Introducción a la Econometría

Capítulo 4

Ezequiel Uriel Jiménez
Universidad de Valencia

Valencia, Septiembre de 2013

4 Contraste de hipótesis en el modelo de regresión múltiple

4.1 El contraste de hipótesis: una panorámica

4.2 Contraste de hipótesis utilizando el estadístico *t*

4.3 Contraste de restricciones lineales múltiples utilizando el estadístico *F*

4.4 Contrastes sin normalidad

4.5 Predicción

Ejercicios

4 Contraste de hipótesis en el modelo de regresión múltiple

Motivación

Contrastes de hipótesis para responder a las siguientes preguntas:

1. ¿Es la propensión marginal a consumir más pequeña que la propensión media al consumo?
2. ¿Tienen los ingresos una influencia negativa sobre la mortalidad infantil?
3. La tasa de criminalidad en un área ¿juega un papel importante en los precios de las casas en esa área?
4. ¿Es la elasticidad del gasto en frutas/renta igual a 1? ¿Es la fruta un bien de lujo?
5. ¿Es el mercado de valores de Madrid eficiente?
6. ¿Está la tasa de rendimiento de la Bolsa de Madrid afectada por la tasa de rentabilidad de la Bolsa de Valores de Tokio?
7. ¿Existen rendimientos constantes a escala en la industria química?
8. ¿Publicidad o incentivos?
9. ¿Es la hipótesis de homogeneidad admisible en la demanda de pescado?
10. ¿Tienen la antigüedad y la edad conjuntamente una influencia significativa en los salarios?
11. El rendimiento de una empresa ¿es fundamental para establecer los salarios de los directivos ejecutivos?

Todas estas preguntas se responden en este capítulo

4.1 El contraste de hipótesis: una panorámica

CUADRO 4.1. Algunas distribuciones utilizadas en el contraste de hipótesis.

	1 restricción	*1 o más restricciones*
σ^2 *conocida*	*N*	*Chi-square*
σ^2 *desconocida*	*t* de Student	*F* de Snedecor

4.1 El contraste de hipótesis: una panorámica

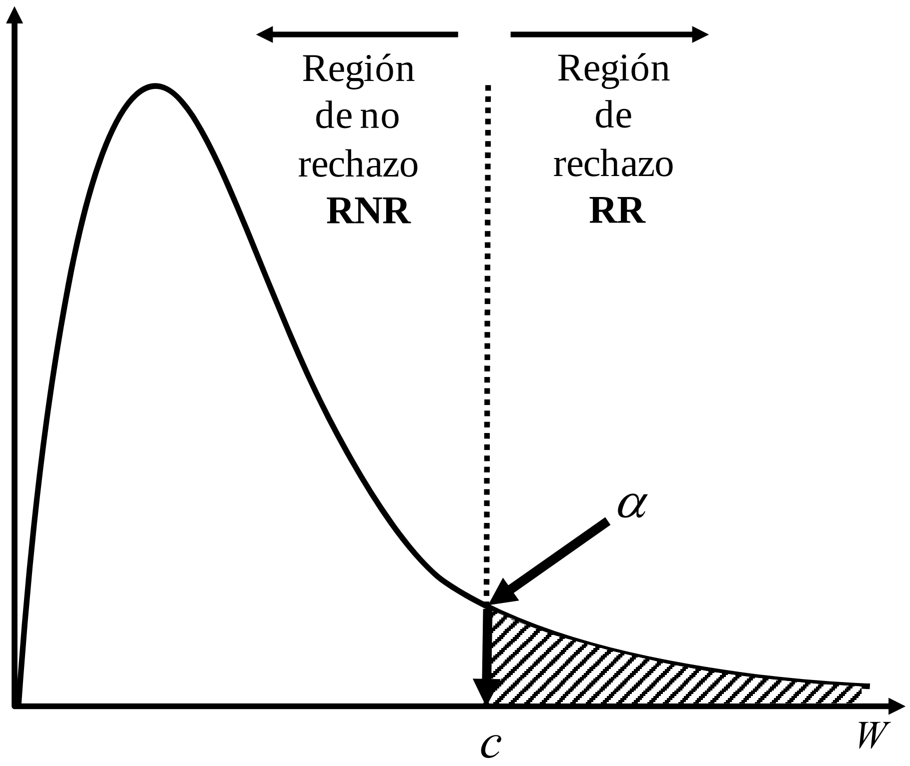

FIGURA 4.1. Contraste de hipótesis: enfoque clásico.

