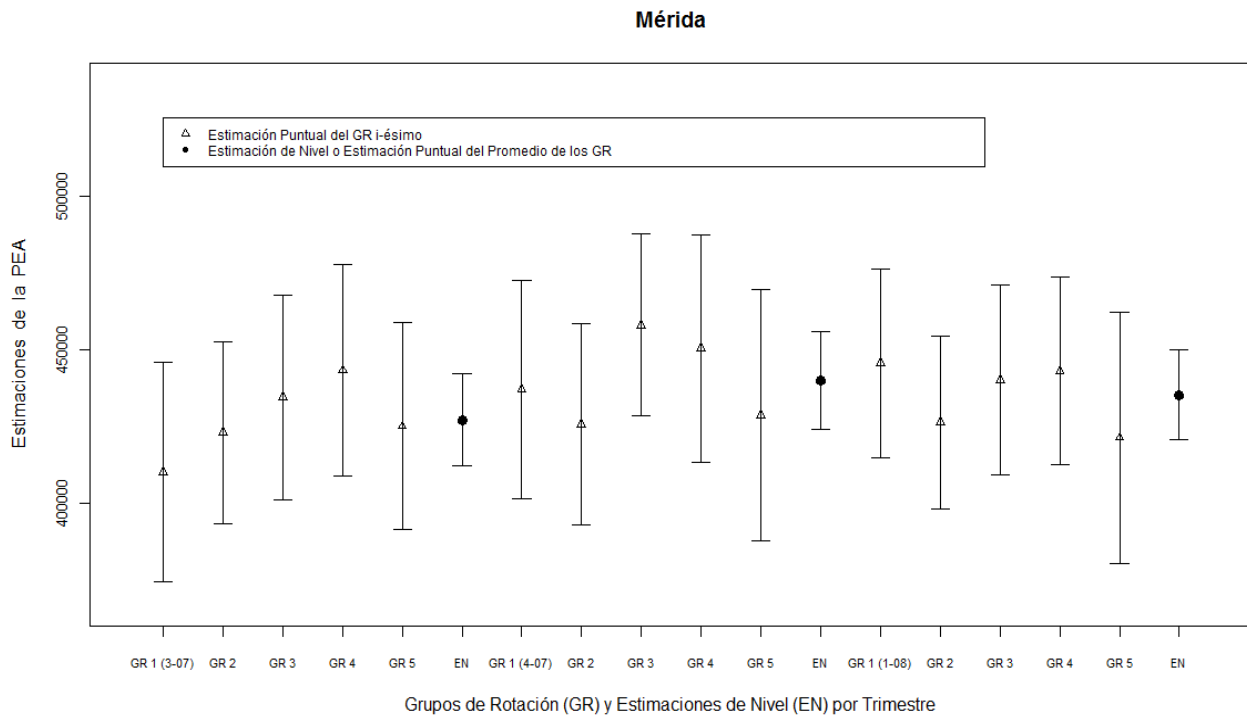
$$\hat{\sigma}^2 = 5v(\hat{Y}_t) \quad (4.1)$$

donde  $v(\hat{Y}_t)$  es la estimación de la varianza de  $V(\hat{Y}_t)$ , calculada con:

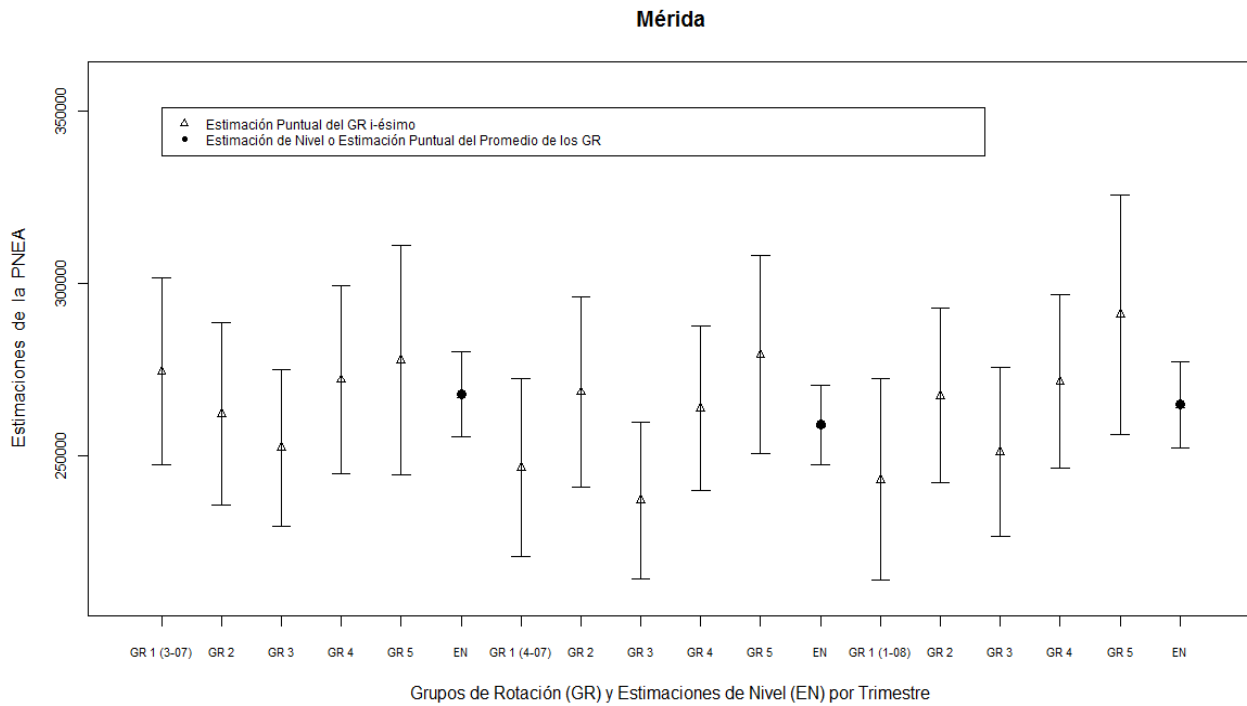
$$v(\hat{Y}_t) = v\left(\frac{1}{5} \sum_{i=1}^5 y_{t,i}\right) = \frac{1}{25} \sum_{i=1}^5 v(y_{t,i}) \quad (4.2)$$

Para finalizar esta apartado, son presentadas para los trimestres 3-07, 4-07 y 1-08, gráficas de las estimaciones puntuales y por intervalo de cada grupo de rotación  $y_{t,i}$ , estimaciones promedio o de nivel  $\hat{Y}_t$  y por intervalo, de la PEA y PNEA para cada una de las ciudades; las estimaciones por intervalo son construidas a una confianza del 90%.

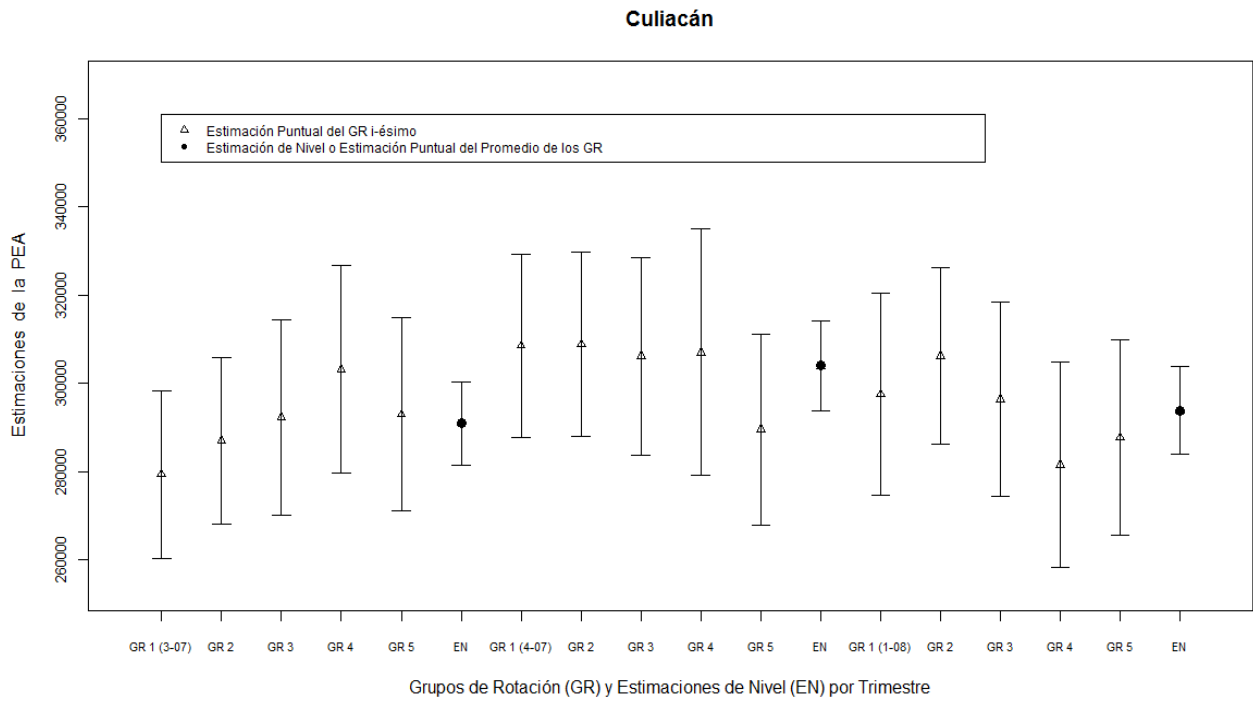
**Gráfica 4.1.** Estimaciones puntuales y por intervalo a una confianza del 90% para la PEA, T307, T407 y T108.



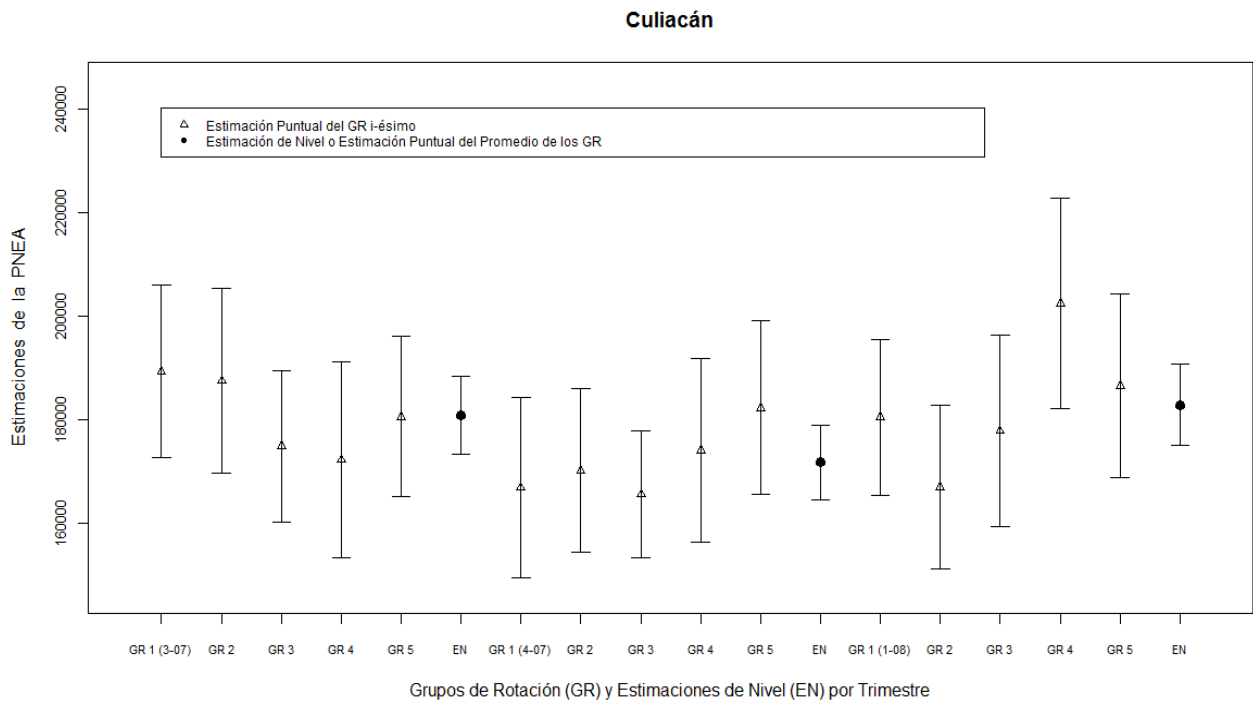
**Gráfica 4.2.** Estimaciones puntuales y por intervalo a una confianza del 90% para la PNEA, T307, T407 y T108.



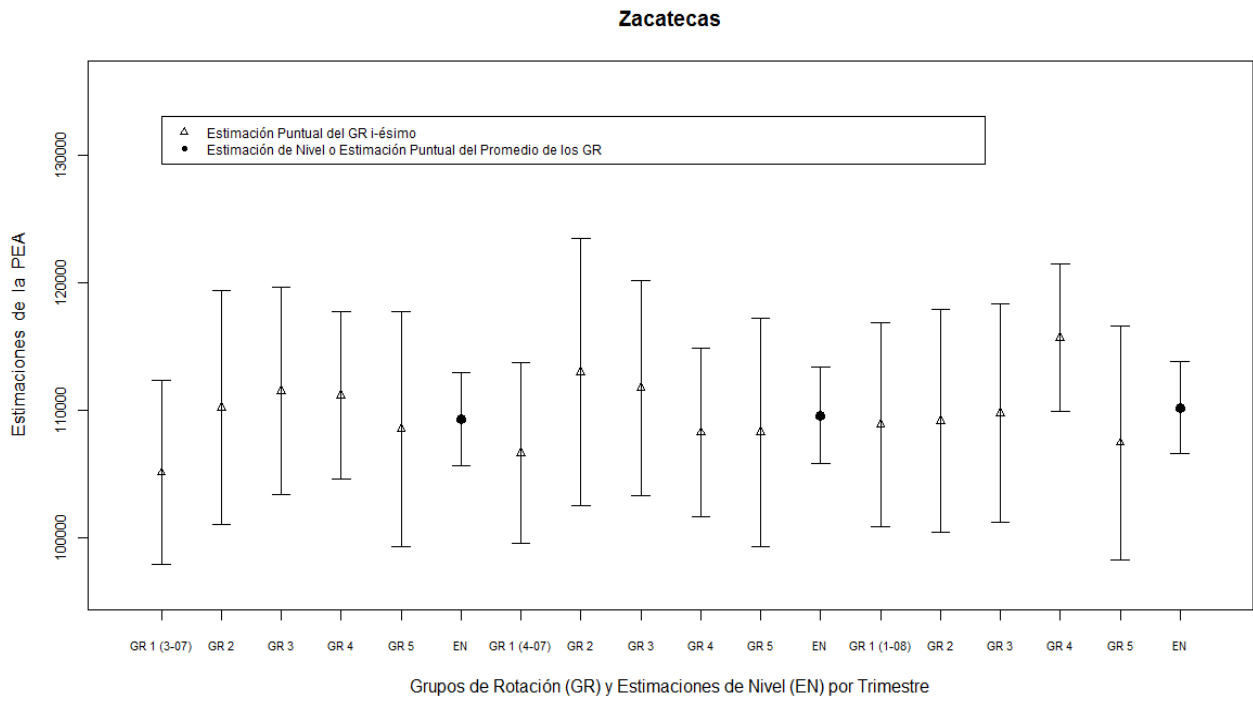
**Gráfica 4.3.** Estimaciones puntuales y por intervalo a una confianza del 90% para la PEA, T307, T407 y T108.



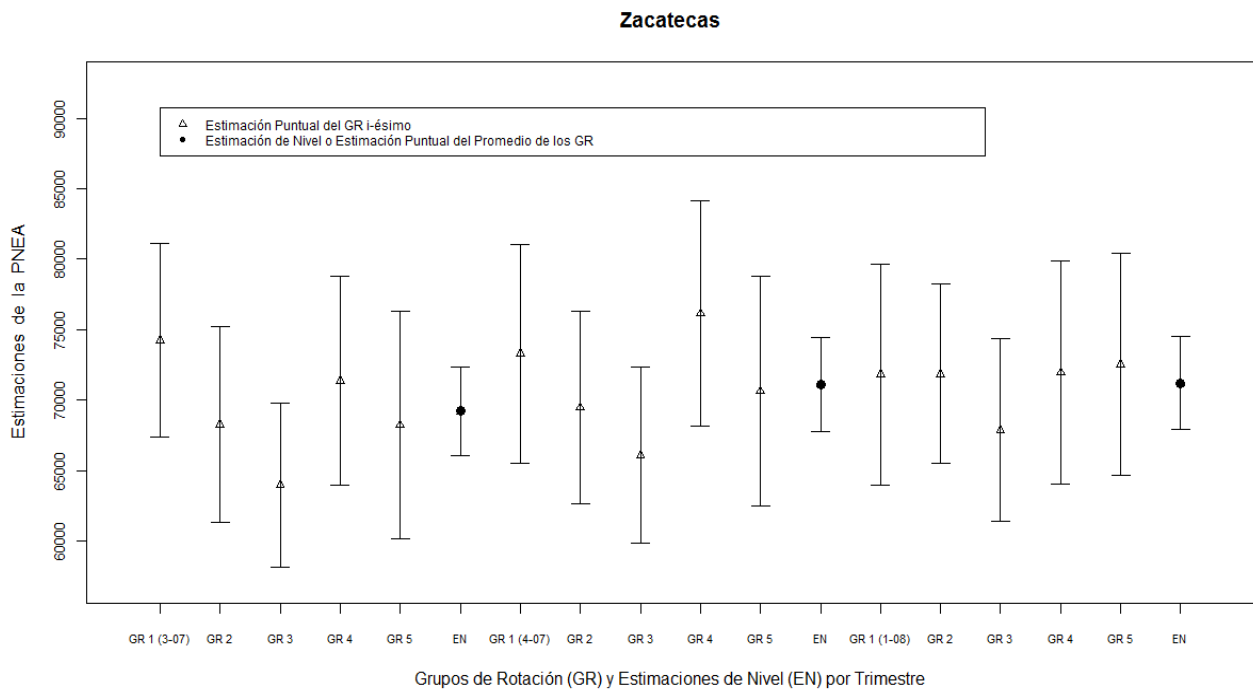
**Gráfica 4.4.** Estimaciones puntuales y por intervalo a una confianza del 90% para la PNEA, T307, T407 y T108.



**Gráfica 4.5.** Estimaciones puntuales y por intervalo a una confianza del 90% para la PEA, T307, T407 y T108.



**Gráfica 4.6.** Estimaciones puntuales y por intervalo a una confianza del 90% para la PNEA, T307, T407 y T108.



### 4.3 Estimación de las correlaciones panel y cálculo de A

Para el periodo que va del primer trimestre del 2005 al cuarto del 2007, se estimaron las correlaciones  $\rho_1$ ,  $\rho_2$ ,  $\rho_3$  y  $\rho_4$ ; con el fin de observar su estabilidad y obtener sus respectivos valores promedio, los cuales son considerados como estimaciones puntuales de dichos parámetros. A continuación en primera instancia aparecerán cuadros con las estimaciones trimestrales y su valor promedio, para cada una de las Ciudades bajo estudio y posteriormente sus correspondientes gráficas; en ellas los números 1, 2, 3 y 4 indican la posición del valor promedio para  $\rho_1$ ,  $\rho_2$ ,  $\rho_3$  y  $\rho_4$ , respectivamente.

**Cuadro 4.7.** Estimaciones de  $\rho_1$  para cada Ciudad.

$\rho_1$ Trim	MERIDA		CULIACAN		ZACATECAS	
	PEA	PNEA	PEA	PNEA	PEA	PNEA
105 - 205	0.7401	0.6210	0.5974	0.5927	0.7709	0.6387
205 - 305	0.7496	0.7200	0.6112	0.6308	0.7619	0.6649
305 - 405	0.7074	0.7204	0.6520	0.5879	0.7904	0.6957
405 - 106	0.7040	0.6827	0.6782	0.5253	0.7631	0.7309
106 - 206	0.7334	0.6801	0.6340	0.6183	0.7932	0.7403
206 - 306	0.6834	0.6864	0.5428	0.5530	0.7680	0.7265
306 - 406	0.6775	0.6625	0.5688	0.6164	0.7894	0.7068
406 - 107	0.5401	0.6205	0.6618	0.6590	0.7924	0.6411
107 - 207	0.6096	0.5721	0.6181	0.5847	0.7380	0.5648
207 - 307	0.7151	0.6657	0.6738	0.6532	0.7896	0.7590
307 - 407	0.6122	0.6321	0.7109	0.6401	0.7875	0.6919
$\sum_i \rho_{1i} / n$	<b>0.6793</b>	<b>0.6603</b>	<b>0.6317</b>	<b>0.6056</b>	<b>0.7768</b>	<b>0.6873</b>

Nota: n=11

**Cuadro 4.8.** Estimaciones de  $\rho_2$  para cada Ciudad.

$\rho_2$ Trim	MERIDA		CULIACAN		ZACATECAS	
	PEA	PNEA	PEA	PNEA	PEA	PNEA
105 - 305	0.5927	0.5881	0.4939	0.4363	0.6752	0.5581
205 - 405	0.5534	0.5565	0.4866	0.4532	0.7186	0.6020
305 - 106	0.6346	0.6059	0.4713	0.3457	0.6802	0.5887
405 - 206	0.6261	0.5331	0.5725	0.5161	0.6561	0.6223
106 - 306	0.5380	0.5462	0.5132	0.5330	0.6563	0.5976
206 - 406	0.6009	0.5070	0.4405	0.5507	0.6869	0.5929
306 - 107	0.3710	0.4960	0.4766	0.4991	0.6661	0.5532
406 - 207	0.6665	0.4285	0.4603	0.5101	0.6521	0.5183
107 - 307	0.5029	0.4186	0.5382	0.4999	0.6464	0.5148
207 - 407	0.5041	0.5651	0.6266	0.4803	0.6674	0.5937
$\sum_i \rho_{2i} / n$	<b>0.5590</b>	<b>0.5245</b>	<b>0.5080</b>	<b>0.4824</b>	<b>0.6705</b>	<b>0.5742</b>

Nota: n=10

**Cuadro 4.9.** Estimaciones de  $\rho_3$  para cada Ciudad.

$\rho_3$ Trim	MERIDA		CULIACAN		ZACATECAS	
	PEA	PNEA	PEA	PNEA	PEA	PNEA
105 - 405	0.4941	0.4347	0.4128	0.3183	0.6127	0.5037
205 - 106	0.5493	0.4553	0.3551	0.2063	0.5809	0.4711
305 - 206	0.5062	0.4497	0.4309	0.3530	0.5669	0.4858
405 - 306	0.4678	0.4203	0.4050	0.3484	0.5405	0.5235
106 - 406	0.4882	0.3905	0.2584	0.3677	0.5926	0.5079
206 - 107	0.3742	0.3684	0.3192	0.4201	0.6389	0.4438
306 - 207	0.4382	0.3685	0.2792	0.3916	0.5550	0.4146
406 - 307	0.4799	0.3004	0.3230	0.4432	0.5881	0.4488
107 - 407	0.3561	0.3244	0.4422	0.3860	0.5487	0.3988
$\sum_i \rho_{3i} / n$	<b>0.4615</b>	<b>0.3902</b>	<b>0.3584</b>	<b>0.3594</b>	<b>0.5805</b>	<b>0.4665</b>

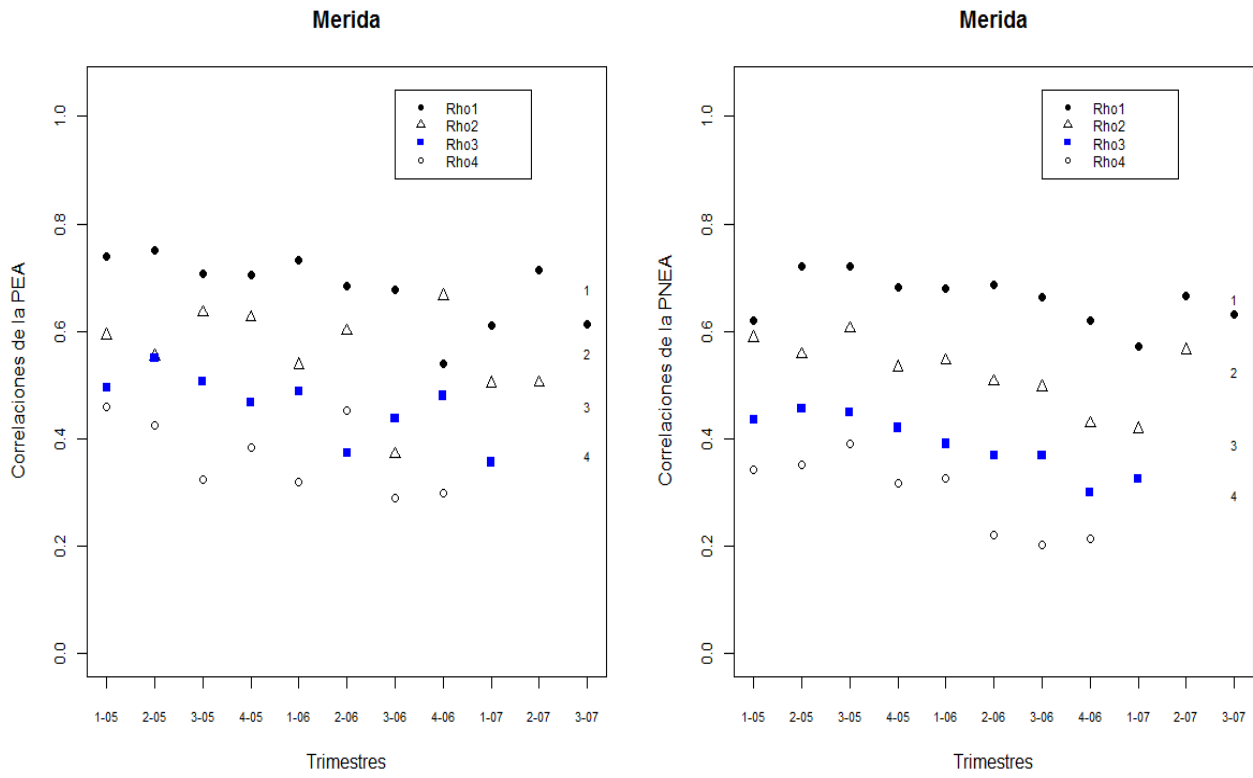
Nota: n=9

**Cuadro 4.10.** Estimaciones de  $\rho_4$  para cada Ciudad.

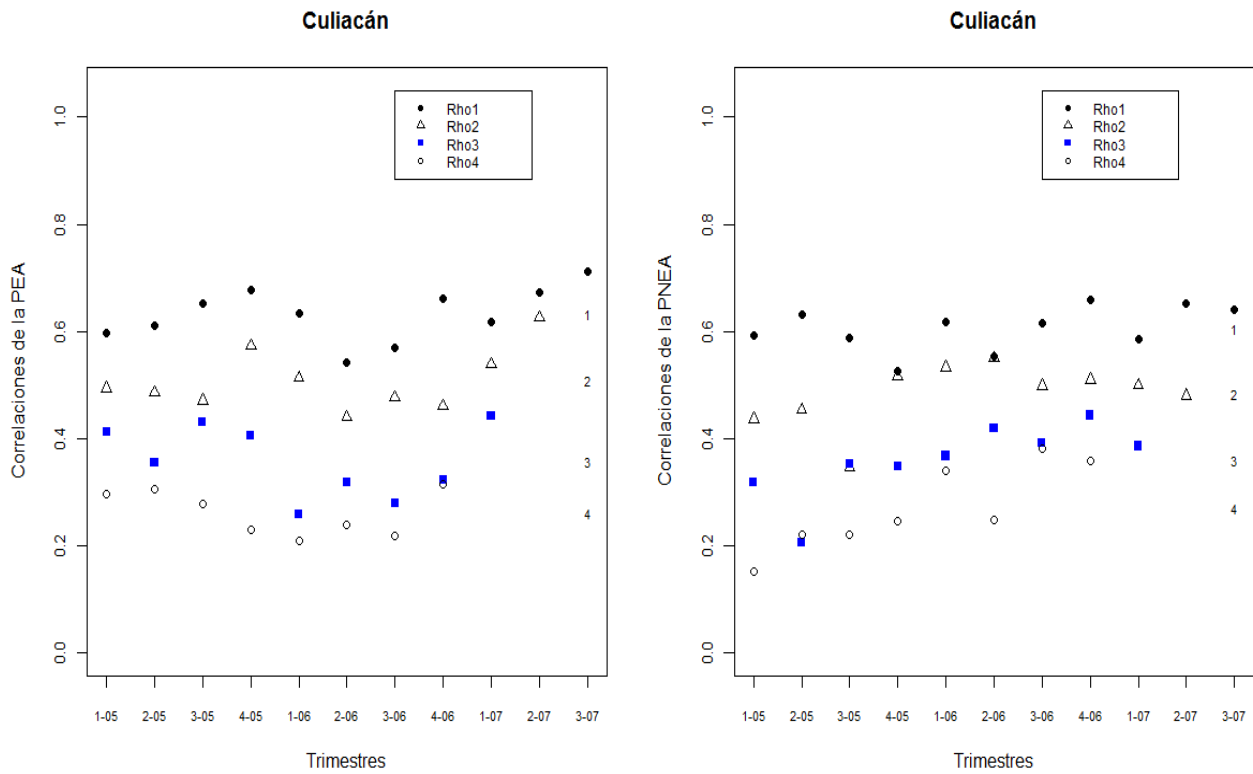
$\rho_4$ Trim	MERIDA		CULIACAN		ZACATECAS	
	PEA	PNEA	PEA	PNEA	PEA	PNEA
105 - 106	0.4599	0.3424	0.2973	0.1511	0.5398	0.3972
205 - 206	0.4248	0.3507	0.3066	0.2210	0.5148	0.3903
305 - 306	0.3232	0.3908	0.2778	0.2216	0.4521	0.4143
405 - 406	0.3843	0.3163	0.2307	0.2461	0.4679	0.4404
106 - 107	0.3193	0.3261	0.2088	0.3405	0.5675	0.3349
206 - 207	0.4523	0.2197	0.2384	0.2489	0.5188	0.2884
306 - 307	0.2896	0.2015	0.2193	0.3803	0.5118	0.3608
406 - 407	0.2984	0.2136	0.3158	0.3591	0.4901	0.3360
$\sum_i \rho_{4i} / n$	<b>0.3690</b>	<b>0.2952</b>	<b>0.2619</b>	<b>0.2711</b>	<b>0.5079</b>	<b>0.3703</b>

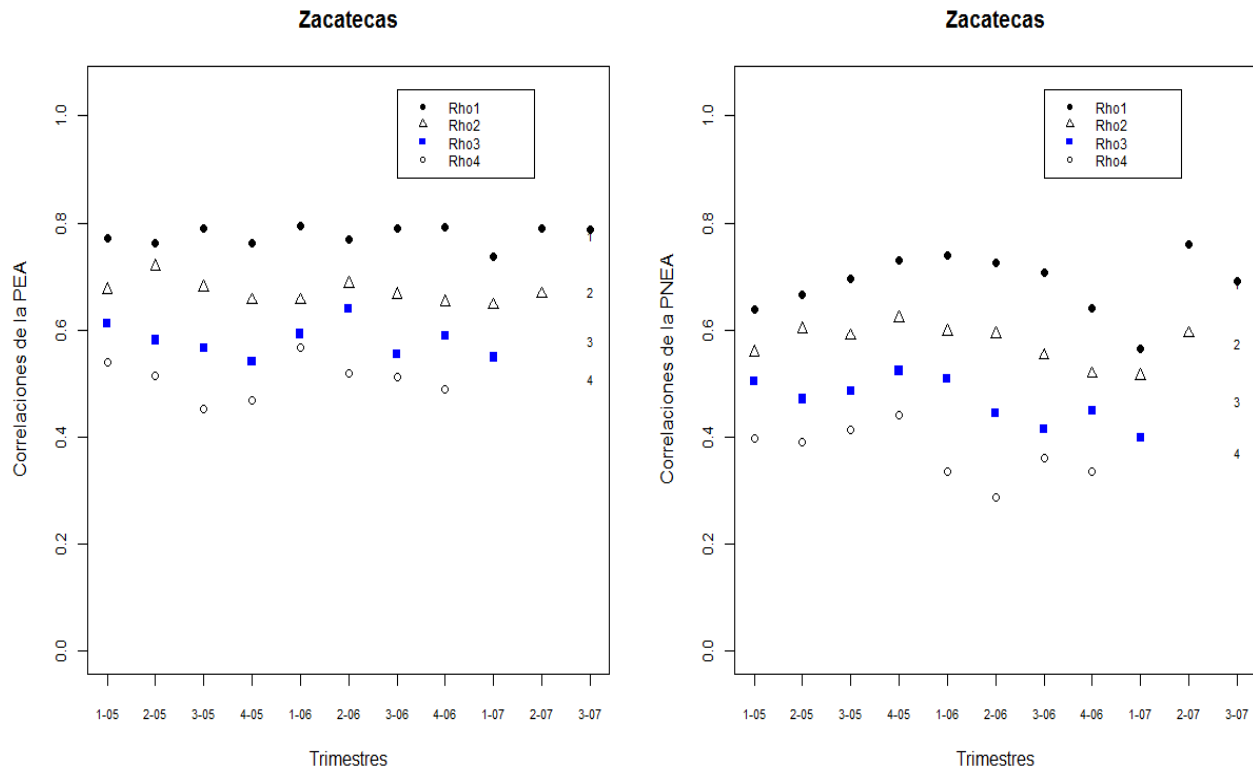
Nota: n=8

Gráficas 4.7. Correlaciones entre paneles comunes para la PEA y PNEA en Mérida.



Gráficas 4.8. Correlaciones entre paneles comunes para la PEA y PNEA en Culiacán.



**Gráficas 4.9.** Correlaciones entre paneles comunes para la PEA y PNEA en Zacatecas.

Para las correlaciones de determinada característica (PEA o PNEA) entre paneles comunes separados  $j$  trimestres, el comportamiento esperado es que, disminuyan a medida que la separación en el tiempo de los paneles, aumente. Son las gráficas anteriores las que permiten más fácilmente observar en las ciudades bajo estudio, si este comportamiento se da y con que características. Así, con base en las gráficas se observa lo siguiente:

- en todas las ciudades a medida que la separación de los paneles comunes aumenta, la correlación de la PEA o PNEA disminuye;
- es en Zacatecas donde las correlaciones oscilan menos y en Mérida, solo para la PNEA;
- es en Culiacán donde las correlaciones oscilan más; incluso para los trimestres 2-05, 3-05 y 3-06,  $\rho_3$  y  $\rho_4$  son prácticamente iguales; en Mérida para los trimestres 2-06 y 4-06,  $\rho_4 > \rho_3$  y  $\rho_2 > \rho_1$  respectivamente;
- en Zacatecas se obtuvieron los valores promedio más altos de  $\rho_1$  y  $\rho_4$ ; para la PEA 0.7768 y 0.5079, y para la PNEA 0.6873 y 0.3703, respectivamente;
- en Culiacán se obtuvieron los valores promedio más bajos de  $\rho_4$  para la PEA y PNEA, 0.2619 y 0.2711 respectivamente.

En cuanto a las correlaciones de  $\rho_1$  estas son obtenidas a partir de la estimación de la expresión (3.46), dada por:

$$\hat{\rho}_1 = \frac{\text{cov}(A,B)}{\sqrt{v(A)v(B)}} \quad (4.3)$$

donde

$$\text{cov}(A,B) = \text{Estimación de Cov}(A,B)$$

$$v(A) = \text{Estimación de } V(A)$$

$$v(B) = \text{Estimación de } V(B)$$

$$A = \sum_{i=2}^5 y_{t,i} \quad \text{y} \quad B = \sum_{i=1}^4 y_{t-1,i}$$

$y_{t,i}$  = Estimación de  $Y_t$  del grupo de rotación en su entrevista  $i$  para el trimestre  $t$

$y_{t-1,i}$  = Estimación de  $Y_{t-1}$  del grupo de rotación en su entrevista  $i$  para el trimestre  $t-1$

A y B representan, la suma de las estimaciones de  $Y_t$  y  $Y_{t-1}$  de la muestra común entre los trimestres  $t$  y  $t-1$ , respectivamente; de forma análoga se procede para estimar  $\rho_2$ ,  $\rho_3$  y  $\rho_4$ . Ver Lee (1990, p. 285).

Para el mismo periodo 2005-2007, también se estimaron las correlaciones entre paneles de grupos de rotación contiguos  $\tau_1, \tau_2, \tau_3, \tau_4, \tau_5, \tau_6, \tau_7$  y  $\tau_8$ ; los estimadores se obtuvieron a partir de la expresión (3.49)

$$\tau_j = \frac{\text{Cov}(A_j, B_j)}{\sqrt{V(A_j)V(B_j)}}$$

Cuyo estimador se define como:

$$\hat{\tau}_j = \frac{\text{cov}(A_j, B_j)}{\sqrt{v(A_j)v(B_j)}} \quad (4.4)$$

donde

$$1. \quad A_j = \sum_{i=1}^j y_{t,i} \quad \text{y} \quad B_j = \sum_{i=6-j}^5 y_{t-j,i} \quad \text{para } j = 1, 2, 3, 4$$

$$2. \quad A_j = \sum_{i=j-4}^5 y_{t,i} \quad \text{y} \quad B_j = \sum_{i=1}^{10-j} y_{t-j,i} \quad \text{para } j = 5, 6, 7, 8$$

corresponden a la suma de estimaciones de los grupos de rotación en el trimestre  $j$ . Ver Lee (1990, p. 287). El programa en R con el que se generaron las correlaciones rho y tau aparece en el apéndice A9. Las estimaciones de las correlaciones entre paneles de grupos de rotación contiguos ( $\tau$ ) para todos los trimestres del periodo, sus valores promedios y medianas, son presentadas en los siguientes cuadros:



Cuadro 4.11. Estimaciones de  $\tau_1$  para cada Ciudad.

$\tau_1$	MERIDA		CULIACAN		ZACATECAS		
	Trim	PEA	PNEA	PEA	PNEA	PEA	PNEA
105 - 205	0.3180	0.0312	-0.0738	<b>-0.0198</b>	0.3259	0.1401	
205 - 305	0.3021	<b>0.6265</b>	0.1146	0.1297	0.5403	<b>0.5132</b>	
305 - 405	0.4359	-0.0572	0.1842	<b>-0.0621</b>	0.4994	0.2985	
405 - 106	<b>0.0745</b>	<b>-0.2153</b>	<b>0.3238</b>	<b>-0.0313</b>	0.2640	0.2240	
106 - 206	0.4277	-0.0559	-0.0835	0.2666	0.5348	0.4078	
206 - 306	0.3911	0.0741	-0.0637	<b>0.0306</b>	<b>0.1976</b>	0.1366	
306 - 406	<b>0.0094</b>	<b>0.4956</b>	0.0450	0.2050	0.5466	<b>0.5492</b>	
406 - 107	0.2665	-0.1336	<b>0.2143</b>	0.4275	0.5705	0.2013	
107 - 207	0.2233	-0.1177	<b>0.2942</b>	0.4204	0.3640	<b>-0.1441</b>	
207 - 307	0.4065	<b>0.3952</b>	0.1436	0.2410	0.6872	<b>0.6334</b>	
307 - 407	0.1162	0.0643	0.1503	0.3055	0.5203	0.1218	
$\sum_i \tau_{1i} / n$	<b>0.27011</b>	<b>0.10065</b>	<b>0.11355</b>	<b>0.17392</b>	<b>0.45914</b>	<b>0.28018</b>	
$Me = \tau_{\frac{n+1}{2}}$	<b>0.30210</b>	<b>0.03124</b>	<b>0.14365</b>	<b>0.20502</b>	<b>0.52032</b>	<b>0.22401</b>	

Nota: n=11

Cuadro 4.12. Estimaciones de  $\tau_2$  para cada Ciudad.

$\tau_2$	MERIDA		CULIACAN		ZACATECAS		
	Trim	PEA	PNEA	PEA	PNEA	PEA	PNEA
105 - 305	0.3189	0.4353	0.1357	0.0772	0.5338	0.3899	
205 - 405	0.3471	0.4946	0.1530	<b>0.0336</b>	0.5713	0.4788	
305 - 106	0.2734	<b>-0.0440</b>	0.2022	<b>-0.0581</b>	0.3196	0.2200	
405 - 206	0.3036	<b>-0.1409</b>	0.2812	0.2682	0.4347	0.2733	
106 - 306	0.3770	<b>0.0394</b>	0.1965	0.1215	0.3815	0.2845	
206 - 406	0.3500	0.3571	<b>0.0049</b>	0.1493	0.4661	0.3947	
306 - 107	<b>0.0780</b>	0.3489	0.1300	0.2347	0.5306	0.3672	
406 - 207	0.2182	<b>-0.1294</b>	0.2618	<b>0.3220</b>	0.4029	<b>0.0023</b>	
107 - 307	0.0946	<b>0.0477</b>	0.2960	<b>0.2904</b>	0.4489	0.3416	
207 - 407	0.1885	0.3162	0.2379	0.1165	0.5408	0.4266	
$\sum_i \tau_{2i} / n$	<b>0.25492</b>	<b>0.17249</b>	<b>0.18991</b>	<b>0.15552</b>	<b>0.46301</b>	<b>0.31788</b>	
$Me = \frac{1}{2}(\tau_{\frac{n}{2}} + \tau_{\frac{n}{2}+1})$	<b>0.28852</b>	<b>0.18194</b>	<b>0.19934</b>	<b>0.13539</b>	<b>0.45748</b>	<b>0.35442</b>	

Nota: n=10

Cuadro 4.13. Estimaciones de  $\tau_3$  para cada Ciudad.

$\tau_3$	MERIDA		CULIACAN		ZACATECAS		
	Trim	PEA	PNEA	PEA	PNEA	PEA	PNEA
105 - 405	0.3902	0.3236	0.1617	<b>0.0095</b>	0.5029	<b>0.4057</b>	
205 - 106	0.3203	0.3141	0.1517	<b>-0.0056</b>	0.3964	0.2695	
305 - 206	0.2924	<b>-0.0055</b>	0.2334	0.1026	0.3474	0.2915	
405 - 306	0.3269	<b>-0.0188</b>	0.2363	0.1346	0.3835	0.2469	
106 - 406	<b>0.4194</b>	0.2702	<b>-0.0076</b>	0.1001	0.4966	<b>0.4395</b>	
206 - 107	0.3293	0.2826	<b>0.0730</b>	0.2489	0.5494	0.3060	
306 - 207	<b>0.1470</b>	0.2519	0.1785	0.3323	0.4169	0.1222	
406 - 307	0.2999	<b>-0.0107</b>	0.1935	0.3273	0.5018	0.3107	
107 - 407	<b>0.1490</b>	0.0913	0.2646	0.2734	0.3739	0.2907	
$\sum_i \tau_{3i} / n$	<b>0.29717</b>	<b>0.16652</b>	<b>0.16502</b>	<b>0.16924</b>	<b>0.44099</b>	<b>0.29809</b>	
$Me = \tau_{\frac{n+1}{2}}$	<b>0.32025</b>	<b>0.25190</b>	<b>0.17853</b>	<b>0.13455</b>	<b>0.41692</b>	<b>0.29152</b>	

Nota: n=9

Cuadro 4.14. Estimaciones de  $\tau_4$  para cada Ciudad.

$\tau_4$	MERIDA		CULIACAN		ZACATECAS		
	Trim	PEA	PNEA	PEA	PNEA	PEA	PNEA
105 - 106	0.3477	0.2756	0.2306	<b>0.0263</b>	0.4728	0.2972	
205 - 206	0.3118	0.2868	0.2092	0.1174	0.4548	0.3252	
305 - 306	0.2337	<b>0.0699</b>	0.1915	0.1189	0.3232	0.2822	
405 - 406	0.3281	0.2740	0.1405	0.1410	0.4046	0.3748	
106 - 107	0.2565	0.2384	<b>0.0682</b>	0.2168	<b>0.5500</b>	0.3155	
206 - 207	0.3171	0.2037	0.1910	0.1905	0.4547	<b>0.1370</b>	
306 - 307	0.2290	<b>0.0860</b>	0.1293	<b>0.3301</b>	0.4797	0.2769	
406 - 407	0.2172	<b>0.0392</b>	0.2591	0.2835	0.4011	0.2611	
$\sum_i \tau_{4i} / n$	<b>0.28014</b>	<b>0.18419</b>	<b>0.17741</b>	<b>0.17805</b>	<b>0.44262</b>	<b>0.28374</b>	
$Me = \frac{1}{2}(\tau_{\frac{n}{2}} + \tau_{\frac{n}{2}+1})$	<b>0.28414</b>	<b>0.22104</b>	<b>0.19123</b>	<b>0.16574</b>	<b>0.45473</b>	<b>0.28971</b>	

Nota: n=8

Cuadro 4.15. Estimaciones de  $\tau_5$  para cada Ciudad.

$\tau_5$	MERIDA		CULIACAN		ZACATECAS		
	Trim	PEA	PNEA	PEA	PNEA	PEA	PNEA
105 - 206	0.37625	0.20096	0.18736	0.09373	0.48180	0.33529	
205 - 306	0.20607	0.21774	<b>0.09089</b>	0.12793	0.40861	0.23937	
305 - 406	0.28273	0.23842	0.16227	0.08412	0.34831	0.37029	
405 - 107	0.17411	0.24414	0.16321	0.12908	0.45338	0.29488	
106 - 207	0.35276	0.19973	0.11946	<b>0.27228</b>	0.45994	0.20425	
206 - 307	0.31270	<b>-0.02011</b>	0.17954	0.20524	0.46668	0.23988	
306 - 407	0.20191	0.11461	0.18530	<b>0.27046</b>	0.41308	0.19570	
$\sum_i \tau_{5i} / n$	<b>0.27236</b>	<b>0.17078</b>	<b>0.15543</b>	<b>0.16898</b>	<b>0.43311</b>	<b>0.26852</b>	
$Me = \tau_{\frac{n+1}{2}}$	<b>0.28273</b>	<b>0.20096</b>	<b>0.16321</b>	<b>0.12908</b>	<b>0.45338</b>	<b>0.23988</b>	

Nota: n=7

Cuadro 4.16. Estimaciones de  $\tau_6$  para cada Ciudad.

$\tau_6$	MERIDA		CULIACAN		ZACATECAS		
	Trim	PEA	PNEA	PEA	PNEA	PEA	PNEA
105 - 306	0.23949	0.17806	0.21779	0.20517	0.46897	0.30096	
205 - 406	0.29899	<b>0.02797</b>	0.18008	<b>0.03600</b>	0.35889	0.30363	
305 - 107	0.25765	0.23291	0.13451	0.13361	0.41895	<b>0.40620</b>	
405 - 207	0.31971	<b>0.33851</b>	<b>0.09905</b>	0.08438	0.46658	0.34742	
106 - 307	0.31434	0.14009	0.17161	0.25166	0.46390	0.14044	
206 - 407	0.20610	<b>0.03721</b>	<b>0.28631</b>	0.26862	0.43655	0.22449	
$\sum_i \tau_{6i} / n$	<b>0.27271</b>	<b>0.15913</b>	<b>0.18156</b>	<b>0.16324</b>	<b>0.43564</b>	<b>0.28719</b>	
$Me = \frac{1}{2}(\tau_{\frac{n}{2}} + \tau_{\frac{n}{2}+1})$	<b>0.27832</b>	<b>0.15907</b>	<b>0.17585</b>	<b>0.16939</b>	<b>0.45022</b>	<b>0.30229</b>	

Nota: n=6

**Cuadro 4.17.** Estimaciones de  $\tau_7$  para cada Ciudad.

$\tau_7$	MERIDA		CULIACAN		ZACATECAS	
	PEA	PNEA	PEA	PNEA	PEA	PNEA
105 - 406	0.33785	<b>0.02665</b>	0.19477	0.11052	0.34801	0.27545
205 - 107	0.24752	<b>-0.10376</b>	0.11326	0.06791	0.36039	0.20969
305 - 207	0.36094	0.39857	0.07432	0.07891	0.47392	<b>0.44522</b>
405 - 307	0.31902	0.23000	0.15606	0.04140	0.42754	0.37415
106 - 407	0.21252	0.18726	0.23034	<b>0.29106</b>	0.49153	0.11301
$\sum_i \tau_{7i} / n$	<b>0.29557</b>	<b>0.14774</b>	<b>0.15375</b>	<b>0.11796</b>	<b>0.42028</b>	<b>0.28350</b>
$Me = \tau_{\frac{n+1}{2}}$	<b>0.31902</b>	<b>0.18726</b>	<b>0.15606</b>	<b>0.07891</b>	<b>0.42754</b>	<b>0.27545</b>

Nota: n=5

**Cuadro 4.18.** Estimaciones de  $\tau_8$  para cada Ciudad.

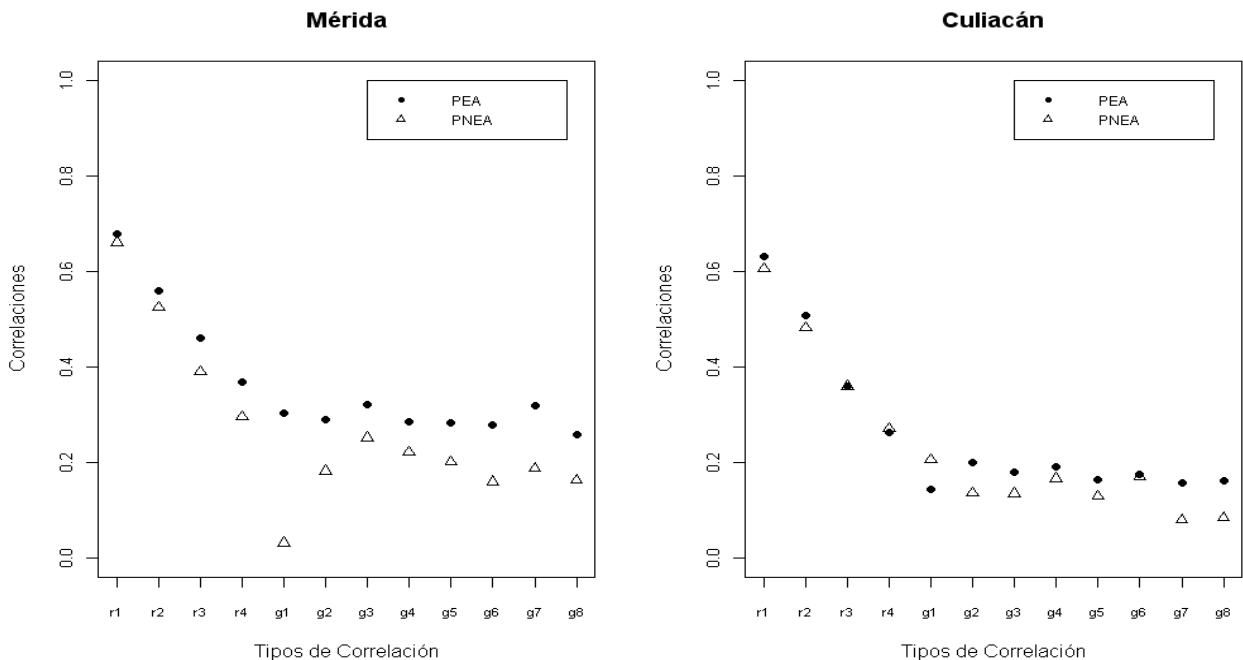
$\tau_8$	MERIDA		CULIACAN		ZACATECAS	
	PEA	PNEA	PEA	PNEA	PEA	PNEA
105 - 107	0.14687	<b>-0.08336</b>	0.21344	0.12442	0.39995	<b>0.17735</b>
205 - 207	0.38514	<b>0.05660</b>	<b>0.02899</b>	<b>0.00137</b>	0.51833	0.28248
305 - 307	0.29272	<b>0.26974</b>	0.11731	0.04929	0.42019	0.45946
405 - 407	0.22309	<b>0.32555</b>	0.20689	0.11771	0.51694	0.42304
$\sum_i \tau_{8i} / n$	<b>0.26195</b>	<b>0.14213</b>	<b>0.14166</b>	<b>0.07320</b>	<b>0.46385</b>	<b>0.33558</b>
$Me = \frac{1}{2}(\tau_{\frac{n}{2}} + \tau_{\frac{n}{2}+1})$	<b>0.25790</b>	<b>0.16317</b>	<b>0.16210</b>	<b>0.08350</b>	<b>0.46857</b>	<b>0.35276</b>

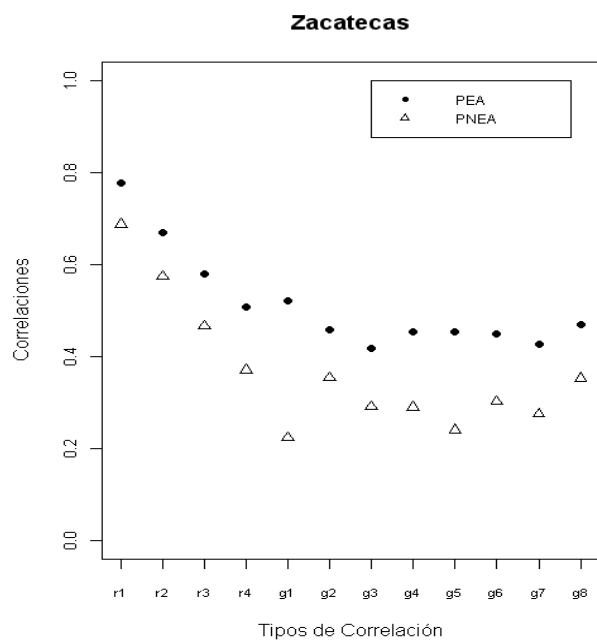
Nota: n=4

En este caso se puede observar que es Zacatecas la Ciudad con valores en las correlaciones más homogéneos y altos; de manera general la PNEA presenta mayor presencia de valores extremos. Siendo esta última, la razón por la que esta vez se calculo la mediana, con el fin de de que represente las cifras de los parámetros  $\tau_1, \tau_2, \tau_3, \tau_4, \tau_5, \tau_6, \tau_7$  y  $\tau_8$  en la expresión (3.25) de la varianza de los estimadores compuestos.

