

**Taller #7**  
**Econometría 06216**

**Profesor: Julio César Alonso C.**

**Monitor: Manuel Serna Cortés**

**Notas:**

- o Recuerde que tres preguntas, seleccionadas al azar, serán calificadas.
- o Este taller puede subirse en la plataforma Moodle hasta la 7:10 del 9 de marzo de 2009. **Sólo se recibirán talleres en formato pdf.** Cualquier otro formato no será calificado.

**INSTRUCCIONES:**

- Este taller debe ser escrito en computador.
- Cuando sea posible, debe mostrar el procedimiento efectuado para llegar a sus resultados.
- Este taller es un trabajo en pareja. Por tanto el taller debe reflejar **únicamente** el trabajo de la pareja.
- Si bien no es necesario reportar todos los números decimales, sí lo es hacer los cálculos con **todos** ellos.

Alejandra Maldonado y su esposo, Rafael Méndez, dueños de Colombia Autos, están interesados en expandir su negocio a la ciudad de Cali. Para ello, necesitan analizar el comportamiento de las ventas realizadas por sus empleados, con el fin de determinar cuáles son los que tienen el mejor perfil para liderar el proyecto de expansión en la ciudad de Cali. Para tal elección se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- i. *Los criterios más importantes para explicar las ventas parecen ser los años de educación superior y los años de trabajo en el sector.*
- ii. *Si hay empleados con unas ventas muy superiores a las correspondientes de acuerdo con su perfil, se deberá proceder a su promoción inmediata enviándolo a liderar el proyecto de expansión en Cali.*
- iii. *Se considera adecuado para la expansión de la empresa y la política de ventas que el nivel de ventas de los empleados se amplíe de forma moderada a medida que aumentan los años de experiencia en el sector. En ningún caso sería admisible que el "abanico"<sup>1</sup> se estrechara a medida que crece la experiencia.*
- iv. *Se deberá investigar si existen diferencias generales con respecto a aquellas personas que no han obtenido una venta notable. En el caso de que se confirmara este hecho, se deberán tomar las medidas adecuadas para corregirlo de manera inmediata.*
- v. *A efectos de valorar la experiencia laboral y la educación se considera que un criterio adecuado es el siguiente: un año adicional de educación equivale a 4 años de experiencia laboral en el sector.*

<sup>1</sup> Esta expresión la emplean los dueños, y la verdad por ahora es difícil entender que quieren decir. Pero seguramente una vez se realicen las estimaciones se puede entender que querían decir con la expresión.

Los dueños de la empresa, con el asesoramiento de usted, proceden al estudio del problema y a la adopción de las medidas pertinentes. En primer lugar, se recopilan los datos de los 61 vendedores de la empresa que se encuentran en el archivo T7-01-09.xls. Los datos que se recogen son los siguientes: i) Nombre del empleado, ii) Ventas: Ventas mensuales medias, ii) Experiencia laboral en el sector medida en años de trabajo tanto en la empresa como en otras empresas del mismo, iii) Años de educación recibidos por encima de la enseñanza superior, iv) Una variables que se codifica con un 0 si el vendedor ha conseguido en su carrera una venta superior a 200 millones de pesos y con un 1 si no la ha obtenido, y v) EDAD: Edad medida en años cumplidos.

1. De acuerdo con esta información: i) plantee, ii) estime y iii) reporte en una tabla el modelo que permita efectuar el estudio, requerido por los dueños.
2. Usted, como investigador, está consciente de lo problemas econométricos que se pueden presentar en este tipo de estudios. En especial, las características del estudio lo llevan a pensar en particular en uno de los problemas.
  - a. Identifique que característica de la muestra presupone la posibilidad de existencia de un problema econométrico. Adicionalmente, realice el análisis (no realice pruebas) que considere más adecuado que le permita reconocer síntomas de este problema econométrico.
  - b. Demuestre la existencia o no de este problema econométrico (escriba claramente la hipótesis nula, alterna, el estadístico, el valor crítico y la decisión).
3. Continuando con la pregunta anterior, responda:
  - a. De acuerdo con sus resultados del punto anterior, escriba (aún no lo estime) un modelo que no tenga problemas de esta índole. Demuestre que teóricamente el modelo ya no presenta este problema econométrico.
  - b. Estime el modelo escrito en el literal a) de esta pregunta y reporte sus resultados en la misma tabla que empleo en la pregunta 1.
  - c. Compruebe que en efecto, el modelo ya no presenta dicho problema (escriba claramente la hipótesis nula, alterna, el estadístico, el valor crítico y la decisión).
4. Continuando con la pregunta anterior, responda:
  - a. Interprete los coeficientes estimados y comente la significancia global e individual de los coeficientes estimados. Observa cambios respecto de la estimación inicial.
  - b. De acuerdo a sus resultados (no es necesario efectuar más cálculos), ¿qué puede comentar sobre las recomendaciones i) y iii)?
  - c. De acuerdo a sus resultados (no es necesario efectuar más cálculos), ¿qué puede comentar sobre la recomendación iv)?
5. Continuando con la pregunta anterior; para cumplir con las recomendaciones recibidas, se decide incentivar a aquellos empleados que no han tenido ventas notables con una base de datos que les asegura incrementos en sus ventas personales por un importe de 25 millones de dólares mensuales.