4.2 Contraste de hipótesis utilizando el estadístico *t*

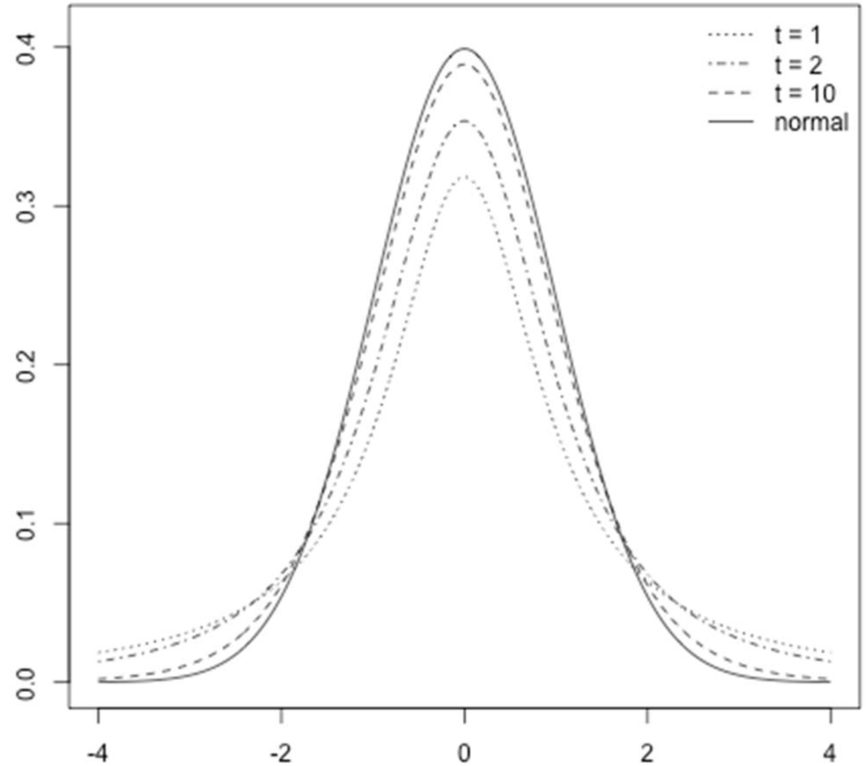

FIGURA 4. 2. Funciones de densidad: normal y *t* para diferentes grados de libertad.

4.2 Contraste de hipótesis utilizando el estadístico *t*

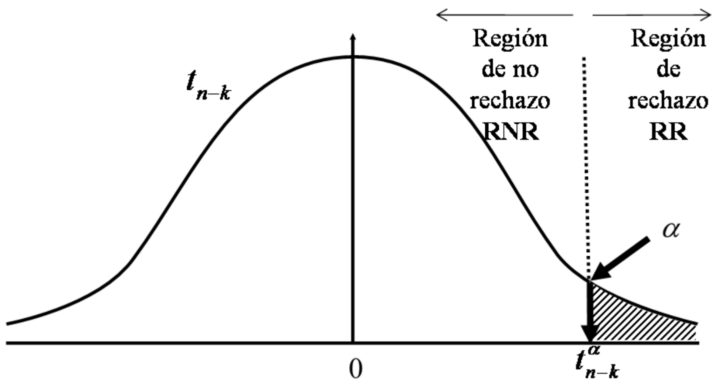

FIGURA 4.3. Región de rechazo utilizando la *t*: hipótesis alternativa de cola a la derecha.