A continuación se presentan gráficas y cifras de las correlaciones promedio de  $\rho$  y medianas de  $\tau$ , a considerar como valores parametrales en los estimadores de varianza de los estimadores compuestos; a utilizar en el cálculo del valor óptimo de A para distintas K.

**Gráficas 4.10.** Correlaciones de  $\rho$  (r) y  $\tau$  (g) para la PEA y PNEA en las distintas Ciudades.





**Cuadro 4.19.** Correlaciones  $\rho$  y  $\tau$  para la PEA y PNEA en cada Ciudad.

Tipo de Correl.	MERIDA		CULIACAN		ZACATECAS	
	PEA	PNEA	PEA	PNEA	PEA	PNEA
$\rho_1$	0.67932	0.66032	0.63172	0.60559	0.77676	0.68733
$\rho_2$	0.55903	0.52450	0.50797	0.48243	0.67054	0.57416
$\rho_3$	0.46155	0.39024	0.35842	0.35939	0.58048	0.46645
$\rho_4$	0.36899	0.29516	0.26186	0.27108	0.50786	0.37029
$\tau_1$	0.30210	0.03124	0.14365	0.20502	0.52032	0.22401
$\tau_2$	0.28852	0.18194	0.19934	0.13539	0.45748	0.35442
$\tau_3$	0.32025	0.25190	0.17853	0.13455	0.41692	0.29152
$\tau_4$	0.28414	0.22104	0.19123	0.16574	0.45473	0.28971
$\tau_5$	0.28273	0.20096	0.16321	0.12908	0.45338	0.23988
$\tau_6$	0.27832	0.15907	0.17585	0.16939	0.45022	0.30229
$\tau_7$	0.31902	0.18726	0.15606	0.07891	0.42754	0.27545
$\tau_8$	0.25790	0.16317	0.16210	0.08350	0.46857	0.35276

En las gráficas y el cuadro 4.19 se puede observar que la correlación de la PEA es mayor a la de la PNEA, aunque para Culiacán son muy próximas seguida de Mérida y Zacatecas; para ambas características la tendencia de las correlaciones es disminuir a medida que se incrementa el número de trimestres de separación. Las correlaciones de cada Ciudad representan tres diferentes patrones, en el sentido de que tienden a disminuir en diferente grado.

Una vez obtenidas las correlaciones, lo que sigue es generar los valores óptimos de A con la expresión (3.43) para distintas K correspondientes al EC-AK; es importante mencionar que los valores de A para cada K, dependen totalmente de las correlaciones asociadas a cada una de las características de interés; estos valores de A, son presentados en el siguiente cuadro:

**Cuadro 4.20.** Valores óptimos de A correspondientes a diferentes K para el EC-AK de nivel.

K	MERIDA		CULIACAN		ZACATECAS	
	PEA	PNEA	PEA	PNEA	PEA	PNEA
<b>0.1</b>	0.055778	0.072842	0.067187	0.063992	0.038527	0.060794
<b>0.2</b>	0.114762	0.149358	0.137527	0.129689	0.079460	0.126109
<b>0.3</b>	0.179285	0.232466	0.213279	0.198787	0.124790	0.198305
<b>0.4</b>	0.252960	0.326374	0.297959	0.274185	0.178045	0.280995
<b>0.5</b>	0.341007	0.436822	0.396640	0.360422	0.244820	0.379211
<b>0.6</b>	0.450496	0.571213	0.516259	0.464296	0.333033	0.499332
<b>0.7</b>	0.590621	0.738619	0.666008	0.595866	0.452345	0.648840
<b>0.8</b>	0.773587	0.949864	0.858177	0.770133	0.612362	0.836699
<b>0.9</b>	1.018371	1.218672	1.110668	1.010074	0.822092	1.077702

En el cuadro 4.20 se nota que para Mérida y Zacatecas los valores de A correspondientes a la PNEA son mayores a los de la PEA y en Culiacán son bastante próximos sobre todo para  $K \leq 0.6$ .

Para el EC-AK del cambio también se calcularon los valores óptimos de A para diferentes K con la expresión (3.44), las cifras obtenidas aparecen en el siguiente cuadro:

**Cuadro 4.21.** Valores óptimos de A correspondientes a diferentes K para el EC-AK del cambio.

K	MERIDA		CULIACAN		ZACATECAS	
	PEA	PNEA	PEA	PNEA	PEA	PNEA
<b>0.1</b>	-0.063330	-0.132090	-0.090006	-0.062090	-0.039506	-0.089277
<b>0.2</b>	-0.023962	-0.083934	-0.042621	-0.012709	-0.012121	-0.049761
<b>0.3</b>	0.014651	-0.037020	0.003944	0.035703	0.014562	-0.010334
<b>0.4</b>	0.052661	0.009009	0.049816	0.083096	0.040454	0.029148
<b>0.5</b>	0.090528	0.054873	0.095481	0.129741	0.065792	0.069177
<b>0.6</b>	0.129055	0.101720	0.141833	0.176293	0.091227	0.110619
<b>0.7</b>	0.169396	0.151152	0.190201	0.223868	0.117845	0.154615
<b>0.8</b>	0.213081	0.205275	0.242363	0.274161	0.147176	0.202369
<b>0.9</b>	0.262284	0.266837	0.300648	0.329705	0.181279	0.254856

En Mérida los valores de A son mayores en la PEA y en Culiacán los de la PNEA; en Zacatecas para K entre 0.1 y 0.5 los valores óptimos de A para la PEA son mayores. En pocos casos las cifras son parecidas. El programa en R empleado para calcular los valores óptimos de A del EC-AK de nivel y del cambio aparece en el apéndice A10.

Así, con la información de estas últimas dos secciones, es posible calcular las estimaciones compuestas AK para la PEA y PNEA, de los trimestres 3-07, 4-07 y 1-08. Estas estimaciones serán presentadas en la siguiente sección, junto a sus precisiones estadísticas.

#### 4.4 Estimaciones del estimador compuesto AK en la ENOE urbano alto.

Para los trimestres 4-07 y 1-08 son calculadas las EC-AK y varianzas de la PEA y PNEA, correspondientes a la población de 14 años y más; con este propósito se utiliza la expresión (3.10) que define al EC-AK, donde se asume para el trimestre inicial 4-07 que  $Y_{t-1}'' = \hat{Y}_{t-1}$  y un estimador de su varianza. En relación a la varianza del EC-AK dada por la expresión (3.25), recuérdese, que está en función de la varianza del estimador de nivel  $\hat{Y}_t$  y de las constantes  $K, A, \rho_0, \rho_1, \rho_2, \rho_3, \rho_4, \tau_1, \tau_2, \tau_3, \tau_4, \tau_5, \tau_6, \tau_7, \tau_8$  y  $\tau_9$ ; dicha varianza será estimada por:

$$\begin{aligned}
 v(Y_t'') &= v(\hat{Y}_t) \frac{1}{(1-K^2)} \left\{ \frac{1}{4} [4(1-K)^2 + A^2] + K(1-\rho_1) \left[ \frac{5}{2} K + 2c_2 \right] \right. \\
 &+ \frac{2}{5} \left\{ \sum_{i=1}^4 K^i \left[ \rho_i (5-2i) c_2^2 + (\tau_i + \rho_i) (c_1 c_2 + (i-1) c_2^2) \right] + \tau_5 K^5 (c_1^2 + 4c_2^2) + \sum_{i=6}^8 \tau_i K^i (c_1 c_2 + (9-i) c_2^2) \right\} \\
 &+ \frac{1}{2} \left\{ \sum_{i=1}^4 K^{i+1} \left[ (c_1 + (i-1) c_2) (\tau_i - \tau_{i+1}) + (4-i) c_2 (\rho_i - \rho_{i+1}) \right] + c_2 \sum_{i=5}^8 K^{i+1} (9-i) (\tau_i - \tau_{i+1}) \right\} \\
 &+ \frac{1}{2} \left\{ \sum_{i=1}^4 K^{i+1} \left[ (c_1 + (4-i) c_2) (\rho_i - \rho_{i-1}) + (i-1) c_2 (\tau_i - \tau_{i-1}) \right] + 4c_2 (\tau_5 - \tau_4) K^6 + \sum_{i=6}^8 K^{i+1} (\tau_i - \tau_{i-1}) (c_1 + (9-i) c_2) \right\} \\
 &+ \frac{5}{8} \left\{ \sum_{i=1}^4 K^{i+2} \left[ (4-i) (2\rho_i - \rho_{i+1} - \rho_{i-1}) + (i-1) (2\tau_i - \tau_{i+1} - \tau_{i-1}) \right] + \sum_{i=5}^8 K^{i+2} (9-i) (2\tau_i - \tau_{i+1} - \tau_{i-1}) \right\} \quad (4.5)
 \end{aligned}$$

**Cuadro 4.22.** EC-AK, varianzas y cv (mínimos subrayados) de la PEA para diferentes pares (K,A) en Mérida, trimestres 4-07 y 1-08.

Trim (t)	K	A	PEA $\hat{Y}_t$	$\frac{1}{5} \left[ y_{t,1} - \frac{1}{4} \sum_{i=2}^5 y_{t,i} \right]$	$Y_{t-1}''$	$d_{t,t-1}$	$Y_t''$	$v(Y_t'')$	cv (%)
<b>Mérida</b>									
<b>407</b>	0.1	0.055778	439 966	- 732.00	427 213.00	9 213.25	439 571	90 999 639.15	2.170
	0.2	0.114762			427 213.00		439 174	89 928 156.23	2.159
	0.3	0.179285			427 213.00		438 773	89 107 558.06	2.151
	<u>0.4</u>	<u>0.252960</u>			427 213.00		438 365	<u>88 620 534.73</u>	<u>2.147</u>
	0.5	0.341007			427 213.00		437 947	88 624 023.87	2.150
	0.6	0.450496			427 213.00		437 512	89 472 088.46	2.162
	0.7	0.590621			427 213.00		437 056	92 259 335.78	2.198
	0.8	0.773587			427 213.00		436 568	101 495 528.93	2.308
	0.9	1.018371			427 213.00		436 035	145 325 783.58	2.765
<b>108</b>	0.1	0.055778	435 321	-2 243.30	439 571.20	-5 967.75	435 024	77 033 035.93	2.018
	0.2	0.114762			439 174.04		434 641	76 126 003.95	2.007
	0.3	0.179285			438 772.84		434 164	75 431 351.00	2.000
	<u>0.4</u>	<u>0.252960</u>			438 364.93		433 584	<u>75 019 075.90</u>	<u>1.998</u>
	0.5	0.341007			437 946.51		432 885	75 022 029.52	2.001
	0.6	0.450496			437 512.39		432 045	75 739 933.36	2.014
	0.7	0.590621			437 055.84		431 033	78 099 394.61	2.050
	0.8	0.773587			436 567.93		429 809	85 918 019.01	2.157
	0.9	1.018371			436 034.78		428 308	123 021 216.49	2.590

**Cuadro 4.23.** EC-AK, varianzas y cv (mínimos subrayados) de la PNEA para diferentes pares (K,A) en Mérida, trimestres 4-07 y 1-08.

Trim (t)	K	A	PNEA $\hat{Y}_t$	$\frac{1}{5} \left[ y_{t,1} - \frac{1}{4} \sum_{i=2}^5 y_{t,i} \right]$	$Y_{t-1}''$	$d_{t,t-1}$	$Y_t''$	$v(Y_t'')$	cv (%)
<b>Mérida</b>									
<b>407</b>	0.1	0.072842	258 969	-3 131.25	267 666.00	-3 870.00	259 224	48 175 331.25	2.678
	0.2	0.149358			267 666.00		259 467	47 126 396.99	2.646
	0.3	0.232466			267 666.00		259 689	46 239 074.22	2.618
	0.4	0.326374			267 666.00		259 878	45 578 931.99	2.598
	<u>0.5</u>	<u>0.436822</u>			267 666.00		260 015	<u>45 266 712.56</u>	<u>2.588</u>
	0.6	0.571213			267 666.00		260 077	45 544 817.75	2.595
	0.7	0.738619			267 666.00		260 035	47 027 758.60	2.637
	0.8	0.949864			267 666.00		259 856	51 855 658.51	2.771
	0.9	1.218672			267 666.00		259 497	72 236 390.37	3.275
<b>108</b>	0.1	0.072842	264 768	647.95	259 223.61	7 517.75	265 013	56 791 634.61	2.844
	0.2	0.149358			259 466.72		265 308	55 555 095.30	2.809
	0.3	0.232466			259 689.19		265 650	54 509 072.16	2.779
	0.4	0.326374			259 877.84		266 031	53 730 861.51	2.755
	<u>0.5</u>	<u>0.436822</u>			260 014.70		266 433	<u>53 362 800.69</u>	<u>2.742</u>
	0.6	0.571213			260 076.59		266 834	53 690 645.83	2.746
	0.7	0.738619			260 035.10		267 196	55 438 815.13	2.787
	0.8	0.949864			259 856.34		267 468	61 130 199.51	2.923
	0.9	1.218672			259 497.33		267 580	85 156 086.75	3.449

**Cuadro 4.24.** EC-AK, varianzas y cv (mínimos subrayados) de la PEA para diferentes pares (K,A) en Culiacán, trimestres 4-07 y 1-08.

Trim (t)	K	A	PEA $\hat{Y}_t$	$\frac{1}{5} \left[ y_{t,1} - \frac{1}{4} \sum_{i=2}^5 y_{t,i} \right]$	$Y_{t-1}''$	$d_{t,t-1}$	$Y_t''$	$v(Y_t'')$	cv (%)
<b>Culiacán</b>									
<b>407</b>	0.1	0.067187	304 000	1 142.05	290 931.00	9 023.75	303 672	38 072 398.58	2.032
	0.2	0.137527			290 931.00		303 348	37 463 966.37	2.018
	0.3	0.213279			290 931.00		303 030	36 974 410.51	2.007
	0.4	0.297959			290 931.00		302 722	36 649 664.43	2.000
	<u>0.5</u>	<u>0.396640</u>			290 931.00		302 430	<u>36 580 534.17</u>	<u>2.000</u>
	0.6	0.516259			290 931.00		302 162	36 959 587.16	2.012
	0.7	0.666008			290 931.00		301 929	38 289 388.66	2.049
	0.8	0.858177			290 931.00		301 744	42 324 652.82	2.156
	0.9	1.110668			290 931.00		301 628	58 998 632.15	2.547
<b>108</b>	0.1	0.067187	293 849	3 091.40	303 672.21	-12 031.75	293 836	35 676 286.20	2.033
	0.2	0.137527			303 348.01		293 768	35 106 146.09	2.017
	0.3	0.213279			303 030.00		293 653	34 647 400.77	2.004
	0.4	0.297959			302 722.18		293 507	34 343 092.80	1.997
	<u>0.5</u>	<u>0.396640</u>			302 430.36		293 350	<u>34 278 313.30</u>	<u>1.996</u>
	0.6	0.516259			302 162.44		293 214	34 633 510.33	2.007
	0.7	0.666008			301 928.94		293 142	35 879 619.87	2.043
	0.8	0.858177			301 743.88		293 192	39 660 921.93	2.148
	0.9	1.110668			301 627.71		293 455	55 285 512.99	2.534

**Cuadro 4.25.** EC-AK, varianzas y cv (mínimos subrayados) de la PNEA para diferentes pares (K,A) en Culiacán, trimestres 4-07 y 1-08.

Trim (t)	K	A	PNEA $\hat{Y}_t$	$\frac{1}{5} \left[ y_{t,1} - \frac{1}{4} \sum_{i=2}^5 y_{t,i} \right]$	$Y_{t-1}''$	$d_{t,t-1}$	$Y_t''$	$v(Y_t'')$	cv (%)
<b>Culiacán</b>									
<b>407</b>	0.1	0.063992	171 796	-1 236.60	180 900.00	-5 752.25	172 052	18 945 729.05	2.530
	0.2	0.129689			180 900.00		172 306	18 698 840.98	2.510
	0.3	0.198787			180 900.00		172 556	18 498 911.33	2.493
	0.4	0.274185			180 900.00		172 798	18 365 832.26	2.480
	<u>0.5</u>	<u>0.360422</u>			180 900.00		173 026	<u>18 343 487.08</u>	<u>2.475</u>
	0.6	0.464296			180 900.00		173 233	18 530 035.61	2.485
	0.7	0.595866			180 900.00		173 405	19 178 130.69	2.525
	0.8	0.770133			180 900.00		173 525	21 116 768.47	2.648
	0.9	1.010074			180 900.00		173 564	28 744 935.78	3.089
<b>108</b>	0.1	0.063992	182 847	-3 967.05	172 052.04	14 608.25	182 974	22 566 130.66	2.596
	0.2	0.129689			172 305.98		183 146	22 272 063.94	2.577
	0.3	0.198787			172 555.70		183 353	22 033 929.07	2.560
	0.4	0.274185			172 797.64		183 583	21 875 419.49	2.548
	<u>0.5</u>	<u>0.360422</u>			173 026.18		183 811	<u>21 848 804.29</u>	<u>2.543</u>
	0.6	0.464296			173 232.90		184 002	22 071 001.00	2.553
	0.7	0.595866			173 405.38		184 100	22 842 942.70	2.596
	0.8	0.770133			173 525.05		184 021	25 152 041.13	2.725
	0.9	1.010074			173 563.52		183 632	34 237 900.00	3.186

**Cuadro 4.26.** EC-AK, varianzas y cv (mínimos subrayados) de la PEA para diferentes pares (K,A) en Zacatecas, trimestres 4-07 y 1-08.

Trim (t)	K	A	PEA $\hat{Y}_t$	$\frac{1}{5} \left[ y_{t,1} - \frac{1}{4} \sum_{i=2}^5 y_{t,i} \right]$	$Y_{t-1}''$	$d_{t,t-1}$	$Y_t''$	$v(Y_t'')$	cv (%)
<b>Zacatecas</b>									
<b>407</b>	0.1	0.038527	109 563	- 729.30	109 285.00	- 40.75	109 503	5 191 499.37	2.081
	0.2	0.079460			109 285.00		109 441	5 150 729.23	2.074
	0.3	0.124790			109 285.00		109 376	5 119 065.41	2.069
	0.4	0.178045			109 285.00		109 306	5 098 422.18	2.066
	<u>0.5</u>	<u>0.244820</u>			109 285.00		109 225	<u>5 092 815.57</u>	<u>2.066</u>
	0.6	0.333033			109 285.00		109 129	5 115 209.31	2.072
	0.7	0.452345			109 285.00		109 010	5 224 984.63	2.097
	0.8	0.612362			109 285.00		108 861	5 730 473.21	2.199
	0.9	0.822092			109 285.00		108 677	8 788 866.79	2.728
<b>108</b>	0.1	0.038527	110 182	- 260.60	109 503.03	1 725.00	110 277	4 839 055.21	1.995
	0.2	0.079460			109 441.30		110 358	4 801 052.90	1.985
	0.3	0.124790			109 376.37		110 425	4 771 538.69	1.978
	0.4	0.178045			109 305.65		110 475	4 752 296.91	1.973
	<u>0.5</u>	<u>0.244820</u>			109 225.08		110 502	<u>4 747 070.92</u>	<u>1.972</u>
	0.6	0.333033			109 128.87		110 498	4 767 944.37	1.976
	0.7	0.452345			109 009.98		110 451	4 870 267.19	1.998
	0.8	0.612362			108 861.40		110 346	5 341 438.81	2.094
	0.9	0.822092			108 676.57		110 165	8 192 202.01	2.598

**Cuadro 4.27.** EC-AK, varianzas y cv (mínimos subrayados) de la PNEA para diferentes pares (K,A) en Zacatecas, trimestres 4-07 y 1-08.

Trim (t)	K	A	PNEA $\hat{Y}_t$	$\frac{1}{5} \left[ y_{t,1} - \frac{1}{4} \sum_{i=2}^5 y_{t,i} \right]$	$Y_{t-1}''$	$d_{t,t-1}$	$Y_t''$	$v(Y_t'')$	cv (%)
<b>Zacatecas</b>									
<b>407</b>	0.1	0.060794	71 119	540.90	69 221.00	2 610.50	71 223	4 024 715.67	2.817
	0.2	0.126109			69 221.00		71 330	3 966 325.39	2.792
	0.3	0.198305			69 221.00		71 440	3 921 377.55	2.772
	0.4	0.280995			69 221.00		71 556	3 893 367.27	2.758
	<u>0.5</u>	<u>0.379211</u>			69 221.00		71 680	<u>3 888 385.17</u>	<u>2.751</u>
	0.6	0.499332			69 221.00		71 817	3 919 853.84	2.757
	0.7	0.648840			69 221.00		71 969	4 032 278.63	2.790
	0.8	0.836699			69 221.00		72 142	4 425 141.82	2.916
	0.9	1.077702			69 221.00		72 343	6 414 122.25	3.501
<b>108</b>	0.1	0.060794	71 209	160.30	71 223.13	- 484.25	71 172	3 908 263.74	2.778
	0.2	0.126109			71 329.71		71 157	3 851 562.93	2.758
	0.3	0.198305			71 440.01		71 165	3 807 915.63	2.742
	0.4	0.280995			71 555.99		71 199	3 780 715.80	2.731
	<u>0.5</u>	<u>0.379211</u>			71 680.37		71 263	<u>3 775 877.86</u>	<u>2.727</u>
	0.6	0.499332			71 816.59		71 363	3 806 436.01	2.734
	0.7	0.648840			71 968.71		71 506	3 915 607.87	2.767
	0.8	0.836699			72 141.57		71 702	4 297 103.88	2.891
	0.9	1.077702			72 343.18		71 967	6 228 534.75	3.468

En estos últimos cuadros son presentados todos los términos utilizados para el cálculo de las EC-AK de la PEA y PNEA; estimaciones de nivel, términos de ajuste, EC-AK del trimestre anterior y estimaciones del cambio. Así como, la estimación de la varianza y del coeficiente de variación para distintos pares de valores (K,A) en los trimestres 4-07 y 1-08; se asume para el trimestre 3-07 que  $Y_{3-07}'' = \hat{Y}_{3-07}$ . En cuanto a la estimación del cambio es obtenida con la expresión (3.11) y el término de ajuste, con la expresión del segundo paréntesis en la ecuación (3.10). Por su parte los coeficientes de variación, son los cocientes resultantes de dividir la raíz cuadrada de la medida de dispersión para la estimación de nivel de la característica entre esta última, multiplicada por 100.

Con la información anterior es posible identificar el par de valores óptimos (K,A), que minimizan la varianza del EC-AK para las características de interés; en cuanto al parámetro A para la PEA y PNEA únicamente en Culiacán estas cifras son próximas; en relación al parámetro K se puede notar que a excepción de la PEA en Mérida, todos los demás casos tienen como valor óptimo de K a 0.5. Nótese también que las cifras de la varianza son bastante próximas para K en el intervalo de 0.2 a 0.6.

Dado que el EC-AK es sesgado, es necesario calcular su error cuadrático medio para compararlo con la varianza de la estimación de nivel, considerada insesgada; con este fin y el de conocer el comportamiento de los sesgos  $\alpha_i$ , estos se estimaron con la expresión (3.28) en cada trimestre de los años 2005, 2006 y 2007; los sesgos a utilizar para estimar el sesgo de la EC-AK son  $\hat{\alpha}_1$  y  $\hat{\alpha}_5$ , es decir, sus valores promedio serán considerados como parámetros; en los siguientes cuadros aparecen dichas estimaciones para cada una de las Ciudades:



Cuadro 4.28. Sesgos estimados por trimestre de la PEA y PNEA para Mérida.

<b>Merida</b>										
Trim (T)	PEA					PNEA				
	$\hat{\alpha}_i = y_{t,i} - \hat{Y}_t$					$\hat{\alpha}_i = y_{t,i} - \hat{Y}_t$				
	Número de Entrevistas (i)					Número de Entrevistas (i)				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
T 105	19,585	2,064	-13,490	-23,039	14,882	1,688	-2,212	-5,127	26,254	-20,605
T 205	7,852	9,861	5,650	-7,431	-15,933	-3,940	8,173	-4,997	-17,331	18,095
T 305	5,119	6,775	5,986	-2,807	-15,075	-14	811	11,690	344	-12,830
T 405	15,530	5,020	-1,172	-7,044	-12,336	-18,724	-3,504	2,144	10,467	9,617
T 106	-13,934	10,841	-2,482	8,087	-2,510	3,262	-12,376	8,204	-9,225	10,133
T 206	7,734	-21,226	-501	2,718	11,274	2,224	9,977	-675	-30	-11,498
T 306	-6,370	-4,097	-9,612	20,363	-282	5,325	5,641	-145	-20,984	10,163
T 406	3,026	-2,310	8,458	-8,955	-221	-11,233	1,562	2,610	8,484	-1,425
T 107	28,128	-2,143	-5,202	-4,951	-15,831	-26,756	-2,624	974	9,315	19,091
T 207	9,814	19,876	-11,813	-4,052	-13,827	12,189	-31,053	3,754	-718	15,826
T 307	-2,084	16,009	7,306	-4,144	-17,085	9,931	4,276	-15,416	-5,574	6,781
T 407	-2,928	-11,249	10,456	17,986	-14,265	-12,525	20,326	4,719	-21,986	9,466
$\sum \alpha/n$	<b>5,956</b>	<b>2,452</b>	<b>-535</b>	<b>-1,106</b>	<b>-6,767</b>	<b>-3,214</b>	<b>-83</b>	<b>645</b>	<b>-1,748</b>	<b>4,401</b>

Nota: n=12

Cuadro 4.29. Sesgos estimados por trimestre de la PEA y PNEA para Culiacán.

<b>Culiacán</b>										
Trim (T)	PEA					PNEA				
	$\hat{\alpha}_i = y_{t,i} - \hat{Y}_t$					$\hat{\alpha}_i = y_{t,i} - \hat{Y}_t$				
	Número de Entrevistas (i)					Número de Entrevistas (i)				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
T 105	-2,513	3,059	7,879	3,656	-12,080	7,821	4,091	-12,500	-4,496	5,083
T 205	-6,174	2,615	2,680	-1,743	2,623	-842	4,486	3,571	-3,449	-3,765
T 305	-5,574	10,220	-1,757	-2,596	-291	82	-9,974	6,537	7,642	-4,288
T 405	-1,704	-12,875	10,790	251	3,539	1,612	4,833	-12,993	2,148	4,400
T 106	3,937	3,730	-4,674	4,939	-7,933	7,933	-7,026	-940	-13,551	13,584
T 206	-1,856	1,970	-1,789	-312	1,985	-1,201	6,259	1,448	1,149	-7,656
T 306	9,565	-1,203	1,609	-7,548	-2,421	-10,486	-3,195	6,727	5,786	1,170
T 406	4,879	9,776	-4,795	-4,394	-5,466	-8,939	-9,420	2,506	13,261	2,592
T 107	-1,377	-1,130	3,188	1,572	-2,251	-10,970	1,587	1,927	-5,671	13,125
T 207	-5,656	8,136	-2,373	1,614	-1,720	12,008	-17,578	2,418	1,382	1,770
T 307	2,042	12,186	1,338	-3,954	-11,612	-334	-8,674	-6,045	6,594	8,459
T 407	4,568	-14,537	3,015	2,113	4,840	-4,946	10,494	2,323	-6,231	-1,638
$\sum \alpha/n$	<b>11</b>	<b>1,829</b>	<b>1,259</b>	<b>-534</b>	<b>-2,566</b>	<b>-688</b>	<b>-2,010</b>	<b>-418</b>	<b>380</b>	<b>2,736</b>

Nota: n=12

Cuadro 4.30. Sesgos estimados por trimestre de la PEA y PNEA para Zacatecas.

<b>Zacatecas</b>										
Trim (T)	PEA					PNEA				
	$\hat{\alpha}_i = y_{t,i} - \hat{Y}_t$					$\hat{\alpha}_i = y_{t,i} - \hat{Y}_t$				
	Número de Entrevistas (i)					Número de Entrevistas (i)				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
T 105	-1,159	904	-1,275	-987	2,516	13	330	1,218	-3,332	1,770
T 205	-917	-211	329	2,286	-1,488	3,979	-1,729	1,617	-1,138	-2,727
T 305	2,474	1,217	-1,985	192	-1,898	-3,273	-276	-1,821	2,896	2,474
T 405	3,006	2,335	110	-2,068	-3,383	-7,325	459	1,875	1,183	3,808
T 106	-287	965	2,767	-1,164	-2,282	-1,930	-3,172	1,700	3,343	61
T 206	2,125	-654	-1,539	609	-539	-4,988	-1,479	-1,340	4,585	3,220
T 306	-234	1,038	-378	-347	-78	2,500	-3,418	-591	-2,725	4,232
T 406	1,102	-1,548	2,258	-744	-1,069	-102	4,294	-3,773	1,450	-1,870
T 107	242	-113	-3,637	1,366	2,144	-1,984	-56	5,324	-473	-2,809
T 207	-1,546	1,339	3,089	-7,351	4,470	4,148	-4,611	-1,002	5,956	-4,493
T 307	-772	1,846	2,210	909	-4,192	-996	2,155	-5,229	-942	5,014
T 407	-2,917	-1,315	-1,328	2,180	3,381	2,164	-488	5,019	-5,040	-1,653
$\sum \alpha/n$	<b>93</b>	<b>484</b>	<b>52</b>	<b>-427</b>	<b>-202</b>	<b>-650</b>	<b>-666</b>	<b>250</b>	<b>480</b>	<b>586</b>

Nota: n=12

Una vez obtenidas las estimaciones de los sesgos por grupo de rotación para la *i*-ésima entrevista, se está en posibilidades de estimar el error cuadrático medio expresión (3.38) de las EC-AK para la PEA y PNEA, con el siguiente estimador:

$$ecm(Y_t'') = v(Y_t'') + \left[ \frac{K(\hat{\alpha}_5 - \hat{\alpha}_1) + A\hat{\alpha}_1}{4(1-K)} \right]^2$$

cuyas estimaciones son presentadas en los siguientes cuadros:

**Cuadro 4.31.** Estims. de nivel, EC-AK, var. (mín. subrayada), ecm (mín.negrita) y cv de la PEA para diferentes pares (K, A) en Mérida.

Trim. t	$\hat{Y}_t$	$\sqrt{v(\hat{Y}_t)}$	K	A	$Y_t''$	$v(Y_t'')$	sesgo <sup>2</sup>	ecm( $Y_t''$ )	$\sqrt{ecm(Y_t'')}$	cv (%)	
<b>Mérida</b>					<b>PEA</b>						
<b>407</b>	439 966	9 607								2.183	
			0.1	0.055778	439 571	90 999 639.15	68 197.43	91 067 836.59	9 543	2.171	
			0.2	0.114762	439 174	89 928 156.23	338 272.72	90 266 428.95	9 501	2.163	
			<b>0.3</b>	<b>0.179285</b>	438 773	89 107 558.06	964 043.84	<b>90 071 601.90</b>	9 491	2.163	
			<u>0.4</u>	<u>0.252960</u>	438 365	<u>88 620 534.73</u>	2 228 467.63	90 849 002.36	9 531	2.174	
			0.5	0.341007	437 947	88 624 023.87	4 688 664.74	93 312 688.61	9 660	2.206	
			0.6	0.450496	437 512	89 472 088.46	9 574 724.65	99 046 813.11	9 952	2.275	
			0.7	0.590621	437 056	92 259 335.78	20 164 913.17	112 424 248.95	10 603	2.426	
			0.8	0.773587	436 568	101 495 528.93	48 497 927.43	149 993 456.36	12 247	2.805	
			0.9	1.018371	436 035	145 325 783.58	181 282 012.45	326 607 796.03	18 072	4.145	
<b>108</b>	435 321	8 839								2.030	
			0.1	0.055778	435 024	77 033 035.93	68 197.43	77 101 233.36	8 781	2.018	
			0.2	0.114762	434 641	76 126 003.95	338 272.72	76 464 276.67	8 744	2.012	
			<b>0.3</b>	<b>0.179285</b>	434 164	75 431 351.00	964 043.84	<b>76 395 394.84</b>	8 740	2.013	
			<u>0.4</u>	<u>0.252960</u>	433 584	<u>75 019 075.90</u>	2 228 467.63	77 247 543.52	8 789	2.027	
			0.5	0.341007	432 885	75 022 029.52	4 688 664.74	79 710 694.26	8 928	2.062	
			0.6	0.450496	432 045	75 739 933.36	9 574 724.65	85 314 658.01	9 237	2.138	
			0.7	0.590621	431 033	78 099 394.61	20 164 913.17	98 264 307.78	9 913	2.300	
			0.8	0.773587	429 809	85 918 019.01	48 497 927.43	134 415 946.44	11 594	2.697	
			0.9	1.018371	428 308	123 021 216.49	181 282 012.45	304 303 228.94	17 444	4.073	

**Cuadro 4.32.** Estims. de nivel, EC-AK, var. (mín. subrayada), ecm (mín.negrita) y cv de la PNEA para diferentes pares (K, A) en Mérida.

Trim. t	$\hat{Y}_t$	$\sqrt{v(\hat{Y}_t)}$	K	A	$Y_t''$	$v(Y_t'')$	sesgo <sup>2</sup>	ecm( $Y_t''$ )	$\sqrt{ecm(Y_t'')}$	cv (%)	
<b>Mérida</b>					<b>PNEA</b>						
<b>407</b>	258 969	7 025								2.713	
			0.1	0.072842	259 224	48 175 331.25	21 464.46	48 196 795.71	6 942	2.678	
			0.2	0.149358	259 467	47 126 396.99	106 244.46	47 232 641.46	6 873	2.649	
			0.3	0.232466	259 689	46 239 074.22	301 508.86	46 540 583.08	6 822	2.627	
			<b>0.4</b>	<b>0.326374</b>	259 878	45 578 931.99	692 495.22	<b>46 271 427.21</b>	6 802	2.618	
			<u>0.5</u>	<u>0.436822</u>	260 015	<u>45 266 712.56</u>	1 444 496.10	46 711 208.67	6 835	2.629	
			0.6	0.571213	260 077	45 544 817.75	2 918 413.03	48 463 230.78	6 962	2.677	
			0.7	0.738619	260 035	47 027 758.60	6 071 355.64	53 099 114.24	7 287	2.802	
			0.8	0.949864	259 856	51 855 658.51	14 434 130.89	66 289 789.40	8 142	3.133	
			0.9	1.218672	259 497	72 236 390.37	53 909 693.64	126 146 084.01	11 231	4.328	
<b>108</b>	264 768	7 628								2.881	
			0.1	0.072842	265 013	56 791 634.61	21 464.46	56 813 099.07	7 537	2.844	
			0.2	0.149358	265 308	55 555 095.30	106 244.46	55 661 339.76	7 461	2.812	
			0.3	0.232466	265 650	54 509 072.16	301 508.86	54 810 581.03	7 403	2.787	
			<b>0.4</b>	<b>0.326374</b>	266 031	53 730 861.51	692 495.22	<b>54 423 356.72</b>	7 377	2.773	
			<u>0.5</u>	<u>0.436822</u>	266 433	<u>53 362 800.69</u>	1 444 496.10	54 807 296.80	7 403	2.779	
			0.6	0.571213	266 834	53 690 645.83	2 918 413.03	56 609 058.86	7 524	2.820	
			0.7	0.738619	267 196	55 438 815.13	6 071 355.64	61 510 170.77	7 843	2.935	
			0.8	0.949864	267 468	61 130 199.51	14 434 130.89	75 564 330.39	8 693	3.250	
			0.9	1.218672	267 580	85 156 086.75	53 909 693.64	139 065 780.40	11 793	4.407	

**Cuadro 4.33.** Estims. de nivel, EC-AK, var. (mín. subrayada), ecm (mín.negrita) y cv de la PEA para diferentes pares (K, A) en Culiacán.

Trim. t	$\hat{Y}_t$	$\sqrt{v(\hat{Y}_t)}$	K	A	$Y_t''$	$v(Y_t'')$	sesgo <sup>2</sup>	ecm( $Y_t''$ )	$\sqrt{\text{ecm}(Y_t'')}$	cv (%)
<b>Culiacán</b>			<b>PEA</b>							
<b>407</b>	304 000	6 227								2.048
			0.1	0.067187	303 672	38 072 398.58	5 093.98	38 077 492.56	6 171	2.032
			0.2	0.137527	303 348	37 463 966.37	25 784.70	37 489 751.07	6 123	2.018
			0.3	0.213279	303 030	36 974 410.51	75 759.89	37 050 170.40	6 087	2.009
			<b>0.4</b>	<b>0.297959</b>	302 722	36 649 664.43	183 265.36	<b>36 832 929.80</b>	6 069	2.005
			<u>0.5</u>	<u>0.396640</u>	302 430	<u>36 580 534.17</u>	412 171.29	36 992 705.47	6 082	2.011
			0.6	0.516259	302 162	36 959 587.16	926 836.62	37 886 423.78	6 155	2.037
			0.7	0.666008	301 929	38 289 388.66	2 240 916.71	40 530 305.37	6 366	2.109
			0.8	0.858177	301 744	42 324 652.82	6 578 508.72	48 903 161.55	6 993	2.318
			0.9	1.110668	301 628	58 998 632.15	33 256 297.70	92 254 929.84	9 605	3.184
<b>108</b>	293 849	6 028								2.051
			0.1	0.067187	293 836	35 676 286.20	5 093.98	35 681 380.18	5 973	2.033
			0.2	0.137527	293 768	35 106 146.09	25 784.70	35 131 930.79	5 927	2.018
			0.3	0.213279	293 653	34 647 400.77	75 759.89	34 723 160.65	5 893	2.007
			<b>0.4</b>	<b>0.297959</b>	293 507	34 343 092.80	183 265.36	<b>34 526 358.17</b>	5 876	2.002
			<u>0.5</u>	<u>0.396640</u>	293 350	<u>34 278 313.30</u>	412 171.29	34 690 484.60	5 890	2.008
			0.6	0.516259	293 214	34 633 510.33	926 836.62	35 560 346.95	5 963	2.034
			0.7	0.666008	293 142	35 879 619.87	2 240 916.71	38 120 536.58	6 174	2.106
			0.8	0.858177	293 192	39 660 921.93	6 578 508.72	46 239 430.65	6 800	2.319
			0.9	1.110668	293 455	55 285 512.99	33 256 297.70	88 541 810.69	9 410	3.207

**Cuadro 4.34.** Estims. de nivel, EC-AK, var. (mín. subrayada), ecm (mín.negrita) y cv de la PNEA para diferentes pares (K, A) en Culiacán.

Trim. t	$\hat{Y}_t$	$\sqrt{v(\hat{Y}_t)}$	K	A	$Y_t''$	$v(Y_t'')$	sesgo <sup>2</sup>	ecm( $Y_t''$ )	$\sqrt{\text{ecm}(Y_t'')}$	cv (%)
<b>Culiacán</b>			<b>PNEA</b>							
<b>407</b>	171 796	4 386								2.553
			0.1	0.063992	172 052	18 945 729.05	6 871.71	18 952 600.76	4 353	2.530
			0.2	0.129689	172 306	18 698 840.98	34 651.33	18 733 492.31	4 328	2.512
			<b>0.3</b>	<b>0.198787</b>	172 556	18 498 911.33	101 166.06	<b>18 600 077.39</b>	4 313	2.499
			0.4	0.274185	172 798	18 365 832.26	242 210.38	18 608 042.64	4 314	2.496
			<u>0.5</u>	<u>0.360422</u>	173 026	<u>18 343 487.08</u>	536 018.82	18 879 505.90	4 345	2.511
			0.6	0.464296	173 233	18 530 035.61	1 176 183.91	19 706 219.52	4 439	2.563
			0.7	0.595866	173 405	19 178 130.69	2 742 141.68	21 920 272.37	4 682	2.700
			0.8	0.770133	173 525	21 116 768.47	7 628 851.82	28 745 620.28	5 361	3.090
			0.9	1.010074	173 564	28 744 935.78	35 608 491.79	64 353 427.57	8 022	4.622
<b>108</b>	182 847	4 786								2.617
			0.1	0.063992	182 974	22 566 130.66	6 871.71	22 573 002.38	4 751	2.597
			0.2	0.129689	183 146	22 272 063.94	34 651.33	22 306 715.28	4 723	2.579
			0.3	0.198787	183 353	22 033 929.07	101 166.06	22 135 095.13	4 705	2.566
			<b>0.4</b>	<b>0.274185</b>	183 583	21 875 419.49	242 210.38	<b>22 117 629.87</b>	4 703	2.562
			<u>0.5</u>	<u>0.360422</u>	183 811	<u>21 848 804.29</u>	536 018.82	22 384 823.11	4 731	2.574
			0.6	0.464296	184 002	22 071 001.00	1 176 183.91	23 247 184.90	4 822	2.620
			0.7	0.595866	184 100	22 842 942.70	2 742 141.68	25 585 084.38	5 058	2.748
			0.8	0.770133	184 021	25 152 041.13	7 628 851.82	32 780 892.95	5 725	3.111
			0.9	1.010074	183 632	34 237 900.00	35 608 491.79	69 846 391.80	8 357	4.551

**Cuadro 4.35.** Estims. de nivel, EC-AK, var. (mín. subrayada), ecm (mín.negrita) y cv de la PEA para diferentes pares (K, A) en Zacatecas.

Trim. t	$\hat{Y}_t$	$\sqrt{v(\hat{Y}_t)}$	K	A	$Y_t''$	$v(Y_t'')$	sesgo <sup>2</sup>	ecm( $Y_t''$ )	$\sqrt{\text{ecm}(Y_t'')}$	cv (%)
<b>Zacatecas</b>			<b>PEA</b>							
<b>407</b>	109 563	2 289								2.089
			0.1	0.038527	109 503	5 191 499.37	51.66	5 191 551.03	2 278	2.081
			0.2	0.079460	109 441	5 150 729.23	259.27	5 150 988.50	2 270	2.074
			0.3	0.124790	109 376	5 119 065.41	751.69	5 119 817.10	2 263	2.069
			0.4	0.178045	109 306	5 098 422.18	1 780.57	5 100 202.75	2 258	2.066
			<b>0.5</b>	<b>0.244820</b>	109 225	<b>5 092 815.57</b>	3 876.27	<b>5 096 691.84</b>	2 258	2.067
			0.6	0.333033	109 129	5 115 209.31	8 300.62	5 123 509.93	2 264	2.074
			0.7	0.452345	109 010	5 224 984.63	18 708.02	5 243 692.65	2 290	2.101
			0.8	0.612362	108 861	5 730 473.21	49 900.19	5 780 373.40	2 404	2.209
			0.9	0.822092	108 677	8 788 866.79	222 446.04	9 011 312.83	3 002	2.762
<b>108</b>	110 182	2 210								2.006
			0.1	0.038527	110 277	4 839 055.21	51.66	4 839 106.86	2 200	1.995
			0.2	0.079460	110 358	4 801 052.90	259.27	4 801 312.16	2 191	1.986
			0.3	0.124790	110 425	4 771 538.69	751.69	4 772 290.38	2 185	1.978
			0.4	0.178045	110 475	4 752 296.91	1 780.57	4 754 077.47	2 180	1.974
			<b>0.5</b>	<b>0.244820</b>	110 502	<b>4 747 070.92</b>	3 876.27	<b>4 750 947.19</b>	2 180	1.973
			0.6	0.333033	110 498	4 767 944.37	8 300.62	4 776 244.99	2 185	1.978
			0.7	0.452345	110 451	4 870 267.19	18 708.02	4 888 975.21	2 211	2.002
			0.8	0.612362	110 346	5 341 438.81	49 900.19	5 391 338.99	2 322	2.104
			0.9	0.822092	110 165	8 192 202.01	222 446.04	8 414 648.05	2 901	2.633

**Cuadro 4.36.** Estims de nivel, EC-AK, var. (mín. subrayada), ecm (mín.negrita) y cv de la PNEA para diferentes pares (K, A) en Zacatecas

Trim. t	$\hat{Y}_t$	$\sqrt{v(\hat{Y}_t)}$	K	A	$Y_t''$	$v(Y_t'')$	sesgo <sup>2</sup>	ecm( $Y_t''$ )	$\sqrt{\text{ecm}(Y_t'')}$	cv (%)
<b>Zacatecas</b>			<b>PNEA</b>							
<b>407</b>	71 119	2 024								2.845
			0.1	0.060794	71 223	4 024 715.67	544.71	4 025 260.38	2 006	2.817
			0.2	0.126109	71 330	3 966 325.39	2 662.07	3 968 987.45	1 992	2.793
			0.3	0.198305	71 440	3 921 377.55	7 452.58	3 928 830.13	1 982	2.775
			<b>0.4</b>	<b>0.280995</b>	71 556	3 893 367.27	16 847.79	<b>3 910 215.06</b>	1 977	2.763
			<u>0.5</u>	<u>0.379211</u>	71 680	<u>3 888 385.17</u>	34 453.20	3 922 838.37	1 981	2.763
			0.6	0.499332	71 817	3 919 853.84	67 833.30	3 987 687.14	1 997	2.781
			0.7	0.648840	71 969	4 032 278.63	136 354.87	4 168 633.50	2 042	2.837
			0.8	0.836699	72 142	4 425 141.82	308 861.92	4 734 003.74	2 176	3.016
			0.9	1.077702	72 343	6 414 122.25	1 058 695.03	7 472 817.28	2 734	3.779
<b>108</b>	71 209	1 994								2.800
			0.1	0.060794	71 172	3 908 263.74	544.71	3 908 808.45	1 977	2.778
			0.2	0.126109	71 157	3 851 562.93	2 662.07	3 854 225.00	1 963	2.759
			0.3	0.198305	71 165	3 807 915.63	7 452.58	3 815 368.21	1 953	2.745
			<b>0.4</b>	<b>0.280995</b>	71 199	3 780 715.80	16 847.79	<b>3 797 563.60</b>	1 949	2.737
			<u>0.5</u>	<u>0.379211</u>	71 263	<u>3 775 877.86</u>	34 453.20	3 810 331.06	1 952	2.739
			0.6	0.499332	71 363	3 806 436.01	67 833.30	3 874 269.30	1 968	2.758
			0.7	0.648840	71 506	3 915 607.87	136 354.87	4 051 962.74	2 013	2.815
			0.8	0.836699	71 702	4 297 103.88	308 861.92	4 605 965.80	2 146	2.993
			0.9	1.077702	71 967	6 228 534.75	1 058 695.03	7 287 229.78	2 699	3.751

En los cuadros anteriores, se observan en las columnas 2 y 3 la estimación de nivel trimestral de la característica de interés y su error estándar, para los trimestres 4-07 y 1-08; la estimación del coeficiente de variación puesta en porcentaje, está en la última columna al principio de cada bloque de coeficientes de variación, correspondientes a las EC-AK para cada par (K, A). También son presentados los sesgos elevados al cuadrado, estimaciones de los errores cuadráticos medios y sus raíces cuadradas.