- a. Cree una nueva variable que recoja este aumento de en las ventas ( $Ventas2_i$ ), y estime de nuevo el modelo teniendo en cuenta las consideraciones técnicas que crea relevantes.
  - b. Interprete los coeficientes estimados y determine la significancia individual de ellos, ¿Qué diferencia encuentra con el modelo estimado en el punto 3 b)? ¿Cree esto natural?
  - c. Realice la modificación requerida al modelo, y estímelo.
6. Finalmente, continuando con su análisis de la pregunta anterior, determine si la política de ventas en la empresa es coherente con la recomendación  $v$ ). y cuáles deberían ser los vendedores trasladados a Cali.

**Taller #7**  
**Respuestas sugeridas**  
**Econometría 06216**

**Profesor: Julio César Alonso C.**  
**Monitor: Manuel Serna Cortés**

**Notas:**

- o Recuerde que tres preguntas, seleccionadas al azar, serán calificadas.
- o Este taller puede subirse en la plataforma Moodle hasta la 7:10 del 9 de marzo de 2009. **Sólo se recibirán talleres en formato pdf.** Cualquier otro formato no será calificado.

**INSTRUCCIONES:**

- Este taller debe ser escrito en computador.
- Cuando sea posible, debe mostrar el procedimiento efectuado para llegar a sus resultados.
- Este taller es un trabajo en pareja. Por tanto el taller debe reflejar **únicamente** el trabajo de la pareja.
- Si bien no es necesario reportar todos los números decimales, sí lo es hacer los cálculos con **todos** ellos.

Alejandra Maldonado y su esposo, Rafael Méndez, dueños de Colombia Autos, están interesados en expandir su negocio a la ciudad de Cali. Para ello, necesitan analizar el comportamiento de las ventas realizadas por sus empleados, con el fin de determinar cuáles son los que tienen el mejor perfil para liderar el proyecto de expansión en la ciudad de Cali. Para tal elección se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- i. *Los criterios más importantes para explicar las ventas parecen ser los años de educación superior y los años de trabajo en el sector.*
- ii. *Si hay empleados con unas ventas muy superiores a las correspondientes de acuerdo con su perfil, se deberá proceder a su promoción inmediata enviándolo a liderar el proyecto de expansión en Cali.*
- iii. *Se considera adecuado para la expansión de la empresa y la política de ventas que el nivel de ventas de los empleados se amplíe de forma moderada a medida que aumentan los años de experiencia en el sector. En ningún caso sería admisible que el “abanico”<sup>1</sup> se estrechara a medida que crece la experiencia.*
- iv. *Se deberá investigar si existen diferencias generales con respecto a aquellas personas que no han obtenido una venta notable. En el caso de que se confirmara este hecho, se deberán tomar las medidas adecuadas para corregirlo de manera inmediata.*
- v. *A efectos de valorar la experiencia laboral y la educación se considera que un criterio adecuado es el siguiente: un año adicional de educación equivale a 4 años de experiencia laboral en el sector.*

<sup>1</sup> Esta expresión la emplean los dueños, y la verdad por ahora es difícil entender que quieren decir. Pero seguramente una vez se realicen las estimaciones se puede entender que querían decir con la expresión.

Los dueños de la empresa, con el asesoramiento de usted, proceden al estudio del problema y a la adopción de las medidas pertinentes. En primer lugar, se recopilan los datos de los 61 vendedores de la empresa que se encuentran en el archivo T7-01-09.xls. Los datos que se recogen son los siguientes: i) Nombre del empleado, ii) Ventas: Ventas mensuales medias, ii) Experiencia laboral en el sector medida en años de trabajo tanto en la empresa como en otras empresas del mismo, iii) Años de educación recibidos por encima de la enseñanza superior, iv) Una variables que se codifica con un 0 si el vendedor ha conseguido en su carrera una venta superior a 200 millones de pesos y con un 1 si no la ha obtenido, y v) EDAD: Edad medida en años cumplidos.

1. De acuerdo con esta información: i) plantee, ii) estime y iii) reporte en una tabla el modelo que permita efectuar el estudio, requerido por los dueños.

El modelo es el siguiente:

$$Ventas_i = \beta_1 + \beta_2 EDUCAC_i + \beta_3 EXPLAB_i + \beta_4 VSUP_i + \beta_5 EDAD_i + u_i \quad (1)$$

Los resultados de la regresión se han recogido en la Tabla 1 (ecuación 1).