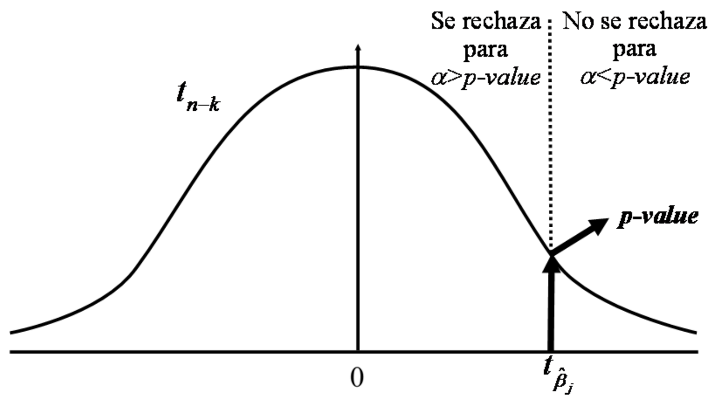

FIGURA 4.4. El *valor-p* utilizando la *t*: hipótesis alternativa de cola a la derecha.

4.2 Contraste de hipótesis utilizando el estadístico *t*

EJEMPLO 4.1 ¿Es la propensión marginal a consumir menor que la propensión media al consumo?

$$cons = \beta_1 + \beta_2 inc + u \qquad \widehat{cons}_i = \underset{(0.350)}{0.41} + \underset{(0.062)}{0.843} inc_i \qquad n = 42$$

$$H_0 : \beta_1 = 0$$
$$H_1 : \beta_1 > 0$$

$$t = \frac{\hat{\beta}_1 - \beta_1^0}{ee(\hat{\beta}_1)} = \frac{\hat{\beta}_1 - 0}{ee(\hat{\beta}_1)} = \frac{0.41}{0.35} = 1.171$$

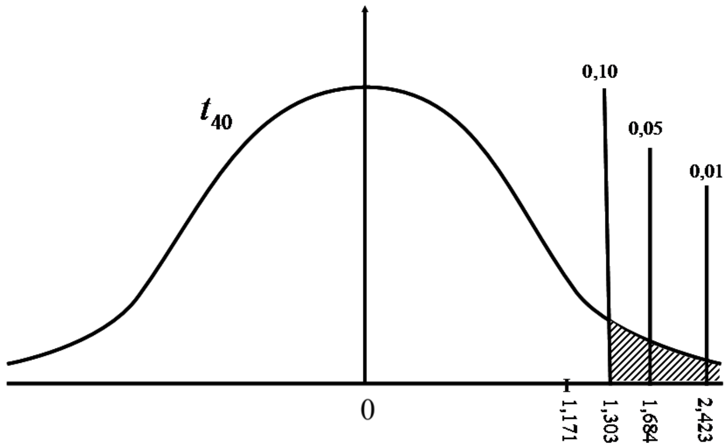

FIGURA 4.5. Ejemplo 4.1: Región de rechazo utilizando la *t* con hipótesis alternativa de cola a la derecha.

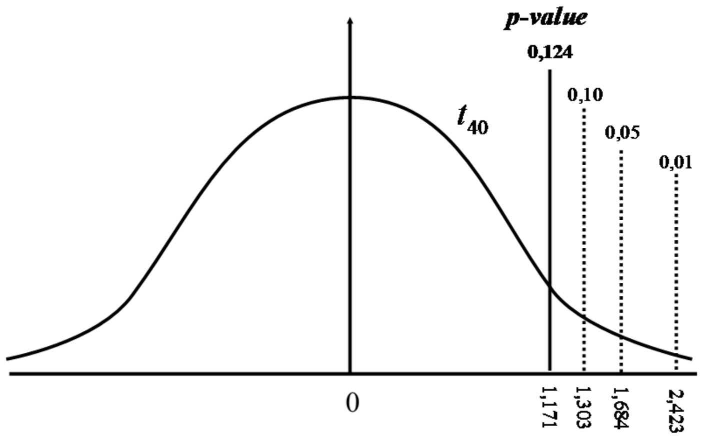

FIGURA 4.6. Ejemplo 4.1: El *valor-p* utilizando la *t* con hipótesis alternativa de cola a la derecha.