Nótese en este último bloque de cuadros, que las estimaciones mínimas de la varianza y el error cuadrático medio para las EC-AK son muy próximas en cada una de las características. Así que para Mérida donde a la PEA le corresponde  $K=0.4$  y a la PNEA  $K=0.5$  (varianza mínima; véanse cuadros 4.31 y 4.32) se puede asignar como valor óptimo global de  $K$  al 0.4, dado que el menor efecto del sesgo tiende hacia valores de  $K$  menores a 0.5; en relación a los valores de  $A$  estos tienen una diferencia de 7 centésimas, numéricamente se podría convenir el valor promedio de 0.289667 para ambas características sin que esto represente algún incremento importante en la varianza o el error cuadrático medio; ya que este valor de  $A$  representa pasar de  $K=0.4$  a aproximadamente 0.35 y 0.44 para la PNEA y PEA respectivamente. En Culiacán el valor óptimo global para el parámetro  $k$  sería 0.5 dado que el efecto del sesgo se puede considerar poco importante (véanse cuadros 4.33 y 4.34); en esta ciudad los valores de  $A$  para la PEA y PNEA tienen tan solo una diferencia de 3 centésimas; por lo que se podría optar por escoger uno de los dos valores o su valor promedio de 0.378531. Para Zacatecas sin ningún problema el valor óptimo global de  $K$  sería 0.5; la diferencia entre sus valores de  $A$  es de 13 centésimas, la mayor de las tres ciudades, en este caso escoger uno de los dos valores significaría incluso un cambio en el valor de  $K$ ; por ejemplo escoger el valor  $A$  de la PEA como el global, significaría llevar el valor de  $K$  en la PNEA hacia aproximadamente 0.35; si se utiliza el valor promedio 0.3120155 el valor de  $K$  en la PEA y PNEA pasaría de 0.5 a aproximadamente 0.575 y 0.425 respectivamente; por lo que se podría convenir escoger  $K=0.5$  y  $A=0.3120155$  con base en que las varianzas mínimas y errores cuadráticos medios menores están muy próximos a estos valores parametrales.

En los siguientes cuadros son presentadas las EC-AK con mínima varianza de la PEA y PNEA resaltados; así como valores de los parámetros ( $K,A$ ) acordados, acompañados de las EC-AK, varianzas, errores cuadráticos medios y coeficientes de variación, resultantes de su aplicación.

**Cuadro 4.37.** Valores óptimos del par ( $K, A$ ) (negritas) para Mérida.

Trim (t)	K	A	$Y_t''$	$v(Y_t'')$	$cv_v(\%)$	sesgo <sup>2</sup>	$ecm(Y_t'')$	$cv_e(\%)$
<b>Mérida</b>								
<b>PEA</b>								
4-07	<b>0.4</b>	<b>0.252960</b>	438 365	88 620 535	2.147	2 228 468	90 849 002	2.174
1-08	<b>0.4</b>	<b>0.252960</b>	433 584	75 019 076	1.998	2 228 468	77 247 544	2.027
<b>PNEA</b>								
4-07	<b>0.5</b>	<b>0.436822</b>	260 015	45 266 713	2.588	1 444 496	46 711 209	2.629
1-08	<b>0.5</b>	<b>0.436822</b>	266 433	53 362 801	2.742	1 444 496	54 807 297	2.779
<b>PEA</b>								
4-07	0.4	0.289667	438 338	88 653 131	2.148	1 964 792	90 617 924	2.172
1-08	0.4	0.289667	433 491	75 046 670	1.998	1 964 792	77 011 462	2.024
<b>PNEA</b>								
4-07	0.4	0.289667	259 993	45 597 393	2.597	776 731	46 374 124	2.619
1-08	0.4	0.289667	266 053	53 752 624	2.756	776 731	54 529 355	2.776

Como se puede observar en el cuadro anterior, para Mérida los valores de K y A difieren en la PEA y PNEA (datos resaltados), causando con esto que se pierda aditividad en estas características, es decir, que estas no sumen a una válida estimación de la población de 14 años y más (P14), aunque esta, no haya sido considerada para la aplicación del EC-AK. Por esta razón y las mencionadas en la página anterior, considerando  $K=0.4$  y  $A=0.289667$  (promedio) es posible conservar esta propiedad sin que esto signifique pérdida de precisión y tampoco un cambio importante en las EC-AK de las características de interés.

**Cuadro 4.38.** Valores óptimos del par (K, A) (negritas) para Culiacán.

Trim (t)	K	A	$Y_t''$	$v(Y_t'')$	$cv_v(\%)$	sesgo <sup>2</sup>	$ecm(Y_t'')$	$cv_e(\%)$
<b>Culiacán</b>								
<b>PEA</b>								
4-07	<b>0.5</b>	<b>0.396640</b>	302 430	36 580 534	2.000	412 171	36 992 705	2.011
1-08	<b>0.5</b>	<b>0.396640</b>	293 350	34 278 313	1.996	412 171	34 690 485	2.008
<b>PNEA</b>								
4-07	<b>0.5</b>	<b>0.360422</b>	173 026	18 343 487	2.475	536 019	18 879 506	2.511
1-08	<b>0.5</b>	<b>0.360422</b>	183 811	21 848 804	2.543	536 019	22 384 823	2.574
<b>PEA</b>								
4-07	0.5	0.378531	302 410	36 584 278	2.000	412 303	36 996 581	2.011
1-08	0.5	0.378531	293 284	34 281 822	1.996	412 303	34 694 124	2.008
<b>PNEA</b>								
4-07	0.5	0.378531	173 004	18 345 332	2.476	526 929	18 872 261	2.511
1-08	0.5	0.378531	183 728	21 851 001	2.544	526 929	22 377 931	2.575
<b>PEA</b>								
4-07	0.5	0.360422	302 389	36 595 510	2.001	412 434	37 007 944	2.012
1-08	0.5	0.360422	293 217	34 292 346	1.997	412 434	34 704 781	2.009
<b>PNEA</b>								
4-07	0.5	0.360422	173 026	18 343 487	2.475	536 019	18 879 506	2.511
1-08	0.5	0.360422	183 811	21 848 804	2.543	536 019	22 384 823	2.574
<b>PEA</b>								
4-07	0.5	0.396640	302 430	36 580 534	2.000	412 171	36 992 705	2.011
1-08	0.5	0.396640	293 350	34 278 313	1.996	412 171	34 690 485	2.008
<b>PNEA</b>								
4-07	0.5	0.396640	172 981	18 350 865	2.476	517 918	18 868 783	2.511
1-08	0.5	0.396640	183 645	21 857 593	2.546	517 918	22 375 510	2.576

En el caso de Culiacán la PEA y PNEA comparten el valor de  $K=0.5$  y sus valores para A están muy próximos. Con el fin de homogenizar el valor de A, se presento en el cuadro 4.38 las EC-AK sus varianzas, errores cuadráticos medios y coeficientes de variación obtenidos, al considerar el valor promedio de A para la PEA y PNEA, el valor de la PNEA y el de la PEA para ambas, en ese orden; dado que varianzas y errores cuadráticos son muy parecidos, basándose en el menor cambio entre las EC-AK con mínima varianza y las demás; se prefieren las estimaciones generadas por el valor promedio de A.

**Cuadro 4.39.** Valores óptimos del par (K, A) (negritas) para Zacatecas.

Trim (t)	K	A	$Y_t''$	$v(Y_t'')$	$cv_v(\%)$	sesgo <sup>2</sup>	$ecm(Y_t'')$	$cv_e(\%)$
<b>Zacatecas</b>								
<b>PEA</b>								
4-07	<b>0.5</b>	<b>0.244820</b>	109 225	5 092 816	2.066	3 876	5 096 692	2.067
1-08	<b>0.5</b>	<b>0.244820</b>	110 502	4 747 071	1.972	3 876	4 750 947	1.973
<b>PNEA</b>								
4-07	<b>0.5</b>	<b>0.379211</b>	71 680	3 888 385	2.751	34 453	3 922 838	2.763
1-08	<b>0.5</b>	<b>0.379211</b>	71 263	3 775 878	2.727	34 453	3 810 331	2.739
<b>PEA</b>								
4-07	0.5	0.312016	109 176	5 098 873	2.068	3 497	5 102 370	2.069
1-08	0.5	0.312016	110 460	4 752 717	1.974	3 497	4 756 214	1.974
<b>PNEA</b>								
4-07	0.5	0.312016	71 644	3 893 583	2.754	43 031	3 936 614	2.769
1-08	0.5	0.312016	71 234	3 780 925	2.730	43 031	3 823 956	2.745

Para Zacatecas (cuadro 4.39) a pesar de que los valores A para la PEA y PNEA difieren un poco más de una decima, su valor promedio no causa ningún incremento importante en la varianza, ni en el error cuadrático; además de que las EC-AK obtenidas están demasiado próximas a las de mínima varianza.

Con el fin de comparar de la mejor forma posible al EC-AK con el estimador de nivel trimestral, al primero se le estimo el error cuadrático medio para así poder compararlo con la varianza del estimador de nivel. A continuación son presentadas las estimaciones de ambos estimadores y sus medidas de dispersión.

**Cuadro 4.40.** Estimaciones de nivel, parámetros (K, A) convenidos, EC-AK y sus precisiones estadísticas.

Trim (t)	Estimaciones de Nivel			Estimaciones Compuestas AK							Dif. (%)*
	$\hat{Y}_t$	$v(\hat{Y}_t)$	$cv(\%)$	K	A	$Y_t''$	$v(Y_t'')$	$cv_v(\%)$	$ecm(Y_t'')$	$cv_e(\%)$	
<b>Mérida</b>											
<b>PEA</b>											
4-07	<b>439 966</b>	92 286 197	<b>2.183</b>	0.4	0.289667	<b>438 338</b>	88 653 131	<b>2.148</b>	90 617 924	<b>2.172</b>	-1.808
1-08	<b>435 321</b>	78 122 133	<b>2.030</b>	0.4	0.289667	<b>433 491</b>	75 046 670	<b>1.998</b>	77 011 462	<b>2.024</b>	-1.422
<b>PNEA</b>											
4-07	<b>258 969</b>	49 355 059	<b>2.713</b>	0.4	0.289667	<b>259 993</b>	45 597 393	<b>2.597</b>	46 374 124	<b>2.619</b>	-6.040
1-08	<b>264 768</b>	58 182 360	<b>2.881</b>	0.4	0.289667	<b>266 053</b>	53 752 624	<b>2.756</b>	54 529 355	<b>2.776</b>	-6.279
<b>Culiacán</b>											
<b>PEA</b>											
4-07	<b>304 000</b>	38 780 659	<b>2.048</b>	0.5	0.378531	<b>302 410</b>	36 584 278	<b>2.000</b>	36 996 581	<b>2.011</b>	-4.600
1-08	<b>293 849</b>	36 339 972	<b>2.051</b>	0.5	0.378531	<b>293 284</b>	34 281 822	<b>1.996</b>	34 694 124	<b>2.008</b>	-4.529
<b>PNEA</b>											
4-07	<b>171 796</b>	19 233 205	<b>2.553</b>	0.5	0.378531	<b>173 004</b>	18 345 332	<b>2.476</b>	18 872 261	<b>2.511</b>	-1.877
1-08	<b>182 847</b>	22 908 541	<b>2.618</b>	0.5	0.378531	<b>183 728</b>	21 851 001	<b>2.544</b>	22 377 931	<b>2.575</b>	-2.316
<b>Zacatecas</b>											
<b>PEA</b>											
4-07	<b>109 563</b>	5 240 809	<b>2.089</b>	0.5	0.312016	<b>109 176</b>	5 098 873	<b>2.068</b>	5 102 370	<b>2.069</b>	-2.642
1-08	<b>110 182</b>	4 885 017	<b>2.006</b>	0.5	0.312016	<b>110 460</b>	4 752 717	<b>1.974</b>	4 756 214	<b>1.974</b>	-2.637
<b>PNEA</b>											
4-07	<b>71 119</b>	4 094 860	<b>2.845</b>	0.5	0.312016	<b>71 644</b>	3 893 583	<b>2.754</b>	3 936 614	<b>2.769</b>	-3.865
1-08	<b>71 209</b>	3 976 379	<b>2.800</b>	0.5	0.312016	<b>71 234</b>	3 780 925	<b>2.730</b>	3 823 956	<b>2.745</b>	-3.833

\*  $100 * (ecm(Y_t'') - v(\hat{Y}_t)) / v(\hat{Y}_t)$

La última columna del cuadro 4.40 nos indica el porcentaje que es menor, el error cuadrático medio de la EC-AK con respecto a la varianza del estimador de nivel trimestral; observándose que a pesar de la presencia y efecto del sesgo en las EC-AK, se logra una pequeña disminución en la medida de dispersión del EC-AK con respecto al EN trimestral.

#### 4.5 Estimaciones del cambio en la ENOE urbano alto.

En el subcapítulo 3.5 con la expresión (3.11) fue definido el estimador del cambio como:

$$d_{t,t-1} = \frac{1}{4} \sum_{i=2}^5 (y_{t,i} - y_{t-1,i-1})$$

y su varianza con la expresión (3.17)

$$V(d_{t,t-1}) = (1 - \rho_1) \frac{\sigma^2}{2}$$

Una forma alternativa a esta varianza se obtiene al considerar una expresión intermedia en el desarrollo presentado en el apéndice A3, esto es:

$$\begin{aligned} V(d_{t,t-1}) &= \frac{1}{16} V\left(\sum_{i=2}^5 (y_{t,i} - y_{t-1,i-1})\right) \\ &= \frac{1}{16} \left[ \sum_{i=2}^5 V(y_{t,i}) + \sum_{i=2}^5 V(y_{t-1,i-1}) - 2 \sum_{i=2}^5 \left( \sum_{j>i}^4 \text{Cov}(y_{t,i}, y_{t,j}) + \sum_{h=1}^4 \text{Cov}(y_{t,i}, y_{t-1,h}) \right) \right] \\ &= \frac{1}{16} \sum_{i=2}^5 [V(y_{t,i}) + V(y_{t-1,i-1}) - 2 \text{Cov}(y_{t,i}, y_{t-1,i-1})] \quad \text{Sup. 2 y 3 de la estr. de cov.} \end{aligned}$$

Obteniéndose

$$V(d_{t,t-1}) = V(\hat{Y}_{t,mc}) + V(\hat{Y}_{t-1,mc}) - 2 \text{Cov}(\hat{Y}_{t,mc}, \hat{Y}_{t-1,mc})$$

donde

$$V(\hat{Y}_{t,mc}) = \frac{1}{16} \sum_{i=2}^5 V(y_{t,i}) = \text{Varianza del estimador de } Y_t \text{ con la muestra común al trimestre } t-1$$

$$V(\hat{Y}_{t-1,mc}) = \frac{1}{16} \sum_{i=2}^5 V(y_{t-1,i-1}) = \text{Varianza del estimador de } Y_{t-1} \text{ con la muestra común al trimestre } t$$

$$\text{Cov}(\hat{Y}_{t,mc}, \hat{Y}_{t-1,mc}) = \frac{1}{16} \sum_{i=2}^5 \text{Cov}(y_{t,i}, y_{t-1,i-1}) = \text{Covarianza de los estimadores } \hat{Y}_{t,mc} \text{ y } \hat{Y}_{t-1,mc}$$

De esta manera, una expresión natural del estimador de la varianza para el estimador del cambio sería:



$$v(d_{t,t-1}) = v(\hat{Y}_{t,mc}) + v(\hat{Y}_{t-1,mc}) - 2\text{cov}(\hat{Y}_{t,mc}, \hat{Y}_{t-1,mc}) \quad (4.6)$$

donde

$$v(\hat{Y}_{t,mc}) = \frac{1}{16} \sum_{i=2}^5 v(y_{t,i})$$

$$v(\hat{Y}_{t-1,mc}) = \frac{1}{16} \sum_{i=2}^5 v(y_{t-1,i-1})$$

$$\text{cov}(\hat{Y}_{t,mc}, \hat{Y}_{t-1,mc}) = \frac{1}{16} \sum_{i=2}^5 \text{cov}(y_{t,i}, y_{t-1,i-1})$$

Con respecto al error cuadrático medio, será estimado por

$$\text{ecm}(d_{t,t-1}) = v(d_{t,t-1}) + \left[ \frac{1}{4} (\hat{\alpha}_5 - \hat{\alpha}_1) \right]^2 \quad (4.7)$$

En el siguiente cuadro son presentadas para la PEA y PNEA las estimaciones de nivel con la muestra común a los trimestres  $t$  y  $t-1$ , sus varianzas y covarianzas; la estimación del cambio, su varianza, sesgo cuadrado y error cuadrático medio.

**Cuadro 4.41.** Estimaciones del cambio de la PEA y PNEA y precisiones estadísticas para los trimestres 4-07 y 1-08 en las Cds.

Ciudad	$\hat{Y}_{t,mc}$	$\hat{Y}_{t-1,mc}$	$v(\hat{Y}_{t,mc})$	$v(\hat{Y}_{t-1,mc})$	$\text{cov}(\hat{Y}_{t,mc}, \hat{Y}_{t-1,mc})$	$d_{t,t-1}$	$v(d_{t,t-1})$	sesgo <sup>2</sup>	$\text{ecm}(d_{t,t-1})$
<b>PEA</b>									
	<b>4-07</b>	<b>3-07</b>							
<b>Mérida</b>	<b>440 698</b>	<b>431 485</b>	115 302 771.90	99 312 695.41	81 169 852.92	<b>9 213</b>	52 275 761.47	10 117 833.23	62 393 595
<b>Culiacán</b>	<b>302 858</b>	<b>293 834</b>	50 649 600.45	43 483 293.27	38 491 086.25	<b>9 024</b>	17 150 721.23	415 058.06	17 565 779
<b>Zacatecas</b>	<b>110 293</b>	<b>110 333</b>	7 026 404.33	6 435 745.08	5 613 156.64	<b>- 41</b>	2 235 836.13	5 423.71	2 241 260
	<b>1-08</b>	<b>4-07</b>							
<b>Mérida</b>	<b>437 565</b>	<b>443 532</b>	103 876 914.88	119 337 794.42	86 923 055.19	<b>-5 968</b>	49 368 598.91	10 117 833.23	59 486 432
<b>Culiacán</b>	<b>290 758</b>	<b>302 790</b>	47 465 827.53	50 397 716.39	40 267 285.28	<b>-12 032</b>	17 328 973.36	415 058.06	17 744 031
<b>Zacatecas</b>	<b>110 443</b>	<b>108 718</b>	5 869 952.61	5 654 936.58	4 573 876.31	<b>1 725</b>	2 377 136.57	5 423.71	2 382 560
<b>PNEA</b>									
	<b>4-07</b>	<b>3-07</b>							
<b>Mérida</b>	<b>262 100</b>	<b>265 970</b>	61 784 807.06	70 866 543.37	51 238 491.07	<b>-3 870</b>	30 174 368.29	3 624 819.34	33 799 188
<b>Culiacán</b>	<b>173 033</b>	<b>178 785</b>	23 106 436.29	26 248 038.68	18 013 509.61	<b>-5 752</b>	13 327 455.75	733 092.71	14 060 548
<b>Zacatecas</b>	<b>70 579</b>	<b>67 968</b>	5 011 643.99	4 679 890.00	4 055 522.94	<b>2 611</b>	1 580 488.12	95 339.43	1 675 828
	<b>1-08</b>	<b>4-07</b>							
<b>Mérida</b>	<b>264 120</b>	<b>256 603</b>	76 078 627.31	59 598 564.25	55 256 932.88	<b>7 518</b>	25 163 325.80	3 624 819.34	28 788 145
<b>Culiacán</b>	<b>186 814</b>	<b>172 206</b>	30 074 669.02	24 228 684.83	19 781 145.55	<b>14 608</b>	14 741 062.74	733 092.71	15 474 155
<b>Zacatecas</b>	<b>71 049</b>	<b>71 533</b>	5 278 634.13	5 315 984.71	4 375 870.53	<b>- 484</b>	1 842 877.79	95 339.43	1 938 217

En cuanto al EC-AK del cambio, este ha sido definido como:

$$d''_{t,t-1} = Y''_t - Y''_{t-1}$$

y su varianza con la expresión (3.42)

$$V(Y''_t - Y''_{t-1}) = \frac{1}{K} V(\hat{Y}_t) \left\{ (1-K)^2 + \frac{A^2}{4} + \frac{K}{2} (1-\rho_1)(K+4-A) \right\} - \frac{1}{K} (1-K)^2 V(Y''_t)$$

La cual, se encuentra en función de algunos parámetros y de las varianzas para el estimador de nivel y del EC-AK ambos en el trimestre  $t$ , en este caso los parámetros son  $K$ ,  $A$  y  $\rho_1$ , únicamente. Así que la varianza para el EC-AK del cambio, será estimada por

$$v(Y_t'' - Y_{t-1}'') = \frac{1}{K} v(\hat{Y}_t) \left\{ (1-K)^2 + \frac{A^2}{4} + \frac{K}{2} (1-\rho_1)(K+4-A) \right\} - \frac{1}{K} (1-K)^2 v(Y_t'') \quad (4.8)$$

Dado que, uno de los objetivos en este trabajo es comparar las precisiones del estimador del cambio habitual y del EC-AK del cambio; es conveniente a la varianza de este último, darle una forma lo mas equivalente posible a la expresión (4.6), en el sentido de no tener de manera explícita a la correlación  $\rho_1$ . Para esto, haciendo uso de las expresiones (3.14) y (3.17), se tiene

$$V(Y_t'' - Y_{t-1}'') = \frac{1}{K} [(1-K)^2 + \frac{A^2}{4}] V(\hat{Y}_t) + \frac{1}{5} (K+4-A) V(d_{t,t-1}) - \frac{1}{K} (1-K)^2 V(Y_t'') \quad (4.9)$$

Y una expresión natural del estimador de varianza del EC-AK del cambio, sería:

$$v(Y_t'' - Y_{t-1}'') = \frac{1}{K} [(1-K)^2 + \frac{A^2}{4}] v(\hat{Y}_t) + \frac{1}{5} (K+4-A) v(d_{t,t-1}) - \frac{1}{K} (1-K)^2 v(Y_t'') \quad (4.10)$$

En los siguientes cuadros son presentadas las estimaciones de la varianza para el EC-AK del cambio en la PEA y PNEA, resaltándose las varianzas mínimas para los trimestres 4-07 y 1-08.

**Cuadro 4.42.** Estimaciones de la varianza (mínimas en negritas) con diferentes (K, A) para el EC-AK del cambio en Mérida.

K	A	$v(Y_t'')$	$v(\hat{Y}_t)$	$v(d_{t,t-1})$	$v(Y_t'' - Y_{t-1}'')$	K	A	$v(Y_t'')$	$v(\hat{Y}_t)$	$v(d_{t,t-1})$	$v(Y_t'' - Y_{t-1}'')$
<b>Mérida</b>											
		<b>T 4-07</b>		<b>PEA</b>				<b>T 4-07</b>		<b>PNEA</b>	
0.50	0.090528	90 237 785.26	92 286 197.07	52 275 761.47	47 504 064.94	0.50	0.054873	47 433 965.39	49 355 058.62	30 174 368.29	27 860 631.00
0.53	0.101971	90 675 338.71			47 419 752.69	0.60	0.101720	49 241 029.09			27 389 741.05
0.58	0.121247	91 787 196.59			47 353 484.59	0.62	0.111340	49 871 747.48			27 335 563.06
<b>0.59</b>	<b>0.125143</b>	<b>92 082 915.28</b>			<b>47 351 081.97</b>	0.64	0.121077	50 632 940.52			27 294 986.75
0.60	0.129055	92 408 540.87			47 352 220.86	0.68	0.140966	52 660 435.62			27 255 317.63
0.64	0.144898	94 075 134.69			47 391 586.60	<b>0.69</b>	<b>0.146037</b>	<b>53 299 876.35</b>			<b>27 254 198.30</b>
0.65	0.148913	94 603 118.25			47 409 997.24	0.70	0.151152	54 004 435.63			27 256 664.05
0.68	0.161115	96 541 894.59			47 485 496.99	0.74	0.172102	57 645 115.61			27 303 248.48
0.70	0.169396	98 207 003.96			47 552 676.73	0.76	0.182905	60 121 547.08			27 349 340.40
		<b>T 1-08</b>						<b>T 1-08</b>			
0.50	0.090528	76388111.19	78 122 133.24	49 368 598.91	44 725 020.28	0.50	0.054873	55 917 673.23	58 182 359.78	25 163 325.80	23 590 773.59
0.53	0.101971	76 758 509.04			44 672 636.11	0.60	0.101720	58 047 935.72			22 925 021.17
0.56	0.113499	77 266 418.39			44 648 610.57	0.64	0.121077	59 688 794.71			22 770 349.81
<b>0.57</b>	<b>0.117366</b>	<b>77 472 495.67</b>			<b>44 646 774.38</b>	0.65	0.125994	60 204 630.71			22 741 923.61
0.58	0.121247	77 699 719.24			44 647 976.59	0.67	0.135936	61 394 049.07			22 697 574.14
0.62	0.136935	78 863 240.97			44 682 599.43	0.70	0.151152	63 663 291.90			22 662 883.77
0.64	0.144898	79 636 505.13			44 717 423.70	<b>0.71</b>	<b>0.156314</b>	<b>64 579 611.63</b>			<b>22 659 992.50</b>
0.67	0.157021	81 121 717.20			44 791 057.86	0.72	0.161525	65 592 035.43			22 661 528.50
0.70	0.169396	83 134 216.08			44 890 116.39	0.74	0.172102	67 955 118.48			22 678 145.15

**Cuadro 4.43.** Estimaciones de la varianza (mínimas en negritas) con diferentes (K, A) para el EC-AK del cambio en Culiacán.

K	A	$v(Y_t^*)$	$v(\hat{Y}_t)$	$v(d_{t,t-1})$	$v(Y_t^* - Y_{t-1}^*)$	K	A	$v(Y_t^*)$	$v(\hat{Y}_t)$	$v(d_{t,t-1})$	$v(Y_t^* - Y_{t-1}^*)$
<b>Culiacán</b>											
		<b>T 4-07</b>	<b>PEA</b>					<b>T 4-07</b>	<b>PNEA</b>		
0.50	0.095481	37 615 999.83	38 780 659.38	17 150 721.23	15 867 239.47	0.50	0.129741	18 642 807.87	19 233 204.70	13 327 455.75	12 105 958.77
0.60	0.141833	38 755 014.74			15 624 051.03	0.56	0.157623	18 832 080.59			12 086 496.81
0.62	0.151296	39 151 054.01			15 599 979.29	<b>0.57</b>	<b>0.162281</b>	<b>18 878 686.62</b>			<b>12 085 889.65</b>
0.66	0.170509	40 206 745.51			15 576 897.47	0.58	0.166944	18 930 612.66			12 086 041.08
<b>0.67</b>	<b>0.175383</b>	<b>40 539 368.48</b>			<b>15 576 426.13</b>	0.62	0.185682	19 201 917.85			12 094 308.74
0.68	0.180288	40 905 512.30			15 578 109.05	0.65	0.199863	19 490 996.94			12 108 707.08
0.72	0.200265	42 789 608.97			15 606 861.40	0.70	0.223868	20 215 930.07			12 148 992.97
0.74	0.210495	44 062 239.53			15 634 882.51	0.72	0.233643	20 627 285.95			12 171 101.24
0.76	0.220909	45 639 706.78			15 672 435.08	0.74	0.243540	21 136 008.06			12 196 840.87
		<b>T 1-08</b>						<b>T 1-08</b>			
0.50	0.095481	35 248 611.22	36 339 972.13	17 328 973.36	15 976 487.82	0.50	0.129741	22 205 323.28	22 908 540.98	14 741 062.74	13 428 867.88
0.60	0.141833	36 315 941.46			15 762 098.46	0.58	0.166944	22 548 125.64			13 395 444.77
0.62	0.151296	36 687 055.72			15 742 192.25	<b>0.59</b>	<b>0.171615</b>	<b>22 616 879.43</b>			<b>13 395 324.76</b>
0.65	0.165665	37 392 932.30			15 726 937.11	0.60	0.176293	22 693 171.06			13 396 118.84
<b>0.66</b>	<b>0.170509</b>	<b>37 676 306.56</b>			<b>15 725 791.48</b>	0.62	0.185682	22 871 275.42			13 400 473.54
0.67	0.175383	37 987 995.68			15 726 639.23	0.68	0.214200	23 680 618.30			13 436 288.97
0.72	0.200265	40 096 615.74			15 761 476.89	0.70	0.223868	24 079 058.57			13 456 131.12
0.74	0.210495	41 289 152.43			15 790 191.89	0.72	0.233643	24 569 021.79			13 480 146.64
0.76	0.220909	42 767 340.70			15 827 792.22	0.74	0.243540	25 174 957.29			13 508 515.31

**Cuadro 4.44.** Estimaciones de la varianza (mínimas en negritas) con diferentes (K, A) para el EC-AK del cambio en Zacatecas.

K	A	$v(Y_t^*)$	$v(\hat{Y}_t)$	$v(d_{t,t-1})$	$v(Y_t^* - Y_{t-1}^*)$	K	A	$v(Y_t^*)$	$v(\hat{Y}_t)$	$v(d_{t,t-1})$	$v(Y_t^* - Y_{t-1}^*)$
<b>Zacatecas</b>											
		<b>T 4-07</b>	<b>PEA</b>					<b>T 4-07</b>	<b>PNEA</b>		
0.50	0.065792	5 135 813.81	5 240 809.23	2 235 836.13	2 046 672.85	0.50	0.069177	3 999 035.58	4 094 860.03	1 580 488.12	1 458 282.72
0.55	0.078439	5 158 246.22			2 044 590.52	0.55	0.089655	4 042 234.40			1 444 241.41
<b>0.56</b>	<b>0.080981</b>	<b>5 164 705.72</b>			<b>2 044 523.77</b>	0.60	0.110619	4 111 316.74			1 435 572.11
0.57	0.083530	5 171 990.14			2 044 564.24	0.65	0.132220	4 219 922.88			1 432 023.43
0.60	0.091227	5 199 793.85			2 045 286.27	<b>0.66</b>	<b>0.136631</b>	<b>4 248 305.58</b>			<b>1 431 905.63</b>
0.64	0.101657	5 255 941.16			2 047 490.02	0.67	0.141074	4 279 498.63			1 431 980.86
0.68	0.112360	5 346 685.41			2 050 880.20	0.70	0.154615	4 393 490.50			1 433 351.08
0.72	0.123438	5 496 759.38			2 055 288.80	0.72	0.163829	4 491 100.48			1 435 210.35
0.74	0.129151	5 607 312.80			2 057 872.60	0.74	0.173203	4 611 845.84			1 437 827.26
		<b>T 1-08</b>						<b>T 1-08</b>			
0.50	0.065792	4 787 150.07	4 885 017.48	2 377 136.57	2 167 649.92	0.50	0.069177	3 883 326.68	3 976 378.53	1 842 877.79	1 689 133.35
0.51	0.068317	4 790 288.17			2 167 470.74	0.55	0.089655	3 925 275.58			1 677 317.62
<b>0.52</b>	<b>0.070843</b>	<b>4 793 900.45</b>			<b>2 167 409.48</b>	0.60	0.110619	3 992 359.08			1 670 688.47
0.53	0.073371	4 798 031.46			2 167 462.74	0.63	0.123493	4 049 810.46			1 669 095.69
0.60	0.091227	4 846 786.58			2 170 728.33	<b>0.64</b>	<b>0.127842</b>	<b>4 072 712.37</b>			<b>1 668 949.58</b>
0.64	0.101657	4 899 122.13			2 174 515.79	0.65	0.132220	4 097 822.78			1 668 992.48
0.66	0.106968	4 936 269.70			2 176 831.25	0.68	0.145552	4 189 013.77			1 670 237.34
0.68	0.112360	4 983 705.86			2 179 393.11	0.70	0.154615	4 266 368.37			1 671 982.87
0.70	0.117845	5 044 666.55			2 182 184.02	0.72	0.163829	4 361 154.08			1 674 453.03

En los cuadros anteriores se puede observar que en cada Ciudad los valores de K para la EC-AK del cambio en la PEA en los trimestres 4-07 y 1-08 son muy próximos, sucediendo lo mismo para la EC-AK del cambio en la PNEA. Desafortunadamente los valores del par (K,A) entre las EC-AK del cambio de la PEA y PNEA difieren, por lo que, no serían complementarias las estimaciones del cambio; con el fin de lograr esta complementación se obtienen valores promedio de K y A, a partir de las cifras con varianzas mínimas y las varianzas respectivas de las EC-AK del cambio con los nuevos valores promedio. Estas nuevas estimaciones de las varianzas y su comparación con las varianzas mínimas, son presentadas en los siguientes cuadros:

**Cuadro 4.45.** Comparación de las estimaciones de la varianza (óptimas en negritas) para el EC-AK del cambio en Mérida.

K	A	$v(Y_t^n)$	$v(\hat{Y}_t)$	$v(d_{t,t-1})$	$v(Y_t^n - Y_{t-1}^n)$	K	A	$v(Y_t^n)$	$v(\hat{Y}_t)$	$v(d_{t,t-1})$	$v(Y_t^n - Y_{t-1}^n)$
<b>Mérida</b>						<b>Mérida</b>					
<b>PEA</b>						<b>PNEA</b>					
<b>T 4-07</b>						<b>T 4-07</b>					
<b>0.59</b>	<b>0.125143</b>	92 082 915.28	92 286 197.07	52 275 761.47	<b>47 351 081.97</b>	<b>0.69</b>	<b>0.146037</b>	53 299 876.35	49 355 058.62	30 174 368.29	<b>27 254 198.30</b>
0.64	0.136215	94 263 930.98			47 356 144.62	0.64	0.136215	50 359 398.87			27 334 113.28
					<b>Incremento en la varianza (%)</b>						<b>Incremento en la varianza (%)</b>
					0.01						0.29
<b>T 1-08</b>						<b>T 1-08</b>					
<b>0.57</b>	<b>0.117366</b>	77 472 495.67	78 122 133.24	49 368 598.91	<b>44 646 774.38</b>	<b>0.71</b>	<b>0.156314</b>	64 579 611.63	58 182 359.78	25 163 325.80	<b>22 659 992.50</b>
0.64	0.136215	79 796 325.02			44 696 305.79	0.64	0.136215	59 366 329.31			22 847 985.62
					<b>Incremento en la varianza (%)</b>						<b>Incremento en la varianza (%)</b>
					0.11						0.83

**Cuadro 4.46.** Comparación de las estimaciones de la varianza (óptimas en negritas) para el EC-AK del cambio en Culiacán.

K	A	$v(Y_t^n)$	$v(\hat{Y}_t)$	$v(d_{t,t-1})$	$v(Y_t^n - Y_{t-1}^n)$	K	A	$v(Y_t^n)$	$v(\hat{Y}_t)$	$v(d_{t,t-1})$	$v(Y_t^n - Y_{t-1}^n)$
<b>Culiacán</b>						<b>Culiacán</b>					
<b>PEA</b>						<b>PNEA</b>					
<b>T 4-07</b>						<b>T 4-07</b>					
<b>0.67</b>	<b>0.175383</b>	40 539 368.48	38 780 659.38	17 150 721.23	<b>15 576 426.13</b>	<b>0.57</b>	<b>0.162281</b>	18 878 686.62	19 233 204.70	13 327 455.75	<b>12 085 889.65</b>
0.62	0.169947	38 962 697.46			15 673 564.13	0.62	0.169947	19 265 194.65			12 078 115.48
					<b>Incremento en la varianza (%)</b>						<b>Incremento en la varianza (%)</b>
					0.62						-0.06
<b>T 1-08</b>						<b>T 1-08</b>					
<b>0.66</b>	<b>0.170509</b>	37 676 306.56	36 339 972.13	17 328 973.36	<b>15 725 791.48</b>	<b>0.59</b>	<b>0.171615</b>	22 616 879.43	22 908 540.98	14 741 062.74	<b>13 395 324.76</b>
0.62	0.169947	36 510 553.52			15 806 454.64	0.62	0.169947	22 946 643.99			13 377 619.72
					<b>Incremento en la varianza (%)</b>						<b>Incremento en la varianza (%)</b>
					0.51						-0.13

**Cuadro 4.47.** Comparación de las estimaciones de la varianza (óptimas en negritas) para el EC-AK del cambio en Zacatecas.

K	A	$v(Y_t^n)$	$v(\hat{Y}_t)$	$v(d_{t,t-1})$	$v(Y_t^n - Y_{t-1}^n)$	K	A	$v(Y_t^n)$	$v(\hat{Y}_t)$	$v(d_{t,t-1})$	$v(Y_t^n - Y_{t-1}^n)$
<b>Zacatecas</b>						<b>Zacatecas</b>					
<b>PEA</b>						<b>PNEA</b>					
<b>T 4-07</b>						<b>T 4-07</b>					
<b>0.56</b>	<b>0.080981</b>	5 164 705.72	5 240 809.23	2 235 836.13	<b>2 044 523.77</b>	<b>0.66</b>	<b>0.136631</b>	4 248 305.58	4 094 860.03	1 580 488.12	<b>1 431 905.63</b>
0.60	0.104074	5 191 044.42			2 047 353.58	0.60	0.104074	4 117 818.14			1 433 509.81
					<b>Incremento en la varianza (%)</b>						<b>Incremento en la varianza (%)</b>
					0.14						0.11
<b>T 1-08</b>						<b>T 1-08</b>					
<b>0.52</b>	<b>0.070843</b>	4 793 900.45	4 885 017.48	2 377 136.57	<b>2 167 409.48</b>	<b>0.64</b>	<b>0.127842</b>	4 072 712.37	3 976 378.53	1 842 877.79	<b>1 668 949.58</b>
0.60	0.104074	4 838 631.13			2 171 902.19	0.60	0.104074	3 998 672.36			1 669 089.14
					<b>Incremento en la varianza (%)</b>						<b>Incremento en la varianza (%)</b>
					0.21						0.01

En los cuadros anteriores se nota claramente que el incremento de la varianza mínima al emplear valores promedio de los pares (K,A) óptimos es prácticamente insignificante, el incremento mayor se da en Mérida trimestre 1-08 para la PNEA y es del 0.83%, en los demás trimestres es casi nulo el incremento (véase cuadro 4.45); en Culiacán, incluso se dan decrementos para la varianza de la PNEA; en Zacatecas, el incremento en la varianza es prácticamente nulo. Así que, sin problema alguno serán empleados estos valores convenidos de K y A para generar las EC-AK del cambio, las cuales son presentadas en los cuadros que siguen, junto a los elementos necesarios para obtener dichas estimaciones puntuales y sus precisiones estadísticas.

**Cuadro 4.48.** EC-AK de nivel y del cambio con los convenidos (K, A); varianzas y errores estándar del EC-AK del cambio.

Convenidos			$\hat{Y}_t$	$\frac{1}{5} \left[ y_{t,1} - \frac{1}{4} \sum_{i=2}^5 y_{t,i} \right]$	$Y_{t-1}''$	$d_{t,t-1}$	$Y_t''$	$Y_t'' - Y_{t-1}''$	$\sqrt{Y_t'' - Y_{t-1}''}$	$\sqrt{\sqrt{Y_t'' - Y_{t-1}''}}$
K	A	t								
<b>Mérida</b>			<b>PEA</b>							
		<b>3-07</b>					<b>427 213.00</b>			
<b>0.640</b>	0.1362149	<b>4-07</b>	439 966	- 732.00	427 213.00	9 213.25	<b>437 600.85</b>	<b>10 387.85</b>	47 356 144.62	<b>6 881.58</b>
<b>0.640</b>	0.1362149	<b>1-08</b>	435 321	-2 243.30	437 600.85	-5 967.75	<b>432 655.17</b>	<b>-4 945.68</b>	44 696 305.79	<b>6 685.53</b>
			<b>PNEA</b>							
		<b>3-07</b>					<b>267 666.00</b>			
<b>0.640</b>	0.1362149	<b>4-07</b>	258 969	-3 131.25	267 666.00	-3 870.00	<b>261 631.76</b>	<b>-6 034.24</b>	27 334 113.28	<b>5 228.20</b>
<b>0.640</b>	0.1362149	<b>1-08</b>	264 768	647.95	261 631.76	7 517.75	<b>267 660.42</b>	<b>6 028.67</b>	22 847 985.62	<b>4 779.96</b>

**Cuadro 4.49.** EC-AK de nivel y del cambio con los convenidos (K, A); varianzas y errores estándar del EC-AK del cambio.

Convenidos			$\hat{Y}_t$	$\frac{1}{5} \left[ y_{t,1} - \frac{1}{4} \sum_{i=2}^5 y_{t,i} \right]$	$Y_{t-1}''$	$d_{t,t-1}$	$Y_t''$	$Y_t'' - Y_{t-1}''$	$\sqrt{Y_t'' - Y_{t-1}''}$	$\sqrt{\sqrt{Y_t'' - Y_{t-1}''}}$
K	A	t								
<b>Culiacán</b>			<b>PEA</b>							
		<b>3-07</b>					<b>290 931.00</b>			
<b>0.62</b>	0.1699468	<b>4-07</b>	304 000	1 142.05	290 931.00	9 023.75	<b>301 686.03</b>	<b>10 755.03</b>	15 673 564.13	<b>3 958.99</b>
<b>0.62</b>	0.1699468	<b>1-08</b>	293 849	3 091.40	301 686.03	-12 031.75	<b>291 773.65</b>	<b>-9 912.38</b>	15 806 454.64	<b>3 975.73</b>
			<b>PNEA</b>							
		<b>3-07</b>					<b>180 900.00</b>			
<b>0.62</b>	0.1699468	<b>4-07</b>	171 796	-1 236.60	180 900.00	-5 752.25	<b>173 663.93</b>	<b>-7 236.07</b>	12 078 115.48	<b>3 475.36</b>
<b>0.62</b>	0.1699468	<b>1-08</b>	182 847	-3 967.05	173 663.93	14 608.25	<b>185 536.42</b>	<b>11 872.49</b>	13 377 619.72	<b>3 657.54</b>

**Cuadro 4.50.** EC-AK de nivel y del cambio con los convenidos (K, A); varianzas y errores estándar del EC-AK del cambio.

Convenidos			$\hat{Y}_t$	$\frac{1}{5} \left[ y_{t,1} - \frac{1}{4} \sum_{i=2}^5 y_{t,i} \right]$	$Y_{t-1}''$	$d_{t,t-1}$	$Y_t''$	$Y_t'' - Y_{t-1}''$	$\sqrt{Y_t'' - Y_{t-1}''}$	$\sqrt{\sqrt{Y_t'' - Y_{t-1}''}}$
K	A	t								
<b>Zacatecas</b>			<b>PEA</b>							
		<b>3-07</b>					<b>109 285.00</b>			
<b>0.6</b>	0.1040741	<b>4-07</b>	109 563	- 729.30	109 285.00	- 40.75	<b>109 295.85</b>	<b>10.85</b>	2 047 353.58	<b>1 430.86</b>
<b>0.6</b>	0.1040741	<b>1-08</b>	110 182	-260.60	109 295.85	1 725.00	<b>110 658.19</b>	<b>1 362.34</b>	2 171 902.19	<b>1 473.74</b>
			<b>PNEA</b>							
		<b>3-07</b>					<b>69 221.00</b>			
<b>0.6</b>	0.1040741	<b>4-07</b>	71 119	540.90	69 221.00	2 610.50	<b>71 602.79</b>	<b>2 381.79</b>	1 433 509.81	<b>1 197.29</b>
<b>0.6</b>	0.1040741	<b>1-08</b>	71 209	160.30	71 602.79	- 484.25	<b>71 171.41</b>	<b>- 431.38</b>	1 669 089.14	<b>1 291.93</b>

Uno de los objetivos del presente trabajo es comparar las EC-AK del cambio, con las estimaciones del cambio actual en base a su varianza y al error cuadrático medio, respectivamente. Con este fin es presentado el cuadro siguiente:

**Cuadro 4.51a.** Estimaciones del cambio habituales, EC-AK del cambio y sus precisiones estadísticas.

Caract.	Estimaciones del cambio					EC-AK del cambio		Cambio % Med. Disp.*
	Trim. t, t-1	$d_{t,t-1}$	$v(d_{t,t-1})$	sesgo <sup>2</sup>	$ecm(d_{t,t-1})$	$Y_t'' - Y_{t-1}''$	$v(Y_t'' - Y_{t-1}'')$	
<b>Mérida</b>								
PEA	407 - 307	<b>9 213</b>	52 275 761.47	10 117 833.23	<b>62 393 595</b>	<b>10 388</b>	<b>47 356 145</b>	-24.10
	108 - 407	<b>-5 968</b>	49 368 598.91	10 117 833.23	<b>59 486 432</b>	<b>-4 946</b>	<b>44 696 306</b>	-24.86
PNEA	407 - 307	<b>-3 870</b>	30 174 368.29	3 624 819.34	<b>33 799 188</b>	<b>-6 034</b>	<b>27 334 113</b>	-19.13
	108 - 407	<b>7 518</b>	25 163 325.80	3 624 819.34	<b>28 788 145</b>	<b>6 029</b>	<b>22 847 986</b>	-20.63
<b>Culiacán</b>								
PEA	407 - 307	<b>9 024</b>	17 150 721.23	415 058.06	<b>17 565 779</b>	<b>10 755</b>	<b>15 673 564</b>	-10.77
	108 - 407	<b>-12 032</b>	17 328 973.36	415 058.06	<b>17 744 031</b>	<b>-9 912</b>	<b>15 806 455</b>	-10.92
PNEA	407 - 307	<b>-5 752</b>	13 327 455.75	733 092.71	<b>14 060 548</b>	<b>-7 236</b>	<b>12 078 115</b>	-14.10
	108 - 407	<b>14 608</b>	14 741 062.74	733 092.71	<b>15 474 155</b>	<b>11 872</b>	<b>13 377 620</b>	-13.55
<b>Zacatecas</b>								
PEA	407 - 307	<b>-41</b>	2 235 836.13	5 423.71	<b>2 241 260</b>	<b>11</b>	<b>2 047 354</b>	-8.65
	108 - 407	<b>1 725</b>	2 377 136.57	5 423.71	<b>2 382 560</b>	<b>1 362</b>	<b>2 171 902</b>	-8.84
PNEA	407 - 307	<b>2 611</b>	1 580 488.12	95 339.43	<b>1 675 828</b>	<b>2 382</b>	<b>1 433 510</b>	-14.46
	108 - 407	<b>-484</b>	1 842 877.79	95 339.43	<b>1 938 217</b>	<b>-431</b>	<b>1 669 089</b>	-13.89

\*  $100 * (v(Y_t'' - Y_{t-1}'') - ecm(d_{t,t-1})) / ecm(d_{t,t-1})$

En el cuadro 4.51a se observa claramente, que la estimación de la varianza del EC-AK del cambio es significativamente menor al error cuadrático medio del estimador del cambio; significando esto una mejora sustancial en el proceso de estimación del cambio para la ENOE.

Pero dado que los valores de los pares (A,K) para el EC-AK del cambio en las distintas Ciudades, difiere de los correspondientes para el EC-AK de nivel, perdiéndose aditividad; a continuación son presentados en el cuadro 4.51b, los resultados de las EC-AK del cambio con los valores (A,K) del EC-AK de nivel, estimaciones puntuales del cambio y su varianza; para continuar, con el cuadro 4.51c, en el cual los resultados anteriores son comparados con las estimaciones del cambio habituales y de forma indirecta con las EC-AK del cambio iniciales.

**Cuadro 4.51b.** Comparación de las EC-AK del cambio, con las estimaciones del cambio habituales para los trimestres 4-07 y 1-08.

Trim. t	Estimaciones de Nivel		Estimaciones Compuestas AK del Cambio con valores (K, A) del EC-AK de Nivel							
	$\hat{Y}_t$	$v(\hat{Y}_t)$	K	A	$Y_t''$	$Y_t'' - Y_{t-1}''$	$v(Y_t'')$	$v(d_{t,t-1})$	$v(Y_t'' - Y_{t-1}'')$	cv (%)
<b>Mérida</b>										
	<b>PEA</b>				427 213					
307	<b>427 213</b>									
407	<b>439 966</b>	92 286 197	0.4	0.289667	438 338	<b>11 125</b>	88 653 131	52 275 761	51 083 576	<b>0.642</b>
108	<b>435 321</b>	78 122 133	0.4	0.289667	433 491	<b>-4 847</b>	75 046 670	49 368 599	47 449 063	<b>-1.421</b>
	<b>PNEA</b>				267 666					
307	<b>267 666</b>									
407	<b>258 969</b>	49 355 059	0.4	0.289667	259 993	<b>-7 673</b>	45 597 393	30 174 368	30 775 510	<b>-0.723</b>
108	<b>264 768</b>	58 182 360	0.4	0.289667	266 053	<b>6 060</b>	53 752 624	25 163 326	27 723 883	<b>0.869</b>
<b>Culiacán</b>										
	<b>PEA</b>				290 931					
307	<b>290 931</b>									
407	<b>304 000</b>	38 780 659	0.5	0.378531	302 410	<b>11 479</b>	36 584 278	17 150 721	18 013 781	<b>0.370</b>
108	<b>293 849</b>	36 339 972	0.5	0.378531	293 284	<b>-9 126</b>	34 281 822	17 328 973	17 916 740	<b>-0.464</b>
	<b>PNEA</b>				180 900					
307	<b>180 900</b>									
407	<b>171 796</b>	19 233 205	0.5	0.378531	173 004	<b>-7 896</b>	18 345 332	13 327 456	12 807 597	<b>-0.453</b>
108	<b>182 847</b>	22 908 541	0.5	0.378531	183 728	<b>10 724</b>	21 851 001	14 741 063	14 320 970	<b>0.353</b>
<b>Zacatecas</b>										
	<b>PEA</b>				109 285					
307	<b>109 285</b>									
407	<b>109 563</b>	5 240 809	0.5	0.312016	109 176	<b>- 109</b>	5 098 873	2 235 836	2 198 804	<b>-13.613</b>
108	<b>110 182</b>	4 885 017	0.5	0.312016	110 460	<b>1 284</b>	4 752 717	2 377 137	2 295 020	<b>1.180</b>
	<b>PNEA</b>				69 221					
307	<b>69 221</b>									
407	<b>71 119</b>	4 094 860	0.5	0.312016	71 644	<b>2 423</b>	3 893 583	1 580 488	1 623 775	<b>0.526</b>
108	<b>71 209</b>	3 976 379	0.5	0.312016	71 234	<b>- 410</b>	3 780 925	1 842 878	1 834 873	<b>-3.307</b>

**Cuadro 4.51c.** Comparación de las EC-AK del cambio, con las estimaciones del cambio habituales para los trimestres 4-07 y 1-08.