**Tabla 1: Ecuaciones Estimadas.**

	Variable dependiente: $Ventas_i$		Variable dependiente: $Ventas_i$		Variable dependiente: $Ventas_i$	
	t-estadístico t entre paréntesis		t-estadístico t entre paréntesis		t-estadístico t entre paréntesis	
	Ecuación 1 MCO		Ecuación 2 MCP		Ecuación 3 MCO / H.C	
Constante	78.4466770 (3.380)	***	81.3450151 (4.240)	***	78.4466770 (3.491)	***
$Exp_i$	2.0146936 (1.799)	.	3.0793239 (2.605)	***	2.0146936 (2.076)	**
$Educ_i$	8.923333 (4.291)	***	10.5802345 (5.568)	***	8.923333 (3.544)	***
$Edad_i$	-0.2422921 (-0.297)		-0.7136074 (-0.839)		-0.2422921 (-0.329)	
$VSuper_i$	32.4650221 (2.463)	**	23.3916083 (2.664)	***	32.4650221 (3.276)	***
$R^2$	0.5202		0.6546		0.5202	
$\bar{R}^2$	0.4840		0.6286		0.4840	
$F_{Global}$	14.36	***	25.12	***	14.36	***
Nº de obs.	58		58		58	

(\*) nivel de significancia:10%

(\*\*) nivel de significancia:5%

(\*\*\*) nivel de significancia:1%

MCO: Mínimos Cuadrados Ordinarios

2. Usted, como investigador, está consciente de lo problemas econométricos que se pueden presentar en este tipo de estudios. En especial, las características del estudio lo llevan a pensar en particular en uno de los problemas.

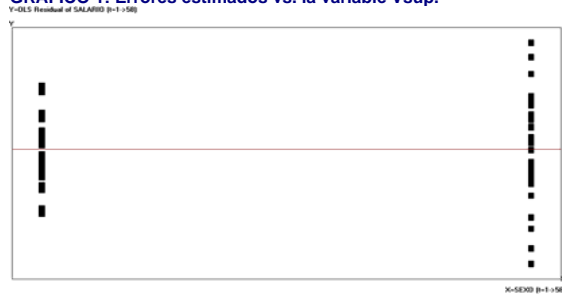
- a. Identifique que característica de la muestra presupone la posibilidad de existencia de un problema econométrico. Adicionalmente, realice el

análisis (no realice pruebas) que considere más adecuado que le permita reconocer síntomas de este problema econométrico.

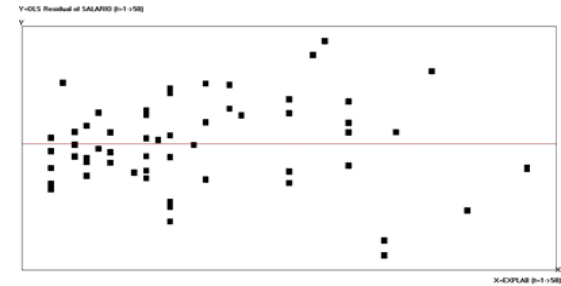
Al ser la muestra de tipo corte transversal, esto implica que existe una alta probabilidad de que el modelo sufra de heteroscedasticidad. Además, el análisis gráfico nos indica que:

Como puede verse en el Gráfico 2, se aprecia una relación positiva entre la variabilidad de los residuos y la variable  $EXPLAB_i$ . De acuerdo con la figura 3 parece que existe también una relación positiva entre la variabilidad de los residuos estimados y la variable  $EDUCAC_i$ , aunque quizás no tan intensa como la anterior. Respecto a la variable  $EDAD_i$  se observa un comportamiento heterocedástico de mayor intensidad, figura 4. Finalmente, parece que los residuos tienen menor dispersión para el valor 0 (menos de 200 millones) de la variable dicotómica  $VSUP_i$ , que para el valor 1 (mayor o igual a 200 millones).

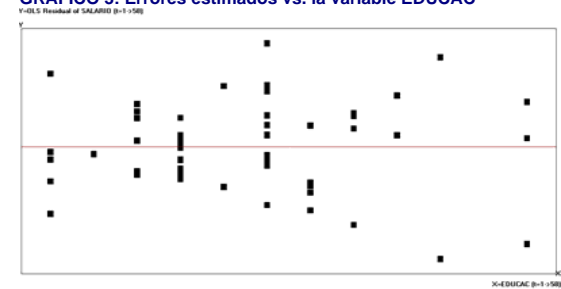
**GRÁFICO 1: Errores estimados vs. la variable Vsup.**



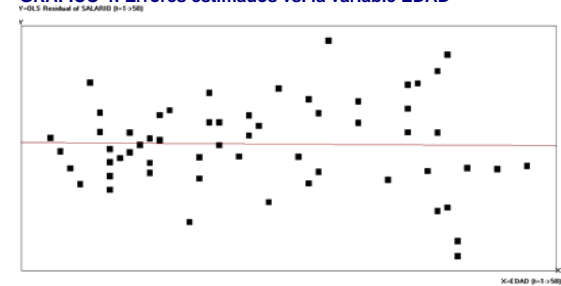
**GRÁFICO 2: Errores estimados vs. la variable EXPLAB.**



**GRÁFICO 3: Errores estimados vs. la variable EDUCAC**



**GRÁFICO 4: Errores estimados vs. la variable EDAD**



- b. Demuestre la existencia o no de este problema econométrico (escriba claramente la hipótesis nula, alterna, el estadístico, el valor crítico y la decisión).

**Test de Goldfeld-Quandt**

**Experiencia Laboral**

En este caso la hipótesis nula y la alterna son las siguientes

$H_0$ : Presencia de homocedasticidad  
 $H_1$ : Presencia de heterocedasticidad

Lo cual se puede representar de la siguiente manera

$$H_0 : \sigma_i^2 = \sigma^2$$

$$H_1 : \sigma_i^2 = \sigma^2 X_i^2$$

Para realizar esta prueba se debe ordenar de menor a mayor las observaciones de acuerdo a la variable o combinación de variables que se cree está relacionada con la varianza del error. Después de esto se debe omitir los  $d < \frac{1}{5}n < 11,6$  datos de la mitad, para posteriormente correr dos regresiones, una asociada a los datos para los valores bajos de  $X_i$ , y otra asociada a los datos para los valores altos de dicha variable, pero como en este caso el análisis gráfico no hace tan explícita la identificación de la variable que presuntamente está causando la heteroscedasticidad, se debe realizar este procedimiento para todas las variables explicativas del modelo.

Años de experiencia laboral

Al correr la regresión se obtiene que la suma cuadrada de los errores para los datos asociados a los valores bajos de la variable  $Exp_1$  es

$$SSE_1 = 9389,66063373$$

Por otro lado la suma cuadrada de los errores para los datos asociados a los valores altos de la variable  $Exp_1$  es

$$SSE_2 = 38256,30537469$$

De lo anterior se obtiene el siguiente estadístico

$$F_{GQ} = \frac{SSE_2}{SSE_1} = \frac{38256,30537469}{9389,66063373} = 4,074301177$$

Decisión: Se rechaza la hipótesis nula si  $F_{(n-d-2k, n-d-2k)\alpha} < F_{GQ}$

Por tanto, dado que  $F_{(40,40)\alpha=0,01} = 2,114 < 4,074$ , se puede decir con un 99% de confianza que existe evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula, es decir que se puede afirmar con un 99% de confianza que la variable Años de Experiencia laboral, está presentando un problema de heteroscedasticidad del tipo Goldfeld-Quandt.

**Años de educación por encima de la enseñanza superior**

$$SSE_1 = 16630,0416736$$

$$SSE_2 = 54123,35762186$$

$$F_{GQ} = \frac{SSE_2}{SSE_1} = \frac{54123,35762186}{16630,0416736} = 3,254553338$$

Por tanto, dado que  $F_{(40,40)\alpha=0,01} = 2,114 < 3,255$ , se puede decir con un 99% de confianza que existe evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula, es decir que se puede afirmar con un 99% de confianza que la variable Años de educación por encima de la enseñanza superior, está presentando un problema de heteroscedasticidad del tipo Goldfeld-Quandt.

**Edad**

$$SSE_1 = 13183,65337294$$

$$SSE_2 = 48246,99248746$$

$$F_{GQ} = \frac{SSE_2}{SSE_1} = \frac{48246,99248746}{13183,65337294} = 3,659607176$$

Por tanto, dado que  $F_{(40,40)\alpha=0,01} = 2,114 < 3,659$ , se puede decir con un 99% de confianza que existe evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula, es decir que se puede afirmar con un 99% de confianza que la variable Edad, está presentando un problema de heteroscedasticidad del tipo Goldfeld-Quandt.

**Test de Breush-Pagan**

En este caso la hipótesis nula y la alterna son las siguientes

$H_0$ : Presencia de homocedasticidad  
 $H_1$ : Relación entre la varianza del error y un grupo de variables  
 Lo cual se puede representar de la siguiente manera

$$H_0 : \sigma_i^2 = \sigma^2$$

$$H_1 : \sigma_i^2 = \sigma^2 (\gamma + \delta X_i)$$

Al correr la regresión del modelo planteado (Ec.1) se obtuvo que el estadístico de prueba es

$$BP = 17,637467$$

Dado que la toma de decisión se realiza de la siguiente manera

Rechazar  $H_0$  cuando  $BP > \chi_g^2$

En este caso  $g$  es igual a tres, por tanto con un nivel de significancia del 1% el valor crítico es 11,35.

Por tanto, dado que  $17,64 > 11,35 = \chi_3^2$ , se puede rechazar la hipótesis nula con una confianza del 99%, es decir que se acepta la existencia la presencia de heterocedasticidad.