Trim. t	Estimaciones del Cambio Habituales			Estimaciones Compuestas AK del Cambio con valores (K,A)						Diferencias % con respecto a las estimaciones del cambio habituales			
	$d_{t,t-1}$	$ecm(d_{t,t-1})$	cv	del EC-AK del cambio (EC-AK C 1)			del EC-AK de nivel (EC-AK C 2)			Medida de Dispersión <sup>1</sup>		cv <sup>2</sup>	
				$Y_t'' - Y_{t-1}''$	$v(Y_t'' - Y_{t-1}'')$	cv	$Y_t'' - Y_{t-1}''$	$v(Y_t'' - Y_{t-1}'')$	cv	EC-AK C 1	EC-AK C 2	EC-AK C 1	EC-AK C 2
<b>Mérida</b>													
	<b>PEA</b>												
4-07	9 213	62 393 595	<b>0.857</b>	10 388	47 356 145	<b>0.662</b>	11 125	51 083 576	<b>0.642</b>	-24.10	-18.13	-22.73	-25.07
1-08	-5 968	59 486 432	<b>-1.292</b>	-4 946	44 696 306	<b>-1.352</b>	-4 847	47 449 063	<b>-1.421</b>	-24.86	-20.24	4.60	9.96
	<b>PNEA</b>												
4-07	-3 870	33 799 188	<b>-1.502</b>	-6 034	27 334 113	<b>-0.866</b>	-7 673	30 775 510	<b>-0.723</b>	-19.13	-8.95	-42.33	-51.87
1-08	7 518	28 788 145	<b>0.714</b>	6 029	22 847 986	<b>0.793</b>	6 060	27 723 883	<b>0.869</b>	-20.63	-3.70	11.09	21.74
<b>Culiacán</b>													
	<b>PEA</b>												
4-07	9 024	17 565 779	<b>0.464</b>	10 755	15 673 564	<b>0.368</b>	11 479	18 013 781	<b>0.370</b>	-10.77	2.55	-20.75	-20.39
1-08	-12 032	17 744 031	<b>-0.350</b>	-9 912	15 806 455	<b>-0.401</b>	-9 126	17 916 740	<b>-0.464</b>	-10.92	0.97	14.56	32.48
	<b>PNEA</b>												
4-07	-5 752	14 060 548	<b>-0.652</b>	-7 236	12 078 115	<b>-0.480</b>	-7 896	12 807 597	<b>-0.453</b>	-14.10	-8.91	-26.32	-30.47
1-08	14 608	15 474 155	<b>0.269</b>	11 872	13 377 620	<b>0.308</b>	10 724	14 320 970	<b>0.353</b>	-13.55	-7.45	14.40	31.05
<b>Zacatecas</b>													
	<b>PEA</b>												
4-07	-41	2 241 260	<b>-36.738</b>	11	2 047 354	<b>131.892</b>	-109	2 198 804	<b>-13.613</b>	-8.65	-1.89	-459.00	-62.95
1-08	1 725	2 382 560	<b>0.895</b>	1 362	2 171 902	<b>1.082</b>	1 284	2 295 020	<b>1.180</b>	-8.84	-3.67	20.89	31.84
	<b>PNEA</b>												
4-07	2 611	1 675 828	<b>0.496</b>	2 382	1 433 510	<b>0.503</b>	2 423	1 623 775	<b>0.526</b>	-14.46	-3.11	1.37	6.05
1-08	-484	1 938 217	<b>-2.875</b>	-431	1 669 089	<b>-2.995</b>	-410	1 834 873	<b>-3.307</b>	-13.89	-5.33	4.17	15.02

1  $100[v(EC-AK C) - ecm(d_{t,t-1})] / ecm(d_{t,t-1})$ 2  $100[cv(EC-AK C) - cv(d_{t,t-1})] / cv(d_{t,t-1})$

En este último cuadro se observa que al compararse los dos tipos de EC-AK del cambio (por los parámetros (A,K) utilizados) con el estimador del cambio habitual, en casi todos los casos las varianzas de los primeros fueron menores al error cuadrático medio de las estimaciones del cambio habituales; pero, la mitad de los coeficientes de variación de estos últimos, fueron menores a los de las EC-AK del cambio, aunque algunos quedaron próximos entre sí; significando esto, una inicial relativa mejora del EC-AK del cambio con respecto al Estimador del Cambio habitual.

#### 4.6 Estimaciones del estimador compuesto AKC en la ENOE urbano alto.

Con el fin de poder generar EC-AK de características no planeadas y que representan a subpoblaciones de las características para las cuales si existen EC-AK (PEA y PNEA); se consideraran a estas últimas, junto al dato de la proyección demográfica para la PT, como los totales auxiliares o, valores poblacionales auxiliares en el proceso de calibración de los factores de expansión. Con los cuales se obtendrán las EC-AK adicionales, según la metodología sugerida por Fuller y aplicada por Lent, Miller y Cantwell (1994).

De las tres ciudades de la ENOE consideradas en este trabajo, únicamente Mérida está conformada por más de un tipo de localidad, esto es, sus localidades caen dentro de las siguientes categorías:

1. Localidades de 100,000 y más habitantes
2. Localidades de 15,000 a 99,999 habitantes
3. Localidades de 2,500 a 14,999 habitantes

Así que, se distribuirán las EC-AK de la PEA y PNEA en ellas, en función de los porcentajes de las estimaciones trimestrales de nivel de la PEA y PNEA en cada una de las localidades para los trimestres 4-07 y 1-08. La distribución de la PEA y PNEA por localidad se puede observar en el siguiente cuadro:

**Cuadro 4.52.** Distribución de la PEA y PNEA por tipo de localidad.

<b>Estimaciones Trimestrales de Nivel</b>				
<b>TL</b>	<b>T 4-07</b>	<b>% por TL</b>	<b>T 1-08</b>	<b>% por TL</b>
<b>Mérida</b>				
<b>PEA</b>	<b>440,209</b>		<b>433,625</b>	
<b>1</b>	377,641	<b>0.85787</b>	372,505	<b>0.85905</b>
<b>2</b>	51,892	<b>0.11788</b>	52,211	<b>0.12041</b>
<b>3</b>	10,676	<b>0.02425</b>	8,909	<b>0.02055</b>
<b>PNEA</b>	<b>257,911</b>		<b>264,504</b>	
<b>1</b>	222,620	<b>0.86317</b>	229,066	<b>0.86602</b>
<b>2</b>	30,893	<b>0.11978</b>	29,875	<b>0.11295</b>
<b>3</b>	4,398	<b>0.01705</b>	5,563	<b>0.02103</b>



Ahora, con base en esos porcentajes se obtienen las cifras correspondientes a las EC-AK, que serán empleadas como totales auxiliares por tamaño de localidad; esto es equivalente a la aplicación de un factor de ajuste general a los ponderadores, para obtener las EC-AK de la PEA y PNEA. Las cifras de estas características por tamaño de localidad aparecen en el siguiente cuadro; las cuales, serán empleadas junto a las proyecciones de la Población Total por Tamaño de Localidad como los totales auxiliares en la calibración de los factores de expansión. Con estos nuevos factores se podrán obtener estimaciones de aquellas características para las cuales no se obtuvieron EC-AK; por ejemplo, entre otras de la P14, PO, PDA, PNEAD y PNEAND.

**Cuadro 4.53.** Totales auxiliares para las tres Ciudades.

TOTALES AUXILIARES							
Caract.	TL	T 4-07	T 1-08	T 4-07	T 1-08	T 4-07	T 1-08
		<b>Mérida</b>		<b>Culiacán</b>		<b>Zacatecas</b>	
<b>PT</b>		<b>906 683</b>	<b>909 828</b>	<b>635 215</b>	<b>637 826</b>	<b>243 997</b>	<b>245 579</b>
	<b>1</b>	770 812	773 841	635 215	637 826	243 997	245 579
	<b>2</b>	116 374	116 428				
	<b>3</b>	19 497	19 559				
<b>Estimaciones Compuestas AK</b>							
<b>PEA</b>		<b>438 338</b>	<b>433 491</b>	<b>302 410</b>	<b>293 284</b>	<b>109 176</b>	<b>110 460</b>
	<b>1</b>	376 036	372 390	302 410	293 284	109 176	110 460
	<b>2</b>	51 671	52 195				
	<b>3</b>	10 631	8 906				
<b>PNEA</b>		<b>259 993</b>	<b>266 053</b>	<b>173 004</b>	<b>183 728</b>	<b>71 644</b>	<b>71 234</b>
	<b>1</b>	224 417	230 407	173 004	183 728	71 644	71 234
	<b>2</b>	31 142	30 050				
	<b>3</b>	4 434	5 596				

En los siguientes cuadros se observan estimaciones de la PT, PEA y PNEAD, generadas a partir de los factores de expansión calibrados con base en las medidas de distancia de mínimos cuadrados generalizados (MCG) y raking ratio (RR). Así como, sus respectivos coeficientes de variación y errores estándar; estos últimos estimados con la técnica de remuestreo llamada Jackknife. Los programas en R con los que se calibraron los ponderadores y obtuvieron las varianzas, aparecen en el apéndice A11.

**Cuadro 4.54.** Precisiones estadísticas de las EC-AKC de nivel para PT, PEA y PNEA, generadas a partir del grupo de rotación 1.

Ciudad	Caract.	MCG			RR			MCG			RR		
		Estimación	e.e.	c.v. (%)	Estimación	e.e.	c.v. (%)	Estimación	e.e.	c.v. (%)	Estimación	e.e.	c.v. (%)
		<b>T 4-07</b>						<b>T 1-08</b>					
Mérida	PT	906 683	49 847	<b>5.50</b>	906 683	164 924	18.19	909 828	62 764	<b>6.90</b>	909 829	179 725	19.75
	PEA	438 338	26 962	<b>6.15</b>	438 338	80 374	18.34	433 491	27 201	<b>6.27</b>	433 491	80 906	18.66
	PNEA	259 993	18 733	<b>7.21</b>	259 993	50 441	19.40	266 053	24 290	<b>9.13</b>	266 053	60 429	22.71
Culiacán	PT	635 215	31 142	<b>4.90</b>	635 215	31 951	5.03	637 826	32 817	5.15	637 826	32 755	<b>5.14</b>
	PEA	302 410	13 013	<b>4.30</b>	302 410	13 230	4.37	293 284	14 847	5.06	293 284	14 729	<b>5.02</b>
	PNEA	173 004	12 554	<b>7.26</b>	173 004	12 879	7.44	183 728	9 697	<b>5.28</b>	183 728	9 809	5.34
Zacatecas	PT	243 997	10 403	<b>4.26</b>	243 997	10 414	4.27	245 579	10 685	<b>4.35</b>	245 579	10 731	4.37
	PEA	109 176	5 731	<b>5.25</b>	109 176	5 878	5.38	110 460	5 638	<b>5.10</b>	110 460	5 695	5.16
	PNEA	71 644	4 500	6.28	71 644	4 486	<b>6.26</b>	71 234	4 860	6.82	71 234	4 859	<b>6.82</b>

**Cuadro 4.55.** Precisiones estadísticas de las EC-AKC de nivel para PT, PEA y PNEA, generadas a partir del grupo de rotación 2.

Ciudad	Caract.	MCG			RR			MCG			RR		
		Estimación	e.e.	C.V. (%)	Estimación	e.e.	C.V. (%)	Estimación	e.e.	C.V. (%)	Estimación	e.e.	C.V. (%)
<b>T 4-07</b>							<b>T 1-08</b>						
Mérida	PT	906 683	56 864	<b>6.27</b>	906 683	64 042	7.06	909 828	44 096	<b>4.85</b>	909 828	44 208	4.86
	PEA	438 338	30 283	<b>6.91</b>	438 338	32 355	7.38	433 491	22 492	<b>5.19</b>	433 491	22 764	5.25
	PNEA	259 993	19 488	<b>7.50</b>	259 993	20 470	7.87	266 053	17 455	<b>6.56</b>	266 053	17 463	6.56
Culiacán	PT	635 215	25 913	<b>4.08</b>	635 215	25 986	4.09	637 826	34 340	<b>5.38</b>	637 826	37 714	5.91
	PEA	302 410	12 375	4.09	302 410	12 279	<b>4.06</b>	293 284	12 312	<b>4.20</b>	293 284	13 169	4.49
	PNEA	173 004	10 707	<b>6.19</b>	173 004	10 792	6.24	183 728	15 875	<b>8.64</b>	183 728	17 537	9.54
Zacatecas	PT	243 997	13 986	<b>5.73</b>	243 997	14 108	5.78	245 579	12 027	<b>4.90</b>	245 579	12 113	4.93
	PEA	109 176	6 332	5.80	109 176	6 277	<b>5.75</b>	110 460	5 788	<b>5.24</b>	110 460	5 842	5.29
	PNEA	71 644	5 069	<b>7.08</b>	71 644	5 183	7.23	71 234	3 899	<b>5.47</b>	71 234	3 920	5.50

**Cuadro 4.56.** Precisiones estadísticas de las EC-AKC de nivel para PT, PEA y PNEA, generadas a partir del grupo de rotación 3.

Ciudad	Caract.	MCG			RR			MCG			RR		
		Estimación	e.e.	C.V. (%)	Estimación	e.e.	C.V. (%)	Estimación	e.e.	C.V. (%)	Estimación	e.e.	C.V. (%)
<b>T 4-07</b>							<b>T 1-08</b>						
Mérida	PT	906 683	53 671	<b>5.92</b>	906 684	54 694	6.03	909 828	49 062	<b>5.39</b>	909 828	49 761	5.47
	PEA	438 338	23 228	5.30	438 338	22 929	<b>5.23</b>	433 491	23 079	<b>5.32</b>	433 491	23 090	5.33
	PNEA	259 993	21 374	<b>8.22</b>	259 993	22 402	8.62	266 053	19 858	<b>7.46</b>	266 053	20 510	7.71
Culiacán	PT	635 215	24 574	<b>3.87</b>	635 215	24 718	3.89	637 826	28 643	<b>4.49</b>	637 826	28 862	4.53
	PEA	302 410	13 493	<b>4.46</b>	302 410	13 526	4.47	293 284	14 250	<b>4.86</b>	293 284	14 303	4.88
	PNEA	173 004	9 462	<b>5.47</b>	173 004	9 629	5.57	183 728	13 869	<b>7.55</b>	183 728	14 163	7.71
Zacatecas	PT	243 997	12 985	<b>5.32</b>	243 998	13 619	5.58	245 579	12 227	<b>4.98</b>	245 579	12 668	5.16
	PEA	109 176	5 561	<b>5.09</b>	109 176	5 719	5.24	110 460	5 770	<b>5.22</b>	110 460	5 903	5.34
	PNEA	71 644	5 427	<b>7.57</b>	71 644	5 757	8.04	71 234	5 062	<b>7.11</b>	71 234	5 328	7.48

**Cuadro 4.57.** Precisiones estadísticas de las EC-AKC de nivel para PT, PEA y PNEA, generadas a partir del grupo de rotación 4.

Ciudad	Caract.	MCG			RR			MCG			RR		
		Estimación	e.e.	C.V. (%)	Estimación	e.e.	C.V. (%)	Estimación	e.e.	C.V. (%)	Estimación	e.e.	C.V. (%)
<b>T 4-07</b>							<b>T 1-08</b>						
Mérida	PT	906 683	63 155	<b>6.97</b>	906 684	68 725	7.58	909 828	69 177	<b>7.60</b>	909 828	77 952	8.57
	PEA	438 338	30 260	<b>6.90</b>	438 338	32 598	7.44	433 491	30 130	<b>6.95</b>	433 491	35 424	8.17
	PNEA	259 993	20 793	8.00	259 993	20 348	<b>7.83</b>	266 053	24 701	9.28	266 053	23 612	<b>8.87</b>
Culiacán	PT	635 215	30 531	<b>4.81</b>	635 215	30 791	4.85	637 826	35 228	<b>5.52</b>	637 829	35 480	5.56
	PEA	302 410	16 322	5.40	302 410	16 318	<b>5.40</b>	293 284	19 505	<b>6.65</b>	293 285	19 864	6.77
	PNEA	173 004	11 119	<b>6.43</b>	173 004	11 203	6.48	183 728	9 398	5.12	183 729	9 044	<b>4.92</b>
Zacatecas	PT	243 997	10 403	<b>4.26</b>	243 997	10 927	4.48	245 579	13 058	<b>5.32</b>	245 581	16 625	6.77
	PEA	109 176	5 807	<b>5.32</b>	109 176	5 996	5.49	110 460	4 654	<b>4.21</b>	110 461	5 074	4.59
	PNEA	71 644	4 161	5.81	71 644	4 098	<b>5.72</b>	71 234	5 274	<b>7.40</b>	71 235	5 863	8.23

**Cuadro 4.58.** Precisiones estadísticas de las EC-AKC de nivel para PT, PEA y PNEA, generadas a partir del grupo de rotación 5.

Ciudad	Caract.	MCG			RR			MCG			RR		
		Estimación	e.e.	C.V. (%)	Estimación	e.e.	C.V. (%)	Estimación	e.e.	C.V. (%)	Estimación	e.e.	C.V. (%)
<b>T 4-07</b>							<b>T 1-08</b>						
Mérida	PT	906 683	61 292	<b>6.76</b>	906 684	64 155	7.08	909 828	64 425	7.08	909 831	63 269	<b>6.95</b>
	PEA	438 338	31 838	<b>7.26</b>	438 339	33 881	7.73	433 491	32 645	<b>7.53</b>	433 492	33 439	7.71
	PNEA	259 993	16 879	<b>6.49</b>	259 993	17 749	6.83	266 053	19 416	7.30	266 054	17 837	<b>6.70</b>
Culiacán	PT	635 215	29 570	4.66	635 216	29 378	<b>4.62</b>	637 826	28 113	<b>4.41</b>	637 826	28 295	4.44
	PEA	302 410	18 077	<b>5.98</b>	302 410	18 354	6.07	293 284	16 092	<b>5.49</b>	293 284	16 264	5.55
	PNEA	173 004	8 932	5.16	173 004	8 713	<b>5.04</b>	183 728	10 457	<b>5.69</b>	183 728	10 461	5.69
Zacatecas	PT	243 997	13 701	<b>5.62</b>	243 997	13 946	5.72	245 579	12 189	<b>4.96</b>	245 579	12 264	4.99
	PEA	109 176	6 284	<b>5.76</b>	109 176	6 372	5.84	110 460	6 368	<b>5.76</b>	110 460	6 495	5.88
	PNEA	71 644	5 617	<b>7.84</b>	71 644	5 723	7.99	71 234	4 735	6.65	71 234	4 684	<b>6.58</b>

En los cuadros 4.54 a 4.58 son destacadas en negritas, las estimaciones más bajas de los coeficientes de variación; que en su mayoría corresponden a las generados por la medida de distancia de mínimos cuadrados generalizados (MCG). Por esta razón en este caso, se elige esta medida de distancia para calibrar los ponderadores y generar las EC-AKC.

Una vez elegida la técnica para calibrar los ponderadores, lo que sigue es generar por GR las EC-AKC de la P14, PEA, PO, PDA, PNEA, PNEAD y PNEAND, para los trimestres 4-07 y 1-08; así como sus precisiones estadísticas. Dado que son bastantes cuadros solo se presentaran las EC-AKC de la PEA para Mérida, Culiacán y Zacatecas el resto se puede consultar en el apéndice A12.

**Cuadro 4.60.** EC-AKC (mcg) de la PEA y sus precisiones estadísticas para los trimestres 4-07 y 1-08 en Mérida.

Mérida	PEA	T 4-07			T 1-08			
		GR	Estimación	e.e.	c.v. (%)	Varianza	Estimación	e.e.
1	438 338	26 961.76	6.15	726 936 259.68	433 491	27 201.38	6.27	739 914 901.90
2	438 338	30 282.78	6.91	917 046 565.69	433 491	22 491.62	5.19	505 872 758.82
3	438 338	23 227.71	5.30	539 526 539.20	433 491	23 078.84	5.32	532 632 770.74
4	438 338	30 260.03	6.90	915 669 530.61	433 491	30 129.78	6.95	907 803 365.54
5	438 338	31 838.21	7.26	1 013 671 746.50	433 491	32 645.35	7.53	1 065 718 883.70
<b>Prom.</b>	<b>438 338</b>	<b>12 826.30</b>	<b>2.93</b>	<b>164 514 025.67</b>	<b>433 491</b>	<b>12 250.62</b>	<b>2.83</b>	<b>150 077 707.23</b>

**Cuadro 4.67.** EC-AKC (mcg) de la PEA y sus precisiones estadísticas para los trimestres 4-07 y 1-08 en Culiacán.

Culiacán	PEA	T 4-07			T 1-08			
		GR	Estimación	e.e.	c.v. (%)	Varianza	Estimación	e.e.
1	302 410	13 013.40	4.30	169 348 676.82	293 284	14 846.52	5.06	220 419 247.74
2	302 410	12 374.69	4.09	153 133 008.17	293 284	12 312.44	4.20	151 596 138.13
3	302 410	13 492.88	4.46	182 057 901.33	293 284	14 249.91	4.86	203 060 048.77
4	302 410	16 321.65	5.40	266 396 304.49	293 284	19 505.06	6.65	380 447 356.75
5	302 410	18 077.19	5.98	326 784 977.87	293 284	16 091.89	5.49	258 949 083.09
<b>Prom.</b>	<b>302 410</b>	<b>6 626.37</b>	<b>2.19</b>	<b>43 908 834.75</b>	<b>293 284</b>	<b>6 969.85</b>	<b>2.38</b>	<b>48 578 874.98</b>

**Cuadro 4.74.** EC-AKC (mcg) de la PEA y sus precisiones estadísticas para los trimestres 4-07 y 1-08 en Zacatecas.

Zacatecas	PEA	T 4-07			T 1-08			
		GR	Estimación	e.e.	c.v. (%)	Varianza	Estimación	e.e.
1	109 176	5 731.20	5.25	32 846 690.79	110 460	5 637.98	5.10	31 786 852.67
2	109 176	6 332.02	5.80	40 094 536.29	110 460	5 788.16	5.24	33 502 745.74
3	109 176	5 561.05	5.09	30 925 327.54	110 460	5 769.84	5.22	33 291 030.93
4	109 176	5 807.06	5.32	33 721 979.36	110 460	4 654.13	4.21	21 660 880.74
5	109 176	6 284.34	5.76	39 492 894.48	110 460	6 367.85	5.76	40 549 477.02
<b>Prom.</b>	<b>109 176</b>	<b>2 661.44</b>	<b>2.44</b>	<b>7 083 257.14</b>	<b>110 460</b>	<b>2 536.07</b>	<b>2.30</b>	<b>6 431 639.48</b>

No está de más volver a indicar, que la estimación de la varianza de las EC-AKC se calcula con la técnica de remuestreo Jackknife versión de Rao (comentada al final del capítulo 3), el valor promedio de las estimaciones de nivel por GR y la varianza con las expresiones (3.9) y (4.2) respectivamente.

A continuación son presentados tres cuadros resumen con las EC-AKC y sus precisiones estadísticas de la P14, PEA, PO, PDA, PNEA, PNEAD y PNEAND por Ciudad para los trimestres 4-07 y 1-08.

**Cuadro 4.80.** EC-AKC promedio (mcg) y sus precisiones estadísticas para los trimestres 4-07 y 1-08 de Mérida.

Mérida	T 4-07				T 1-08			
	Caract.	Estimación	e.e.	c.v. (%)	Varianza	Estimación	e.e.	c.v. (%)
<b>P14</b>	698 331	19 489.29	2.79	379 832 426.28	699 544	19 569.02	2.80	382 946 614.65
<b>PEA</b>	<b>438 338</b>	<b>12 826.30</b>	<b>2.93</b>	<b>164 514 025.67</b>	<b>433 491</b>	<b>12 250.62</b>	<b>2.83</b>	<b>150 077 707.23</b>
PO	426 755	12 479.91	2.92	155 748 267.42	420 301	12 060.02	2.87	145 444 123.81
PDA	11 583	1 588.39	13.71	2 522 982.19	13 190	1 445.77	10.96	2 090 257.85
<b>PNEA</b>	<b>259 993</b>	<b>8 728.68</b>	<b>3.36</b>	<b>76 189 768.29</b>	<b>266 053</b>	<b>9 541.71</b>	<b>3.59</b>	<b>91 044 267.39</b>
PNEAD	24 993	2 458.38	9.84	6 043 652.10	25 667	2 811.82	10.95	7 906 334.54
PNEAND	235 000	8 413.19	3.58	70 781 845.51	240 386	9 003.69	3.75	81 066 374.36

**Cuadro 4.81.** EC-AKC promedio (mcg) y sus precisiones estadísticas para los trimestres 4-07 y 1-08 de Culiacán.

Culiacán	T 4-07				T 1-08			
	Caract.	Estimación	e.e.	c.v. (%)	Varianza	Estimación	e.e.	c.v. (%)
<b>P14</b>	475 414	9 516.56	2.00	90 564 834.19	477 012	10 472.00	2.20	109 662 752.68
<b>PEA</b>	<b>302 410</b>	<b>6 626.37</b>	<b>2.19</b>	<b>43 908 834.75</b>	<b>293 284</b>	<b>6 969.85</b>	<b>2.38</b>	<b>48 578 874.98</b>
PO	291 405	6 526.44	2.24	42 594 381.70	283 943	6 742.78	2.37	45 465 062.81
PDA	11 005	1 087.61	9.88	1 182 903.37	9 341	986.45	10.56	973 083.93
<b>PNEA</b>	<b>173 004</b>	<b>4 754.76</b>	<b>2.75</b>	<b>22 607 702.74</b>	<b>183 728</b>	<b>5 426.11</b>	<b>2.95</b>	<b>29 442 632.38</b>
PNEAD	32 867	2 357.03	7.17	5 555 588.30	28 201	2 067.02	7.33	4 272 552.64
PNEAND	140 137	4 606.97	3.29	21 224 179.20	155 527	5 229.72	3.36	27 349 952.29

**Cuadro 4.82.** EC-AKC promedio (mcg) y sus precisiones estadísticas para los trimestres 4-07 y 1-08 de Zacatecas.

Zacatecas	T 4-07				T 1-08				
	Caract.	Estimación	e.e.	c.v. (%)	Varianza	Estimación	e.e.	c.v. (%)	Varianza
<b>P14</b>		180 820	4 177.12	2.31	17 448 347.88	181 694	3 923.19	2.16	15 391 424.97
<b>PEA</b>		<b>109 176</b>	2 661.44	<b>2.44</b>	7 083 257.14	<b>110 460</b>	2 536.07	<b>2.30</b>	6 431 639.48
PO		104 326	2 540.46	2.44	6 453 934.01	105 182	2 477.18	2.36	6 136 401.45
PDA		4 850	498.28	10.27	248 284.83	5 278	494.48	9.37	244 514.17
<b>PNEA</b>		<b>71 644</b>	2 229.46	<b>3.11</b>	4 970 490.55	<b>71 234</b>	2 141.77	<b>3.01</b>	4 587 164.14
PNEAD		10 376	854.38	8.23	729 962.46	10 280	821.97	8.00	675 636.78
PNEAND		61 268	2 073.60	3.38	4 299 814.00	60 954	2 054.98	3.37	4 222 948.15

Dado que el diseño de la ENOE permite generar estimaciones de nivel trimestrales sin considerar los GR de forma explícita y al usuario de la información sin duda le interesa generar las estimaciones de nivel de forma rápida, sin considerar los GR. Se generaran las EC-AKC con la muestra completa y los totales auxiliares del cuadro 4.53; una vez más se compararán las medidas de distancias raking-ratio y mínimos cuadrados generalizados, para posteriormente generar las EC-AKC de las distintas características.

En los siguientes cuadros se presentan estimaciones de la PT, PEA y PNEA, generadas a partir de los factores de expansión calibrados con base en las medidas de distancia de mínimos cuadrados generalizados (MCG) y raking ratio (RR) considerando la muestra sin división; así como, sus respectivos errores estándar, coeficientes de variación y varianza.

**Cuadro 4.83.** EC-AKC s/gr con las medidas de distancia mcg y rr de la PT, PEA y PNEA y sus varianzas estimadas del T 4-07.

T 4-07	Mínimos Cuadrados Generalizados				Raking Ratio				Incr. % Var. RR
	Estimación	e.e.	cv (%)	Varianza MCG	Estimación	e.e.	cv (%)	Varianza RR	
<b>Mérida</b>									
PT	906 683	16 767.63	1.85	281 153 537.82	906 683	16 810.29	1.85	282 585 759.69	0.509
PEA	438 338	9 340.26	2.13	87 240 370.99	438 338	9 348.95	2.13	87 402 852.94	0.186
PNEA	259 993	6 559.61	2.52	43 028 494.04	259 993	6 578.56	2.53	43 277 410.28	0.578
<b>Culiacán</b>									
PT	635 215	10 110.36	1.59	102 219 334.30	635 215	10 168.84	1.60	103 405 253.20	1.160
PEA	302 410	5 644.71	1.87	31 862 763.28	302 410	5 673.09	1.88	32 183 999.40	1.008
PNEA	173 004	4 100.40	2.37	16 813 284.15	173 004	4 113.41	2.38	16 920 156.09	0.636
<b>Zacatecas</b>									
PT	243 997	4 782.09	1.96	22 868 398.48	243 997	4 819.08	1.98	23 223 538.10	1.553
PEA	109 176	2 229.17	2.04	4 969 183.87	109 176	2 236.88	2.05	5 003 642.48	0.693
PNEA	71 644	2 044.26	2.85	4 178 996.23	71 644	2 061.02	2.88	4 247 785.82	1.646

**Cuadro 4.84.** EC-AKC s/gr con las medidas de distancia mcg y rr de la PT, PEA y PNEA y sus varianzas estimadas del T 1-08.

T 1-08	Mínimos Cuadrados Generalizados				Raking Ratio				Incr. % Var. RR
	Estimación	e.e.	cv (%)	Varianza MCG	Estimación	e.e.	cv (%)	Varianza RR	
<b>Mérida</b>									
PT	909 828	17 488.69	1.92	305 854 165.90	909 828	17 517.88	1.93	306 876 216.59	0.334
PEA	433 491	8 955.96	2.07	80 209 300.94	433 491	8 966.64	2.07	80 400 722.19	0.239
PNEA	266 053	7 168.22	2.69	51 383 356.87	266 053	7 183.97	2.70	51 609 482.88	0.440
<b>Culiacán</b>									
PT	637 826	10 609.48	1.66	112 561 105.92	637 826	10 685.98	1.68	114 190 077.45	1.447
PEA	293 284	5 683.99	1.94	32 307 785.52	293 284	5 717.64	1.95	32 691 355.41	1.187
PNEA	183 728	4 403.88	2.40	19 394 136.39	183 728	4 423.32	2.41	19 565 768.14	0.885
<b>Zacatecas</b>									
PT	245 579	4 698.00	1.91	22 071 249.43	245 580	4 714.78	1.92	22 229 186.65	0.716
PEA	110 460	2 290.53	2.07	5 246 537.98	110 460	2 297.74	2.08	5 279 613.98	0.630
PNEA	71 234	1 891.88	2.66	3 579 196.43	71 234	1 895.93	2.66	3 594 553.74	0.429

Los cuadros 4.83 y 4.84 permiten notar, que la diferencia entre las estimaciones de la varianza de las EC-AKC, obtenidas para las medidas de distancia MCG y RR es mínima; pero suficiente para preferir los resultados obtenidos con la distancia de MCG.

Hasta el momento se cuenta con Estimaciones de Nivel trimestrales (EN), EC-AK, EC-AKC, EC-AKC sin considerar los grupos de rotación (EC-AKC SGR), correspondientes a las características P14, PEA, PO, PDA, PNEA, PNEAD y PNEAND; con excepción del EC-AK, el cual solo permite generar estimaciones para la PEA y PNEA y por aditividad de la P14. Además se pueden agregar a esta lista las estimaciones trimestrales generadas por el Estimador de Nivel, sin considerar los grupos de rotación (EN SGR), las cuales pueden ser consultadas en el sitio [www.inegi.org.mx](http://www.inegi.org.mx). A continuación se presenta por Ciudad:

- cuadros de las estimaciones generadas por los distintos estimadores, sus medidas de dispersión y los coeficientes de variación respectivos;
- cuadros en los que son comparadas las medidas de dispersión de la EN con la EC-AK y la EC-AKC; y de la EN con la EC-AKC ambos sin considerar los grupos de rotación;
- gráficas de las estimaciones puntuales y por intervalo al 90% de confianza, generadas por los distintos estimadores para la PEA, PNEA, P14, PO, PDA, PNEAD y PNEAND, en ese orden.

**Cuadro 4.85.** Estimaciones de los trimestres 4-07 y 1-08 generadas por distintos estimadores para Mérida.

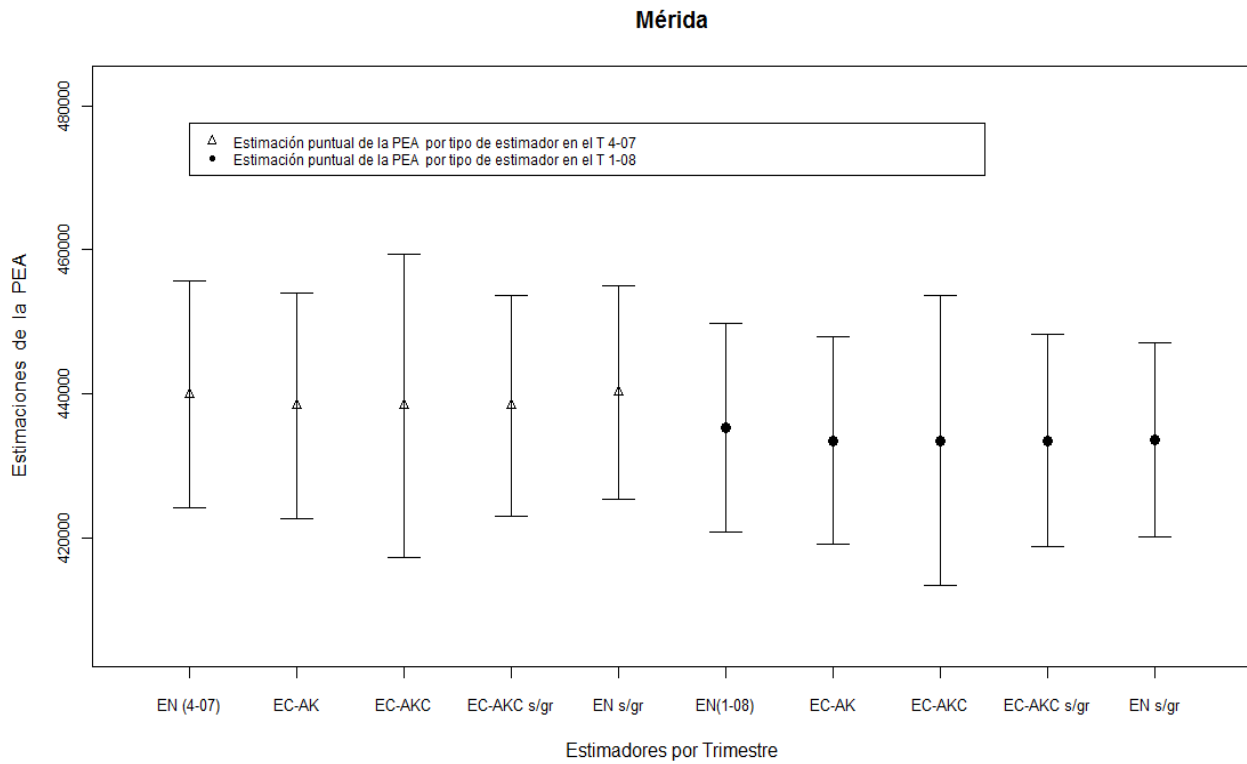
Mérida															Est.		
Caract.	Est. Nivel	cv (%)	Var CU	K	A	EC-AK	cv (%)	$ecm(Y_t'')$	EC-AKC	cv (%)	Var MCG	EC-AKC SGR	cv (%)	Var MCG	Nivel SGR	cv (%)	Var CU
<b>T 4-07</b>																	
P14	698 935	1.94	183 415 031						698 331	2.79	379 832 426	698 331	1.84	164 256 606	698 120	1.65	132 452 007
PEA	439 966	2.18	92 286 197	0.4	0.2897	438 338	2.172	90 617 924	438 338	2.93	164 514 026	438 338	2.13	87 240 371	440 209	2.06	81 859 273
PO	427 848	2.19	88 074 843						426 755	2.92	155 748 267	426 377	2.13	82 797 363	428 185	2.05	77 394 892
PDA	12 118	12.43	2 269 493						11 583	13.71	2 522 982	11 961	11.86	2 013 512	12 024	11.80	2 011 844
PNEA	258 969	2.71	49 355 059	0.4	0.2897	259 993	2.619	46 374 124	259 993	3.36	76 189 768	259 993	2.52	43 028 494	257 911	2.42	38 952 123
PNEAD	25 665	8.87	5 186 250						24 993	9.84	6 043 652	25 184	8.41	4 490 740	25 055	8.32	4 344 636
PNEAND	233 304	2.91	46 203 901						235 000	3.58	70 781 846	234 809	2.75	41 733 658	232 856	2.66	38 226 412
<b>T 1-08</b>																	
P14	700 089	1.91	178 076 645						699 544	2.80	382 946 615	699 544	1.89	174 335 042	698 129	1.63	129 252 634
PEA	435 321	2.03	78 122 133	0.4	0.2897	433 491	2.024	77 011 462	433 491	2.83	150 077 707	433 491	2.07	80 209 301	433 625	1.90	67 610 267
PO	421 535	2.03	73 582 641						420 301	2.87	145 444 124	420 529	2.09	76 922 332	420 670	1.91	64 591 862
PDA	13 786	10.66	2 160 731						13 190	10.96	2 090 258	12 962	10.82	1 967 685	12 955	10.74	1 937 436
PNEA	264 768	2.88	58 182 360	0.4	0.2897	266 053	2.776	54 529 355	266 053	3.59	91 044 267	266 053	2.69	51 383 357	264 504	2.57	46 170 120
PNEAD	25 321	10.70	7 342 356						25 667	10.95	7 906 335	24 387	9.49	5 351 196	24 207	9.27	5 039 523
PNEAND	239 447	2.94	49 665 589						240 386	3.75	81 066 374	241 666	2.89	48 653 136	240 297	2.79	45 068 955

**Cuadro 4.86.** Comparación de medidas de dispersión para Mérida.

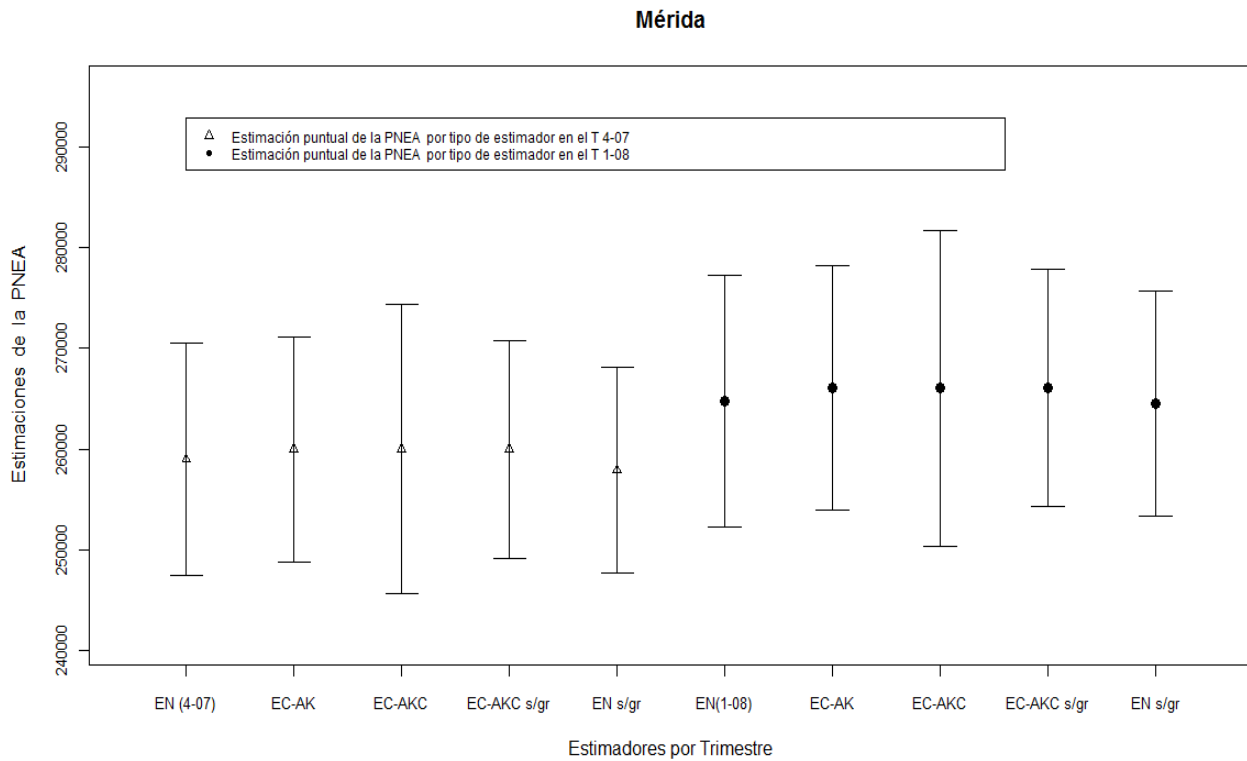
Mérida Caract.	Var CU EN	$ecm(Y_t'')$ EC-AK	Var MCG EC-AKC	Cambio % Med. Disp entre la EN y		Var CU EN s/gr	Var MCG EC-AKC s/gr	Cambio % Var
				EC-AK <sup>1</sup>	EC-AKC <sup>2</sup>			
<b>T 4-07</b>								
P14	183 415 031		379 832 426		107.09	132 452 007	164 256 606	24.01
PEA	92 286 197	90 617 924	164 514 026	-1.81	78.27	81 859 273	87 240 371	6.57
PO	88 074 843		155 748 267		76.84	77 394 892	82 797 363	6.98
PDA	2 269 493		2 522 982		11.17	2 011 844	2 013 512	0.08
PNEA	49 355 059	46 374 124	76 189 768	-6.04	54.37	38 952 123	43 028 494	10.47
PNEAD	5 186 250		6 043 652		16.53	4 344 636	4 490 740	3.36
PNEAND	46 203 901		70 781 846		53.19	38 226 412	41 733 658	9.17
<b>T 1-08</b>								
P14	178 076 645		382 946 615		115.05	129 252 634	174 335 042	34.88
PEA	78 122 133	77 011 462	150 077 707	-1.42	92.11	67 610 267	80 209 301	18.63
PO	73 582 641		145 444 124		97.66	64 591 862	76 922 332	19.09
PDA	2 160 731		2 090 258		-3.26	1 937 436	1 967 685	1.56
PNEA	58 182 360	54 529 355	91 044 267	-6.28	56.48	46 170 120	51 383 357	11.29
PNEAD	7 342 356		7 906 335		7.68	5 039 523	5 351 196	6.18
PNEAND	49 665 589		81 066 374		63.22	45 068 955	48 653 136	7.95

1  $100 * (ecm(Y_t'') - Var(EN)) / Var(EN)$ 2  $100 * (Var(EC - AKC) - Var(EN)) / Var(EN)$

**Gráfica 4.11.** Estimaciones puntuales y por intervalo al 90% de la PEA, generadas por 5 estimadores para los T407 y T108.

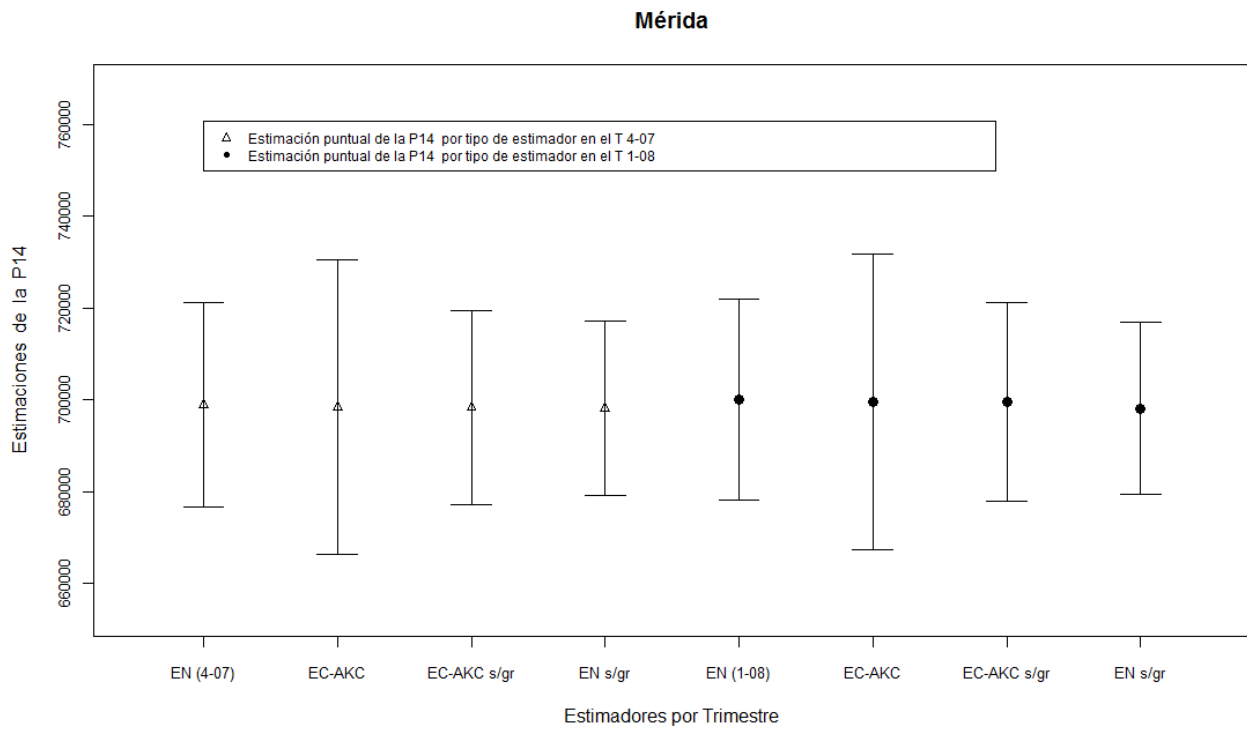


**Gráfica 4.12.** Estimaciones puntuales y por intervalo al 90% de la PNEA, generadas por 5 estimadores para los T407 y T108.

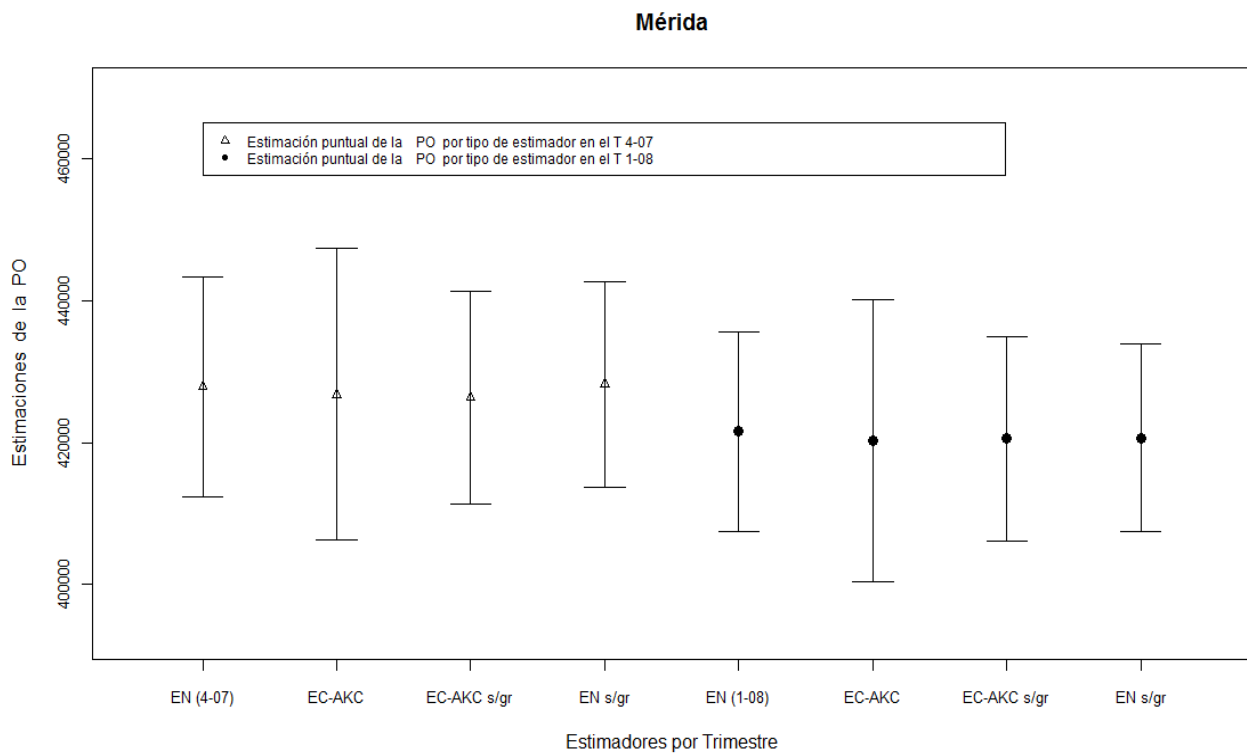




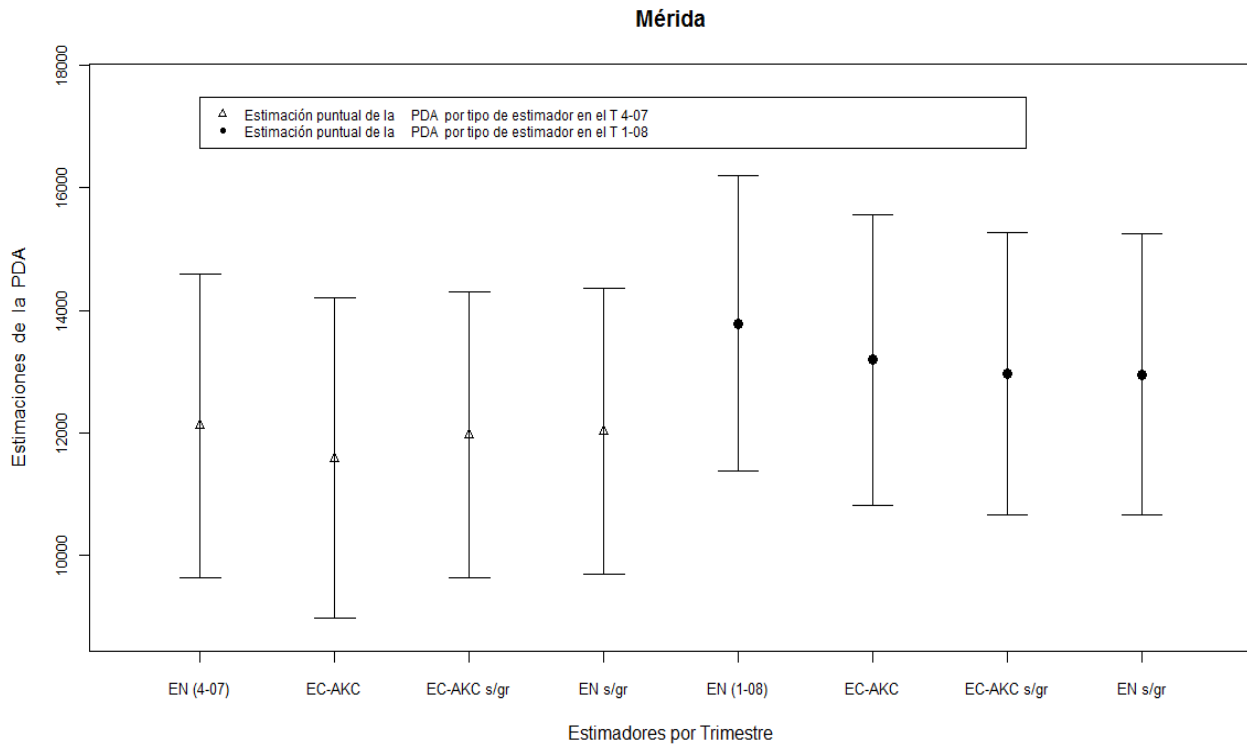
**Gráfica 4.13.** Estimaciones puntuales y por intervalo al 90% de la P14, generadas por 4 estimadores para los T407 y T108.



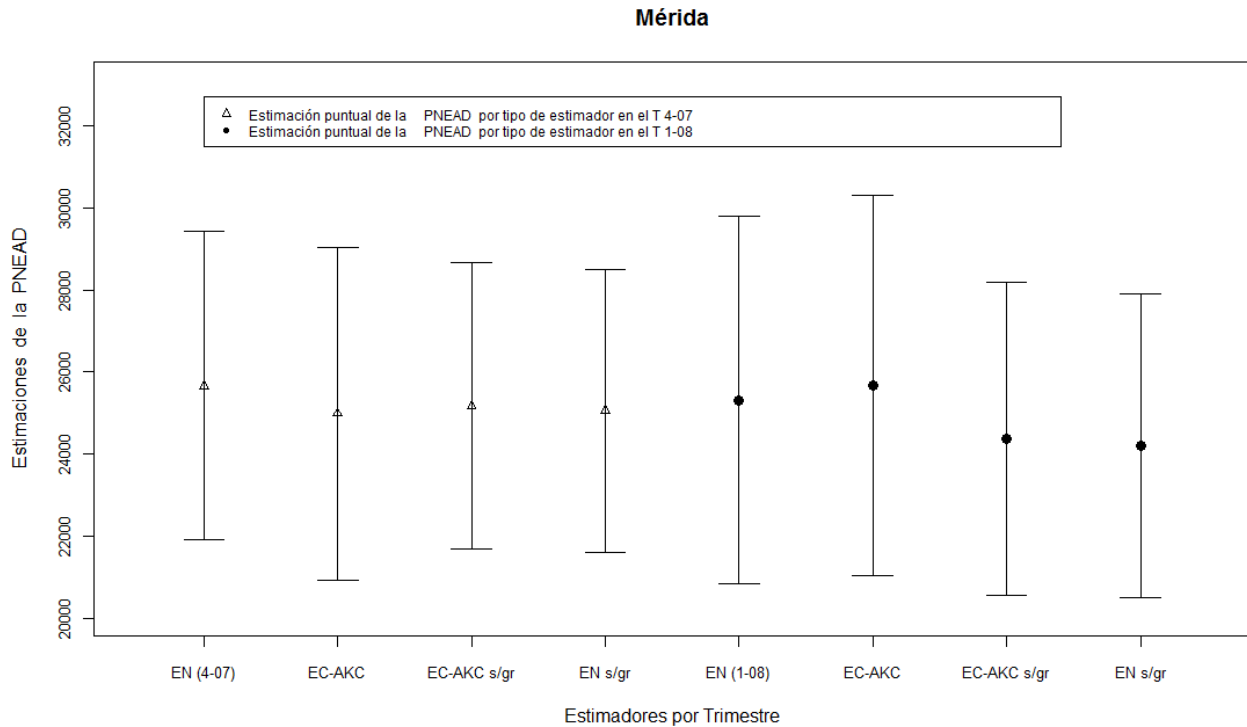
**Gráfica 4.14.** Estimaciones trim. puntuales y por intervalo al 90% de la PO, generadas por 4 estimadores para los T407 y T108.



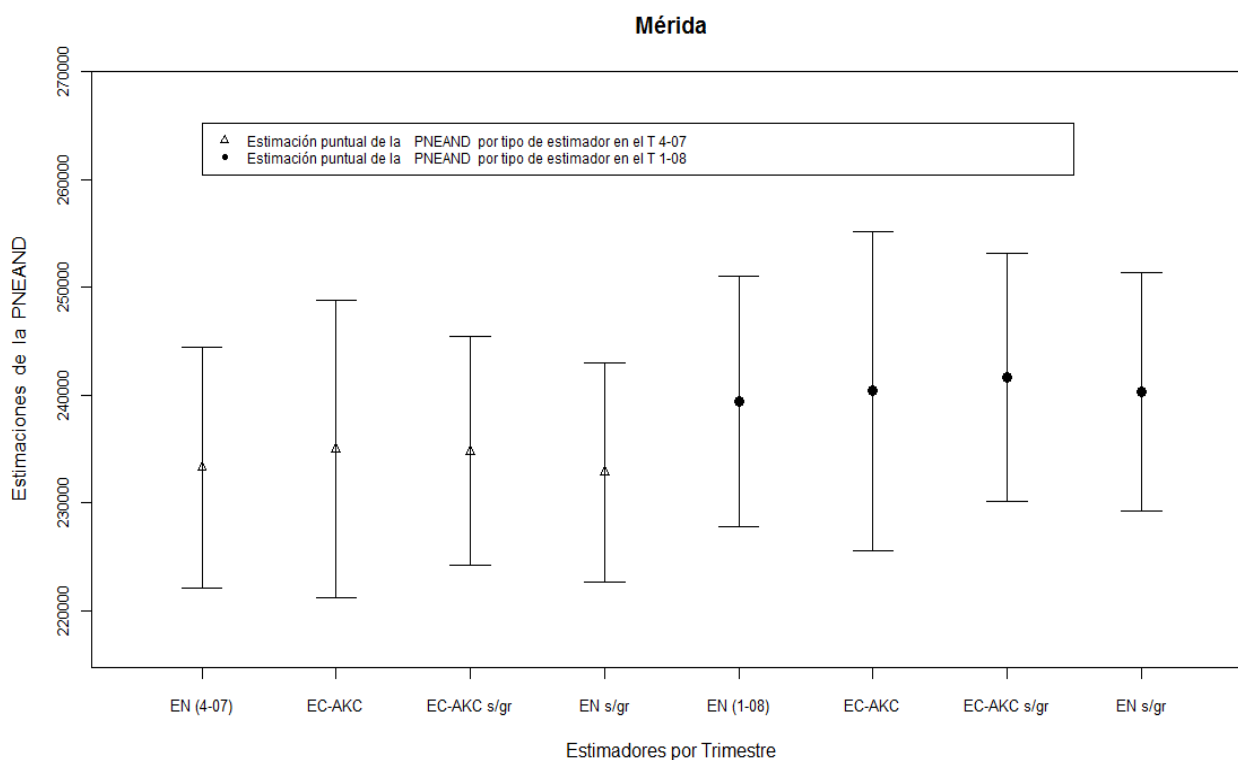
**Gráfica 4.15.** Estimaciones puntuales y por intervalo al 90% de la PDA, generadas por 4 estimadores para los T407 y T108.



**Gráfica 4.16.** Estimaciones puntuales y por intervalo al 90% de la PNEAD, generadas por 4 estimadores para los T407 y T108.



Gráfica 4.17. Estimaciones puntuales y por intervalo al 90% de la PNEAND, generadas por 4 estimadores para los T407 y T108.



Cuadro 4.87. Estimaciones de los trimestres 4-07 y 1-08 generadas por distintos estimadores para Culiacán.

Culiacán																	
Caract.	Est. Nivel	cv (%)	Var CU	K	A	EC-AK	cv (%)	$ecm(Y_t^n)$	EC-AKC	cv (%)	Var MCG	EC-AKC SGR	cv (%)	Var MCG	Est. Nivel SGR	cv (%)	Var CU
<b>T 4-07</b>																	
P14	475 796	1.72	67 296 650						475 414	2.00	90 564 834	475 414	1.63	60 138 794	474 232	1.47	48 844 227
PEA	304 000	2.05	38 780 659	0.5	0.3785	302 410	2.011	36 996 581	302 410	2.19	43 908 835	302 410	1.87	31 862 763	301 955	1.79	29 072 935
PO	292 938	2.10	37 730 932						291 405	2.24	42 594 382	290 955	1.89	30 395 597	290 535	1.82	27 811 728
PDA	11 062	9.73	1 159 517						11 005	9.88	1 182 903	11 455	9.87	1 277 596	11 420	9.80	1 253 264
PNEA	171 796	2.55	19 233 205	0.5	0.3785	173 004	2.511	18 872 261	173 004	2.75	22 607 703	173 004	2.37	16 813 284	172 277	2.38	16 860 199
PNEAD	32 541	7.02	5 223 864						32 867	7.17	5 555 588	32 975	6.89	5 161 760	32 746	6.77	4 919 293
PNEAND	139 255	3.09	18 510 774						140 137	3.29	21 224 179	140 029	2.92	16 744 783	139 531	2.96	17 018 361
<b>T 1-08</b>																	
P14	476 697	1.74	68 858 291						477 012	2.20	109 662 753	477 012	1.67	63 461 971	475 181	1.52	52 100 967
PEA	293 849	2.05	36 339 972	0.5	0.3785	293 284	2.008	34 694 124	293 284	2.38	48 578 875	293 284	1.94	32 307 786	292 726	1.87	29 903 479
PO	284 443	2.04	33 513 731						283 943	2.37	45 465 063	283 421	1.91	29 430 791	282 922	1.84	27 009 835
PDA	9 406	10.36	949 067						9 341	10.56	973 084	9 863	10.11	994 594	9 804	10.14	987 914
PNEA	182 847	2.62	22 908 541	0.5	0.3785	183 728	2.575	22 377 931	183 728	2.95	29 442 632	183 728	2.40	19 394 136	182 455	2.39	18 977 077
PNEAD	28 371	7.25	4 226 759						28 201	7.33	4 272 553	28 260	7.22	4 158 385	28 053	7.15	4 025 258
PNEAND	154 476	3.05	22 198 145						155 527	3.36	27 349 952	155 468	2.78	18 744 971	154 402	2.77	18 285 265

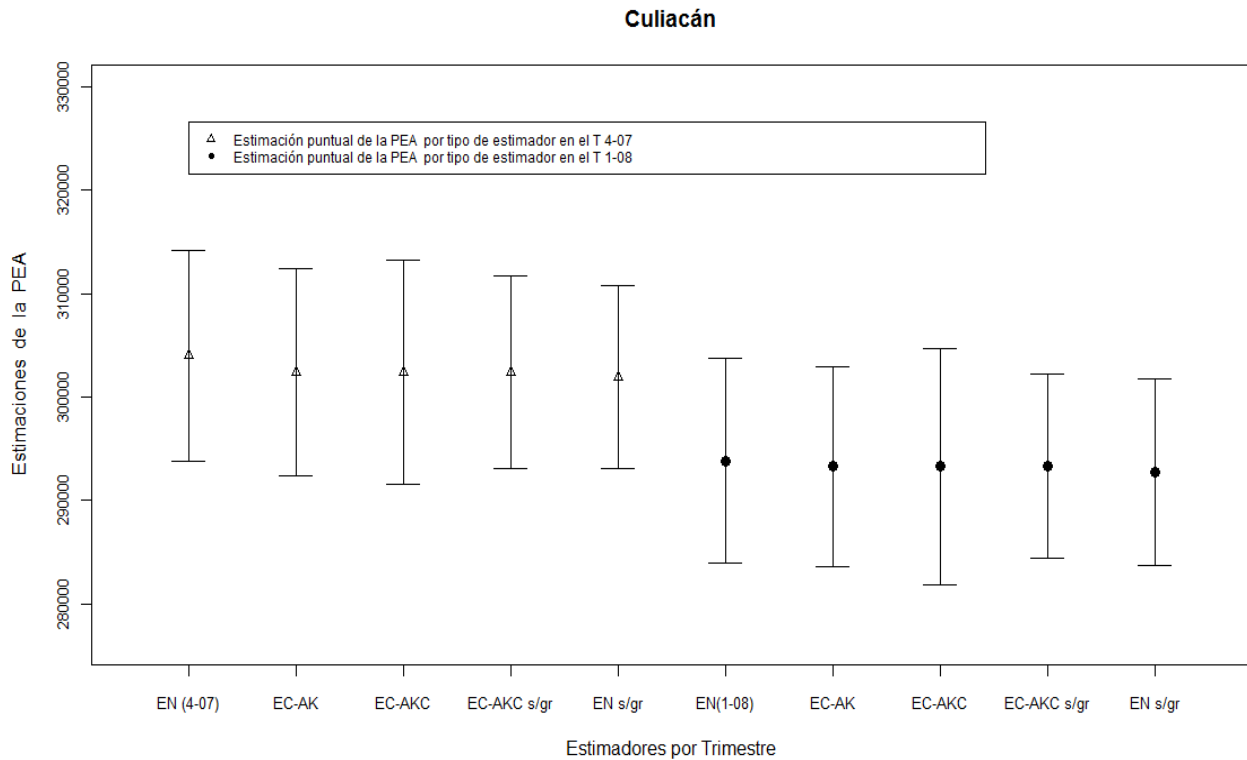
Cuadro 4.88. Comparación de las medidas de dispersión para Culiacán.

Culiacán Caract.	Var CU	ecm( $Y_t''$ )	Var MCG	Cambio % Med. Disp entre la EN y		Var CU	Var MCG	Cambio % Var
	EN	EC-AK	EC-AKC	EC-AK <sup>1</sup>	EC-AKC <sup>2</sup>	EN s/gr	EC-AKC s/gr	
<b>T 4-07</b>								
<b>P14</b>	67 296 650		90 564 834		34.58	48 844 227	60 138 794	23.12
<b>PEA</b>	<b>38 780 659</b>	<b>36 996 581</b>	<b>43 908 835</b>	<b>-4.60</b>	<b>13.22</b>	<b>29 072 935</b>	<b>31 862 763</b>	<b>9.60</b>
PO	37 730 932		42 594 382		12.89	27 811 728	30 395 597	9.29
PDA	1 159 517		1 182 903		2.02	1 253 264	1 277 596	1.94
<b>PNEA</b>	<b>19 233 205</b>	<b>18 872 261</b>	<b>22 607 703</b>	<b>-1.88</b>	<b>17.55</b>	<b>16 860 199</b>	<b>16 813 284</b>	<b>-0.28</b>
PNEAD	5 223 864		5 555 588		6.35	4 919 293	5 161 760	4.93
PNEAND	18 510 774		21 224 179		14.66	17 018 361	16 744 783	-1.61
<b>T 1-08</b>								
<b>P14</b>	68 858 291		109 662 753		59.26	52 100 967	63 461 971	21.81
<b>PEA</b>	<b>36 339 972</b>	<b>34 694 124</b>	<b>48 578 875</b>	<b>-4.53</b>	<b>33.68</b>	<b>29 903 479</b>	<b>32 307 786</b>	<b>8.04</b>
PO	33 513 731		45 465 063		35.66	27 009 835	29 430 791	8.96
PDA	949 067		973 084		2.53	987 914	994 594	0.68
<b>PNEA</b>	<b>22 908 541</b>	<b>22 377 931</b>	<b>29 442 632</b>	<b>-2.32</b>	<b>28.52</b>	<b>18 977 077</b>	<b>19 394 136</b>	<b>2.20</b>
PNEAD	4 226 759		4 272 553		1.08	4 025 258	4 158 385	3.31
PNEAND	22 198 145		27 349 952		23.21	18 285 265	18 744 971	2.51

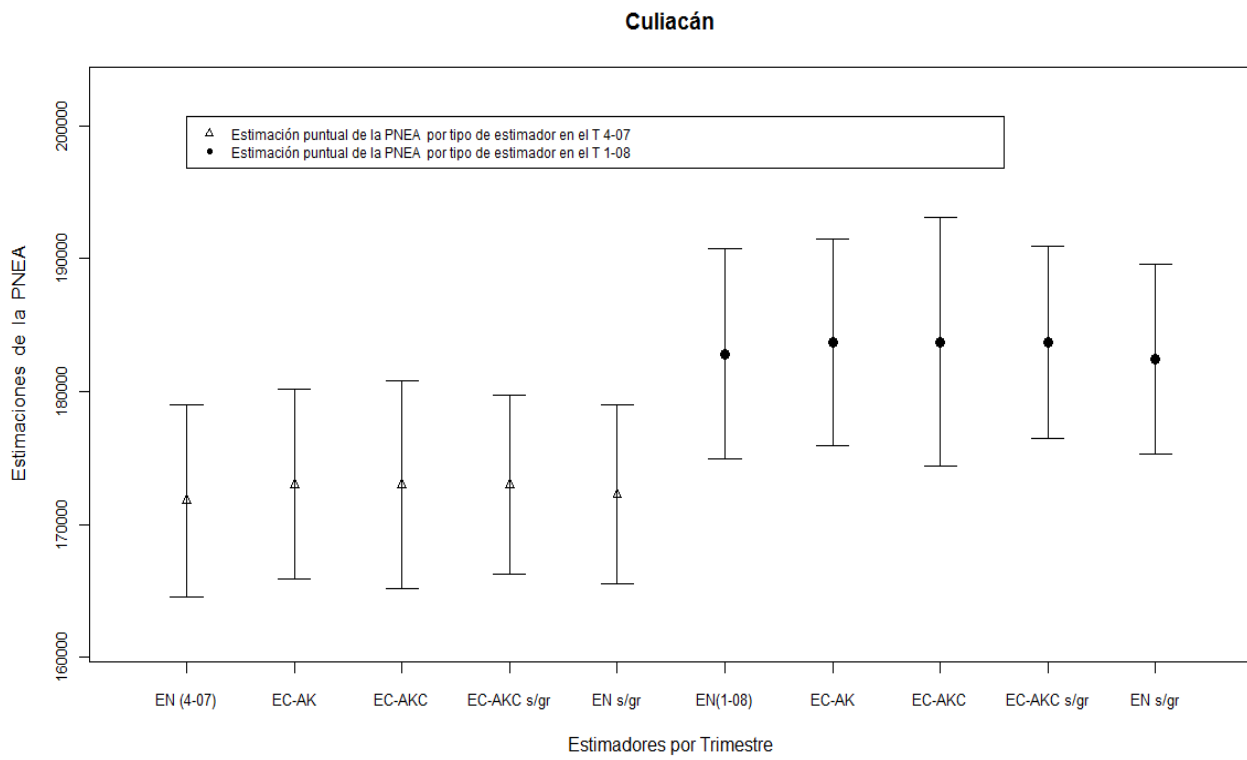
1  $100 * (ecm(Y_t'') - Var(EN)) / Var(EN)$

2  $100 * (Var(EN - AKC) - Var(EN)) / Var(EN)$

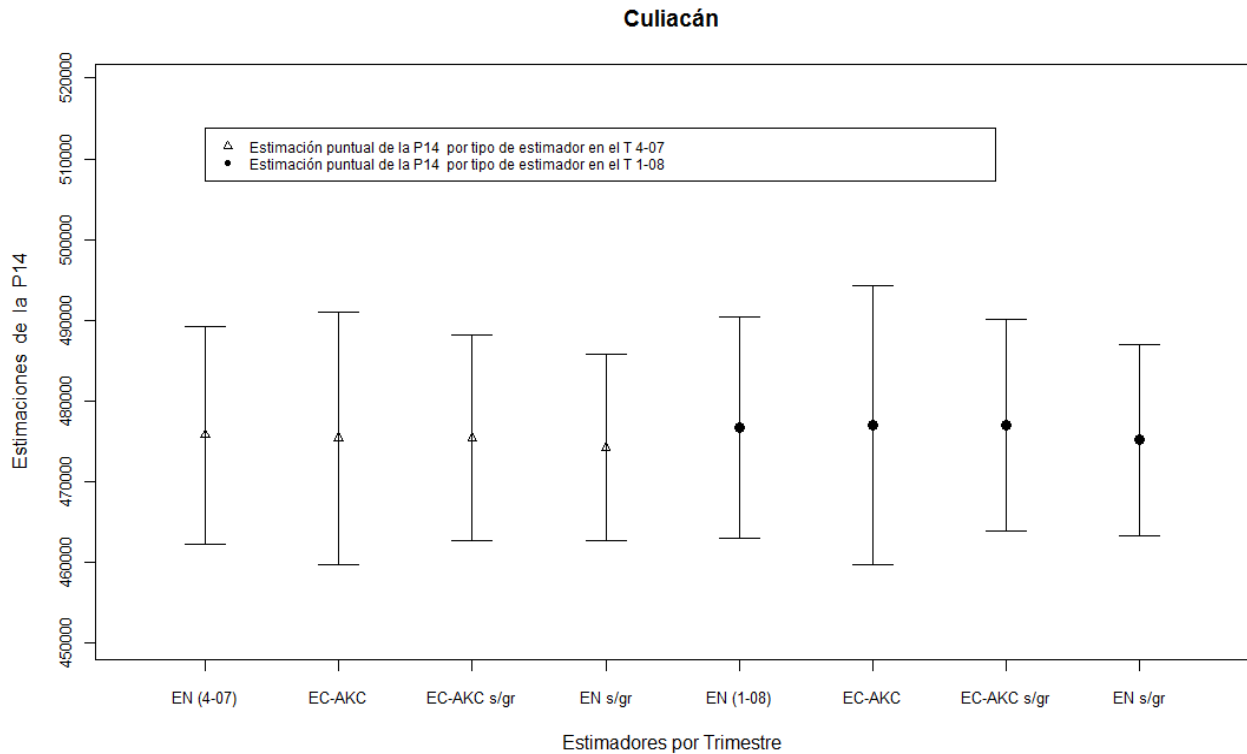
Gráfica 4.18. Estimaciones puntuales y por intervalo al 90% de la PEA, generadas por 5 estimadores para los T407 y T108.



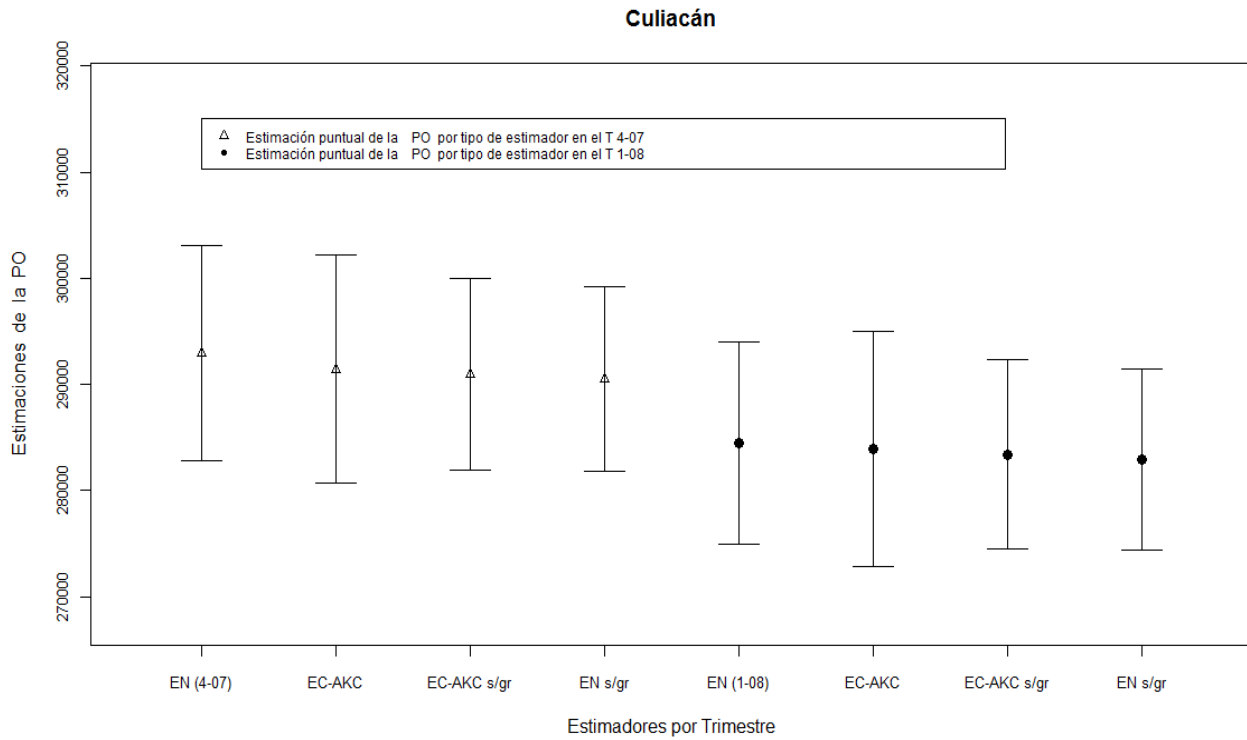
**Gráfica 4.19.** Estimaciones puntuales y por intervalo al 90% de la PNEA, generadas por 5 estimadores para los T407 y T108.



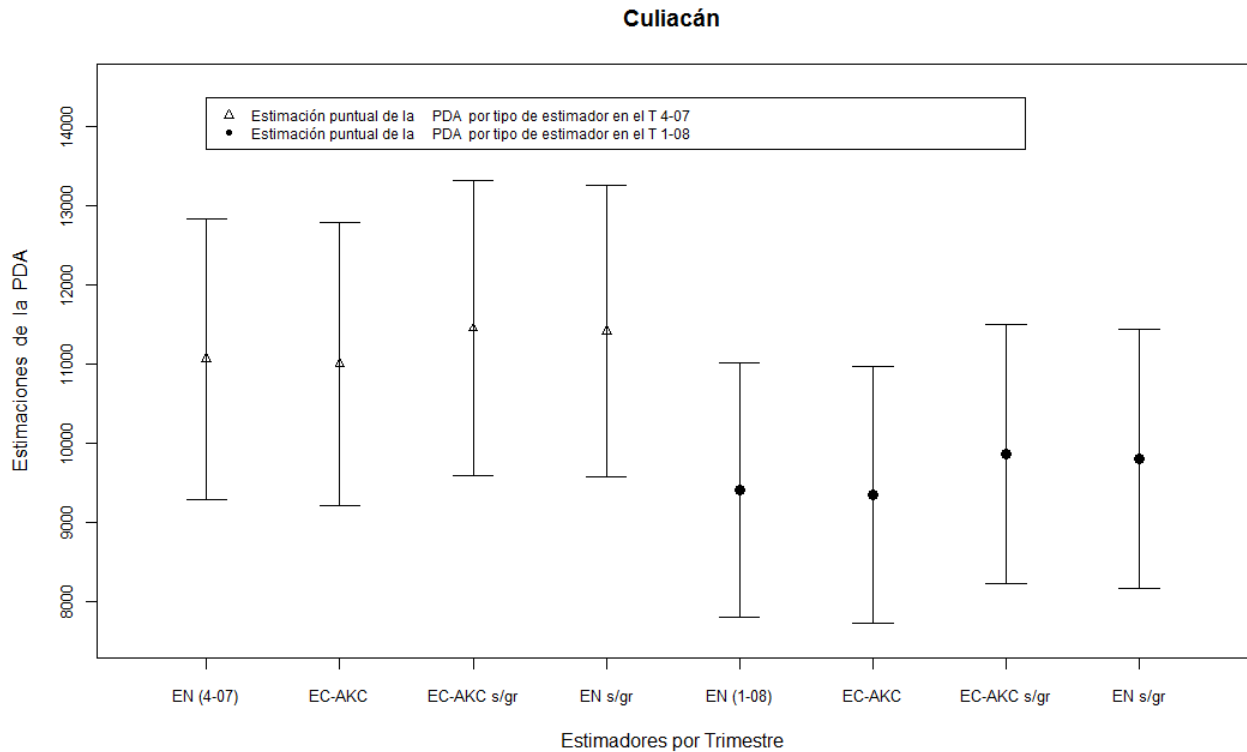
**Gráfica 4.20.** Estimaciones puntuales y por intervalo al 90% de la P14, generadas por 4 estimadores para los T407 y T108.



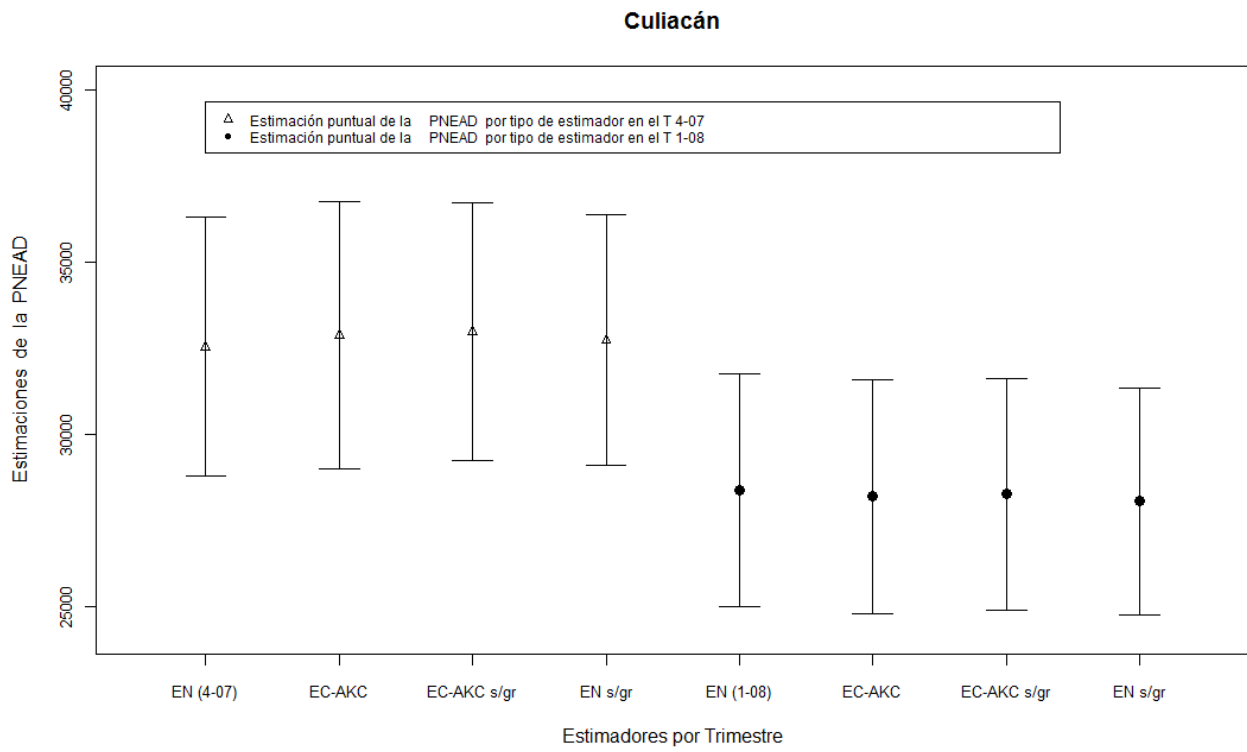
**Gráfica 4.21.** Estimaciones puntuales y por intervalo al 90% de la PO, generadas por 4 estimadores para los T407 y T108.



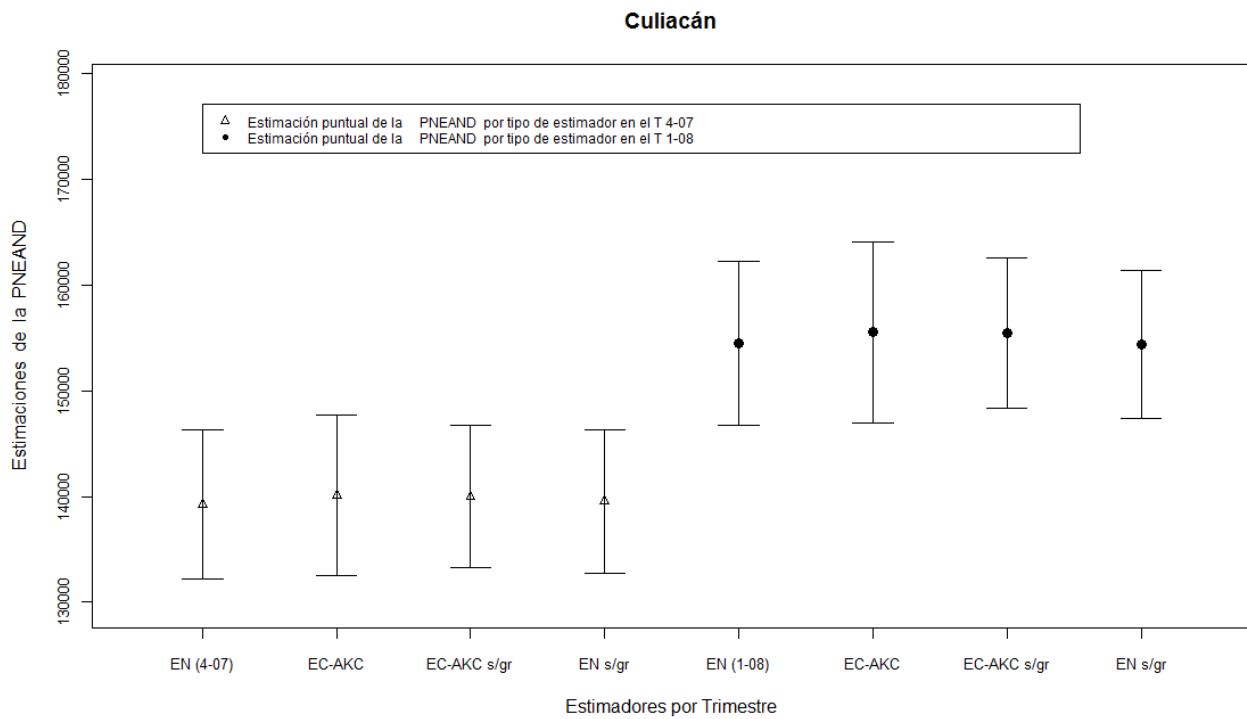
**Gráfica 4.22.** Estimaciones puntuales y por intervalo al 90% de la PDA, generadas por 4 estimadores para los T407 y T108.



**Gráfica 4.23.** Estimaciones puntuales y por intervalo al 90% de la PNEAD, generadas por 4 estimadores para los T407 y T108.



**Gráfica 4.24.** Estimaciones puntuales y por intervalo al 90% de la PNEAND, generadas por 4 estimadores para los T407 y T108.



**Cuadro 4.89.** Estimaciones de los trimestres 4-07 y 1-08 generadas por distintos estimadores para Zacatecas.

Zacatecas															Est.		
Caract.	Est. Nivel	cv (%)	Var CU	K	A	EC-AK	cv (%)	$ecm(Y_t'')$	EC-AKC	cv (%)	Var MCG	EC-AKC SGR	cv (%)	Var MCG	Nivel SGR	cv (%)	Var CU
<b>T 4-07</b>																	
P14	180 683	1.90	11 827 993						180 820	2.31	17 448 348	180 820	1.98	12 857 043	180 675	1.78	10 374 906
PEA	109 563	2.09	5 240 809	0.5	0.312	109 176	2.069	5 102 370	109 176	2.44	7 083 257	109 176	2.04	4 969 184	110 196	2.02	4 966 767
PO	104 773	2.10	4 823 936						104 326	2.44	6 453 934	104 313	2.05	4 588 291	105 247	2.02	4 540 600
PDA	4 790	9.98	228 600						4 850	10.27	248 285	4 863	9.96	234 703	4 949	10.03	246 408
PNEA	71 119	2.85	4 094 860	0.5	0.312	71 644	2.769	3 936 614	71 644	3.11	4 970 491	71 644	2.85	4 178 996	70 479	2.68	3 563 966
PNEAD	10 349	8.03	691 149						10 376	8.23	729 962	10 480	8.01	704 676	10 322	7.81	649 754
PNEAND	60 770	3.12	3 584 843						61 268	3.38	4 299 814	61 164	3.15	3 711 519	60 157	2.98	3 213 751
<b>T 1-08</b>																	
P14	181 391	1.80	10 637 247						181 694	2.16	15 391 425	181 694	1.88	11 681 839	181 595	1.78	10 389 788
PEA	110 182	2.01	4 885 017	0.5	0.312	110 460	1.974	4 756 214	110 460	2.30	6 431 639	110 460	2.07	5 246 538	110 409	2.06	5 157 368
PO	104 995	2.08	4 757 613						105 182	2.36	6 136 401	105 213	2.13	5 000 274	105 154	2.11	4 940 748
PDA	5 188	9.27	231 510						5 278	9.37	244 514	5 247	8.65	206 159	5 255	8.65	206 556
PNEA	71 209	2.80	3 976 379	0.5	0.312	71 234	2.745	3 823 956	71 234	3.01	4 587 164	71 234	2.66	3 579 196	71 186	2.67	3 602 059
PNEAD	10 498	7.83	675 072						10 280	8.00	675 637	10 488	7.23	575 775	10 491	7.18	567 073
PNEAND	60 710	3.13	3 610 904						60 954	3.37	4 222 948	60 746	2.97	3 264 305	60 695	2.99	3 289 844

**Cuadro 4.90.** Comparación de las medidas de dispersión para Zacatecas.

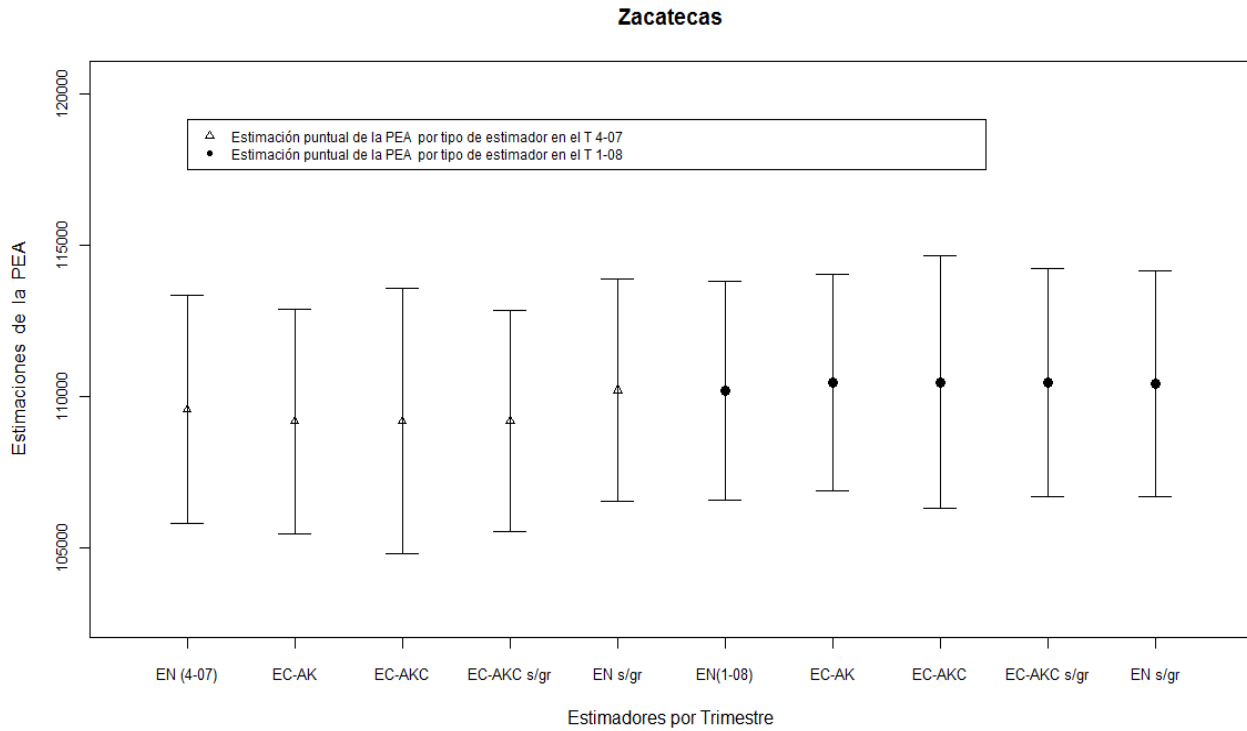
Zacatecas		Var CU	$ecm(Y_t'')$	Var MCG	Cambio % Med. Disp entre la EN y		Var CU	Var MCG	Cambio %
Caract.	EN	EC-AK	EC-AKC	EC-AK <sup>1</sup>	EC-AK <sup>2</sup>	EN s/gr	EC-AKC s/gr	Var	
<b>T 4-07</b>									
P14	11 827 993			17 448 348		47.52	10 374 906	12 857 043	23.92
PEA	5 240 809	5 102 370	7 083 257	-2.64	35.16	4 966 767	4 969 184	0.05	
PO	4 823 936		6 453 934	33.79		4 540 600	4 588 291	1.05	
PDA	228 600		248 285	8.61		246 408	234 703	-4.75	
PNEA	4 094 860	3 936 614	4 970 491	-3.86	21.38	3 563 966	4 178 996	17.26	
PNEAD	691 149		729 962	5.62		649 754	704 676	8.45	
PNEAND	3 584 843		4 299 814	19.94		3 213 751	3 711 519	15.49	
<b>T 1-08</b>									
P14	10 637 247			15 391 425		44.69	10 389 788	11 681 839	12.44
PEA	4 885 017	4 756 214	6 431 639	-2.64	31.66	5 157 368	5 246 538	1.73	
PO	4 757 613		6 136 401	28.98		4 940 748	5 000 274	1.20	
PDA	231 510		244 514	5.62		206 556	206 159	-0.19	
PNEA	3 976 379	3 823 956	4 587 164	-3.83	15.36	3 602 059	3 579 196	-0.63	
PNEAD	675 072		675 637	0.08		567 073	575 775	1.53	
PNEAND	3 610 904		4 222 948	16.95		3 289 844	3 264 305	-0.78	

$$1 \quad 100 * (ecm(Y_t'') - Var(EN)) / Var(EN)$$

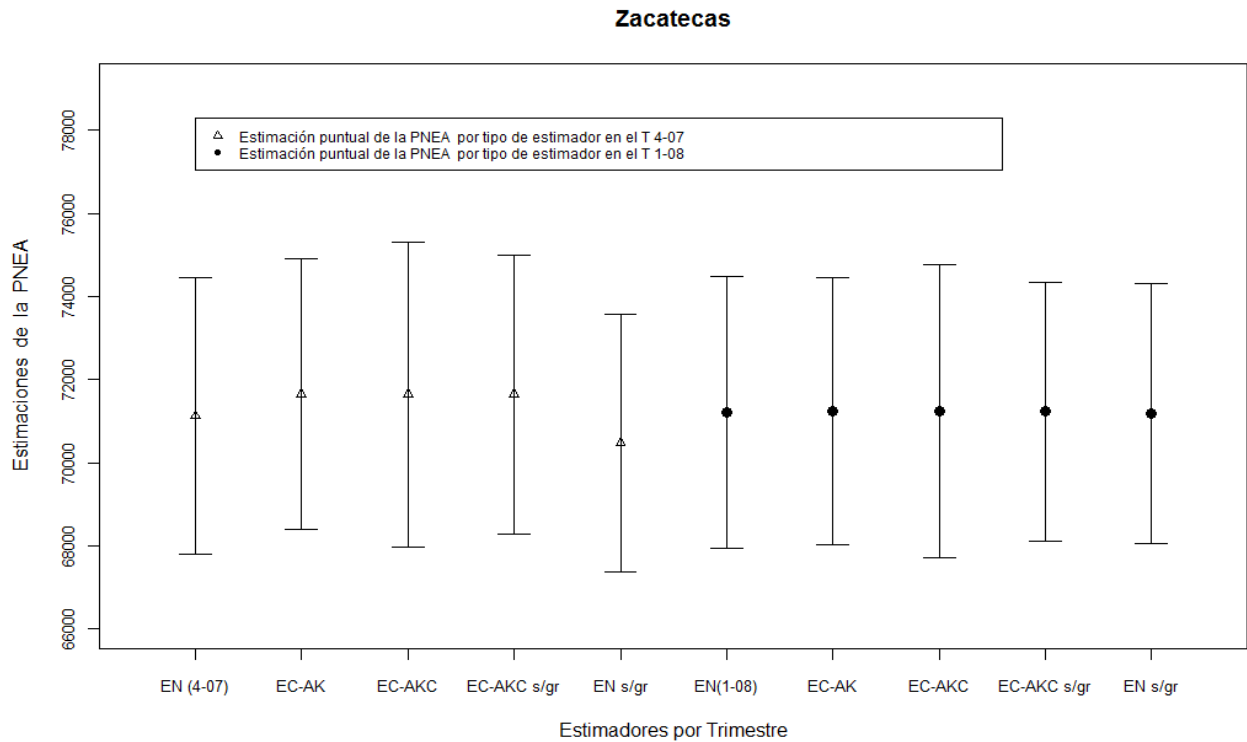
$$2 \quad 100 * (Var(EC - AKC) - Var(EN)) / Var(EN)$$



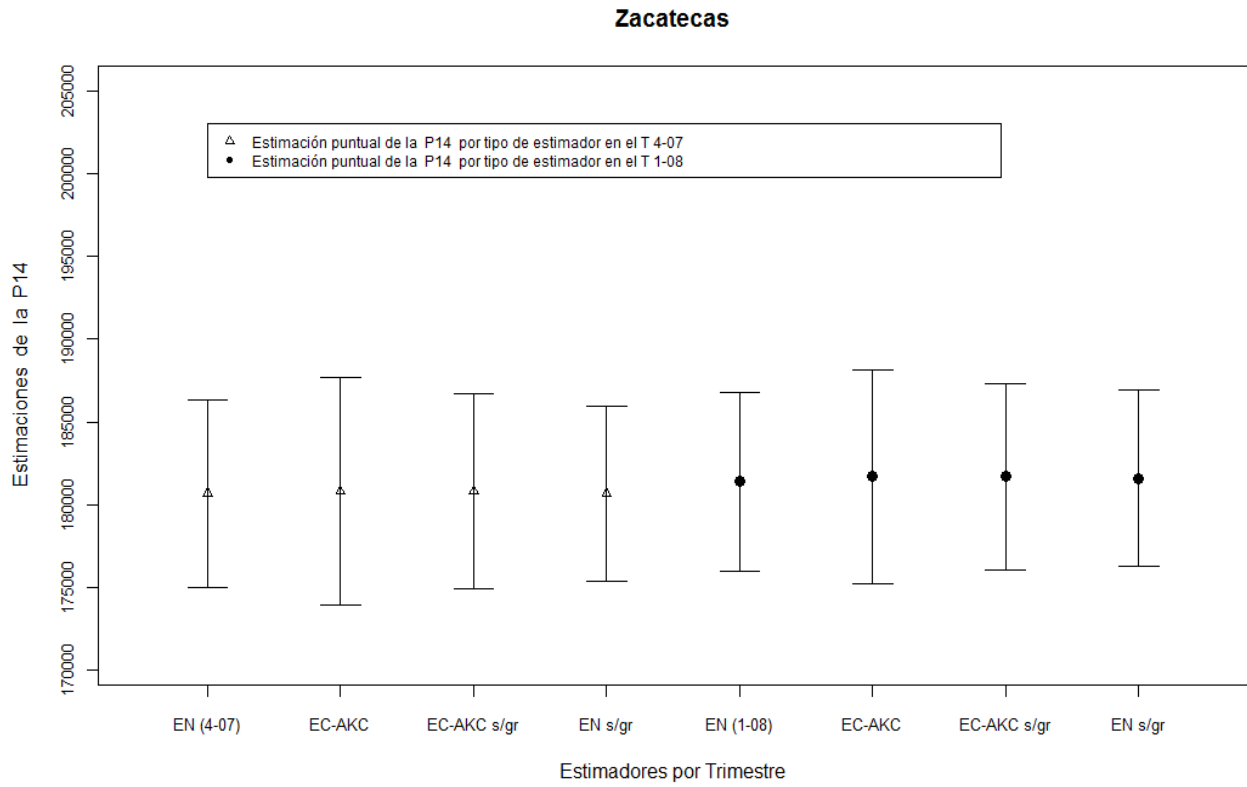
**Gráfica 4.25.** Estimaciones puntuales y por intervalo al 90% de la PEA, generadas por 5 estimadores para los T407 y T108.



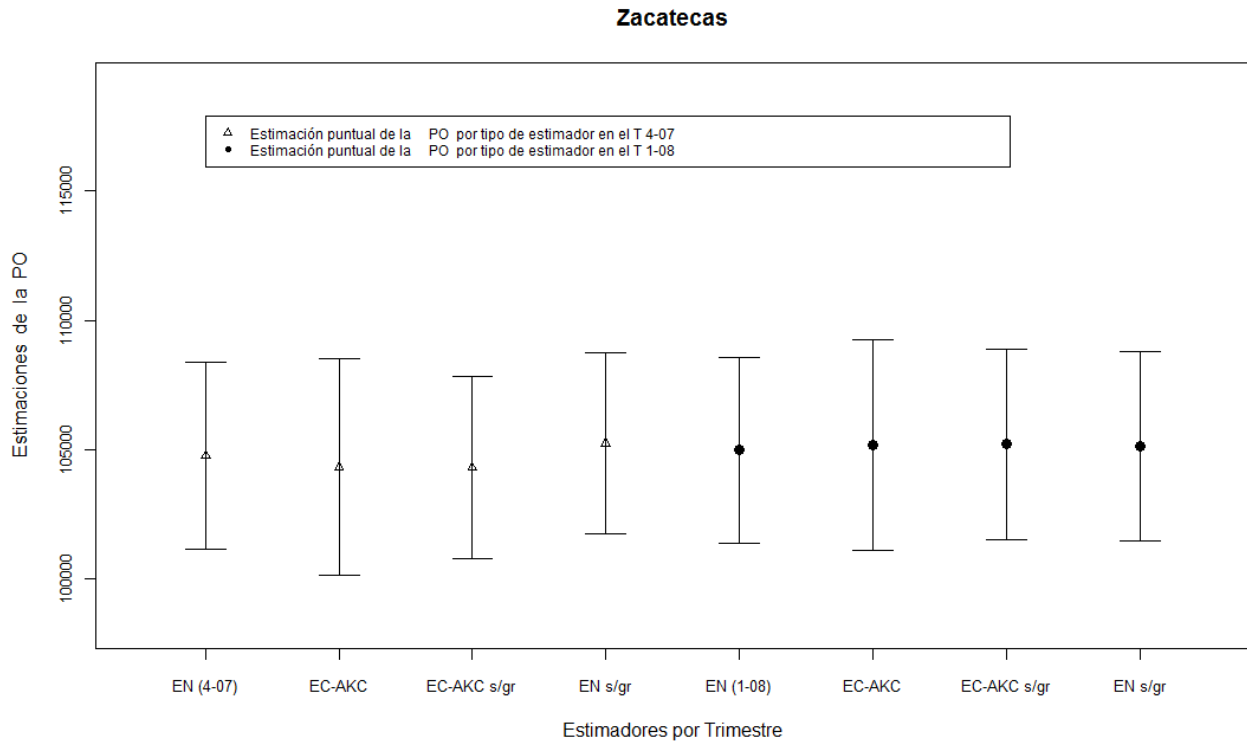
**Gráfica 4.26.** Estimaciones puntuales y por intervalo al 90% de la PNEA, generadas por 5 estimadores para los T407 y T108.