**Test de White**

En este caso la hipótesis nula y la alterna son las siguientes

$H_0$ : Presencia de homocedasticidad  
 $H_1$ : Presencia de heterocedasticidad

Lo cual se puede representar de la siguiente manera

$$H_0: \sigma^2_i = \sigma^2$$

$$H_1: \text{No } H_0$$

Para realizar esta prueba se debe correr la siguiente regresión auxiliar

$$\hat{\varepsilon}_i^2 = \gamma + \delta_1 Ex_i + \delta_2 Ed_i + \delta_3 Edad_i + \delta_4 Ex_i^2 + \delta_5 Ed_i^2 + \delta_6 Edad_i^2 + \delta_7 (Ex_i Ed_i) + \delta_8 (Ex_i Edad_i) + \delta_9 (Ed_i Edad_i) + \mu_i$$

El estadístico que se debe utilizar es

$$W_a = nR^2$$

Dado que se obtuvo que  $R^2 = 0,3507$ , tenemos que el estadístico de White es

$$W_a = 58(0,3507) = 20,3406$$

En este test la toma de decisión se realiza de la siguiente manera

Rechazar  $H_0$  cuando  $W > \chi_{g(\alpha)}^2$

En este caso  $g$  es igual a 9, ( $g = \#$  de parámetros de la regresión auxiliar -1), por tanto con un nivel de significancia del 1% el valor crítico es 21,6660.

Por tanto, dado que  $20,34 < 21,67 = \chi_9^2$ , con una confianza del 99% no se puede rechazar la hipótesis nula de que existe homocedasticidad.

3. Continuando con la pregunta anterior, responda:

a. De acuerdo con sus resultados del punto anterior, escriba (aún no lo estime) un modelo que no tenga problemas de esta índole. Demuestre que teóricamente el modelo ya no presenta este problema econométrico.

De acuerdo con sus resultados del punto anterior, escriba (aún no lo estime) un modelo que no tenga problemas de esta índole. Demuestre que teóricamente el modelo ya no presenta este problema econométrico.

Previamente cuando se realizó el Test de Goldfeld-Quandt se obtuvo que el modelo Ec.1 presenta un problema de heterocedasticidad, causado presuntamente por tres de las variables explicativas ( $Exp_i, Educ_i, Edad_i$ ). De acuerdo con esto, un posible modelo que no tenga problemas de esta índole es el siguiente

Cuando la variable Experiencia Laboral es quien causa el problema de heterocedasticidad:

$$\frac{Ventas_i}{Exp_i} = \frac{\beta_0}{Exp_i} + \frac{\beta_1 Exp_i}{Exp_i} + \frac{\beta_2 Educ_i}{Exp_i} + \frac{\beta_3 Edad_i}{Exp_i} + \frac{\beta_4 VSuper_i}{Exp_i} + \frac{\varepsilon_i}{Exp_i}$$

Sin Embargo, este modelo no se puede correr por que existen algunos trabajadores que tienen cero Experiencia laboral y por tanto el modelo se indetermina.

Cuando la variable Años de Educación es quien causa el problema de heterocedasticidad:

$$\frac{Ventas_i}{Educ_i} = \frac{\beta_0}{Educ_i} + \frac{\beta_1 Exp_i}{Educ_i} + \frac{\beta_2 Educ_i}{Educ_i} + \frac{\beta_3 Edad_i}{Educ_i} + \frac{\beta_4 VSuper_i}{Educ_i} + \frac{\varepsilon_i}{Educ_i}$$

Del mismo modo, este modelo no se puede correr por que algunos trabajadores no tienen educación por encima de la universitaria, y por tanto  $Educi=0$ , lo que hace que el modelo se indetermina.

Cuando la variable Edad es quien causa el problema de heterocedasticidad:

$$\frac{Ventas_i}{Edad_i} = \frac{\beta_0}{Edad_i} + \frac{\beta_1 Exp_i}{Edad_i} + \frac{\beta_2 Educ_i}{Edad_i} + \frac{\beta_3 Edad_i}{Edad_i} + \frac{\beta_4 VSuper_i}{Edad_i} + \frac{\varepsilon_i}{Edad_i}$$

Simplificando y reparametrizando  $\frac{\beta_3 \text{Edad}_i}{\text{Edad}_i} = \beta_3 \cdot 1 = \alpha$

Se tiene que

$$\frac{\text{Ventas}_i}{\text{Edad}_i} = \alpha + \frac{\beta_0}{\text{Edad}_i} + \frac{\beta_1 \text{Exp}_i}{\text{Edad}_i} + \frac{\beta_2 \text{Educ}_i}{\text{Edad}_i} + \frac{\beta_4 \text{VSuper}_i}{\text{Edad}_i} + \frac{\varepsilon_i}{\text{Edad}_i} \quad \text{Ec. 2}$$