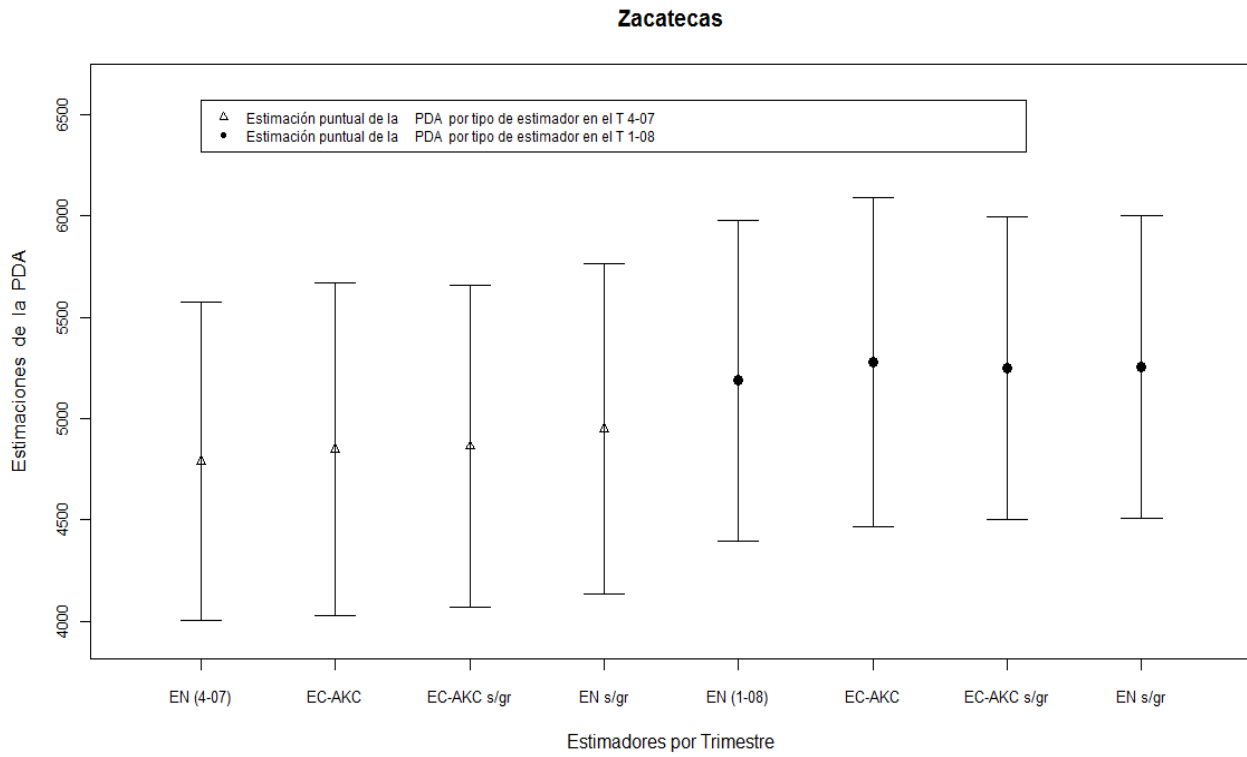
**Gráfica 4.27.** Estimaciones puntuales y por intervalo al 90% de la P14, generadas por 4 estimadores para los T407 y T108.



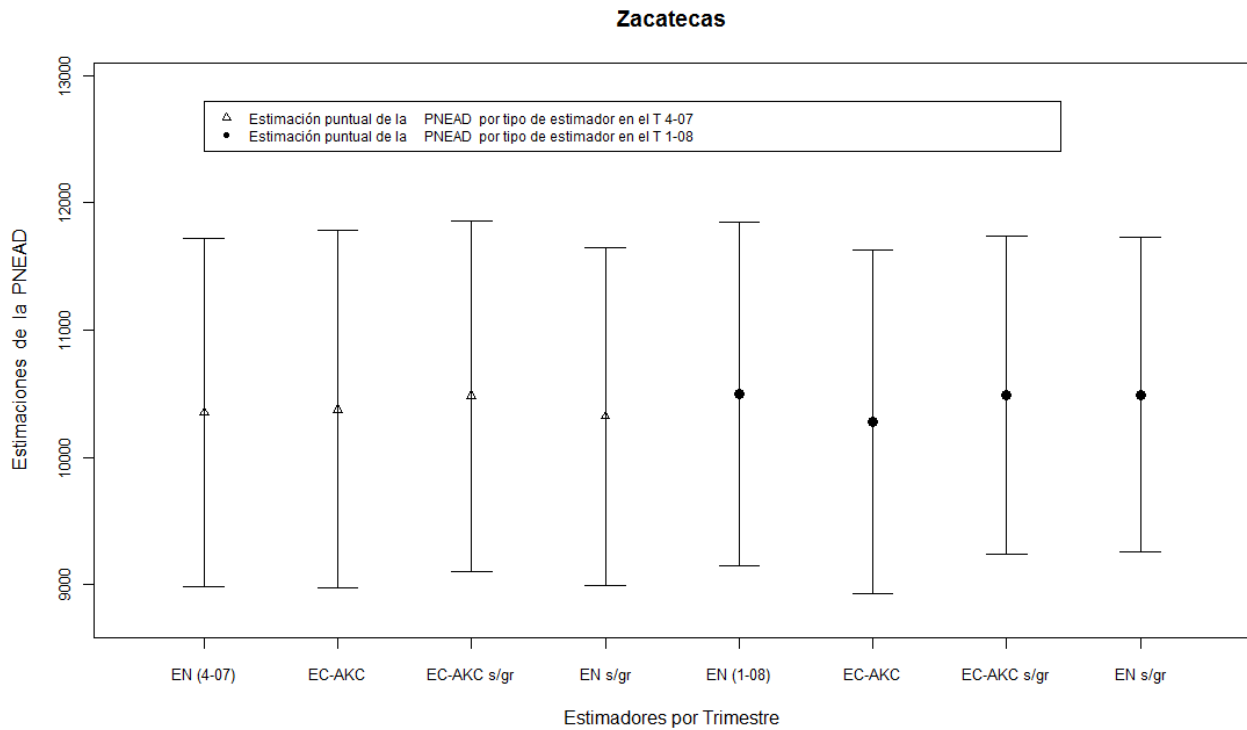
**Gráfica 4.28.** Estimaciones puntuales y por intervalo al 90% de la PO, generadas por 4 estimadores para los T407 y T108.



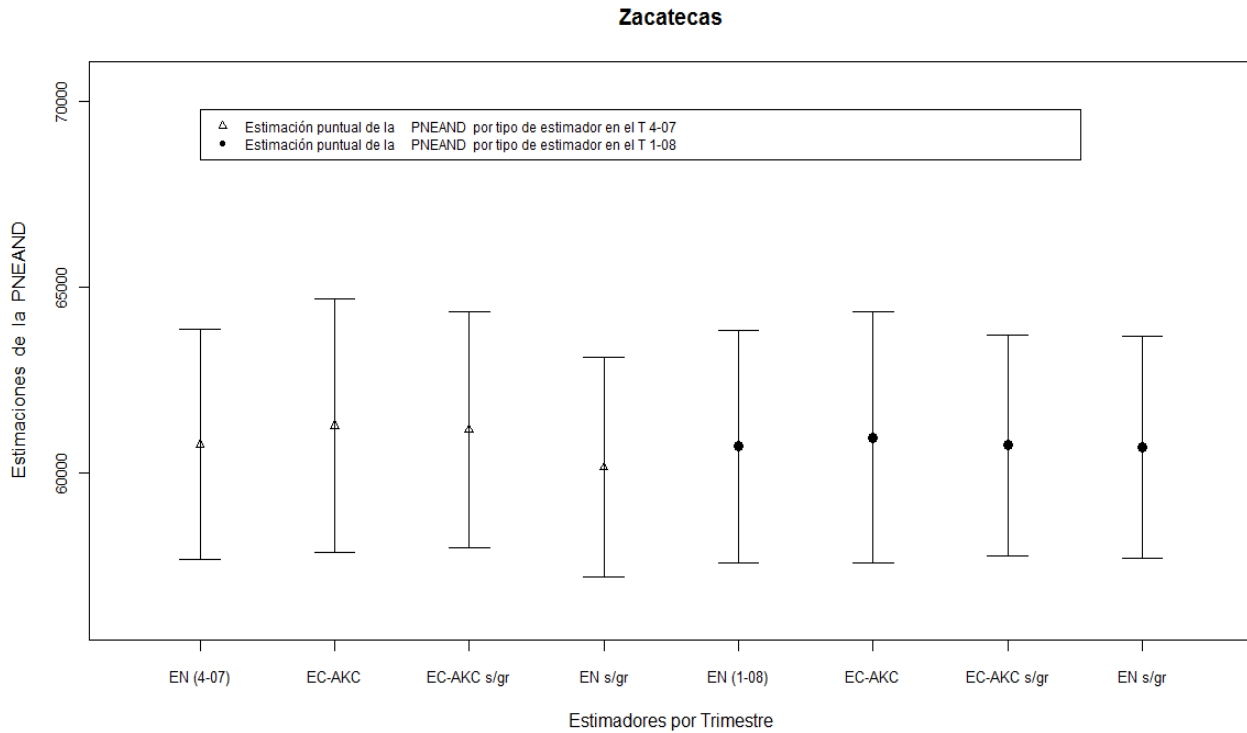
**Gráfica 4.29.** Estimaciones puntuales y por intervalo al 90% de la PDA, generadas por 4 estimadores para los T407 y T108.



**Gráfica 4.30.** Estimaciones puntuales y por intervalo al 90% de la PNEAD, generadas por 4 estimadores para los T407 y T108.



**Gráfica 4.31.** Estimaciones puntuales y por intervalo al 90% de la PNEAND, generadas por 4 estimadores para los T407 y T108.



A partir de los resultados presentados en los cuadros 4.85 a 4.90 y las veintiún gráficas anteriores, entre otras cosas se puede mencionar lo siguiente:

- en todas las ciudades, las magnitudes de las medidas de dispersión (ecm) de las EC-AK de la PEA y PNEA fueron menores a las correspondientes (varianzas) de las EN y EC-AKC;

**Cuadro 4.91.** Comparación de medidas de dispersión para la PEA y PNEA en los T407 y T108.

Trimestre	Característica	Var CU EN	ecm(Y <sub>t</sub> <sup>''</sup> )		Var MCG EC-AKC	Diferencia (%) entre medidas de dispersión	
			EC-AK	EC-AK		EC-AK y EN <sup>1</sup>	EC-AK y EC-AKC <sup>2</sup>
<b>Mérida</b>							
T 4-07	PEA	92 286 197	90 617 924	164 514 026	-1.81	-44.92	
T 1-08	PEA	78 122 133	77 011 462	150 077 707	-1.42	-48.69	
T 4-07	PNEA	49 355 059	46 374 124	76 189 768	-6.04	-39.13	
T 1-08	PNEA	58 182 360	54 529 355	91 044 267	-6.28	-40.11	
<b>Culiacán</b>							
T 4-07	PEA	38 780 659	36 996 581	43 908 835	-4.60	-15.74	
T 1-08	PEA	36 339 972	34 694 124	48 578 875	-4.53	-28.58	
T 4-07	PNEA	19 233 205	18 872 261	22 607 703	-1.88	-16.52	
T 1-08	PNEA	22 908 541	22 377 931	29 442 632	-2.32	-23.99	
<b>Zacatecas</b>							
T 4-07	PEA	5 240 809	5 102 370	7 083 257	-2.64	-27.97	
T 1-08	PEA	4 885 017	4 756 214	6 431 639	-2.64	-26.05	
T 4-07	PNEA	4 094 860	3 936 614	4 970 491	-3.86	-20.80	
T 1-08	PNEA	3 976 379	3 823 956	4 587 164	-3.83	-16.64	

<sup>1</sup> 100 \* ( ecm(EC - AK) - Var(EN) ) / Var(EN)

<sup>2</sup> 100 \* ( ecm(EC - AK) - Var(EC - AKC) ) / Var(EC - AKC)

- sin considerar los grupos de rotación (GR), las varianzas de las EN son menores a las correspondientes de las EC-AKC;

**Cuadro 4.92.** Comparación de medidas de dispersión en Mérida para los T407 y T108.

Trimestre	Característica	Var CU EN s/gr	Var MCG EC-AKC s/gr	Diferencia (%) en Varianzas <sup>1</sup>
T 4-07	P14	132 452 007	164 256 606	-19.36
T 1-08	P14	129 252 634	174 335 042	-25.86
T 4-07	PEA	<b>81 859 273</b>	<b>87 240 371</b>	<b>-6.17</b>
T 1-08	PEA	<b>67 610 267</b>	<b>80 209 301</b>	<b>-15.71</b>
T 4-07	PO	77 394 892	82 797 363	-6.52
T 1-08	PO	64 591 862	76 922 332	-16.03
T 4-07	PDA	2 011 844	2 013 512	-0.08
T 1-08	PDA	1 937 436	1 967 685	-1.54
T 4-07	PNEA	<b>38 952 123</b>	<b>43 028 494</b>	<b>-9.47</b>
T 1-08	PNEA	<b>46 170 120</b>	<b>51 383 357</b>	<b>-10.15</b>
T 4-07	PNEAD	4 344 636	4 490 740	-3.25
T 1-08	PNEAD	5 039 523	5 351 196	-5.82
T 4-07	PNEAND	38 226 412	41 733 658	-8.40
T 1-08	PNEAND	45 068 955	48 653 136	-7.37

<sup>1</sup>  $100 * ( \text{Var}(\text{EN s/gr}) - \text{Var}(\text{EC} - \text{AKC s/gr}) ) / \text{Var}(\text{EC} - \text{AKC s/gr})$

**Cuadro 4.93.** Comparación de medidas de dispersión en Culiacán para los T407 y T108.

Trimestre	Característica	Var CU EN s/gr	Var MCG EC-AKC s/gr	Diferencia (%) en Varianzas <sup>1</sup>
T 4-07	P14	48 844 227	60 138 794	-18.78
T 1-08	P14	52 100 967	63 461 971	-17.90
T 4-07	PEA	<b>29 072 935</b>	<b>31 862 763</b>	<b>-8.76</b>
T 1-08	PEA	<b>29 903 479</b>	<b>32 307 786</b>	<b>-7.44</b>
T 4-07	PO	27 811 728	30 395 597	-8.50
T 1-08	PO	27 009 835	29 430 791	-8.23
T 4-07	PDA	1 253 264	1 277 596	-1.90
T 1-08	PDA	987 914	994 594	-0.67
T 4-07	PNEA	<b>16 860 199</b>	<b>16 813 284</b>	<b>0.28</b>
T 1-08	PNEA	<b>18 977 077</b>	<b>19 394 136</b>	<b>-2.15</b>
T 4-07	PNEAD	4 919 293	5 161 760	-4.70
T 1-08	PNEAD	4 025 258	4 158 385	-3.20
T 4-07	PNEAND	17 018 361	16 744 783	1.63
T 1-08	PNEAND	18 285 265	18 744 971	-2.45

<sup>1</sup>  $100 * ( \text{Var}(\text{EN s/gr}) - \text{Var}(\text{EC} - \text{AKC s/gr}) ) / \text{Var}(\text{EC} - \text{AKC s/gr})$

**Cuadro 4.94.** Comparación de medidas de dispersión en Zacatecas para los T407 y T108.

Trimestre	Característica	Var CU EN s/gr	Var MCG EC-AKC s/gr	Diferencia (%) en Varianzas <sup>1</sup>
T 4-07	P14	10 374 906	12 857 043	-19.31
T 1-08	P14	10 389 788	11 681 839	-11.06
T 4-07	PEA	<b>4 966 767</b>	<b>4 969 184</b>	<b>-0.05</b>
T 1-08	PEA	<b>5 157 368</b>	<b>5 246 538</b>	<b>-1.70</b>
T 4-07	PO	4 540 600	4 588 291	-1.04
T 1-08	PO	4 940 748	5 000 274	-1.19
T 4-07	PDA	246 408	234 703	4.99
T 1-08	PDA	206 556	206 159	0.19
T 4-07	PNEA	<b>3 563 966</b>	<b>4 178 996</b>	<b>-14.72</b>
T 1-08	PNEA	<b>3 602 059</b>	<b>3 579 196</b>	<b>0.64</b>
T 4-07	PNEAD	649 754	704 676	-7.79
T 1-08	PNEAD	567 073	575 775	-1.51
T 4-07	PNEAND	3 213 751	3 711 519	-13.41
T 1-08	PNEAND	3 289 844	3 264 305	0.78

<sup>1</sup>  $100 * ( \text{Var}(\text{EN s/gr}) - \text{Var}(\text{EC} - \text{AKC s/gr}) ) / \text{Var}(\text{EC} - \text{AKC s/gr})$

- al compararse entre sí EC-AK, EC-AKC y EC-AKC sin considerar los GR, las que presentaron menor magnitud en su medida de dispersión fueron estas últimas, para Mérida y Culiacán; solo en Zacatecas los errores cuadráticos medios de las EC-AK y las varianzas de las EC-AKC s/gr comparten las magnitudes menores;

**Cuadro 4.95.** Comparación de medidas de dispersión de la PEA y PNEA para los T407 y T108.

Trimestre	Característica	ecm( $Y_t''$ ) EC-AK	Var MCG EC-AKC	Var MCG EC-AKC s/gr	Diferencia (%) entre medidas de dispersión	
					EC-AKC s/gr y EC-AK <sup>1</sup>	EC-AKC s/gr y EC-AKC <sup>2</sup>
<b>Mérida</b>						
T 4-07	PEA	<b>90 617 924</b>	<b>164 514 026</b>	<b>87 240 371</b>	<b>-3.73</b>	<b>-46.97</b>
T 1-08	PEA	<b>77 011 462</b>	<b>150 077 707</b>	<b>80 209 301</b>	<b>4.15</b>	<b>-46.55</b>
T 4-07	PNEA	<b>46 374 124</b>	<b>76 189 768</b>	<b>43 028 494</b>	<b>-7.21</b>	<b>-43.52</b>
T 1-08	PNEA	<b>54 529 355</b>	<b>91 044 267</b>	<b>51 383 357</b>	<b>-5.77</b>	<b>-43.56</b>
<b>Culiacán</b>						
T 4-07	PEA	<b>36 996 581</b>	<b>43 908 835</b>	<b>31 862 763</b>	<b>-13.88</b>	<b>-27.43</b>
T 1-08	PEA	<b>34 694 124</b>	<b>48 578 875</b>	<b>32 307 786</b>	<b>-6.88</b>	<b>-33.49</b>
T 4-07	PNEA	<b>18 872 261</b>	<b>22 607 703</b>	<b>16 813 284</b>	<b>-10.91</b>	<b>-25.63</b>
T 1-08	PNEA	<b>22 377 931</b>	<b>29 442 632</b>	<b>19 394 136</b>	<b>-13.33</b>	<b>-34.13</b>
<b>Zacatecas</b>						
T 4-07	PEA	<b>5 102 370</b>	<b>7 083 257</b>	<b>4 969 184</b>	<b>-2.61</b>	<b>-29.85</b>
T 1-08	PEA	<b>4 756 214</b>	<b>6 431 639</b>	<b>5 246 538</b>	<b>10.31</b>	<b>-18.43</b>
T 4-07	PNEA	<b>3 936 614</b>	<b>4 970 491</b>	<b>4 178 996</b>	<b>6.16</b>	<b>-15.92</b>
T 1-08	PNEA	<b>3 823 956</b>	<b>4 587 164</b>	<b>3 579 196</b>	<b>-6.40</b>	<b>-21.97</b>

<sup>1</sup>  $100 * ( \text{Var}(\text{EC} - \text{AKC s/gr}) - \text{ecm}(\text{EC} - \text{AK}) ) / \text{ecm}(\text{EC} - \text{AK})$

<sup>2</sup>  $100 * ( \text{Var}(\text{EC} - \text{AKC s/gr}) - \text{Var}(\text{EC} - \text{AKC}) ) / \text{Var}(\text{EC} - \text{AKC})$

- las graficas de las estimaciones puntuales y por intervalo, ilustran la misma tendencia de los datos;
- los intervalos de confianza generados por las EC-AKC, son más grandes que los demás, los cuales guardan aproximadamente la misma amplitud; y los creados por las EN que no consideran a los grupos de rotación, por lo general son los más estrechos.

**Cuadro 4.96.** CV de diferentes estimadores para Mérida en los trimestres 4-07 y 1-08.

<b>Mérida</b>	<b>Coefficientes de Variación (%)</b>				
<b>Características</b>	<b>EN</b>	<b>EC-AK</b>	<b>EC-AKC</b>	<b>EC-AKC s / gr</b>	<b>EN s / gr</b>
<b>T 4-07</b>					
<b>P14</b>	<b>1.94</b>		<b>2.79</b>	<b>1.84</b>	<b>1.65</b>
<b>PEA</b>	<b>2.18</b>	<b>2.172</b>	<b>2.93</b>	<b>2.13</b>	<b>2.06</b>
PO	<b>2.19</b>		<b>2.92</b>	<b>2.13</b>	<b>2.05</b>
PDA	<b>12.43</b>		<b>13.71</b>	<b>11.86</b>	<b>11.80</b>
<b>PNEA</b>	<b>2.71</b>	<b>2.619</b>	<b>3.36</b>	<b>2.52</b>	<b>2.42</b>
PNEAD	<b>8.87</b>		<b>9.84</b>	<b>8.41</b>	<b>8.32</b>
PNEAND	<b>2.91</b>		<b>3.58</b>	<b>2.75</b>	<b>2.66</b>
<b>T 1-08</b>					
<b>P14</b>	<b>1.91</b>		<b>2.80</b>	<b>1.89</b>	<b>1.63</b>
<b>PEA</b>	<b>2.03</b>	<b>2.024</b>	<b>2.83</b>	<b>2.07</b>	<b>1.90</b>
PO	<b>2.03</b>		<b>2.87</b>	<b>2.09</b>	<b>1.91</b>
PDA	<b>10.66</b>		<b>10.96</b>	<b>10.82</b>	<b>10.74</b>
<b>PNEA</b>	<b>2.88</b>	<b>2.776</b>	<b>3.59</b>	<b>2.69</b>	<b>2.57</b>
PNEAD	<b>10.70</b>		<b>10.95</b>	<b>9.49</b>	<b>9.27</b>
PNEAND	<b>2.94</b>		<b>3.75</b>	<b>2.89</b>	<b>2.79</b>

**Cuadro 4.97.** CV de diferentes estimadores para Culiacán en los trimestres 4-07 y 1-08.

<b>Culiacán</b>	<b>Coefficientes de Variación (%)</b>				
<b>Características</b>	<b>EN</b>	<b>EC-AK</b>	<b>EC-AKC</b>	<b>EC-AKC s / gr</b>	<b>EN s / gr</b>
<b>T 4-07</b>					
<b>P14</b>	<b>1.72</b>		<b>2.00</b>	<b>1.63</b>	<b>1.47</b>
<b>PEA</b>	<b>2.05</b>	<b>2.011</b>	<b>2.19</b>	<b>1.87</b>	<b>1.79</b>
PO	<b>2.10</b>		<b>2.24</b>	<b>1.89</b>	<b>1.82</b>
PDA	<b>9.73</b>		<b>9.88</b>	<b>9.87</b>	<b>9.80</b>
<b>PNEA</b>	<b>2.55</b>	<b>2.511</b>	<b>2.75</b>	<b>2.37</b>	<b>2.38</b>
PNEAD	<b>7.02</b>		<b>7.17</b>	<b>6.89</b>	<b>6.77</b>
PNEAND	<b>3.09</b>		<b>3.29</b>	<b>2.92</b>	<b>2.96</b>
<b>T 1-08</b>					
<b>P14</b>	<b>1.74</b>		<b>2.20</b>	<b>1.67</b>	<b>1.52</b>
<b>PEA</b>	<b>2.05</b>	<b>2.008</b>	<b>2.38</b>	<b>1.94</b>	<b>1.87</b>
PO	<b>2.04</b>		<b>2.37</b>	<b>1.91</b>	<b>1.84</b>
PDA	<b>10.36</b>		<b>10.56</b>	<b>10.11</b>	<b>10.14</b>
<b>PNEA</b>	<b>2.62</b>	<b>2.575</b>	<b>2.95</b>	<b>2.40</b>	<b>2.39</b>
PNEAD	<b>7.25</b>		<b>7.33</b>	<b>7.22</b>	<b>7.15</b>
PNEAND	<b>3.05</b>		<b>3.36</b>	<b>2.78</b>	<b>2.77</b>

**Cuadro 4.98.** CV de diferentes estimadores para Zacatecas en los trimestres 4-07 y 1-08.

<b>Zacatecas</b>	<b>Coefficientes de Variación (%)</b>				
	<b>EN</b>	<b>EC-AK</b>	<b>EC-AKC</b>	<b>EC-AKC s / gr</b>	<b>EN s / gr</b>
<b>T 4-07</b>					
<b>P14</b>	<b>1.90</b>		<b>2.31</b>	<b>1.98</b>	<b>1.78</b>
<b>PEA</b>	<b>2.09</b>	<b>2.069</b>	<b>2.44</b>	<b>2.04</b>	<b>2.02</b>
PO	<b>2.10</b>		<b>2.44</b>	<b>2.05</b>	<b>2.02</b>
PDA	<b>9.98</b>		<b>10.27</b>	<b>9.96</b>	<b>10.03</b>
<b>PNEA</b>	<b>2.85</b>	<b>2.769</b>	<b>3.11</b>	<b>2.85</b>	<b>2.68</b>
PNEAD	<b>8.03</b>		<b>8.23</b>	<b>8.01</b>	<b>7.81</b>
PNEAND	<b>3.12</b>		<b>3.38</b>	<b>3.15</b>	<b>2.98</b>
<b>T 1-08</b>					
<b>P14</b>	<b>1.80</b>		<b>2.16</b>	<b>1.88</b>	<b>1.78</b>
<b>PEA</b>	<b>2.01</b>	<b>1.974</b>	<b>2.30</b>	<b>2.07</b>	<b>2.06</b>
PO	<b>2.08</b>		<b>2.36</b>	<b>2.13</b>	<b>2.11</b>
PDA	<b>9.27</b>		<b>9.37</b>	<b>8.65</b>	<b>8.65</b>
<b>PNEA</b>	<b>2.80</b>	<b>2.745</b>	<b>3.01</b>	<b>2.66</b>	<b>2.67</b>
PNEAD	<b>7.83</b>		<b>8.00</b>	<b>7.23</b>	<b>7.18</b>
PNEAND	<b>3.13</b>		<b>3.37</b>	<b>2.97</b>	<b>2.99</b>





## Capítulo 5

### Conclusiones

En el marco de una encuesta panel rotatorio como es el caso de la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo dominio urbano alto, o parte Ciudades Autorrepresentadas, fueron comparados de forma empírica los estimadores compuestos:

De nivel

- EC-AK, definido por Gurney y Daly (1965)

$$Y_t'' = (1-K)\hat{Y}_t + A\frac{1}{5}\left[y_{t,1} - \frac{1}{4}\sum_{i=2}^5 y_{t,i}\right] + K[Y_{t-1}'' + d_{t,t-1}] \quad \text{para } A > 0 \text{ y } 0 \leq K \leq 1$$

- EC-AKC, propuesto por Fuller y estudiado por Lent, Miller y Cantwell (1994),

Del cambio

- EC-AK del cambio

$$d_{t,t-1}'' = Y_t'' - Y_{t-1}''$$

donde  $Y_t''$  y  $Y_{t-1}''$  son definidos de manera análoga a la expresión anterior, pero con sus propios parámetros (K,A)

- EC-AK del cambio a partir de la EC-AK de nivel y sus parámetros (K, A) definida por Gurney y Daly (1965) para los trimestres  $t-1$  y  $t$ .

Con los correspondientes y respectivos estimadores habituales:

De nivel

- considerando los grupos de rotación

$$\hat{Y}_t = \frac{1}{5} \sum_{i=1}^5 y_{t,i}$$

- sin considerar de forma explícita los grupos de rotación (EN SGR; ver p. 12)

$$\hat{Y}_t^* = \sum_h^L \sum_i^{n_h} \sum_j^{m_h} F_{thi} y_{thj}$$

Del cambio

$$d_{t,t-1} = \frac{1}{4} \sum_{i=2}^5 (y_{t,i} - y_{t-1,i-1})$$

Inicialmente, buscando encontrar estimadores alternativos de nivel y del cambio más precisos; con este fin, fue aplicada la metodología del estimador compuesto a las Ciudades de Mérida, Culiacán y Zacatecas en los trimestres 4-07 y 1-08; permitiendo también, evaluar de forma numérica las precisiones que actualmente se generan para las estimaciones obtenidas con la ENOE.

Con base a los resultados del capítulo 4, se puede decir lo siguiente:

1. Los estimadores habituales y compuestos, generaron estimaciones puntuales y por intervalo de las estimaciones de nivel, que siguen la misma tendencia y tienen prácticamente la misma amplitud (ver Cuadro 4.87).
2. Los EC-AK y EC-AKC SGR permiten generar estimaciones, que pueden proporcionarse al usuario de la información de forma complementaria; con el objetivo de mostrarle que con diferentes enfoques las estimaciones de las distintas características tienden hacia la misma cifra. Es decir, si el usuario experto de la información de la ENOE cuenta con estimaciones provenientes de diferentes enfoques, esto le permitirá evaluar con más elementos la calidad de la información estadística (ver Cuadro 4.89).
3. Se observó para el EC-AK de nivel, que a mayor correlación es menor el valor del parámetro  $A$  y en consecuencia, menor el efecto del sesgo en la estimación puntual (ver Cuadros 4.19 y 4.20). Por otra parte, al comparar los valores de  $A$  para el EC-AK del cambio con los de nivel, se nota que los primeros son sensiblemente menores (ver Cuadros 4.20 y 4.21); es decir, la participación del término de ajuste por sesgo es muy baja en las estimaciones compuestas AK de nivel de los trimestres  $t$  y  $t-1$ , del EC AK del cambio.
4. Las estimaciones del cambio trimestral, tanto las habituales como las estimaciones compuestas AK, presentaron coeficientes de variación altos; aunque el EC-AK los mejoró un poco, es necesario probarlo en más ciudades y trimestres.
5. Bajo las actuales condiciones (no óptimas) del diseño muestral de la encuesta, a pesar de que las estimaciones compuestas de nivel no representan una opción muy superior en el contexto de las medidas de precisión, a las estimaciones de nivel habituales sin considerar los grupos de rotación (EN SGR), representan:
  - un trabajo inicial obligado, en la búsqueda de estimadores alternativos más precisos; esto es, los estimadores compuestos representan el antecedente inmediato de otros estudios, bajo el contexto de las encuestas panel rotatorio;
  - una evaluación de las precisiones actualmente generadas bajo el implícito modelo de muestras transversales; concluyendo que dichas cifras son buenas aproximaciones de la varianza estimada;

- una evaluación del diseño estadístico de la muestra, en particular de la distribución de la muestra por estrato para cada panel; es decir, adecuarlo para dar de mejor forma respuesta a las necesidades de información listadas al inicio del capítulo 1.
6. En cuanto al método:
- requiere generar para más de dos características de interés, las estimaciones compuestas AK; es decir, definir un grupo de indicadores para los cuales interesaría generar ese tipo de estimaciones, por ejemplo, en este trabajo podrían ser: P14, PEA, PO, PDA, PNEA, PNEAD y PNEAND, definidas en la introducción; esto, con el fin de hacer aditivas y completamente compuestas AK las estimaciones; así, en este trabajo al sumar las estimaciones compuestas AK de la PEA y PNEA no se obtiene una estimación de este tipo de la P14;
  - dado que los valores óptimos (A,K) regularmente difieren entre sí para las distintas estimaciones compuestas AK; además de los métodos de calibración de los factores de expansión empleados en este trabajo, sería conveniente probar la calibración para tablas de contingencia, buscando con esto mejorar la precisión;
  - es muy laborioso, por las expresiones algebraicas tan extensas de los estimadores compuestos y sobre todo de sus varianzas, que están en función de los parámetros A, K y correlaciones;
  - se debe estudiar más a fondo el tema del sesgo con el fin de obtener mejores estimaciones de dicho parámetro.
7. En relación al desarrollo del presente trabajo:
- la bibliografía fue escasa y un poco difícil de conseguir;
  - dada la diversidad de información a considerar, sobre todo de trimestres anteriores (correlaciones, sesgos, estimaciones puntuales habituales y compuestas, etc.), el volumen fue considerable y se debió tratar con mucho orden;
  - permitió conocer de mejor manera, el impacto de los elementos provenientes del diseño estadístico de la encuesta y de los ajenos al muestreo; sobre las estimaciones puntuales y sus varianzas.
8. Por último, aplicar a las ciudades restantes y en más trimestres, esta metodología cuya teoría ha sido desarrollada ad-hoc para la ENOE, me parece recomendable; dado que representa un enfoque bajo el cual no se considera a la ENOE parte urbana, como una encuesta transversal de única ocasión.



## Bibliografía

Bailar, B. A. (1975), "The effect of rotation group bias on estimates from panel surveys". *Journal of American Statistical Association*, 70, 23-29.

Breau, P., and Ernst, L. (1983), "Alternative Estimators to the Current Composite Estimator", *Proceedings of the Survey Research Methods Section, American Statistical Association*, 397-402.

Cochran, W.G. (1977), "Sampling Techniques". John Wiley and Sons, New York.

Deville J.C., Särndal C.E. (1992), "Calibration Estimators in Survey Sampling", *Journal of the American Statistical Association*, 87, 376-382.

Duncan, Greg J. and Kalton Graham (1987), "Issues of Design and Analysis of Surveys Across Time", *International Statistical*, 55, 97-117.

Fuller, Wayne A. (2009), "Sampling Statistics", John Wiley and Sons, Inc.

Gurney, M., and Daily, J.F. (1965), "A Multivariate Approach to Estimation in Periodic Sample Survey", *Proceedings of the American Statistical Association, Social Statistics Section*, 242-257.

Hansen, M.H., Hurwitz, W.N., and Madow, W. G. (1953), "Sample Survey Methods and Theory", John Wiley and Sons Vol. I, New York.

Hansen, M.H., Hurwitz, W.N., Nisselson, H. and Steinberg, J. (1955), "The Redesign of the Census Current Population Survey", *Journal of the American Statistical Association*, 50, 701-719.

Lee, Hyunshik (1990), "Estimation of Panel Correlations for the Canadian Labour Force Survey", *Survey Methodology*, Vol. 16, No. 2, 283-292.

Jessen, R. J. (1942), "Statistical Investigation of a Sample Survey for Obtaining Farm Facts", in *Iowa Agricultural Experimental Station, Research Bulletin 304*, pp 54-59.

Kish, L. (1987), "Statistical Research for Design", John Wiley and Sons, Inc.

Kumar, S. and Lee, H. (1983), "Evaluation of Composite Estimation for the Canadian Labour Force Survey", *Proceedings of the Survey Research Methods Section, American Statistical Association*, 403-408.

Lent, J., Miller, S. and Cantwell, P. (1994), "Composite Weights for the Current Population Survey", *Proceedings of the Survey Research Methods Section, American Statistical Association*, 130-139.

Lynn, Peter (2009), "Methodology of Longitudinal Surveys", John Wiley and Sons, Ltd.

Palmer Arrache, Catalina, Eslava Gómez, Guillermina y Méndez Ramírez, Ignacio (2001), "Métodos de Remuestreo para el Cálculo de Varianzas en Muestreos Complejos. Aplicación a la ENAL' 96", *Monografía, IIMAS-UNAM*.

Patterson, H.D. (1950), "Sampling on Successive Occasions With Partial Replacement of Units", *Journal of the Royal Statistical Society Ser. B*, 12, 241-255.

Rao, J.N.K. (1997), "Developments in Sample Survey Theory: an Appraisal", *The Canadian Journal of Statistics*, 25, 1-21.

Rao, J.N.K., and Graham, J.E. (1964), "Rotations Designs for Sampling on Repeated Occasions," *Journal of the American Statistical Association*, 58, 454-467.

Särndal, C.E., Swensson, B. and Wretman, J. (1992), "Model Assisted Survey Sampling", Springer-Verlag, New York, Inc.

Skinner, C.J., Holt, D. and Smith, T. M. F. (1989), "Analysis of Complex Surveys", John Wiley and Sons, England.

Tinajero Bravo, Mónica y Eslava Gómez, Guillermina (2000), "Calibración en muestreo: una aplicación a la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares 1992 y 1996". Monografía, IIMAS-UNAM.

# **Apéndices**





**Apéndice A1. Ciudades Autorrepresentadas.**

## Ciudades Autorrepresentadas

01 Cd. México	19 Tuxtla Gutiérrez
02 Guadalajara	21 Tijuana
03 Monterrey	24 Culiacán
04 Puebla	25 Hermosillo
05 León	26 Durango
07 San Luis Potosí	27 Tepic
08 Mérida	28 Campeche
09 Chihuahua	29 Cuernavaca
10 Tampico	31 Oaxaca
12 Veracruz	32 Zacatecas
13 Acapulco	33 Colima
14 Aguascalientes	36 Querétaro
15 Morelia	39 Tlaxcala
16 Toluca	40 La Paz
17 Saltillo	41 Cancún
18 Villahermosa	43 Pachuca

## Apéndice A2. Tamaños de Muestra de la ENOE por Entidad para el 2008.

Entidad	Total			Urbano Alto			Complemento Urbano			Rural		
	Estratos	UPM	USM <sup>1</sup>	Estratos	UPM	USM	Estratos	UPM	USM	Estratos	UPM	USM
01 Aguascalientes	15	490	3 503	7	420	2 100	4	35	700	4	35	703
02 Baja California	35	670	4 093	10	420	2 100	22	230	1 600	3	20	393
03 Baja California Sur	18	405	2 899	8	350	1 800	7	30	600	3	25	499
04 Campeche	25	472	3 296	8	352	1 800	14	95	1 000	3	25	496
05 Coahuila	34	625	3 800	8	420	2 100	24	180	1 200	2	25	500
06 Colima	19	519	3 440	7	408	2 100	10	86	840	2	25	500
07 Chiapas	35	582	4 137	10	420	2 100	20	122	1 240	5	40	797
08 Chihuahua	31	560	3 693	8	420	2 100	17	110	1 000	6	30	593
09 Distrito Federal	12	645	3 299	11	640	3 200				1	5	99
10 Durango	26	514	3 390	8	419	2 100	13	70	800	5	25	490
11 Guanajuato	34	745	4 701	8	600	3 000	22	115	1 100	4	30	601
12 Guerrero	35	570	3 897	11	420	2 100	19	110	1 000	5	40	797
13 Hidalgo	23	491	3 398	7	411	2 100	11	50	700	5	30	598
14 Jalisco	27	677	4 251	9	600	3 000	11	47	640	7	30	611
15 México	33	859	5 192	20	799	4 000	8	30	600	5	30	592
16 Michoacán	31	525	3 628	8	419	2 100	19	71	820	4	35	708
17 Morelos	27	511	3 403	10	416	2 100	14	70	800	3	25	503
18 Nayarit	15	494	3 586	7	419	2 100	6	40	800	2	35	686
19 Nuevo León	23	652	4 047	10	600	3 000	10	27	540	3	25	507
20 Oaxaca	27	519	4 085	10	419	2 100	12	60	1 200	5	40	785
21 Puebla	29	685	4 390	10	600	3 000	14	55	800	5	30	590
22 Querétaro	22	494	3 590	8	419	2 100	9	40	800	5	35	690
23 Quintana Roo	28	530	3 395	8	420	2 100	15	85	800	5	25	495
24 San Luis Potosí	29	516	3 597	8	420	2 100	16	61	800	5	35	697
25 Sinaloa	33	540	3 499	8	419	2 100	20	91	800	5	30	599
26 Sonora	36	550	3 488	8	420	2 100	25	104	880	3	26	508
27 Tabasco	24	482	3 597	9	407	2 100	11	40	800	4	35	697
28 Tamaulipas	43	617	3 940	8	400	2 000	31	192	1 440	4	25	500
29 Tlaxcala	14	479	3 306	7	419	2 100	5	30	600	2	30	606
30 Veracruz	64	677	4 538	13	440	2 200	44	197	1 540	7	40	798
31 Yucatán	21	485	3 398	10	420	2 100	7	35	700	4	30	598
32 Zacatecas	20	473	3 682	7	393	2 100	8	40	800	5	40	782
Nacional	888	18 053	120 158	289	14 549	73 200	468	2 548	27 940	131	956	19 018

<sup>1</sup> USM significa Unidad Secundaria de Muestreo (vivienda)

Nota: son resaltados los dominios de estudio de interés para este trabajo

### Apéndice A3. Prueba de la igualdad entre el estimador de nivel (EN) y el EN sin considerar los GR.

Considérese que para cualquier entidad en el dominio Urbano Alto, se define al estimador de nivel de  $X_t^{UA}$  como

$$\hat{X}_t^{UA} = \frac{1}{5} \sum_{g,t,g}^5 x = \frac{1}{5} \sum_g^5 \hat{X}_g$$

Entonces

$$\begin{aligned} \hat{X}_t^{UA} &= \frac{1}{5} \sum_g^5 \hat{X}_g = \frac{1}{5} \sum_g^5 \sum_{g,h}^L \hat{X}_{g,h} \\ &= \frac{1}{5} \sum_h^L \sum_g^5 \hat{X}_{g,h} \\ &= \frac{1}{5} \left[ \left( \hat{X}_{1,1} + \hat{X}_{2,1} + \hat{X}_{3,1} + \hat{X}_{4,1} + \hat{X}_{5,1} \right) + \dots + \left( \hat{X}_{1,h} + \hat{X}_{2,h} + \hat{X}_{3,h} + \hat{X}_{4,h} + \hat{X}_{5,h} \right) + \dots + \left( \hat{X}_{1,L} + \hat{X}_{2,L} + \hat{X}_{3,L} + \hat{X}_{4,L} + \hat{X}_{5,L} \right) \right] \end{aligned}$$

donde

$\hat{X}_g$  = Estimación de  $X_t^{UA}$  del grupo de rotación  $g$

$\hat{X}_{g,h}$  = Estimación de  $X_t^{UA}$  en el estrato  $h$  del grupo de rotación  $g$

Para el estrato  $h$ -ésimo

$$\begin{aligned} \frac{1}{5} \left( \hat{X}_{1,h} + \hat{X}_{2,h} + \hat{X}_{3,h} + \hat{X}_{4,h} + \hat{X}_{5,h} \right) &= \frac{1}{5} \left[ \sum_i^{n_{1,h}} F_{1,hi} x_{1,hi} + \sum_j^{n_{2,h}} F_{2,hj} x_{2,hj} + \sum_k^{n_{3,h}} F_{3,hk} x_{3,hk} + \sum_l^{n_{4,h}} F_{4,hl} x_{4,hl} + \sum_p^{n_{5,h}} F_{5,hp} x_{5,hp} \right] \\ &= \frac{1}{5} \left[ \sum_i^{n_{1,h}} \frac{m_h m_{1,hi}}{n_{1,h} m_{1,hi}} x_{1,hi} + \dots + \sum_k^{n_{3,h}} \frac{m_h m_{3,hk}}{n_{3,h} m_{3,hk}} x_{3,hk} + \dots + \sum_p^{n_{5,h}} \frac{m_h m_{5,hp}}{n_{5,h} m_{5,hp}} x_{5,hp} \right] \end{aligned}$$

donde

$F_{g,hw}$  = Factor de expansión de la UPM  $w$  en el estrato  $h$  para el GR  $g$

$x_{g,hw}$  = Total muestral de  $X$  de la UPM  $w$  en el estrato  $h$  para el GR  $g$

$n_{g,h}$  = No. unidades primarias de muestreo en el estrato  $h$  para el GR  $g$

$m_h$  = No. viviendas en el estrato  $h$  según el marco

$m_{g,hw}$  = No. viviendas en la UPM  $w$  del estrato  $h$  para el GR  $g$  según el marco

$m_{g,hw}^*$  = No. viviendas actualizado de la UPM  $w$  del estrato  $h$  para el GR  $g$

$$\begin{aligned} \frac{1}{5} \left( \hat{X}_{1,h} + \hat{X}_{2,h} + \hat{X}_{3,h} + \hat{X}_{4,h} + \hat{X}_{5,h} \right) &= \frac{1}{5} \left[ \sum_i^{n_{1,h}} \frac{m_h}{n_{1,h}m_{1,hi}} \hat{x}_{1,hi} + \dots + \sum_k^{n_{3,h}} \frac{m_h}{n_{3,h}m_{3,hk}} \hat{x}_{3,hk} + \dots + \sum_p^{n_{5,h}} \frac{m_h}{n_{5,h}m_{5,hp}} \hat{x}_{5,hp} \right] \\ &= \frac{1}{5} \left[ \left( \frac{m_h}{n_{1,h}m_{1,h1}} \hat{x}_{1,h1} + \frac{m_h}{n_{1,h}m_{1,h2}} \hat{x}_{1,h2} + \dots + \frac{m_h}{n_{1,h}m_{1,hn_{1,h}}} \hat{x}_{1,hn_{1,h}} \right) + \dots \dots \dots \right. \\ &\left. + \left( \frac{m_h}{n_{3,h}m_{3,h1}} \hat{x}_{3,h1} + \frac{m_h}{n_{3,h}m_{3,h2}} \hat{x}_{3,h2} + \dots + \frac{m_h}{n_{3,h}m_{3,hn_{3,h}}} \hat{x}_{3,hn_{3,h}} \right) + \dots + \left( \frac{m_h}{n_{5,h}m_{5,h1}} \hat{x}_{5,h1} + \frac{m_h}{n_{5,h}m_{5,h2}} \hat{x}_{5,h2} + \dots + \frac{m_h}{n_{5,h}m_{5,hn_{5,h}}} \hat{x}_{5,hn_{5,h}} \right) \right] \end{aligned}$$

Para simplificar la explicación, se considera que todos los grupos de rotación tienen el mismo tamaño, es decir,

$$\begin{aligned} n_{1,h} &= \dots \dots \dots = n_{5,h} = n'_h \\ n_h &= \sum_{g=1}^5 n_{g,h} = 5n'_h \quad \Rightarrow \quad n'_h = \frac{n_h}{5} \end{aligned}$$

Entonces

$$\begin{aligned} \frac{1}{5} \left( \hat{X}_{1,h} + \hat{X}_{2,h} + \hat{X}_{3,h} + \hat{X}_{4,h} + \hat{X}_{5,h} \right) &= \left( \frac{m_h}{n_h m_{1,h1}} \hat{x}_{1,h1} + \frac{m_h}{n_h m_{1,h2}} \hat{x}_{1,h2} + \dots + \frac{m_h}{n_h m_{1,hn_{1,h}}} \hat{x}_{1,hn_{1,h}} \right) + \dots \dots \dots \\ &+ \left( \frac{m_h}{n_h m_{3,h1}} \hat{x}_{3,h1} + \frac{m_h}{n_h m_{3,h2}} \hat{x}_{3,h2} + \dots + \frac{m_h}{n_h m_{3,hn_{3,h}}} \hat{x}_{3,hn_{3,h}} \right) + \dots \dots \dots \\ &+ \left( \frac{m_h}{n_h m_{5,h1}} \hat{x}_{5,h1} + \frac{m_h}{n_h m_{5,h2}} \hat{x}_{5,h2} + \dots + \frac{m_h}{n_h m_{5,hn_{5,h}}} \hat{x}_{5,hn_{5,h}} \right) \end{aligned}$$

Una vez que ya no se diferencian los parámetros por grupo de rotación, resulta

$$\begin{aligned} \frac{1}{5} \left( \hat{X}_{1,h} + \hat{X}_{2,h} + \hat{X}_{3,h} + \hat{X}_{4,h} + \hat{X}_{5,h} \right) &= \sum_i^{n_h} \frac{m_h}{n_h m_{hi}} \hat{x}_{hi} \\ &= \sum_i^{n_h} \frac{m_h}{n_h m_{hi}} \frac{m_{hi}}{5} x_{hi}^{UA} = \sum_i^{n_h} F_{hi}^{UA} x_{hi}^{UA} \\ &= \sum_i^{n_h} \hat{X}_{hi} = \hat{X}_h^{UA} = \hat{X}_{t,h}^{UA} \end{aligned}$$

#### Apéndice A4. Desarrollo de los componentes de la expresión (3.15).

La expresión de la varianza del EC-AK se definió como

$$V(Y_t'') = \left\{ V(y_t) + k^2 V(d_{t,t-1}) + 2k [\text{Cov}(y_t, Y_{t-1}'') + \text{Cov}(y_t, d_{t,t-1}) + K \text{Cov}(Y_{t-1}'', d_{t,t-1})] \right\} \frac{1}{(1-K^2)}$$

A continuación son desarrollados cada uno de sus componentes.

Para la expresión (3.16)

$$V(y_t) = V \left( (1-K) \hat{Y}_t + \frac{A}{5} \left[ y_{t,1} - \frac{1}{4} \sum_{i=2}^5 y_{t,i} \right] \right) = V \left( \frac{1-K}{5} \sum_{i=1}^5 y_{t,i} + \frac{A}{5} y_{t,1} - \frac{A}{20} \sum_{i=2}^5 y_{t,i} \right)$$

De esta última expresión resulta una serie de covarianzas para los diferentes grupos de rotación en el tiempo  $t$ , con base en los puntos 1 y 2 de la estructura de covarianza, una minoría asumen la varianza y la mayoría de ellas covarianzas de valor cero, resultando:

$$V(y_t) = \frac{(1-K)^2}{5} \sigma^2 + A^2 \left( \frac{1}{25} + \frac{4}{20^2} \right) \sigma^2 + 2 \left\{ \frac{(1-K)A\sigma^2}{25} - \frac{(1-K)A\sigma^2}{100} - \frac{(1-K)A\sigma^2}{100} - \frac{(1-K)A\sigma^2}{100} - \frac{(1-K)A\sigma^2}{100} \right\}$$

Después de simplificar se obtiene:

$$V(y_t) = \frac{\sigma^2}{20} [4(1-K)^2 + A^2].$$

Para la expresión (3.17) se tiene:

$$\begin{aligned} V(d_{t,t-1}) &= V \left( \frac{1}{4} \sum_{i=2}^5 y_{t,i} - \frac{1}{4} \sum_{j=1}^4 y_{t-1,j} \right) \\ &= \frac{1}{16} \left\{ (8\sigma^2) + 2 \left\{ \left[ \left( \begin{matrix} y \\ y \end{matrix} \right)_{t,2 \ t,3} \right] + \left( \begin{matrix} y \\ y \end{matrix} \right)_{t,2 \ t,4} \right] + \left( \begin{matrix} y \\ y \end{matrix} \right)_{t,2 \ t,5} \right] - \left[ \left( \begin{matrix} y \\ y \end{matrix} \right)_{t,2 \ t-1,1} \right] + \left( \begin{matrix} y \\ y \end{matrix} \right)_{t,2 \ t-1,2} \right] + \left( \begin{matrix} y \\ y \end{matrix} \right)_{t,2 \ t-1,3} \right] + \left( \begin{matrix} y \\ y \end{matrix} \right)_{t,2 \ t-1,4} \right] \right\} \\ &\quad + \left[ \left( \begin{matrix} y \\ y \end{matrix} \right)_{t,3 \ t,4} \right] + \left( \begin{matrix} y \\ y \end{matrix} \right)_{t,3 \ t,5} \right] - \left[ \left( \begin{matrix} y \\ y \end{matrix} \right)_{t,3 \ t-1,1} \right] + \left( \begin{matrix} y \\ y \end{matrix} \right)_{t,3 \ t-1,2} \right] + \left( \begin{matrix} y \\ y \end{matrix} \right)_{t,3 \ t-1,3} \right] + \left( \begin{matrix} y \\ y \end{matrix} \right)_{t,3 \ t-1,4} \right] \right] + \left( \begin{matrix} y \\ y \end{matrix} \right)_{t,4 \ t,5} \right] \\ &\quad - \left[ \left( \begin{matrix} y \\ y \end{matrix} \right)_{t,4 \ t-1,1} \right] + \left( \begin{matrix} y \\ y \end{matrix} \right)_{t,4 \ t-1,2} \right] + \left( \begin{matrix} y \\ y \end{matrix} \right)_{t,4 \ t-1,3} \right] + \left( \begin{matrix} y \\ y \end{matrix} \right)_{t,4 \ t-1,4} \right] \right] - \left[ \left( \begin{matrix} y \\ y \end{matrix} \right)_{t,5 \ t-1,1} \right] + \left( \begin{matrix} y \\ y \end{matrix} \right)_{t,5 \ t-1,2} \right] + \left( \begin{matrix} y \\ y \end{matrix} \right)_{t,5 \ t-1,3} \right] + \left( \begin{matrix} y \\ y \end{matrix} \right)_{t,5 \ t-1,4} \right] \right] \\ &\quad + \left[ \left( \begin{matrix} y \\ y \end{matrix} \right)_{t-1,1 \ t-1,2} \right] + \left( \begin{matrix} y \\ y \end{matrix} \right)_{t-1,1 \ t-1,3} \right] + \left( \begin{matrix} y \\ y \end{matrix} \right)_{t-1,1 \ t-1,4} \right] + \left( \begin{matrix} y \\ y \end{matrix} \right)_{t-1,2 \ t-1,3} \right] + \left( \begin{matrix} y \\ y \end{matrix} \right)_{t-1,2 \ t-1,4} \right] + \left( \begin{matrix} y \\ y \end{matrix} \right)_{t-1,3 \ t-1,4} \right] \right\} \end{aligned}$$

donde por simplicidad se representa

$$\begin{pmatrix} y, y \\ t, j \quad t, j \end{pmatrix} = \text{Cov} \begin{pmatrix} y, y \\ t, i \quad t, j \end{pmatrix}.$$

Después de aplicar los supuestos 1, 2 y 3 de la estructura de covarianza asumida, se obtiene:

$$V(d_{t,t-1}) = \frac{\sigma^2}{2} + 2 \left\{ -\frac{1}{16} \rho_1 \sigma^2 - \frac{1}{16} \rho_1 \sigma^2 - \frac{1}{16} \rho_1 \sigma^2 - \frac{1}{16} \rho_1 \sigma^2 \right\}$$

La cual después de simplificar resulta finalmente en:

$$V(d_{t,t-1}) = \frac{\sigma^2}{2} (1 - \rho_1).$$

Para la expresión (3.18) se tiene inicialmente:

$$\text{Cov}(y_t, d_{t,t-1}) = \text{Cov} \left( \frac{(1-K)}{5} \sum_{i=1}^5 y_{t,i} + \frac{A}{5} y_{t,1} - \frac{A}{20} \sum_{j=2}^5 y_{t,j}, \frac{1}{4} \sum_{i=2}^5 y_{t,i} - \frac{1}{4} \sum_{j=1}^4 y_{t-1,j} \right)$$

A la cual, después de aplicarle los supuestos 1, 2 y 3 de la estructura de covarianza resulta en:

$$\begin{aligned} \text{Cov}(y_t, d_{t,t-1}) &= \frac{1-K}{20} \sigma^2 - \frac{1-K}{20} \rho_1 \sigma^2 + \frac{1-K}{20} \sigma^2 - \frac{1-K}{20} \rho_1 \sigma^2 + \frac{1-K}{20} \sigma^2 - \frac{1-K}{20} \rho_1 \sigma^2 + \frac{1-K}{20} \sigma^2 - \frac{1-K}{20} \rho_1 \sigma^2 \\ &\quad - \frac{A}{80} \sigma^2 + \frac{A}{80} \rho_1 \sigma^2 - \frac{A}{80} \sigma^2 + \frac{A}{80} \rho_1 \sigma^2 - \frac{A}{80} \sigma^2 + \frac{A}{80} \rho_1 \sigma^2 - \frac{A}{80} \sigma^2 + \frac{A}{80} \rho_1 \sigma^2 \end{aligned}$$

Que al simplificarla se obtiene la expresión final (3.18):

$$\text{Cov}(y_t, d_{t,t-1}) = \frac{1}{5} (1-K - \frac{1}{4} A) (1 - \rho_1) \sigma^2.$$

Ahora, solo falta desarrollar y simplificar la expresión (3.19),

$$2K [\text{Cov}(y_t, Y_{t-1}'' ) + K \text{Cov}(Y_{t-1}'', d_{t,t-1})]$$

en la cual, es necesario eliminar  $Y_{t-1}''$ ; para esto, considerar la expresión (3.12)

$$Y_t'' = y_t + K [Y_{t-1}'' + d_{t,t-1}]$$

donde

$$y_t = (1-K) \hat{Y}_t + A \frac{1}{5} \left[ y_{t,1} - \frac{1}{4} \sum_{i=2}^5 y_{t,i} \right]$$

t		$Y_t'' = y_t + K[Y_{t-1}'' + d_{t,t-1}]$
1		$Y_1'' = y_1$
2		$Y_2'' = y_2 + Kd_{2,1} + KY_1''$
3		$Y_3'' = y_3 + Kd_{3,2} + Ky_2 + K^2 d_{2,1} + K^2 Y_1''$
4		$Y_4'' = y_4 + Kd_{4,3} + Ky_3 + K^2 d_{3,2} + K^2 y_2 + K^3 d_{2,1} + K^3 Y_1''$
:	:	
:	:	
8		$Y_8'' = y_8 + Kd_{8,7} + Ky_7 + K^2 d_{7,6} + K^2 y_6 + K^3 d_{6,5} + K^3 y_5 + K^4 d_{5,4} + K^4 y_4 + K^5 d_{4,3}$ $+ K^5 y_3 + K^6 d_{3,2} + K^6 y_2 + K^7 d_{2,1} + K^7 Y_1''$

Como se puede observar en la tabla anterior, el estimador compuesto para el trimestre  $t$ -ésimo está conformado por estimadores del cambio y  $y_i$ 's correspondientes en su mayoría a trimestres anteriores; además del valor de  $K$  potenciado y  $Y_1'' = y_1$ .

Así, en general para  $t-1$  trimestres:

$$Y_{t-1}'' = \sum_i^{t-2} (K^{i-1} y_{t-i} + K^i d_{t-i,t-i-1}) + K^{t-2} Y_1''$$

Por ejemplo, para el trimestre  $t-1=4$  (estando hasta el trimestre  $t=5$ ) se tiene:

$$Y_4'' = \sum_i^3 (K^{i-1} y_{5-i} + K^i d_{5-i,4-i}) + K^3 Y_1'' = y_4 + Kd_{4,3} + Ky_3 + K^2 d_{3,2} + K^2 y_2 + K^3 d_{2,1} + K^3 Y_1''$$

Al sustituir la expresión genérica  $Y_{t-1}''$  en las covarianzas de la expresión (3.19) resulta:

$$\begin{aligned} \text{Cov}(y_t, Y_{t-1}'') &= \text{Cov}\left(y_t, \sum_i^{t-2} (K^{i-1} y_{t-i} + K^i d_{t-i,t-i-1}) + K^{t-2} Y_1''\right) \\ &= \sum_{i=1}^{t-2} K^{i-1} \text{Cov}(y_t, y_{t-i}) + \sum_{i=1}^{t-2} K^i \text{Cov}(y_t, d_{t-i,t-i-1}) + K^{t-2} \text{Cov}(y_t, Y_1'') \\ \text{Cov}(Y_{t-1}'', d_{t,t-1}) &= \text{Cov}\left(\sum_i^{t-2} (K^{i-1} y_{t-i} + K^i d_{t-i,t-i-1}) + K^{t-2} Y_1'', d_{t,t-1}\right) \\ &= \sum_{i=1}^{t-2} K^{i-1} \text{Cov}(y_{t-i}, d_{t,t-1}) + \sum_{i=1}^{t-2} K^i \text{Cov}(d_{t-i,t-i-1}, d_{t,t-1}) + K^{t-2} \text{Cov}(Y_1'', d_{t,t-1}) \end{aligned}$$



Después de sustituir en la expresión (3.19) y simplificar se obtiene:

$$2K[\text{Cov}(y_t, Y_{t-1}'' ) + K \text{Cov}(Y_{t-1}'', d_{t,t-1})] = 2 \left[ \sum_i^{t-2} \left\{ K^i \text{Cov} \begin{pmatrix} y, y \\ t \quad t-i \end{pmatrix} + K^{i+1} \text{Cov} \begin{pmatrix} y, d \\ t \quad t-i, t-i-1 \end{pmatrix} + K^{i+1} \text{Cov} \begin{pmatrix} y, d \\ t-i \quad t, t-1 \end{pmatrix} \right. \right. \\ \left. \left. + K^{i+2} \text{Cov} \begin{pmatrix} d \\ t-i, t-i-1 \quad t, t-1 \end{pmatrix} \right\} + K^{t-1} \text{Cov}(y_t, Y_1'') + K^t \text{Cov}(Y_1'', d_{t,t-1}) \right]$$

Particularizando para  $t-1=9$ , es decir,  $t=10$  (trimestres) se tiene:

$$\begin{aligned} \text{Cov}(y_t, Y_1'') &= \text{Cov}(y_{10}, y_1) \approx 0 \\ \text{Cov}(Y_1'', d_{t,t-1}) &= \text{Cov}(y_1, d_{10,9}) \approx 0 \end{aligned}$$

Resulta finalmente para  $t=10$  la expresión (3.20):

$$2K[\text{Cov}(y_t, Y_{t-1}'' ) + K \text{Cov}(Y_{t-1}'', d_{t,t-1})] = 2 \sum_i^8 K^i \left\{ \text{Cov} \begin{pmatrix} y, y \\ t \quad t-i \end{pmatrix} + K \text{Cov} \begin{pmatrix} y, d \\ t \quad t-i, t-i-1 \end{pmatrix} \right. \\ \left. + K \text{Cov} \begin{pmatrix} y, d \\ t-i \quad t, t-1 \end{pmatrix} + K^2 \text{Cov} \begin{pmatrix} d \\ t-i, t-i-1 \quad t, t-1 \end{pmatrix} \right\}$$

Ver Kumar y Lee (1983, p. 407 en expresiones (4.3) y (4.5)).

**Apéndice A5. Desarrollo de las sumatorias de la expresión (3.20).**

Sean

$$y_t = \frac{1}{5}(1-K+A)y_{t,1} + \frac{1}{5}(1-K-\frac{A}{4})\sum_{j=2}^5 y_{t,j} = \frac{1}{5}w_1y_{t,1} + \frac{1}{5}w_2(y_{t,2} + y_{t,3} + y_{t,4} + y_{t,5})$$

$$y_{t-i} = \frac{1}{5}(1-K+A)y_{t-i,1} + \frac{1}{5}(1-K-\frac{A}{4})\sum_{j=2}^5 y_{t-i,j} = \frac{1}{5}w_1y_{t-i,1} + \frac{1}{5}w_2(y_{t-i,2} + y_{t-i,3} + y_{t-i,4} + y_{t-i,5})$$

La covarianza de  $y_t$  y  $y_{t-i}$  para  $i=1$

$$\begin{aligned} \text{Cov}\left(y_t, y_{t-1}\right) &= \frac{1}{25}\left[w_1^2\text{Cov}\left(y_{t,1}, y_{t-1,1}\right) + w_1w_2\sum_{i=2}^5\text{Cov}\left(y_{t,1}, y_{t-1,i}\right) + w_1w_2\text{Cov}\left(y_{t,2}, y_{t-1,1}\right) + w_2^2\sum_{i=2}^5\text{Cov}\left(y_{t,2}, y_{t-1,i}\right)\right. \\ &\quad + w_1w_2\text{Cov}\left(y_{t,3}, y_{t-1,1}\right) + w_2^2\sum_{i=2}^5\text{Cov}\left(y_{t,3}, y_{t-1,i}\right) + w_1w_2\text{Cov}\left(y_{t,4}, y_{t-1,1}\right) + w_2^2\sum_{i=2}^5\text{Cov}\left(y_{t,4}, y_{t-1,i}\right) \\ &\quad \left. + w_1w_2\text{Cov}\left(y_{t,5}, y_{t-1,1}\right) + w_2^2\sum_{i=2}^5\text{Cov}\left(y_{t,5}, y_{t-1,i}\right)\right] \\ &= \frac{1}{25}\left\{w_1^2\text{Cov}\left(y_{t,1}, y_{t-1,1}\right) + w_1w_2\sum_{i=2}^5\text{Cov}\left(y_{t,i}, y_{t-1,1}\right) + w_1w_2\sum_{i=2}^5\text{Cov}\left(y_{t,1}, y_{t-1,i}\right) + w_2^2\sum_{h=2}^5\sum_{i=2}^5\text{Cov}\left(y_{t,h}, y_{t-1,i}\right)\right\} \end{aligned}$$

Después de aplicar los puntos 1, 2 y 3 de la estructura de covarianza, resulta:

$$\begin{aligned} \text{Cov}\left(y_t, y_{t-1}\right) &= \frac{1}{25}\left[w_1w_2\tau_1\sigma^2 + w_1w_2\rho_1\sigma^2 + w_2^2\rho_1\sigma^2 + w_2^2\rho_1\sigma^2 + \rho_1\sigma^2\right] \\ &= \frac{\sigma^2}{25}\left\{w_1w_2\tau_1 + (w_1w_2 + 3w_2^2)\rho_1\right\} \end{aligned}$$

Procediendo de forma análoga con las covarianzas de  $y_t$  y  $y_{t-i}$  para  $i=2, 3, \dots, 8$ , se obtiene:

$$\text{Cov}\left(y_t, y_{t-2}\right) = \frac{\sigma^2}{25}\left\{(w_1w_2 + w_2^2)\tau_2 + (w_1w_2 + 2w_2^2)\rho_2\right\}$$

$$\text{Cov}\left(y_t, y_{t-3}\right) = \frac{\sigma^2}{25}\left\{(w_1w_2 + 2w_2^2)\tau_3 + (w_1w_2 + w_2^2)\rho_3\right\}$$

$$\text{Cov}\left(y_t, y_{t-4}\right) = \frac{\sigma^2}{25}\left\{(w_1w_2 + 3w_2^2)\tau_4 + (w_1w_2 + 0)\rho_4\right\}$$

$$\text{Cov}\left(y_t, y_{t-5}\right) = \frac{\sigma^2}{25}\left\{(w_1^2 + 4w_2^2)\tau_5 + 0\right\}$$

$$\text{Cov}\left(y_t, y_{t-6}\right) = \frac{\sigma^2}{25}\left\{(w_1w_2 + 3w_2^2)\tau_6 + 0\right\}$$

$$\text{Cov}\left(y_t, y_{t-7}\right) = \frac{\sigma^2}{25} \left\{ (w_1 w_2 + 2w_2^2) \tau_7 + 0 \right\}$$

$$\text{Cov}\left(y_t, y_{t-8}\right) = \frac{\sigma^2}{25} \left\{ (w_1 w_2 + w_2^2) \tau_8 + 0 \right\}$$

De esta manera

$$\begin{aligned} 2 \sum_i^8 K^i \text{Cov}\left(y_t, y_{t-i}\right) &= 2 \frac{\sigma^2}{25} \left\{ \sum_i^4 K^i \left[ (w_1 w_2 + (i-1)w_2^2) \tau_i + (w_1 w_2 + (4-i)w_2^2) \rho_i \right] + (w_1^2 + 4w_2^2) \tau_5 K^5 \right. \\ &\quad \left. + \sum_{i=6}^8 \left[ w_1 w_2 + (9-i)w_2^2 \right] \tau_i K^i \right\} \\ &= 2 \frac{\sigma^2}{25} \left\{ \sum_i^4 K^i \left[ \left( (1-K+A)(1-K-\frac{A}{4}) + (i-1)(1-K-\frac{A}{4})^2 \right) \tau_i + \left( (1-K+A)(1-K-\frac{A}{4}) + (4-i)(1-K-\frac{A}{4})^2 \right) \rho_i \right] \right. \\ &\quad \left. + \left( (1-K+A)^2 + 4(1-K-\frac{A}{4})^2 \right) \tau_5 K^5 + \sum_{i=6}^8 \left[ (1-K+A)(1-K-\frac{A}{4}) + (9-i)(1-K-\frac{A}{4})^2 \right] \tau_i K^i \right\} \end{aligned}$$

Para finalmente tener la expresión (3.21):

$$\begin{aligned} 2 \sum_i^8 K^i \text{Cov}\left(y_t, y_{t-i}\right) &= 2 \frac{\sigma^2}{25} \left\{ \sum_i^4 K^i \left[ \rho_i (5-2i)(1-K-\frac{A}{4})^2 + (\tau_i + \rho_i) \left( (1-K+A)(1-K-\frac{A}{4}) + (i-1)(1-K-\frac{A}{4})^2 \right) \right] \right. \\ &\quad \left. + \left( (1-K+A)^2 + 4(1-K-\frac{A}{4})^2 \right) \tau_5 K^5 + \sum_{i=6}^8 \left[ (1-K+A)(1-K-\frac{A}{4}) + (9-i)(1-K-\frac{A}{4})^2 \right] \tau_i K^i \right\} \end{aligned}$$

Ver Kumar y Lee ( 1983, p. 407 la expresión equivalente (4.9) ).

Sean

$$\begin{aligned} y_t &= \frac{1}{5}(1-K+A)y_{t,1} + \frac{1}{5}(1-K-\frac{A}{4}) \sum_{j=2}^5 y_{t,j} = m_1 y_{t,1} + m_2 \left( y_{t,2} + y_{t,3} + y_{t,4} + y_{t,5} \right) \\ d_{t-i,t-i-1} &= \frac{1}{4} \left( y_{t-i,2} + y_{t-i,3} + y_{t-i,4} + y_{t-i,5} \right) - \frac{1}{4} \left( y_{t-i-1,1} + y_{t-i-1,2} + y_{t-i-1,3} + y_{t-i-1,4} \right) \end{aligned}$$

La covarianza de  $y_t$  y  $d_{t-i,t-i-1}$  para  $i=1$

$$\text{Cov}\left(y_t, d_{t-1,t-2}\right) = \frac{m_1}{4} \sum_{i=2}^5 \left[ \text{Cov}\left(y_{t,1}, y_{t-1,i}\right) - \text{Cov}\left(y_{t,1}, y_{t-2,i-1}\right) \right] + \frac{m_2}{4} \sum_{h=2}^5 \sum_{i=2}^5 \left[ \text{Cov}\left(y_{t,h}, y_{t-1,i}\right) - \text{Cov}\left(y_{t,h}, y_{t-2,i-1}\right) \right]$$

Después de aplicar los puntos 1, 2 y 3 de la estructura de covarianza, resulta:

$$\text{Cov}\left(y_t, d_{t-1,t-2}\right) = \frac{\sigma^2}{4} \left[ m_1 (\tau_1 - \tau_2) + 3m_2 (\rho_1 - \rho_2) \right]$$

Procediendo de forma análoga con las covarianzas de  $y_t$  y  $d_{t-i,t-i-1}$  para  $i=2,3,\dots,8$ , se obtiene:

$$\text{Cov}(y_t, d_{t-2,t-3}) = \frac{\sigma^2}{4} [(m_1 + m_2)(\tau_2 - \tau_3) + 2m_2(\rho_2 - \rho_3)]$$

$$\text{Cov}(y_t, d_{t-3,t-4}) = \frac{\sigma^2}{4} [(m_1 + 2m_2)(\tau_3 - \tau_4) + m_2(\rho_3 - \rho_4)]$$

$$\text{Cov}(y_t, d_{t-4,t-5}) = \frac{\sigma^2}{4} [(m_1 + 3m_2)(\tau_4 - \tau_5)]$$

$$\text{Cov}(y_t, d_{t-5,t-6}) = \frac{\sigma^2}{4} [4m_2(\tau_5 - \tau_6)]$$

$$\text{Cov}(y_t, d_{t-6,t-7}) = \frac{\sigma^2}{4} [3m_2(\tau_6 - \tau_7)]$$

$$\text{Cov}(y_t, d_{t-7,t-8}) = \frac{\sigma^2}{4} [2m_2(\tau_7 - \tau_8)]$$

$$\text{Cov}(y_t, d_{t-8,t-9}) = \frac{\sigma^2}{4} [m_2(\tau_8 - \tau_9)]$$

De esta manera, se obtiene para la expresión (3.22)

$$\begin{aligned} 2 \sum_i^8 K^{i+1} \text{Cov}(y_t, d_{t-i,t-i-1}) &= 2 \frac{\sigma^2}{4} \left\{ \sum_{i=1}^4 K^{i+1} [(m_1 + (i-1)m_2)(\tau_i - \tau_{i+1}) + (4-i)m_2(\rho_i - \rho_{i+1})] \right. \\ &\quad \left. + \sum_{i=5}^8 K^{i+1} (9-i)m_2(\tau_i - \tau_{i+1}) \right\} \\ &= \frac{\sigma^2}{10} \left\{ \sum_{i=1}^4 K^{i+1} \left[ \left( (1-K+A) + (i-1)\left(1-K-\frac{A}{4}\right) \right) (\tau_i - \tau_{i+1}) + (4-i)\left(1-K-\frac{A}{4}\right) (\rho_i - \rho_{i+1}) \right] \right. \\ &\quad \left. + \left(1-K-\frac{A}{4}\right) \sum_{i=5}^8 K^{i+1} (9-i) (\tau_i - \tau_{i+1}) \right\} \end{aligned}$$

Ver Kumar y Lee ( 1983, p. 408 la expresión equivalente (4.11) ).

Sean

$$y_{t-i} = \frac{1}{5}(1-K+A)y_{t-i,1} + \frac{1}{5}\left(1-K-\frac{A}{4}\right) \sum_{j=2}^5 y_{t-i,j} = w_1 y_{t-i,1} + w_2 (y_{t-i,2} + y_{t-i,3} + y_{t-i,4} + y_{t-i,5})$$

$$d_{t,t-1} = \frac{1}{4} \left( \begin{matrix} y & y & y & y \\ t,2 & t,3 & t,4 & t,5 \end{matrix} \right) - \frac{1}{4} \left( \begin{matrix} y & y & y & y \\ t-1,1 & t-1,2 & t-1,3 & t-1,4 \end{matrix} \right)$$

La covarianza de  $y_{t-i}$  y  $d_{t,t-1}$  para  $i=1$

$$\text{Cov}\left(y_{t-1}, d_{t,t-1}\right) = \frac{w_1}{4} \sum_{i=2}^5 \left[ \text{Cov}\left(y_{t-1,1}, y_{t,i}\right) - \text{Cov}\left(y_{t-1,1}, y_{t-1,i-1}\right) \right] + \frac{w_2}{4} \sum_{h=2}^5 \sum_{i=2}^5 \left[ \text{Cov}\left(y_{t-1,h}, y_{t,i}\right) - \text{Cov}\left(y_{t-1,h}, y_{t-1,i-1}\right) \right]$$

Después de aplicar los puntos 1, 2 y 3 de la estructura de covarianza, resulta:

$$\text{Cov}\left(y_{t-1}, d_{t,t-1}\right) = \frac{\sigma^2}{4} [(w_1 + 3w_2)(\rho_1 - 1)]$$

Procediendo de forma análoga con las covarianzas de  $y_{t-i}$  y  $d_{t,t-1}$  para  $i=2, 3, \dots, 8$ , se obtiene:

$$\text{Cov}\left(y_{t-2}, d_{t,t-1}\right) = \frac{\sigma^2}{4} [(w_1 + 2w_2)(\rho_2 - \rho_1) + w_2(\tau_2 - \tau_1)]$$

$$\text{Cov}\left(y_{t-3}, d_{t,t-1}\right) = \frac{\sigma^2}{4} [(w_1 + w_2)(\rho_3 - \rho_2) + 2w_2(\tau_3 - \tau_2)]$$

$$\text{Cov}\left(y_{t-4}, d_{t,t-1}\right) = \frac{\sigma^2}{4} [w_1(\rho_4 - \rho_3) + 3w_2(\tau_4 - \tau_3)]$$

$$\text{Cov}\left(y_{t-5}, d_{t,t-1}\right) = \frac{\sigma^2}{4} [4w_2(\tau_5 - \tau_4)]$$

$$\text{Cov}\left(y_{t-6}, d_{t,t-1}\right) = \frac{\sigma^2}{4} [(w_1 + 3w_2)(\tau_6 - \tau_5)]$$

$$\text{Cov}\left(y_{t-7}, d_{t,t-1}\right) = \frac{\sigma^2}{4} [(w_1 + 2w_2)(\tau_7 - \tau_6)]$$

$$\text{Cov}\left(y_{t-8}, d_{t,t-1}\right) = \frac{\sigma^2}{4} [(w_1 + w_2)(\tau_8 - \tau_7)]$$

Por lo que la expresión (3.23) resulta ser

$$\begin{aligned} 2 \sum_i^8 K^{i+1} \text{Cov}\left(y_{t-i}, d_{t,t-1}\right) &= 2 \frac{\sigma^2}{4} \left\{ \sum_{i=1}^4 K^{i+1} [(w_1 + (4-i)w_2)(\rho_i - \rho_{i-1}) + (i-1)w_2(\tau_i - \tau_{i-1})] + 4w_2(\tau_5 - \tau_4)K^6 \right. \\ &\quad \left. + \sum_{i=6}^8 (w_1 + (9-i)w_2)(\tau_i - \tau_{i-1}) \right\} \\ &= 2 \frac{\sigma^2}{20} \left\{ \sum_{i=1}^4 K^{i+1} [(1-K+A + (4-i)(1-K - \frac{A}{4}))(\rho_i - \rho_{i-1}) + (i-1)(1-K - \frac{A}{4})(\tau_i - \tau_{i-1})] \right. \\ &\quad \left. + 4(1-K - \frac{A}{4})(\tau_5 - \tau_4)K^6 + \sum_{i=6}^8 K^{i+1} (1-K+A + (9-i)(1-K - \frac{A}{4}))(\tau_i - \tau_{i-1}) \right\} \end{aligned}$$

Ver Kumar y Lee ( 1983, p. 408 la expresión equivalente (4.10) ).

Sean

$$d_{t-i,t-i-1} = \frac{1}{4} \begin{pmatrix} y & y & y & y \\ t-i,2 & t-i,3 & t-i,4 & t-i,5 \end{pmatrix} - \frac{1}{4} \begin{pmatrix} y & y & y & y \\ t-i,1,1 & t-i,1,2 & t-i,1,3 & t-i,1,4 \end{pmatrix}$$

$$d_{t,t-1} = \frac{1}{4} \begin{pmatrix} y & y & y & y \\ t,2 & t,3 & t,4 & t,5 \end{pmatrix} - \frac{1}{4} \begin{pmatrix} y & y & y & y \\ t-1,1 & t-1,2 & t-1,3 & t-1,4 \end{pmatrix}$$

La covarianza de  $d_{t-i,t-i-1}$  y  $d_{t,t-1}$  para  $i=1$

$$\text{Cov} \left( d_{t-1,t-2}, d_{t,t-1} \right) = \frac{1}{16} \sum_{h=2}^5 \sum_{i=2}^5 \left[ \text{Cov} \left( y, y \right) - \text{Cov} \left( y, y \right) - \text{Cov} \left( y, y \right) + \text{Cov} \left( y, y \right) \right]$$

Después de aplicar los puntos 1, 2 y 3 de la estructura de covarianza, resulta:

$$\text{Cov} \left( d_{t-1,t-2}, d_{t,t-1} \right) = \frac{\sigma^2}{16} [3(\rho_1 - \rho_2) - 3(\rho_0 - \rho_1)] \quad \text{donde } \rho_0 = 1$$

Procediendo de forma análoga con las covarianzas de  $d_{t-i,t-i-1}$  y  $d_{t,t-1}$  para  $i=2, 3, \dots, 8$ , se obtiene:

$$\text{Cov} \left( d_{t-2,t-3}, d_{t,t-1} \right) = \frac{\sigma^2}{16} [2(\rho_2 - \rho_3) - 2(\rho_1 - \rho_2) + (\tau_2 - \tau_3) - (\tau_1 - \tau_2)]$$

$$\text{Cov} \left( d_{t-3,t-4}, d_{t,t-1} \right) = \frac{\sigma^2}{16} [(\rho_3 - \rho_4) - (\rho_2 - \rho_3) + 2(\tau_3 - \tau_4) - 2(\tau_2 - \tau_3)]$$

$$\text{Cov} \left( d_{t-4,t-5}, d_{t,t-1} \right) = \frac{\sigma^2}{16} [3(\tau_4 - \tau_5) - 3(\tau_3 - \tau_4)]$$

$$\text{Cov} \left( d_{t-5,t-6}, d_{t,t-1} \right) = \frac{\sigma^2}{16} [4(\tau_5 - \tau_6) - 4(\tau_4 - \tau_5)]$$

$$\text{Cov} \left( d_{t-6,t-7}, d_{t,t-1} \right) = \frac{\sigma^2}{16} [3(\tau_6 - \tau_7) - 3(\tau_5 - \tau_6)]$$

$$\text{Cov} \left( d_{t-7,t-8}, d_{t,t-1} \right) = \frac{\sigma^2}{16} [2(\tau_7 - \tau_8) - 2(\tau_6 - \tau_7)]$$

$$\text{Cov} \left( d_{t-8,t-9}, d_{t,t-1} \right) = \frac{\sigma^2}{16} [(\tau_8 - \tau_9) - (\tau_7 - \tau_8)]$$

De esta manera, se obtiene la expresión (3.24)

$$\begin{aligned} 2 \sum_i^8 K^{i+2} \text{Cov} \left( d_{t-i,t-i-1}, d_{t,t-1} \right) &= 2 \frac{\sigma^2}{16} \left\{ \sum_i^4 K^{i+2} [(4-i)((\rho_i - \rho_{i+1}) - (\rho_{i-1} - \rho_i)) + (i-1)((\tau_i - \tau_{i+1}) - (\tau_{i-1} - \tau_i))] \right. \\ &\quad \left. + \sum_{i=5}^8 K^{i+2} (9-i)[(\tau_i - \tau_{i+1}) - (\tau_{i-1} - \tau_i)] \right\} \\ &= 2 \frac{\sigma^2}{16} \left\{ \sum_i^4 K^{i+2} [(4-i)(2\rho_i - \rho_{i+1} - \rho_{i-1}) + (i-1)(2\tau_i - \tau_{i+1} - \tau_{i-1})] + \sum_{i=5}^8 K^{i+2} (9-i)(2\tau_i - \tau_{i+1} - \tau_{i-1}) \right\} \end{aligned}$$

Ver Kumar y Lee ( 1983, p. 408 la expresión equivalente (4.12) ).

### Apéndice A6. Derivada de $V(Y_t'')$ con respecto al parámetro A.

De la expresión (3.25) se tiene:

$$V(Y_t'') = \frac{1}{1-K^2} V(\hat{Y}_t) \left\{ E_0 + \frac{2}{5}[E_{11} + E_{12} + E_{13}] + \frac{1}{2}[E_{21} + E_{22}] + \frac{1}{2}[E_{31} + E_{32} + E_{33}] + \frac{5}{8}E_4 \right\}$$

Así que

$$\frac{\partial V(Y_t'')}{\partial A} = \frac{1}{1-K^2} V(\hat{Y}_t) \left\{ \frac{\partial E_0}{\partial A} + \frac{2}{5} \left[ \frac{\partial E_{11}}{\partial A} + \frac{\partial E_{12}}{\partial A} + \frac{\partial E_{13}}{\partial A} \right] + \frac{1}{2} \left[ \frac{\partial E_{21}}{\partial A} + \frac{\partial E_{22}}{\partial A} \right] + \frac{1}{2} \left[ \frac{\partial E_{31}}{\partial A} + \frac{\partial E_{32}}{\partial A} + \frac{\partial E_{33}}{\partial A} \right] \right\}$$

Para  $E_0$

$$E_0 = \frac{1}{4} [4(1-K)^2 + A^2] + K(1-\rho_1) \left[ \frac{5}{2}K + 2(1-K - \frac{A}{4}) \right]$$

$$\frac{\partial E_0}{\partial A} = \frac{A}{2} - \frac{1}{2}K(1-\rho_1)$$

Para  $E_{11}$

$$E_{11} = K^i \left\{ \rho_i (5-2i)(1-K - \frac{A}{4})^2 + (\tau_i + \rho_i) \left[ (1-K+A)(1-K - \frac{A}{4}) + (i-1)(1-K - \frac{A}{4})^2 \right] \right\}$$

$$\frac{\partial E_{11}}{\partial A} = \frac{1}{4} K^i \left\{ (1-K)(5-2i)(\tau_i - \rho_i) + \frac{A}{2} [(i-5)\tau_i - \rho_i i] \right\}$$

Para  $E_{12}$

$$E_{12} = \tau_5 K^5 \left[ (1-K+A)^2 + 4(1-K - \frac{A}{4})^2 \right]$$

$$\frac{\partial E_{12}}{\partial A} = \frac{5}{2} \tau_5 K^5 A$$

Para  $E_{13}$

$$E_{13} = \tau_i K^i \left[ (1-K+A)(1-K - \frac{A}{4}) + (9-i)(1-K - \frac{A}{4})^2 \right]$$

$$\frac{\partial E_{13}}{\partial A} = \frac{1}{2} \tau_i K^i \left[ (1-K)(i - \frac{15}{2}) + \frac{A}{4}(5-i) \right]$$

Para  $E_{21}$

$$E_{21} = K^{i+1} \left\{ (\tau_i - \tau_{i+1}) \left[ (1-K+A) + (i-1)(1-K - \frac{A}{4}) \right] + (4-i)(1-K - \frac{A}{4})(\rho_i - \rho_{i+1}) \right\}$$

$$\frac{\partial E_{21}}{\partial A} = \frac{1}{4} K^{i+1} \left[ (\tau_i - \tau_{i+1})(5-i) - (4-i)(\rho_i - \rho_{i+1}) \right]$$

Para  $E_{22}$

$$E_{22} = k^{i+1} \left(1 - K - \frac{A}{4}\right) (9 - i) (\tau_i - \tau_{i+1})$$

$$\frac{\partial E_{22}}{\partial A} = -\frac{1}{4} K^{i+1} (9 - i) (\tau_i - \tau_{i+1})$$

Para  $E_{31}$

$$E_{31} = K^{i+1} \left[ \left( (1 - K)(5 - i) + \frac{1}{4} A i \right) (\rho_i - \rho_{i-1}) + (i - 1) (\tau_i - \tau_{i-1}) \left(1 - K - \frac{A}{4}\right) \right]$$

$$\frac{\partial E_{31}}{\partial A} = \frac{1}{4} K^{i+1} \left[ i (\rho_i - \rho_{i-1}) - (i - 1) (\tau_i - \tau_{i-1}) \right]$$

Para  $E_{32}$

$$E_{32} = 4 \left(1 - K - \frac{A}{4}\right) (\tau_5 - \tau_4) K^6$$

$$\frac{\partial E_{32}}{\partial A} = -(\tau_5 - \tau_4) K^6$$

Para  $E_{33}$

$$E_{33} = K^{i+1} (\tau_i - \tau_{i-1}) \left[ (1 - K)(10 - i) + \frac{A}{4} (i - 5) \right]$$

$$\frac{\partial E_{33}}{\partial A} = \frac{1}{4} K^{i+1} (i - 5) (\tau_i - \tau_{i-1})$$

Al sustituir en la expresión de la derivada los resultados anteriores e igualarla a cero, resulta:

$$\begin{aligned} & \frac{1}{2} A - \frac{1}{2} K(1 - \rho_1) \\ & + \frac{2}{5} \left\{ \frac{1}{4} \sum_{i=1}^4 K^i \left[ (1 - K)(5 - 2i) (\tau_i - \rho_i) + \frac{A}{2} ((i - 5) \tau_i - \rho_i i) \right] + \frac{5}{2} \tau_5 K^5 A + \frac{1}{2} \sum_{i=6}^8 \tau_i K^i \left[ (1 - K) \left( i - \frac{15}{2} \right) + \frac{A}{4} (5 - i) \right] \right\} \\ & + \frac{1}{2} \left\{ \frac{1}{4} \sum_{i=1}^4 K^{i+1} \left[ (5 - i) (\tau_i - \tau_{i+1}) - (4 - i) (\rho_i - \rho_{i+1}) \right] - \frac{1}{4} \sum_{i=5}^8 K^{i+1} (9 - i) (\tau_i - \tau_{i+1}) \right\} \\ & + \frac{1}{2} \left\{ \frac{1}{4} \sum_{i=1}^4 K^{i+1} \left[ i (\rho_i - \rho_{i-1}) - (i - 1) (\tau_i - \tau_{i-1}) \right] - (\tau_5 - \tau_4) K^6 + \frac{1}{4} \sum_{i=6}^8 K^{i+1} (i - 5) (\tau_i - \tau_{i-1}) \right\} = 0 \end{aligned}$$



Al despejar A resulta finalmente

$$A = \frac{N_1}{D_1}$$

donde

$$\begin{aligned} N_1 = & \frac{1}{2}K(1-\rho_1) - \frac{1}{5}(1-K)\sum_{i=1}^4 K^i(i-\frac{5}{2})(\rho_i - \tau_i) + \frac{1}{2}K^6(\tau_5 - \tau_4) \\ & - \frac{1}{8}\sum_{i=1}^4 K^{i+1}[(5-i)(\tau_i - \tau_{i+1}) + i(\rho_i - \rho_{i-1}) - (i-1)(\tau_i - \tau_{i-1}) - (4-i)(\rho_i - \rho_{i+1})] \\ & + \frac{1}{8}\sum_{i=5}^8 K^{i+1}(9-i)(\tau_i - \tau_{i+1}) - \frac{1}{5}(1-K)\sum_{i=6}^8 K^i \tau_i(i-\frac{15}{2}) - \frac{1}{8}\sum_{i=6}^8 K^{i+1}(i-5)(\tau_i - \tau_{i-1}) \\ \\ D_1 = & \frac{1}{2} + \frac{1}{20}\sum_{i=1}^4 K^i[(i-5)\tau_i - i\rho_i] + K^5\tau_5 + \frac{1}{20}\sum_{i=6}^8 K^i \tau_i(5-i) \end{aligned}$$

### Apéndice A7. Derivada de $V(Y_t'' - Y_{t-1}'')$ con respecto al parámetro A.

De la expresión (3.42) se tiene

$$V(Y_t'' - Y_{t-1}'') = \frac{1}{K} V(\hat{Y}_t) \left\{ (1-K)^2 + \frac{A^2}{4} + \frac{K}{2} (1-\rho_1)(K+4-A) \right\} - \frac{1}{K} (1-K)^2 V(Y_t'')$$

Así que

$$\begin{aligned} \frac{\partial V(Y_t'' - Y_{t-1}'')}{\partial A} &= \frac{1}{K} V(\hat{Y}_t) \left\{ \frac{1}{2} A - \frac{1}{2} K(1-\rho_1) \right\} - \frac{1}{K} (1-K)^2 \frac{\partial V(Y_t'')}{\partial A} \\ &= \frac{1}{K} V(\hat{Y}_t) \left[ \frac{1}{2} A - \frac{1}{2} K(1-\rho_1) \right] - \frac{1}{K} (1-K)^2 \frac{1}{1-K^2} V(\hat{Y}_t) [w_1] \\ &= \frac{1}{K} V(\hat{Y}_t) \left\{ \left[ \frac{1}{2} A - \frac{1}{2} K(1-\rho_1) \right] - \frac{(1-K)^2}{(1-K)(1+K)} w_1 \right\} = 0 \\ &\quad \left\{ \left[ \frac{1}{2} A - \frac{1}{2} K(1-\rho_1) \right] - \frac{1-K}{1+K} w_1 \right\} = 0 \end{aligned}$$

$$\frac{1}{2} A - \frac{1-K}{1+K} w_1 = \frac{1}{2} K(1-\rho_1)$$

$$\frac{1}{2} A - \frac{1-K}{1+K} (w_{1,cA} + w_{1,sA}) = \frac{1}{2} K(1-\rho_1)$$

$$\frac{1}{2} A - \frac{1-K}{1+K} w_{1,cA} = \frac{1}{2} K(1-\rho_1) + \left\{ \frac{1-K}{1+K} w_{1,sA} \right\}$$

donde

$w_1$  = Derivada de  $V(Y_t'')$  al igualarla a cero (penúltima expresión del Apéndice A5)

$w_{1,cA}$  = Términos de  $w_1$  que incluyen el parámetro A

$$= \frac{1}{2} A + \frac{1}{20} A \sum_{i=1}^4 K^i [(i-5)\tau_i - i\rho_i] + A\tau_5 K^5 + \frac{1}{20} A \sum_{i=6}^8 \tau_i K^i (5-i)$$

$w_{1,sA}$  = Términos de  $w_1$  que no incluyen el parámetro A

$$\begin{aligned} &= -\frac{1}{2} K(1-\rho_1) + \frac{1}{10} (1-K) \sum_{i=1}^4 K^i (5-2i)(\tau_i - \rho_i) + \frac{1}{5} (1-K) \sum_{i=6}^8 \tau_i K^i (i - \frac{15}{2}) \\ &\quad + \frac{1}{8} \sum_{i=1}^4 K^{i+1} [(5-i)(\tau_i - \tau_{i+1}) - (4-i)(\rho_i - \rho_{i+1})] - \frac{1}{8} \sum_{i=5}^8 K^{i+1} (9-i)(\tau_i - \tau_{i+1}) \\ &\quad + \frac{1}{8} \sum_{i=1}^4 K^{i+1} [i(\rho_i - \rho_{i-1}) - (i-1)(\tau_i - \tau_{i-1})] - \frac{1}{2} (\tau_5 - \tau_4) K^6 + \frac{1}{8} \sum_{i=6}^8 K^{i+1} (i-5)(\tau_i - \tau_{i-1}) \end{aligned}$$

Con esta nomenclatura al despejar A, resulta

$$A = \frac{\frac{1}{2}K(1-\rho_1) + \left\{ \frac{1-K}{1+K} W_{1,sA} \right\}}{\frac{1}{2} - \frac{1-K}{1+K} W_{1,cA}}$$

Al sustituir los términos correspondientes, finalmente resulta para el EC-AK del cambio:

$$A_c = \frac{N_2}{D_2}$$

donde

$$\begin{aligned} N_2 = & \frac{1}{2}K(1-\rho_1) + \frac{K-1}{K+1} \left\{ \frac{1}{2}K(1-\rho_1) - \frac{1}{5}(1-K) \sum_{i=1}^4 K^i (i - \frac{5}{2})(\rho_i - \tau_i) + \frac{1}{2}K^6(\tau_5 - \tau_4) \right. \\ & - \frac{1}{8} \sum_{i=1}^4 K^{i+1} [(5-i)(\tau_i - \tau_{i+1}) + i(\rho_i - \rho_{i-1}) - (i-1)(\tau_i - \tau_{i-1}) - (4-i)(\rho_i - \rho_{i+1})] \\ & \left. + \frac{1}{8} \sum_{i=5}^8 K^{i+1} (9-i)(\tau_i - \tau_{i+1}) - \frac{1}{5}(1-K) \sum_{i=6}^8 K^i \tau_i (i - \frac{15}{2}) - \frac{1}{8} \sum_{i=6}^8 K^{i+1} (i-5)(\tau_i - \tau_{i-1}) \right\} \\ D_2 = & \frac{K-1}{K+1} \left\{ \frac{1}{2} + \frac{1}{20} \sum_{i=1}^4 K^i [(i-5)\tau_i - i\rho_i] + K^5 \tau_5 + \frac{1}{20} \sum_{i=6}^8 K^i \tau_i (5-i) \right\} + \frac{1}{2} \end{aligned}$$

## Apéndice A8. Programa para calcular la varianza por conglomerados últimos.

```

#   CALCULO DE LA VARIANZA
#   POR CONGLOMERADOS ULTIMOS

library( foreign )
library( survey )

rm( list=ls() )

dxupm.1 <- read.dbf( "D:\\Ernesto\\U_MAESTRIA\\TESIS2\\PROGRAMAS\\at307.dbf" )

icdp.1 <- unique( dxupm.1[,7] )

m.cu <- matrix( c("0","0","0","0"),1,4 )

for( i in 1:length(icdp.1) ){

eda.1 <- dxupm.1[ dxupm.1[,7]==icdp.1[i] , c( 1:3,5,6 ) ]
dcp.1 <- svydesign( id=~ZUPM, strata=~ZNEST, weights=~FEXPP, data=eda.1, nest=TRUE )

c.11 <- data.frame( svytotal( ~PEA+PEI, dcp.1 ) )
c.12 <- cv( svytotal( ~PEA+PEI, dcp.1 ) )
paso <- as.matrix(cbind( icdp.1[i],c.11,as.numeric(c.12)*100 ) )
m.cu <- rbind( m.cu,paso )

}

m.cu <- m.cu[-1,]
m.cu <- cbind( m.cu, as.numeric(m.cu[,3])^2 )

nm.cu <- cbind( dimnames(m.cu)[[1]],m.cu )
o <- order( nm.cu[,1] )
om.cu <- nm.cu[o,]

rownames(om.cu) <- NULL
colnames(om.cu) <- c("N Var","Cd P","Total","EE","CV","Varianza" )

# Estimación de las Varianzas (sigmas cuadradas)

j=0
v.v <- matrix( c("0","0","0"),1,3)
for( i in seq( 1, dim(om.cu)[1], by=5 ) ){
j=j+5
paso <- cbind( matrix(om.cu[i,1:2],1,2), mean(as.numeric(om.cu[i:j,6])) ) )
v.v <- rbind( v.v,paso )
}

v.v <- v.v[-1,]
o <- order( v.v[,2] )
nv.v <- v.v[o,]
nv.v[,2] <- substr( nv.v[,2],1,2 )

colnames(nv.v) <- c( "N Var","Cd","Est. Sigma" )

nv.v          # Sigmas cuadradas estimadas
om.cu         # Varianzas por Grupo de Rotación

```

## Apéndice A9. Programa para calcular las correlaciones panel.

```

#           CORRELACIONES
#   Genera estimaciones de rho y gama.

#   Descripción del archivo de entrada:
#           ZEST ZUPM PEA_A PEA_B PEI_A PEI_B NCD ZREST ZRUPM
#           La inf. esta a nivel UPM y las variables ponderadas.

library( foreign )
rm( list=ls() )

d.1 <- read.dbf( "D://Ernesto//U_MAESTRIA//TESIS2//PROGRAMAS//w105205.dbf" )

d.cd <- as.matrix(unique( d.1[,7] ))

d.vc <- matrix( nrow=1, c(rep(0,7)) )

for( i in 1:length(d.cd) ){

  d.a <- d.1[ d.1[,7]==d.cd[i], c(1,3:6) ]
  d.e <- unique( d.a[,1] )
  v.1 <- matrix( nrow=4, ncol=4,c(rep(0,16)) )
  for( j in 1:length(d.e) ){
    t.u <- length( d.a[ d.a[,1]==d.e[j], 1 ] )
    v.1 <- v.1 + t.u*var( d.a[ d.a[,1]==d.e[j], 2:5 ] )
  }

  d.vc <- rbind( d.vc, c( d.cd[i],v.1[1,2],v.1[1,1],v.1[2,2],v.1[3,4],v.1[3,3],v.1[4,4] ) )
}

d.vc <- d.vc[-1,]
d.corr <- unique(substr(d.cd,1,2))
d.corr <- cbind(d.corr,0,0)

for( i in 1:dim(d.corr)[1] ){

  cov.1 <- sum( as.numeric(d.vc[ substr(d.vc[,1],1,2)==d.corr[i] ,2]) )
  va.1 <- sum( as.numeric(d.vc[ substr(d.vc[,1],1,2)==d.corr[i] ,3]) )
  vb.1 <- sum( as.numeric(d.vc[ substr(d.vc[,1],1,2)==d.corr[i] ,4]) )

  cov.2 <- sum( as.numeric(d.vc[ substr(d.vc[,1],1,2)==d.corr[i] ,5]) )
  va.2 <- sum( as.numeric(d.vc[ substr(d.vc[,1],1,2)==d.corr[i] ,6]) )
  vb.2 <- sum( as.numeric(d.vc[ substr(d.vc[,1],1,2)==d.corr[i] ,7]) )

  d.corr[i,2] <- cov.1/sqrt(va.1*vb.1)
  d.corr[i,3] <- cov.2/sqrt(va.2*vb.2)
}

colnames(d.corr) <- c("CD","Rho PEA","Rho PEI")
#   colnames(d.corr) <- c("CD","Gama PEA","Gama PEI")

d.corr