Por tanto, asumiendo que la variable  $\text{Edad}_i$  es la que está causando el problema de la heteroscedasticidad, se puede demostrar teóricamente que el modelo Ec. 2 ya no presenta este problema econométrico de la siguiente forma

Suponiendo que

$$\text{Var}(\varepsilon_i) = \sigma^2 \text{Edad}_i^2$$

Al dividir el modelo original (Ec. 1) por la variable  $\text{Edad}_i$ , se obtiene el modelo

$$\frac{\text{Ventas}_i}{\text{Edad}_i} = \frac{\beta_0}{\text{Edad}_i} + \frac{\beta_1 \text{Exp}_i}{\text{Edad}_i} + \frac{\beta_2 \text{Educ}_i}{\text{Edad}_i} + \frac{\beta_3 \text{Edad}_i}{\text{Edad}_i} + \frac{\beta_4 \text{VSuper}_i}{\text{Edad}_i} + \frac{\varepsilon_i}{\text{Edad}_i}$$

Al hallar la varianza del término de error de este nuevo modelo se obtiene que

$$\text{Var}\left(\frac{\varepsilon_i}{\text{Edad}_i}\right) = \frac{1}{\text{Edad}_i^2} \text{Var}(\varepsilon_i) = \frac{1}{\text{Edad}_i^2} (\sigma^2 \text{Edad}_i^2) = \sigma^2$$

Es decir que la varianza de los errores en este nuevo modelo es constante e igual  $\sigma^2$ , es decir que se ha eliminado el problema de la heteroscedasticidad.

- b. Estime el modelo escrito en el literal a) de esta pregunta y reporte sus resultados en la misma tabla que empleo en la pregunta 1.

Los resultados de la estimación del modelo descrito en el literal a) (Ec. 2) se encuentran en la Tabla de Resultados de punto 1.

- c. Compruebe que en efecto, el modelo ya no presenta dicho problema (escriba claramente la hipótesis nula, alterna, el estadístico, el valor crítico y la decisión).

**Test de Goldfeld-Quandt**

$$H_0: \sigma^2_i = \sigma^2$$

$$H_1: \sigma^2_i = \sigma^2 X_i^2$$

**Años de experiencia laboral**

Al correr la regresión se obtiene que la suma cuadrada de los errores para los datos asociados a los valores bajos de la variable  $\text{Exp}_i$  es

$$SSE_1 = 19,66323119$$

Por otro lado la suma cuadrada de los errores para los datos asociados a los valores altos de la variable  $\text{Exp}_i$  es

$$SSE_2 = 22,74207422$$

De lo anterior se obtiene el siguiente estadístico

$$F_{GQ} = \frac{SSE_2}{SSE_1} = \frac{22,74207422}{19,66323119} = 1,156578692$$

Decisión: Se rechaza la hipótesis nula si  $F_{(n-d-2k, n-d-2k)\alpha} < F_{GQ}$

Por tanto, dado que  $F_{(40,40)\alpha=0,01} = 2,114 > 1,157$ , se puede decir con un 99% de confianza que no existe evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula, es decir que se puede afirmar con un 99% de confianza que la variable Años de experiencia laboral en el sector, no presenta un problema de heteroscedasticidad del tipo Goldfeld-Quandt.

**Años de educación por encima de la enseñanza superior**

$$SSE_1 = 9,7721718$$

$$SSE_2 = 33,36573029$$

$$F_{GQ} = \frac{SSE_2}{SSE_1} = \frac{33,36573029}{9,7721718} = 3,41436182$$

Por tanto, dado que  $F_{(40,40)\alpha=0,01} = 2,114 < 3,414$ , se puede decir con un 99% de confianza que existe evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula, es decir que se puede afirmar con un 99% de confianza que la variable Años de educación por encima de la enseñanza superior, está presentando un problema de heteroscedasticidad del tipo Goldfeld-Quandt.

**Test de Breush-Pagan.**

En este caso la hipótesis nula y la alterna son las siguientes

$H_0$ : Presencia de homocedasticidad

$H_1$ : Relación entre la varianza del error y un grupo de variables  
Lo cual se puede representar de la siguiente manera

$$H_0: \sigma^2_1 = \sigma^2$$

$$H_1: \sigma^2_1 = f\left(\gamma + \frac{1}{\text{Edad}_i} + \delta_1 \frac{\text{Exp}_i}{\text{Edad}_i} + \delta_2 \frac{\text{Educ}_i}{\text{Edad}_i} + \delta_3 \frac{\text{VSuper}_i}{\text{Edad}_i}\right)$$

Al correr la regresión del nuevo modelo planteado (Ec.2) se obtiene que el estadístico es

$$BP = 7,291543$$

Dado que la toma de decisión se realiza de la siguiente manera

Rechazar  $H_0$  cuando  $BP > \chi^2_{\alpha}$

En este caso  $\alpha$  es igual a cuatro, por tanto con un nivel de significancia del 1% el valor crítico es 13,28.

Por tanto, dado que  $7,29 < 13,28 = \chi^2_{\alpha}$ , se puede decir con una confianza del 99% que no existe evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula de homoscedasticidad. Es decir que no existe evidencia suficiente para afirmar que el modelo Ec. 2 presenta heteroscedasticidad, lo cual permite concluir que se ha corregido el problema. Esto indica que el modelo inicial (Ec. 1) no se puede corregir.

**Test de White**

$$H_0: \sigma^2_1 = \sigma^2$$

$$H_1: \text{No } H_0$$

Para realizar esta prueba se debe correr la siguiente regresión auxiliar

El estadístico que se debe utilizar es

$$W_a = nR^2$$

En este test la toma de decisión se realiza de la siguiente manera

Rechazar  $H_0$  cuando  $W > \chi^2_{\alpha}$

En este caso no es posible realizar el test de White debido a la calidad de los datos, los cuales presentan una alta correlación entre algunas variables provocando que haya multicolinealidad perfecta, por lo que Easyreg no puede estimar la regresión auxiliar.

De lo anterior se puede concluir que el modelo Ec. 2 no está corregido, pues no fue posible solucionar el problema de heteroscedasticidad a través de mínimos cuadrados ponderados (MCP), lo cual coincide con la teoría que indica que la heteroscedasticidad del tipo de Goldfeld y

Quandt es válida para una sola variable, en este caso, simultáneamente tres variables estaban causando este problema, lo cual permite pensar que el problema se aproxima más a la teoría de Breush-Pagan. Sin embargo, como la heteroscedasticidad es un problema grave para la estimación del modelo, es importante corregirlo por lo que se debe recurrir como último recurso a la solución de White para estimar el modelo.

Los resultados de acuerdo a esta corrección se incluyen en la tabla 1

4. Continuando con la pregunta anterior, responda:

a. Interprete los coeficientes estimados y comente la significancia global e individual de los coeficientes estimados. Observa cambios respecto de la estimación inicial.

$\hat{\beta}_1 = 78.4467$  Corresponden a las ventas mensuales medias en millones de dólares, que no depende de las variables EXPLAB, EDUC, VSUP y EDAD con 99% de confiabilidad.

$\hat{\beta}_2 = 8.9923$  Un aumento de un año de educación recibido por encima de la enseñanza secundaria aumentará el ventas mensual medio en 8.9923 millones de dólares, con 99% de confiabilidad

$\hat{\beta}_3 = 2.0147$  Un aumento de un año de trabajo en la experiencia laboral, tanto en la empresa como en otras empresas del sector, aumentará el ventas mensual medio en 2.0147 millones de dólares con 95% de confiabilidad.

$\hat{\beta}_4 = -0.2423$  Un aumento de un año en la edad no tiene efecto sobre las ventas medias.

$\hat{\beta}_5 = 32.46$  Corresponde a la diferencia que existe entre los ventas de los vendedores con ventas superiores a 200 millones y las vendedores con ventas inferiores a 200 millones, sin tener en cuenta las demás variables, con un 99% de confianza.

Para la significancia conjunta, se emplea la prueba de Wald, pues el F global no tiene sentido. El estadístico de Wald para probar que las pendientes son cero es 37.43. Al comparar este estadístico con el valor crítico de la distribución Chi-cuadrado = 9.49, se puede rechazar la hipótesis nula. Los coeficientes, asociados a las pendientes, son significativos conjuntamente a un nivel de significancia del 5%.

b. De acuerdo a sus resultados (no es necesario efectuar más cálculos), ¿qué puede comentar sobre las recomendaciones i) y iii)?

De acuerdo con la recomendación i), parece que se han tenido en cuenta los criterios de educación y experiencia laboral en la fijación de ventas. Sin embargo, del modelo



estimado se deduce que existe una clara diferenciación en ventas salarial en contra de los vendedores con ventas inferiores a 200 millones.

En cuanto al abanico salarial, se ha demostrado que la variabilidad de las ventas aumenta con la edad ( $\sigma_i^2 = \sigma^2 EDAD_i^2$ ). Por tanto esta recomendación si se cumple.

- c. De acuerdo a sus resultados (no es necesario efectuar más cálculos), ¿qué puede comentar sobre la recomendación iv)?

En el modelo estimado, la variable VSUP se ha introducido como una variable ficticia. El valor del coeficiente (alrededor de 32 mil dólares) nos indica que los vendedores que han tenido ventas individuales inferiores a 200 millones obtienen en promedio ventas inferiores al de los que han obtenido ventas superiores a 200 millones de pesos por dicha cuantía.

5. Continuando con la pregunta anterior; para cumplir con las recomendaciones recibidas, se decide incentivar a aquellos empleados que no han tenido ventas notables con una base de datos que les asegura incrementos en sus ventas personales por un importe de 25 millones de dólares mensuales.