```

## Apéndice A10. Programa para calcular los valores óptimos de A para el EC-AK de nivel y del cambio.

```

# PROGRAMA QUE PERMITE CALCULAR EL VALOR OPTIMO DE "A" PARA DISTINTAS k
# (para estimaciones de nivel y del cambio).

library(foreign)
rm( list=ls() )

d.1 <- read.dbf( "d://ernesto//u_maestria//tesis//na_rgPnEA.dbf" )
ruta.s <- paste( "d://ernesto//u_maestria//tesis//nao_PnEA.dbf", sep = "" )
ruta.sc <- paste( "d://ernesto//u_maestria//tesis//naoc_PnEA.dbf", sep = "" )

# Matriz de resultados
v.a <- as.matrix( unique( d.1[,1] ) )
vo.a <- matrix( c(0,0,0,0,0),ncol=5 )
# dimnames(vo.a)[[2]] <- c( "Area","k","Aopt_PEA","num","den" )
dimnames(vo.a)[[2]] <- c( "Area","k","Aopt_PNEA","num","den" )

# Ciclo para las Areas
#*****
for( h in 1:dim(v.a)[1] ){
  d.2 <- d.1[ d.1[,1]==v.a[h,1], ]

# Ciclo para las k
# *****
  v.r1 <- d.2[2,3]
  v.g4 <- d.2[5,4]
  v.g5 <- d.2[6,4]

  for( c.k in 2:10 ){
    nu.0 <- 0
    nu.1 <- 0
    nu.2 <- 0
    nu.3 <- 0
    nu.4 <- 0
    de.1 <- 0
    v.k <- d.2[c.k,2]

    for( i in 1:4 ){
      nu.0 <- nu.0 + (v.k^(i+1))*(4-i)*( d.2[i+1,3]-d.2[i+2,3] )
      nu.1 <- nu.1 + (v.k^(i+1))*(5-i)*( d.2[i+1,4]-d.2[i+2,4] )
      nu.2 <- nu.2 + (v.k^(i+1))*i*( d.2[i+1,3]-d.2[i,3] )
      nu.3 <- nu.3 + (v.k^(i+1))*(i-1)*( d.2[i+1,4]-d.2[i,4] )
      nu.4 <- nu.4 + (v.k^i)*(i-2.5)*( d.2[i+1,3]-d.2[i+1,4] )
      de.1 <- de.1 + (v.k^i)*( (i-5)*d.2[i+1,4]- i*d.2[i+1,3] )
    }

    nu.0 <- nu.0/8
  }
}

```

```

nu.1 <- -nu.1/8
nu.2 <- -nu.2/8
nu.3 <- nu.3/8
nu.4 <- -(1-v.k)*nu.4/5
de.1 <- de.1/20

nu.5 <- 0
for( i in 5:8 ){
  nu.5 <- nu.5 + (v.k^(i+1))*(9-i)*( d.2[i+1,4]-d.2[i+2,4] )
}

nu.5 <- nu.5/8
nu.6 <- 0
nu.7 <- 0
de.2 <- 0
for( i in 6:8 ){
  nu.6 <- nu.6 + (v.k^i)*d.2[i+1,4]*(i-(15/2))
  nu.7 <- nu.7 + (v.k^(i+1))*(i-5)*(d.2[i+1,4]-d.2[i,4])
  de.2 <- de.2 + (v.k^i)*d.2[i+1,4]*(5-i)
}

nu.6 <- -(1-v.k)*nu.6/5
nu.7 <- -nu.7/8
de.2 <- de.2/20

nu.fin <- v.k*(1-v.r1)/2 +nu.1+nu.2+nu.3+nu.4+nu.5+nu.6+nu.7+nu.0 + (v.k^6)*(v.g5-v.g4)/2
de.fin <- 0.5 + de.1 + (v.g5*v.k^5) + de.2
paso <- c( d.2[1,1], v.k, nu.fin/de.fin, nu.fin, de.fin )
vo.a <- rbind( vo.a, paso )
}
}

# Valores optimos de A para el EC-AK de nivel
rownames(vo.a) <- NULL
vo.a <- vo.a[-1,]
write.dbf( vo.a, ruta.s )

# Valores optimos de A para el EC-AK del cambio
v.pl <- cbind( unique( d.1[,1]), d.1[c(seq(2,52,10)),3] )
vo.ac <- vo.a
for( i in 1:dim(v.pl)[1] ){
  vk.1 <- as.matrix(vo.ac[vo.ac[,1]==v.pl[i,1],2])
  c.k <- ( vk.1-1 )/( vk.1+1 )
  vo.ac[vo.ac[,1]==v.pl[i,1],4] <-vo.ac[vo.ac[,1]==v.pl[i,1],4]*c.k+0.5*vk.1*(1-v.pl[i,2])
  vo.ac[vo.ac[,1]==v.pl[i,1],5] <-vo.ac[vo.ac[,1]==v.pl[i,1],5]*c.k + 0.5
  vo.ac[vo.ac[,1]==v.pl[i,1],3] <- vo.ac[vo.ac[,1]==v.pl[i,1],4]/vo.ac[vo.ac[,1]==v.pl[i,1],5]
}
write.dbf( vo.ac, ruta.sc )

```

## Apéndice A11. Programas para calibrar los ponderadores y estimar varianzas con JKK.

```

# CALIBRACION POR MINIMOS CUADRADOS GENERALIZADOS Y ESTIMACION DE LA VARIANZA CON JKK

library(foreign)
# CD_A, ENT, TL, PT, PEA, PNEA

rm( list=ls() )
v.p <- read.dbf( "D://ernesto//u_maestria//tesis//NPA_108.DBF" )

# CD_A, ENT, CON, TL, PT, PEA, PNEA, FEXPl, EST, UPM, REST, RUPM, P14, PO, PDA, PDIS, PNDIS

v.m <- read.dbf( "D://ernesto//u_maestria//tesis//PMC_RRMCG//MT108.DBF" )
ruta.s <- paste( "D://ernesto//u_maestria//tesis//VT108.DBF", sep = "" )

##### Proceso de Calibracion Global #####

ruta.s1 <- paste( "D://ernesto//u_maestria//tesis//reproceso2//AM108G.DBF", sep = "" )
for( i in 1:dim(v.p)[1] ){
# Datos por dominio
A <- as.matrix( v.m[ v.p[i,1]==v.m[,1] & v.p[i,2]==v.m[,2] & v.p[i,3]==v.m[,4] ,5:7] )
NE <- t(as.matrix( v.p[i,4:6] ))

# Factores de Expansion Originales
S1 <- as.matrix( v.m[ v.p[i,1]==v.m[,1] & v.p[i,2]==v.m[,2] & v.p[i,3]==v.m[,4] ,8] )
M1 <- diag( as.vector(S1), nrow=length(S1) )

# Calculos
X1 <- as.matrix(M1)%*%as.matrix(A)
Y1 <- solve(t(A)%*%X1)
Z1 <- NE - t(A)%*%S1

# Factores de Expansi3n Calibrados
W1 <- S1 + X1%*%Y1%*%Z1
dimnames(W1)[2] <- as.list(c("NFE"))
# Salidas
dom <- data.frame( v.m[ v.p[i,1]==v.m[,1] & v.p[i,2]==v.m[,2] & v.p[i,3]==v.m[,4] ,c(1:4,9) ]
)
if( dim(v.m)[2]>12 )
{ CA.1 <- as.matrix( v.m[ v.p[i,1]==v.m[,1] & v.p[i,2]==v.m[,2] & v.p[i,3]==v.m[,4]
,13:dim(v.m)[2] ] )
sale <- cbind( dom, W1, S1, A, CA.1 )
rm( CA.1 )
}
else
{
sale <- cbind( dom, W1, S1, A )
}
if( i==1 )
{ r.c <- sale }
else
{ r.c <- rbind( r.c,sale ) }
rm( dom, sale, W1, NE, A )
rm( S1, X1, Y1, Z1, M1 )
}

write.dbf( r.c, ruta.s1 )
v.cde <- data.frame( unique(r.c[,c(1,5)]) )
v.cde <- cbind( v.cde,matrix(0,ncol=dim(r.c)[2]-7) )
for( h in 1:dim(v.cde)[1]){
fe.c <- as.matrix( r.c[ r.c[,1]==v.cde[h,1] & r.c[,5]==v.cde[h,2], 6 ] )
m.cp <- as.matrix( r.c[ r.c[,1]==v.cde[h,1] & r.c[,5]==v.cde[h,2], 8:dim(r.c)[2] ]
)

v.cde[ h,3:dim(v.cde)[2] ] <- t(fe.c)%*%m.cp
}

rm( r.c, i, fe.c, m.cp )
n.va <- cbind(t(dimnames(v.cde)[[2]][1:2]),t(dimnames(v.m)[[2]][c(5:7,13:dim(v.m)[2])]))
colnames(v.cde) <- n.va

```



```

##### Proceso Para Cada Replica #####

v.est <- unique( v.m[,c(1,9)] )
n.upm <- as.matrix(0)
for( i in 1:dim(v.est)[1] ){
  m.paso <- v.m[v.m[,1]==v.est[i,1] & v.m[,9]==v.est[i,2],c(1,9) ]
  n.upm <- rbind( n.upm, dim(m.paso)[1] )
}
n.upm <- n.upm[-1,]
v.est <- cbind( v.est,n.upm )
rm( n.upm,m.paso )
v.cd <- data.frame( unique( v.cde[,1] ) )
colnames(v.cd) <- c("CD")
no.v <- dim(v.m)[2]-9
m.res <- matrix( 0,1,(4+no.v*2) )
for( i in 1:dim(v.cd)[1] ){
  # CICLO PARA CADA AREA
  area.t <- v.m[ v.m[,1]==v.cd[i,],c(1:9,13:dim(v.m)[2]) ]
  for( j in 1:dim(area.t)[1] ){
    # CICLO PARA CADA REPLICIA
    dupm.f <- area.t[ j,c(1,9) ]
    area.tr <- area.t[-j, ]
    # Replica sin una UPM
    vfa.xe <- v.est[ v.est[,1]==dupm.f[,1] & v.est[,2]==dupm.f[,2],3 ]
  }
}

# Ajuste del FE natural

area.tr[area.tr[,1]==dupm.f[,1] & area.tr[,9]==dupm.f[,2],8] <-
  area.tr[area.tr[,1]==dupm.f[,1] & area.tr[,9]==dupm.f[,2],8]*vfa.xe/(vfa.xe-1)

ev.p <- data.frame( v.p[ v.p[,1]==dupm.f[,1], ] ) # Proyecciones por Area y TL
for( j2 in 1:dim(ev.p)[1] ){
  # CALIBRACIÓN de cada AREA-REPLICIA por Dominio
}

# Datos por dominio

A <- as.matrix( area.tr[ ev.p[j2,1]==area.tr[,1] & ev.p[j2,2]==area.tr[,2] &
  ev.p[j2,3]==area.tr[,4] ,5:7] )
NE <- as.matrix( as.numeric(ev.p[j2,4:6]) )

# Factores de Expansion Originales
S1 <- as.matrix( area.tr[ ev.p[j2,1]==area.tr[,1] & ev.p[j2,2]==area.tr[,2] &
  ev.p[j2,3]==area.tr[,4] ,8] )
M1 <- diag( as.vector(S1), nrow=length(S1) )

# Calculos
X1 <- as.matrix(M1)%*%as.matrix(A)
Y1 <- solve(t(A)%*%X1)
Z1 <- NE - t(A)%*%S1

# Factores de Expansión Calibrados
W1 <- S1 + X1%*%Y1%*%Z1
dimnames(W1)[2] <- as.list(c("NFE"))

# Salidas
dom <- data.frame( area.tr[ area.tr[,1]==ev.p[j2,1] & area.tr[,2]==ev.p[j2,2] &
  area.tr[,4]==ev.p[j2,3], c(1:4,9) ] )
if( dim(v.m)[2]>12 )
{
  CA.1 <- as.matrix(area.tr[ev.p[j2,1]==area.tr[,1] & ev.p[j2,2]==area.tr[,2]
    & ev.p[j2,3]==area.tr[,4] ,10:dim(area.tr)[2] ] )
  sale <- cbind( dom, W1, S1, A, CA.1 )
  rm( CA.1 )
}
else
{
  sale <- cbind( dom, W1, S1, A )
}

if( j2==1 )
{
  r.c <- sale
}
else
{
  r.c <- rbind( r.c,sale )
}

rm( dom, sale, W1, NE, A )
rm( S1, X1, Y1, Z1, M1 )
} # Fin del ciclo Calibración Area-Replica

# Se generan las estimaciones por Área-Estrato
los.est <- unique(r.c[,c(1,5)])
ma.a <- matrix( 0, dim(los.est)[1], no.v*3 )
los.est <- cbind( los.est,ma.a )

```

```

for( j3 in 1:dim(los.est)[1] ){
  fe.c <- as.matrix( r.c[ r.c[,1]==los.est[j3,1] & r.c[,5]==los.est[j3,2], 6 ] )
  dm.cr <- as.matrix( r.c[ r.c[,1]==los.est[j3,1] & r.c[,5]==los.est[j3,2], 8:dim(r.c)[2] ] )
  los.est[j3, 3:(dim(los.est)[2]-no.v)] <- cbind(t(fe.c)%*%dm.cr, v.cde[
    v.cde[,1]==los.est[j3,1] & v.cde[,2]==los.est[j3,2], 3:dim(v.cde)[2] ])
}

los.est[, (dim(los.est)[2]-no.v+1):dim(los.est)[2]] <- ( los.est[, 3:(2+no.v)] -
  los.est[, (3+no.v):(dim(los.est)[2]-no.v)] )^2

sdc.ce <- t( as.matrix( apply( los.est[, (dim(los.est)[2]-no.v+1):dim(los.est)[2]], 2, sum )*(vfa.xe-
  1)/vfa.xe ) )

ec.reu <- t( r.c[,6] )%*%as.matrix( r.c[, 8:dim(r.c)[2]] )
paso2 <- as.matrix(cbind( area.t[j, c(1:3, 9)], sdc.ce, ec.reu ))
m.res <- rbind( m.res, paso2 )

} # Fin del ciclo para cada replica

} # Fin del ciclo para cada Area

m.res <- m.res[-1,]
m.res <- data.frame(m.res)

# Calculo de Varianzas por Area

m.res2 <- matrix(0, 1, (1+no.v*2))

for( i in 1:dim(v.cd)[1] ){

  ep.cd <- as.matrix( apply( v.cde[v.cde[,1]==v.cd[i,1], 3:dim(v.cde)[2]], 2, sum ) )
  paso <- matrix(0)

  for( j in 5:(4+no.v) ){
    paso2 <- sum( as.numeric( as.matrix( m.res[ m.res[,1]==v.cd[i,1], j ] ) ) )
    paso <- rbind(paso, paso2)
  }
  paso <- as.matrix( paso[-1,] )
  m.res2 <- rbind( m.res2, cbind( as.matrix(v.cd[i,1]), t(ep.cd), t(paso) ) )
}

m.res2 <- m.res2[-1,]
m.res2 <- data.frame(m.res2)
write.dbf( m.res2, ruta.s )

# CALIBRACION POR "RAKING RATIO" Y ESTIMACIÓN DE LA VARIANZA CON JKK
library(foreign)

# CD_A, ENT, CON, TL, PT, PEA, PNEA, FEXP, ZEST, ZUPM, ZREST, ZRUPM, Caracteristicas Adicionales
rm( list=ls() )
n.1 <- read.dbf( "D://MT108.DBF" )

# CD_A, ENT, TL, PT, PEA, PEI (PROYECCION)
p.1 <- read.dbf( "D://NPA_108.DBF" )

# SALIDA
ruta.s1 <- paste( "D://AM108R.DBF", sep = "" )
ruta.s2 <- paste( "D://VT108R.DBF", sep = "" )

no.cal <- matrix( 0, 1, 3 )

```

```

for( i in 1:dim(p.1)[1] ){
                                # Calibración por dominio de estudio

    X <- as.matrix( n.1[ p.1[i,1]==n.1[,1] & p.1[i,2]==n.1[,2] & p.1[i,3]==n.1[,4] ,5:7 ] )
    Tx <- t(as.matrix( p.1[i,4:6] ))
    d <- diag( as.vector( n.1[ p.1[i,1]==n.1[,1] & p.1[i,2]==n.1[,2] & p.1[i,3]==n.1[,4] ,8 ] )
              ,nrow=dim(X)[1] )
    lam.i <- matrix( rep(0,dim(Tx)[1] ), nrow=dim(Tx)[1] )
    ntx <- t(X)%*%d%*%exp( X%*%lam.i )
    mdif <- (abs(ntx-Tx)/Tx)*100

    HACER <- "SI
    NI <- 0
    while( HACER=="SI" )
    {
        der.1 <- t(X)%*%d%*%diag( as.vector(exp(X%*%lam.i)),nrow=dim(X)[1] )%*%X
        ri.inv <- try(solve(der.1), silent=TRUE )
        if( class(ri.inv)== "try-error" )
        { t.inv <- "NO" }
        else
        { t.inv <- "SI" }

        if( t.inv=="SI" ){
            NI <- NI+1
            mi <- solve(der.1)
            lam.2 <- lam.i + mi%*%( Tx - ntx )
            lam.i <- lam.2
            ntx <- t(X)%*%d%*%exp( X%*%lam.i )
                                                    # Evaluación

            mdif <- (abs(ntx-Tx)/Tx)*100
            ij <- 0
            for( j in 1:length(mdif) ){
                if( abs(mdif[j,1]) <= 0.001 ){ ij <- ij+1 }
            }
            if( ij==length(mdif) | NI>100 ){ HACER <- "NO" }
        }
        else{
            HACER <- "NO"
            no.cal <- rbind( no.cal, as.matrix(p.1[i,1:3]) )
        }
    }
    # Fin del While

    W <- as.matrix( d%*%exp( X%*%lam.i ) )
    dimnames(W)[2] <- as.list(c("NFE"))
    dom <- data.frame( n.1[ p.1[i,1]==n.1[,1] & p.1[i,2]==n.1[,2] & p.1[i,3]==n.1[,4],
c(1:4,9) ] )
    fe.o <- data.frame( n.1[ p.1[i,1]==n.1[,1] & p.1[i,2]==n.1[,2] & p.1[i,3]==n.1[,4], 8 ]
)

    colnames(fe.o) <- c("FEO")

```

```

if( dim(n.1)[2]>12 ){
  X.o <- as.matrix( n.1[ p.1[i,1]==n.1[,1] & p.1[i,2]==n.1[,2] & p.1[i,3]==n.1[,4],
                    13:dim(n.1)[2] ] )
  sale <- data.frame( cbind( dom, W, fe.o, X, X.o ) ) }
else
{   sale <- data.frame( cbind( dom, W, fe.o, X ) )   }

if( i==1 ){ rc.0 <- sale } else { rc.0 <- rbind( rc.0,sale ) }

rm( W,dom,fe.o,sale )
rm( X,Tx,d,lam.i,ntx )

} # Fin del For

write.dbf( rc.0, ruta.s1 )

# Relación de Dominios que no es posible calibrar

dimnames(no.cal) [[2]] <- as.list( c("CD_A","ENT","TL") )
no.cal <- as.matrix( no.cal[-1,] )
no.cal

#####
#####

# Generación de estimaciones por Area-Estrato

v.cde <- data.frame(unique(rc.0[,c(1,5)])) # Area-Estrato
n.col <- dim(rc.0)[2]-7 # No. Columnas
# Adecuación de la matriz
v.cde <- cbind( v.cde, matrix(c(rep(0,n.col)),ncol=n.col,nrow=dim(v.cde)[1]) )
colnames(v.cde) <- c( "CD_A", "ZEST", dimnames(rc.0)[[2]][-1:-7] )

for( i in 1:dim(v.cde)[1] ){
  for( j in 1:n.col ){
    fe.c <- as.matrix( as.numeric( rc.0[ rc.0[,1]==v.cde[i,1] & rc.0[,5]==v.cde[i,2],6 ] ) )
    v.car <- as.matrix( as.numeric( rc.0[ rc.0[,1]==v.cde[i,1] & rc.0[,5]==v.cde[i,2],7+j ] ) )
    v.cde[i,2+j] <- t(fe.c)%*%v.car
  }
}

n.2 <- n.1[,c(1:4,9,10)] # Matriz donde se guardan las difs. al cuadrado excluyendo una UPM
n.2 <- cbind( n.2, matrix(0,dim(n.2)[1],n.col) )

# Contabilización de UPM por Area-Estrato
cd.a <- data.frame(unique( n.1[,1] )) # Area
colnames(cd.a) <- c("CD_A")
cd.ae <- data.frame( unique( n.1[,c(1,9)] ) ) # Area-Estrato

n.upm <- as.matrix(0) # Contabilización de UPM por estrato
for( i in 1:dim(cd.ae)[1]){
  m.paso <- n.1[n.1[,1]==cd.ae[i,1] & n.1[,9]==cd.ae[i,2],c(1,9) ]
  n.upm <- rbind( n.upm, dim(m.paso)[1] )
}

```

```

n.upm <- n.upm[-1,]
cd.ae <- cbind( cd.ae,n.upm )

rm( fe.c,m.paso,n.upm )

for( i in 1:dim(cd.a)[1] ){
# CICLO POR CIUDAD

cd.at <- n.1[ n.1[,1]==cd.a[i,1],c(-10,-11,-12) ] # Ciudad a trabajar
ep.1 <- p.1[p.1[,1]==cd.a[i,1], ] # Proyecciones por Ciudad

for( j in 1:dim(cd.at)[1] ){
# CICLO CIUDAD-REPLICA

cd.atr <- cd.at[-j,] # CIUDAD-REPLICA excluyendo una UPM
dupm.f <- cd.at[ j,c(1,9,2,3) ] # CD_A, ZEST, ENT, CON de la UPM retirada

# No. UPM en el estrato de donde se retira la UPM
vfa.xe <- cd.ae[ cd.ae[,1]==dupm.f[,1] & cd.ae[,2]==dupm.f[,2],3 ]

#
# Ajuste del FE natural

cd.atr[ cd.atr[,1]==dupm.f[,1] & cd.atr[,9]==dupm.f[,2],8 ] <- cd.atr[cd.atr[,1]==dupm.f[,1] &
cd.atr[,9]==dupm.f[,2],8]*vfa.xe/(vfa.xe-1)

# CALIBRACIÓN CIUDAD-REPLICA por dominio

for( j2 in 1:dim(ep.1)[1] ){
X <- as.matrix( cd.atr[ cd.atr[,1]==ep.1[j2,1] & cd.atr[,2]==ep.1[j2,2] &
cd.atr[,4]==ep.1[j2,3], 5:7 ] )
Tx <- t(as.matrix( ep.1[j2,4:6] ))
d <- diag( as.vector( cd.atr[ cd.atr[,1]==ep.1[j2,1] & cd.atr[,2]==ep.1[j2,2] &
cd.atr[,4]==ep.1[j2,3], 8 ] ),nrow=dim(X)[1] )

lam.i <- matrix( rep(0,dim(Tx)[1] ), nrow=dim(Tx)[1] )
ntx <- t(X)%*%d)%*%exp( X)%*%lam.i )
mdif <- (abs(ntx-Tx)/Tx)*100

HACER <- "SI"
NI <- 0
while( HACER=="SI" )
{
der.1 <- t(X)%*%d)%*%diag( as.vector(exp(X)%*%lam.i),nrow=dim(X)[1] ))%*%X
ri.inv <- try(solve(der.1), silent=TRUE )

if( class(ri.inv)== "try-error" )
{ t.inv <- "NO" }
else
{ t.inv <- "SI" }
if( t.inv=="SI" ){
NI <- NI+1
mi <- solve(der.1)
}
}
}

```

```

lam.2 <- lam.i + mi**%( Tx - ntx )
lam.i <- lam.2
ntx <- t(X)**d**exp( X**lam.i )
# Evaluación

mdif <- (abs(ntx-Tx)/Tx)*100
ij <- 0

for( j3 in 1:length(mdif) ){
  if( abs(mdif[j3,1]) <= 0.001 ){ ij <- ij+1 }
}

if( ij==length(mdif) | NI>100 ){ HACER <- "NO" }
}
else
{
  HACER <- "NO"
  no.cal <- rbind( no.cal, as.matrix(ep.1[j2,1:3]) )
}
} # Fin del While

W <- as.matrix( d**exp( X**lam.i ) ) # FE Calibrado
dimnames(W)[2] <- as.list(c("NFE"))
dom <- data.frame( cd.atr[ cd.atr[,1]==ep.1[j2,1] & cd.atr[,2]==ep.1[j2,2] &
  cd.atr[,4]==ep.1[j2,3], c(1:4,9) ] )
fe.o <- data.frame( cd.atr[ cd.atr[,1]==ep.1[j2,1] & cd.atr[,2]==ep.1[j2,2] &
  cd.atr[,4]==ep.1[j2,3], 8 ] )
colnames(fe.o) <- c("FEO")

if( dim(n.1)[2]>12 ){
  X.o <- as.matrix( cd.atr[ cd.atr[,1]==ep.1[j2,1] & cd.atr[,2]==ep.1[j2,2] &
    cd.atr[,4]==ep.1[j2,3], 10:dim(cd.atr)[2] ] )
  sale <- data.frame( cbind( dom, W, fe.o, X, X.o ) ) }
else
{ sale <- data.frame( cbind( dom, W, fe.o, X ) ) }

if( j2==1 ){ rc.1 <- sale }
else { rc.1 <- rbind( rc.1,sale ) }

rm( W,dom,fe.o,sale )
rm( X,Tx,d,lam.i,ntx )

} # for de ep.1; i.e. fin del proceso de Calibración Area-Replica

# Estimaciones de cada característica por Area-Estrato

ec.ae <- unique(rc.1[,c(1,5)])
no.c <- dim(rc.1)[2]-7
ec.ae <- cbind( ec.ae, matrix( 0, dim(ec.ae)[1], no.c ) )

for( j3 in 1:dim(ec.ae)[1] ){

```

```

# Factores de Expansión calibrados del Estrato
      fe.c <- as.matrix( rc.1[ rc.1[,5]==ec.ae[j3,2],6 ] )

# Matriz de características del Estrato
      v.c <- as.matrix( rc.1[ rc.1[,5]==ec.ae[j3,2],-1:-7 ] )
      paso <- t(fe.c)%*%v.c
      ec.ae[j3,c(3:dim(ec.ae)[2])] <- paso
    }

# Generación de las diferencias al cuadrado por estrato al excluir una UPM

      md.xec <- ( ec.ae[-1:-2] - v.cde[v.cde[,1]==cd.a[i,1],-1:-2] )^2
      sd.xec <- ((vfa.xe-1)/vfa.xe)*as.matrix( apply(md.xec,2,sum) )

      n.2[n.2[,1]==dupm.f[1,1] & n.2[,2]==dupm.f[1,3] & n.2[,3]==dupm.f[1,4],7:dim(n.2)[2]] <-
t(sd.xec)

    } # for Area-Replica

} # for de cd.a

m.res <- matrix( 0, 1, n.col*2+1 )

for( i in 1:dim(cd.a)[1] ){
  paso1 <- as.matrix( apply( n.2[n.2[,1]==cd.a[i,1], 7:dim(n.2)[2] ], 2, sum )^5 )
  paso2 <- t( rc.0[rc.0[,1]==cd.a[i,1],6] )%*%as.matrix(rc.0[rc.0[,1]==cd.a[i,1], 8:dim(rc.0)[2] ])
  m.res <- rbind( m.res, cbind( as.matrix(cd.a[i,1]), paso2, t(paso1) ) )
}

m.res <- m.res[-1,]
m.res <- data.frame( m.res )
write.dbf( m.res, ruta.s2 )
no.cal

```

## Apéndice A12. Cuadros con EC-AKC y precisiones estadísticas de la P14, PO, PDA, PNEAD y PNEAD de los trimestres 4-07 y 1-08.

**Cuadro 4.59.** EC-AKC (mcg) de la P14 y sus precisiones estadísticas para los trimestres 4-07 y 1-08 en Mérida.

Mérida	P14				T 1-08			
	GR	Estimación	e.e.	c.v. (%)	Varianza	Estimación	e.e.	c.v. (%)
1	698 331	40 042.89	5.73	1 603 432 681.70	699 544	47 416.78	6.78	2 248 351 431.70
2	698 331	45 174.24	6.47	2 040 711 836.13	699 544	35 251.81	5.04	1 242 689 830.30
3	698 331	40 161.27	5.75	1 612 927 745.60	699 544	36 632.95	5.24	1 341 973 304.70
4	698 331	47 069.12	6.74	2 215 502 222.98	699 544	50 861.47	7.27	2 586 889 356.35
5	698 331	44 980.40	6.44	2 023 236 170.70	699 544	46 408.64	6.63	2 153 761 443.30
<b>Prom.</b>	<b>698 331</b>	<b>19 489.29</b>	<b>2.79</b>	<b>379 832 426.28</b>	<b>699 544</b>	<b>19 569.02</b>	<b>2.80</b>	<b>382 946 614.65</b>

**Cuadro 4.60.** EC-AKC (mcg) de la PEA y sus precisiones estadísticas para los trimestres 4-07 y 1-08 en Mérida.

Mérida	PEA				T 1-08			
	GR	Estimación	e.e.	c.v. (%)	Varianza	Estimación	e.e.	c.v. (%)
1	438 338	26 961.76	6.15	726 936 259.68	433 491	27 201.38	6.27	739 914 901.90
2	438 338	30 282.78	6.91	917 046 565.69	433 491	22 491.62	5.19	505 872 758.82
3	438 338	23 227.71	5.30	539 526 539.20	433 491	23 078.84	5.32	532 632 770.74
4	438 338	30 260.03	6.90	915 669 530.61	433 491	30 129.78	6.95	907 803 365.54
5	438 338	31 838.21	7.26	1 013 671 746.50	433 491	32 645.35	7.53	1 065 718 883.70
<b>Prom.</b>	<b>438 338</b>	<b>12 826.30</b>	<b>2.93</b>	<b>164 514 025.67</b>	<b>433 491</b>	<b>12 250.62</b>	<b>2.83</b>	<b>150 077 707.23</b>

**Cuadro 4.61.** EC-AKC (mcg) de la PO y sus precisiones estadísticas para los trimestres 4-07 y 1-08 en Mérida.

Mérida	PO				T 1-08			
	GR	Estimación	e.e.	c.v. (%)	Varianza	Estimación	e.e.	c.v. (%)
1	423 307	26 266.89	6.21	689 949 280.40	418 389	26 644.37	6.37	709 922 283.90
2	422 116	28 516.23	6.76	813 175 508.29	419 285	21 969.52	5.24	482 660 023.00
3	426 092	22 863.33	5.37	522 732 042.30	421 187	22 401.86	5.32	501 843 445.37
4	433 515	29 761.95	6.87	885 773 696.50	425 253	30 053.62	7.07	903 220 237.92
5	428 747	31 338.09	7.31	982 076 157.90	417 391	32 225.10	7.72	1 038 457 105.00
<b>Prom.</b>	<b>426 755</b>	<b>12 479.91</b>	<b>2.92</b>	<b>155 748 267.42</b>	<b>420 301</b>	<b>12 060.02</b>	<b>2.87</b>	<b>145 444 123.81</b>



**Cuadro 4.62.** EC-AKC (mcg) de la PDA y sus precisiones estadísticas para los trimestres 4-07 y 1-08 en Mérida.

Mérida	PDA	T 4-07			T 1-08			
		GR	Estimación	e.e.	c.v. (%)	Varianza	Estimación	e.e.
1	15 031	3 470.51	23.09	12 044 473.46	15 102	3 721.55	24.64	13 849 959.69
2	16 222	5 105.08	31.47	26 061 805.34	14 206	3 398.67	23.92	11 550 947.04
3	12 246	2 870.13	23.44	8 237 622.11	12 304	3 266.17	26.55	10 667 892.86
4	4 823	2 717.77	56.35	7 386 259.30	8 238	2 415.36	29.32	5 833 985.55
5	9 591	3 056.86	31.87	9 344 394.43	16 100	3 217.71	19.99	10 353 661.00
<b>Prom.</b>	<b>11 583</b>	<b>1 588.39</b>	<b>13.71</b>	<b>2 522 982.19</b>	<b>13 190</b>	<b>1 445.77</b>	<b>10.96</b>	<b>2 090 257.85</b>

**Cuadro 4.63.** EC-AKC (mcg) de la PNEA y sus precisiones estadísticas para los trimestres 4-07 y 1-08 en Mérida.

Mérida	PNEA	T 4-07			T 1-08			
		GR	Estimación	e.e.	c.v. (%)	Varianza	Estimación	e.e.
1	259 993	18 732.89	7.21	350 921 325.16	266 053	24 289.94	9.13	590 001 162.05
2	259 993	19 487.90	7.50	379 778 171.85	266 053	17 454.63	6.56	304 664 179.20
3	259 993	21 373.54	8.22	456 828 354.24	266 053	19 858.02	7.46	394 341 073.47
4	259 993	20 792.59	8.00	432 331 792.58	266 053	24 700.96	9.28	610 137 346.10
5	259 993	16 878.52	6.49	284 884 563.49	266 053	19 415.53	7.30	376 962 923.95
<b>Prom.</b>	<b>259 993</b>	<b>8 728.68</b>	<b>3.36</b>	<b>76 189 768.29</b>	<b>266 053</b>	<b>9 541.71</b>	<b>3.59</b>	<b>91 044 267.39</b>

**Cuadro 4.64.** EC-AKC (mcg) de la PNEAD y sus precisiones estadísticas para los trimestres 4-07 y 1-08 en Mérida.

Mérida	PNEAD	T 4-07			T 1-08			
		GR	Estimación	e.e.	c.v. (%)	Varianza	Estimación	e.e.
1	25 202	5 267.03	20.90	27 741 569.11	25 401	6 364.22	25.06	40 503 342.58
2	24 018	6 227.71	25.93	38 784 348.82	16 647	3 896.69	23.41	15 184 197.96
3	25 304	5 043.65	19.93	25 438 388.49	26 755	5 280.27	19.74	27 881 300.83
4	23 120	5 705.07	24.68	32 547 785.51	33 479	7 906.05	23.62	62 505 593.39
5	27 321	5 155.50	18.87	26 579 210.66	26 056	7 182.20	27.56	51 583 928.75
<b>Prom.</b>	<b>24 993</b>	<b>2 458.38</b>	<b>9.84</b>	<b>6 043 652.10</b>	<b>25 667</b>	<b>2 811.82</b>	<b>10.95</b>	<b>7 906 334.54</b>

**Cuadro 4.65.** EC-AKC (mcg) de la PNEAND y sus precisiones estadísticas para los trimestres 4-07 y 1-08 en Mérida.

Mérida	PNEAND	T 4-07			T 1-08			
		GR	Estimación	e.e.	c.v. (%)	Varianza	Estimación	e.e.
1	234 791	18 139.43	7.73	329 038 844.94	240 652	24 097.49	10.01	580 689 262.27
2	235 975	19 879.40	8.42	395 190 503.20	249 406	16 733.62	6.71	280 014 144.35
3	234 689	20 786.65	8.86	432 084 875.39	239 298	18 419.56	7.70	339 280 261.35
4	236 873	19 646.47	8.29	385 983 886.57	232 574	23 099.41	9.93	533 582 824.80
5	232 672	15 074.75	6.48	227 248 027.75	239 997	17 119.96	7.13	293 092 866.28
<b>Prom.</b>	<b>235 000</b>	<b>8 413.19</b>	<b>3.58</b>	<b>70 781 845.51</b>	<b>240 386</b>	<b>9 003.69</b>	<b>3.75</b>	<b>81 066 374.36</b>

**Cuadro 4.66.** EC-AKC (mcg) de la P14 y sus precisiones estadísticas para los trimestres 4-07 y 1-08 en Culiacán.

Culiacán	P14	T 4-07			T 1-08			
		GR	Estimación	e.e.	c.v. (%)	Varianza	Estimación	e.e.
1	475 414	22 265.30	4.68	495 743 393.40	477 012	21 024.62	4.41	442 034 437.69
2	475 414	18 838.18	3.96	354 877 088.47	477 012	25 946.76	5.44	673 234 386.21
3	475 414	19 156.97	4.03	366 989 410.94	477 012	21 883.09	4.59	478 869 534.63
4	475 414	22 514.36	4.74	506 896 453.70	477 012	25 579.09	5.36	654 289 969.27
5	475 414	23 229.60	4.89	539 614 508.19	477 012	22 206.77	4.66	493 140 489.10
<b>Prom.</b>	<b>475 414</b>	<b>9 516.56</b>	<b>2.00</b>	<b>90 564 834.19</b>	<b>477 012</b>	<b>10 472.00</b>	<b>2.20</b>	<b>109 662 752.68</b>

**Cuadro 4.67.** EC-AKC (mcg) de la PEA y sus precisiones estadísticas para los trimestres 4-07 y 1-08 en Culiacán.

Culiacán	PEA	T 4-07			T 1-08			
		GR	Estimación	e.e.	c.v. (%)	Varianza	Estimación	e.e.
1	302 410	13 013.40	4.30	169 348 676.82	293 284	14 846.52	5.06	220 419 247.74
2	302 410	12 374.69	4.09	153 133 008.17	293 284	12 312.44	4.20	151 596 138.13
3	302 410	13 492.88	4.46	182 057 901.33	293 284	14 249.91	4.86	203 060 048.77
4	302 410	16 321.65	5.40	266 396 304.49	293 284	19 505.06	6.65	380 447 356.75
5	302 410	18 077.19	5.98	326 784 977.87	293 284	16 091.89	5.49	258 949 083.09
<b>Prom.</b>	<b>302 410</b>	<b>6 626.37</b>	<b>2.19</b>	<b>43 908 834.75</b>	<b>293 284</b>	<b>6 969.85</b>	<b>2.38</b>	<b>48 578 874.98</b>

**Cuadro 4.68.** EC-AKC (mcg) de la PO y sus precisiones estadísticas para los trimestres 4-07 y 1-08 en Culiacán.

Culiacán	PO	T 4-07			T 1-08			
		GR	Estimación	e.e.	c.v. (%)	Varianza	Estimación	e.e.
1	289 129	12 297.02	4.25	151 216 754.21	283 517	14 492.47	5.11	210 031 671.10
2	288 863	12 360.11	4.28	152 772 293.98	284 387	12 136.05	4.27	147 283 717.07
3	292 339	13 451.35	4.60	180 938 820.98	285 547	13 499.21	4.73	182 228 661.90
4	294 633	16 092.36	5.46	258 964 184.47	282 127	19 135.33	6.78	366 160 703.29
5	292 060	17 915.57	6.13	320 967 488.88	284 137	15 196.11	5.35	230 921 816.90
<b>Prom.</b>	<b>291 405</b>	<b>6 526.44</b>	<b>2.24</b>	<b>42 594 381.70</b>	<b>283 943</b>	<b>6 742.78</b>	<b>2.37</b>	<b>45 465 062.81</b>

**Cuadro 4.69.** EC-AKC (mcg) de la PDA y sus precisiones estadísticas para los trimestres 4-07 y 1-08 en Culiacán.

Culiacán	PDA	T 4-07			T 1-08			
		GR	Estimación	e.e.	c.v. (%)	Varianza	Estimación	e.e.
1	13 281	2 715.31	20.44	7 372 921.24	9 767	1 969.66	20.17	3 879 577.05
2	13 547	2 948.77	21.77	8 695 215.06	8 897	2 148.02	24.14	4 613 997.35
3	10 071	2 169.32	21.54	4 705 939.32	7 737	1 838.86	23.77	3 381 414.83
4	7 777	2 164.03	27.83	4 683 004.67	11 157	2 216.43	19.87	4 912 582.85
5	10 350	2 028.67	19.60	4 115 503.88	9 147	2 745.82	30.02	7 539 526.23
<b>Prom.</b>	<b>11 005</b>	<b>1 087.61</b>	<b>9.88</b>	<b>1 182 903.37</b>	<b>9 341</b>	<b>986.45</b>	<b>10.56</b>	<b>973 083.93</b>

**Cuadro 4.70.** EC-AKC (mcg) de la PNEA y sus precisiones estadísticas para los trimestres 4-07 y 1-08 en Culiacán.

Culiacán	PNEA	T 4-07			T 1-08			
		GR	Estimación	e.e.	c.v. (%)	Varianza	Estimación	e.e.
1	173 004	12 553.63	7.26	157 593 531.73	183 728	9 696.94	5.28	94 030 552.07
2	173 004	10 707.49	6.19	114 650 251.44	183 728	15 874.91	8.64	252 012 825.62
3	173 004	9 462.33	5.47	89 535 782.76	183 728	13 869.39	7.55	192 359 852.86
4	173 004	11 118.94	6.43	123 630 812.97	183 728	9 397.69	5.12	88 316 667.30
5	173 004	8 932.09	5.16	79 782 189.56	183 728	10 456.86	5.69	109 345 911.76
<b>Prom.</b>	<b>173 004</b>	<b>4 754.76</b>	<b>2.75</b>	<b>22 607 702.74</b>	<b>183 728</b>	<b>5 426.11</b>	<b>2.95</b>	<b>29 442 632.38</b>

**Cuadro 4.71.** EC-AKC (mcg) de la PNEAD y sus precisiones estadísticas para los trimestres 4-07 y 1-08 en Culiacán.

Culiacán	PNEAD	T 4-07			T 1-08			
		GR	Estimación	e.e.	c.v. (%)	Varianza	Estimación	e.e.
1	42 337	6 039.35	14.26	36 473 794.67	26 033	4 231.78	16.26	17 907 925.91
2	30 597	5 180.51	16.93	26 837 669.07	25 812	3 961.11	15.35	15 690 368.45
3	27 498	4 902.13	17.83	24 030 889.28	30 702	4 768.92	15.53	22 742 569.75
4	35 296	5 629.81	15.95	31 694 773.65	27 080	4 314.89	15.93	18 618 264.83
5	28 606	4 455.62	15.58	19 852 580.89	31 378	5 644.00	17.99	31 854 687.07
<b>Prom.</b>	<b>32 867</b>	<b>2 357.03</b>	<b>7.17</b>	<b>5 555 588.30</b>	<b>28 201</b>	<b>2 067.02</b>	<b>7.33</b>	<b>4 272 552.64</b>

**Cuadro 4.72.** EC-AKC (mcg) de la PNEAND y sus precisiones estadísticas para los trimestres 4-07 y 1-08 en Culiacán.

Culiacán	PNEAND	T 4-07			T 1-08			
		GR	Estimación	e.e.	c.v. (%)	Varianza	Estimación	e.e.
1	130 667	12 499.21	9.57	156 230 290.90	157 695	9 610.29	6.09	92 357 687.33
2	142 407	9 453.96	6.64	89 377 276.76	157 916	14 994.05	9.49	224 821 632.54
3	145 506	9 389.12	6.45	88 155 555.06	153 026	12 814.47	8.37	164 210 730.90
4	137 708	10 495.71	7.62	110 159 909.93	156 648	9 785.97	6.25	95 765 155.82
5	144 398	9 310.29	6.45	86 681 447.27	152 350	10 324.42	6.78	106 593 600.65
<b>Prom.</b>	<b>140 137</b>	<b>4 606.97</b>	<b>3.29</b>	<b>21 224 179.20</b>	<b>155 527</b>	<b>5 229.72</b>	<b>3.36</b>	<b>27 349 952.29</b>

**Cuadro 4.73.** EC-AKC (mcg) de la P14 y sus precisiones estadísticas para los trimestres 4-07 y 1-08 en Zacatecas.

Zacatecas	P14	T 4-07			T 1-08			
		GR	Estimación	e.e.	c.v. (%)	Varianza	Estimación	e.e.
1	180 820	8 467.87	4.68	71 704 820.20	181 694	8 636.00	4.75	74 580 424.87
2	180 820	10 416.33	5.76	108 499 915.30	181 694	8 279.63	4.56	68 552 272.76
3	180 820	9 661.62	5.34	93 346 908.43	181 694	9 518.14	5.24	90 594 988.59
4	180 820	6 958.16	3.85	48 415 929.72	181 694	7 916.98	4.36	62 678 539.03
5	180 820	10 688.36	5.91	114 241 123.44	181 694	9 401.03	5.17	88 379 398.98
<b>Prom.</b>	<b>180 820</b>	<b>4 177.12</b>	<b>2.31</b>	<b>17 448 347.88</b>	<b>181 694</b>	<b>3 923.19</b>	<b>2.16</b>	<b>15 391 424.97</b>

**Cuadro 4.74.** EC-AKC (mcg) de la PEA y sus precisiones estadísticas para los trimestres 4-07 y 1-08 en Zacatecas.

Zacatecas	PEA	T 4-07			T 1-08			
		GR	Estimación	e.e.	c.v. (%)	Varianza	Estimación	e.e.
1	109 176	5 731.20	5.25	32 846 690.79	110 460	5 637.98	5.10	31 786 852.67
2	109 176	6 332.02	5.80	40 094 536.29	110 460	5 788.16	5.24	33 502 745.74
3	109 176	5 561.05	5.09	30 925 327.54	110 460	5 769.84	5.22	33 291 030.93
4	109 176	5 807.06	5.32	33 721 979.36	110 460	4 654.13	4.21	21 660 880.74
5	109 176	6 284.34	5.76	39 492 894.48	110 460	6 367.85	5.76	40 549 477.02
<b>Prom.</b>	<b>109 176</b>	<b>2 661.44</b>	<b>2.44</b>	<b>7 083 257.14</b>	<b>110 460</b>	<b>2 536.07</b>	<b>2.30</b>	<b>6 431 639.48</b>

**Cuadro 4.75.** EC-AKC (mcg) de la PO y sus precisiones estadísticas para los trimestres 4-07 y 1-08 en Zacatecas.

Zacatecas	PO	T 4-07			T 1-08			
		GR	Estimación	e.e.	c.v. (%)	Varianza	Estimación	e.e.
1	104 282	5 530.52	5.30	30 586 694.64	105 612	5 600.77	5.30	31 368 636.91
2	104 072	6 042.94	5.81	36 517 180.18	104 158	5 696.66	5.47	32 451 926.26
3	105 426	5 345.70	5.07	28 576 471.70	104 492	5 554.36	5.32	30 850 864.32
4	103 433	5 513.37	5.33	30 397 255.67	104 743	4 561.73	4.36	20 809 346.22
5	104 417	5 938.92	5.69	35 270 748.04	106 906	6 158.67	5.76	37 929 262.65
<b>Prom.</b>	<b>104 326</b>	<b>2 540.46</b>	<b>2.44</b>	<b>6 453 934.01</b>	<b>105 182</b>	<b>2 477.18</b>	<b>2.36</b>	<b>6 136 401.45</b>

**Cuadro 4.76.** EC-AKC (mcg) de la PDA y sus precisiones estadísticas para los trimestres 4-07 y 1-08 en Zacatecas.

Zacatecas	PDA	T 4-07			T 1-08			
		GR	Estimación	e.e.	c.v. (%)	Varianza	Estimación	e.e.
1	4 894	959.61	19.61	920 851.86	4 848	1 573.92	32.47	2 477 239.29
2	5 104	1 087.34	21.31	1 182 316.81	6 302	919.26	14.59	845 038.12
3	3 750	1 060.71	28.28	1 125 116.10	5 968	1 176.00	19.71	1 382 964.34
4	5 743	1 247.91	21.73	1 557 271.80	5 717	821.20	14.36	674 371.80
5	4 759	1 192.29	25.05	1 421 564.13	3 554	856.29	24.09	733 240.71
<b>Prom.</b>	<b>4 850</b>	<b>498.28</b>	<b>10.27</b>	<b>248 284.83</b>	<b>5 278</b>	<b>494.48</b>	<b>9.37</b>	<b>244 514.17</b>

**Cuadro 4.77.** EC-AKC (mcg) de la PNEA y sus precisiones estadísticas para los trimestres 4-07 y 1-08 en Zacatecas.

Zacatecas	PNEA	T 4-07			T 1-08			
		GR	Estimación	e.e.	c.v. (%)	Varianza	Estimación	e.e.
1	71 644	4 499.81	6.28	20 248 267.21	71 234	4 859.88	6.82	23 618 452.05
2	71 644	5 069.16	7.08	25 696 398.87	71 234	3 899.22	5.47	15 203 931.76
3	71 644	5 426.95	7.57	29 451 766.04	71 234	5 061.60	7.11	25 619 821.67
4	71 644	4 161.46	5.81	17 317 711.23	71 234	5 274.10	7.40	27 816 102.18
5	71 644	5 616.77	7.84	31 548 120.36	71 234	4 735.06	6.65	22 420 795.80
<b>Prom.</b>	<b>71 644</b>	<b>2 229.46</b>	<b>3.11</b>	<b>4 970 490.55</b>	<b>71 234</b>	<b>2 141.77</b>	<b>3.01</b>	<b>4 587 164.14</b>

**Cuadro 4.78.** EC-AKC (mcg) de la PNEAD y sus precisiones estadísticas para los trimestres 4-07 y 1-08 en Zacatecas.

Zacatecas	PNEAD	T 4-07			T 1-08			
		GR	Estimación	e.e.	c.v. (%)	Varianza	Estimación	e.e.
1	8 339	2 171.02	26.04	4 713 348.30	9 746	2 112.63	21.68	4 463 202.20
2	7 024	1 367.91	19.47	1 871 164.13	11 298	2 183.73	19.33	4 768 692.88
3	11 681	2 135.41	18.28	4 559 968.82	8 618	1 300.49	15.09	1 691 272.72
4	12 478	1 740.58	13.95	3 029 636.01	11 153	1 789.05	16.04	3 200 708.05
5	12 358	2 018.65	16.33	4 074 944.34	10 585	1 663.44	15.72	2 767 043.68
<b>Prom.</b>	<b>10 376</b>	<b>854.38</b>	<b>8.23</b>	<b>729 962.46</b>	<b>10 280</b>	<b>821.97</b>	<b>8.00</b>	<b>675 636.78</b>

**Cuadro 4.79.** EC-AKC (mcg) de la PNEAND y sus precisiones estadísticas para los trimestres 4-07 y 1-08 en Zacatecas.

Zacatecas	PNEAND	T 4-07			T 1-08			
		GR	Estimación	e.e.	c.v. (%)	Varianza	Estimación	e.e.
1	63 305	3 980.91	6.29	15 847 632.73	61 488	4 053.56	6.59	16 431 336.79
2	64 620	5 025.50	7.78	25 255 627.64	59 936	3 680.75	6.14	13 547 895.79
3	59 963	4 668.36	7.79	21 793 630.20	62 616	4 954.69	7.91	24 548 965.95
4	59 166	4 011.13	6.78	16 089 189.32	60 081	5 379.77	8.95	28 941 920.04
5	59 286	5 339.41	9.01	28 509 270.09	60 649	4 701.45	7.75	22 103 585.13
<b>Prom.</b>	<b>61 268</b>	<b>2 073.60</b>	<b>3.38</b>	<b>4 299 814.00</b>	<b>60 954</b>	<b>2 054.98</b>	<b>3.37</b>	<b>4 222 948.15</b>