- a. Cree una nueva variable que recoja este aumento de en las ventas ( $Ventas2_i$ ), y estime de nuevo el modelo teniendo en cuenta las consideraciones técnicas que crea relevantes.

La variable  $Ventas2_i$ , expresada de la siguiente manera permite recoger el aumento en 25 millones de dólares en las ventas mensuales medias de aquellos vendedores que aún no han realizado una venta superior a los 200 millones de pesos gracias al incentivo que se les dará.

Para aplicar este aumento a los datos, se puede Emplear EasyReg creando la siguiente variable antes de estimar:

$$Ventas2_i = Ventas_i + 25 * VSUP_i$$

La ecuación estimada se presenta en la Tabla 2.

**Tabla 2. Ecuación Estimada después del incremento en ventas**

Variable dependiente: <b>Ventas2<sub>i</sub></b>		
Estadístico t entre paréntesis		
Ecuación 4		
MCO/H.C		
<b>Constante</b>	78.447 (3.491)	***
<b>Exp<sub>i</sub></b>	2.015 (2.076)	*
<b>Educ<sub>i</sub></b>	8.992 (3.544)	***
<b>Edad<sub>i</sub></b>	-0.242 (-0.329)	
<b>VSuper<sub>i</sub></b>	57.465 (5.799)	***
<b>R<sup>2</sup></b>	0.6223	
<b><math>\bar{R}^2</math></b>	0.5938	
<b>WALD</b>	66.07	***
<b>Nº de obs.</b>	58	

(\*) nivel de significancia:10%

(\*\*) nivel de significancia:5%

(\*\*\*) nivel de significancia:1%

MCO: Mínimos Cuadrados Ordinarios

- b. Interprete los coeficientes estimados y determine la significancia individual de ellos, ¿Qué diferencia encuentra con el modelo estimado en el punto 3 b)? ¿Cree esto natural?

$\hat{\beta}_1 = 78.447$  Corresponden a las ventas mensuales medias, después de haber prorrateado las pagas extras, que no depende de las variables EXPLAB, EDUC, VSUP y EDAD, en millones de dólares.

$\hat{\beta}_2 = 8.992$  Un aumento de un año de educación recibido por encima de la enseñanza secundaria, aumentará las ventas mensuales medias en 8.992 millones de dólares.

$\hat{\beta}_3 = 2.015$  Un aumento de un año de trabajo en la experiencia laboral, tanto en la empresa como en otras empresas del sector, aumentará el ventas mensual medio en 2.015 millones de dólares.

$\hat{\beta}_4 = -0.242$  Un aumento de un año en la edad no tiene efecto sobre las ventas medias.

$\hat{\beta}_4 = 57.46$  Corresponde a la diferencia que existe entre los ventas de los vendedores con ventas superiores a 200 millones y las vendedores con ventas inferiores a 200 millones, sin tener en cuenta las demás variables, con un 99% de confianza.

De acuerdo con la estimación el incentivo de 25 millones de dólares falla por dos razones, primero, la variable parece estar mal definida pues al sumarle 25 millones de dólares a las observaciones que tienen 1 no parece disminuir la diferencia, sino más bien la acrecienta de 33 a 58 (25). Adicionalmente, de solucionarse este problema de definición de la variable, la cuantía no debería ser 25, sino 33, para que la variable Dummy deje de ser significativa.

c. Realice la modificación requerida al modelo, y estímelo.

No se requiere realizar ninguna modificación, pues el cambio en la variable, no altera el comportamiento heteroscedástico observado en los puntos anteriores. Es decir que al haber probado la existencia de este problema, se utiliza desde el inicio la corrección de White para la matriz de varianzas y covarianzas de los coeficientes.

6. Finalmente, continuando con su análisis de la pregunta anterior, determine si la política de ventas en la empresa es coherente con la recomendación  $v$ ), y cuáles deberían ser los vendedores trasladados a Cali.

Con objeto de analizar si la política de fijación de ventas seguida en la empresa es coherente con lo propuesto en la recomendación  $v$ ), se procede a realizar, tomando como referencia al modelo (4), el contraste de las siguientes hipótesis:

$$H_0 : \beta_2 = 4\beta_3$$

$$H_1 : \beta_2 \neq 4\beta_3$$

Esta hipótesis se puede comprobar con EasyReg, por medio de una prueba de Wald, en la que  $R = [0 \ 1 \ -4]$  y  $C = [0]$ .

El estadístico Wald corresponde a 0.04, el cual, al compararlo con el valor crítico de la distribución Chi-cuadrado = 3.84 al 5%, no se permite rechazar la hipótesis nula. Se concluye que la política de fijación de ventas seguida en la empresa es coherente con lo propuesto en la recomendación  $v$ ), en la que se considera un criterio de que un año adicional de educación equivale a cuatro años de experiencia laboral.