4.2 Contraste de hipótesis utilizando el estadístico *t*

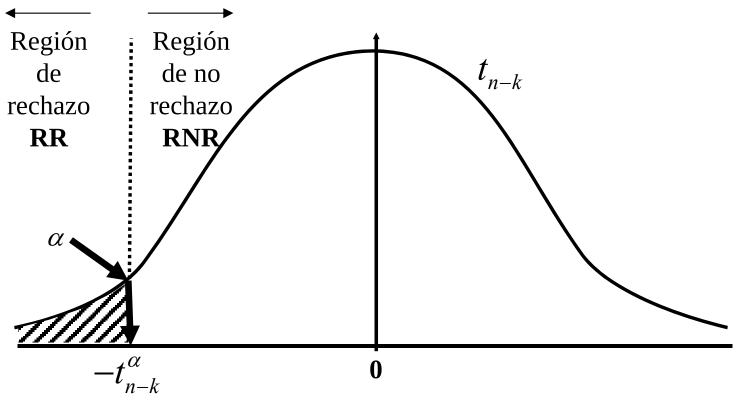

FIGURA 4.7. Región de rechazo utilizando la *t*: hipótesis alternativa de cola a la izquierda.

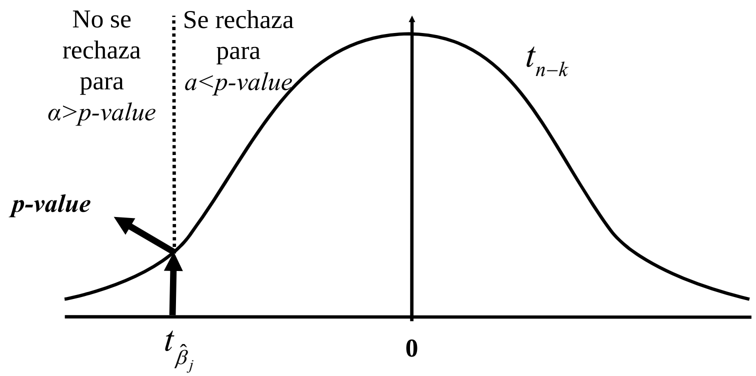

FIGURA 4.8. El *valor-p* utilizando la *t*: hipótesis alternativa de cola a la izquierda.

4.2 Contraste de hipótesis utilizando el estadístico *t*

EJEMPLO 4.2 ***¿Tiene la renta una influencia negativa sobre la mortalidad infantil?***

$$deathun5 = \beta_1 + \beta_2 gnipc + \beta_3 ilitrate + u$$

$$\widehat{deathun5_i} = \underset{(5.93)}{27.91} - \underset{(0.00028)}{0.000826}\, gnipc_i + \underset{(0.183)}{2.043}\, ilitrate_i$$

$$n = 130$$

$$H_0 : \beta_2 = 0$$
$$H_1 : \beta_2 < 0$$

$$t = \frac{\hat{\beta}_2}{ee(\hat{\beta}_2)} = \frac{-0.000826}{0.00028} = -2.966$$

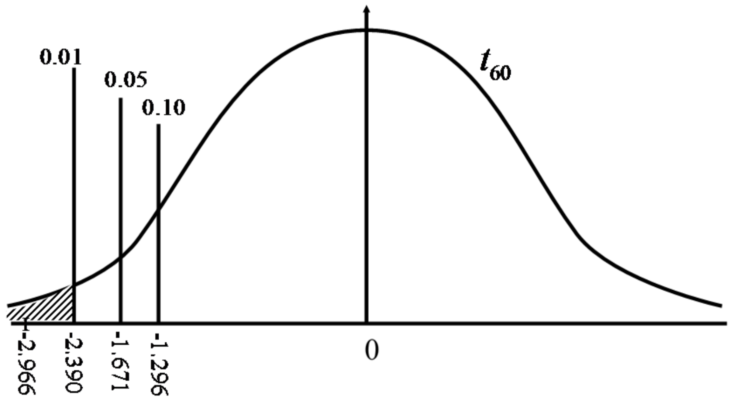

FIGURA 4.9. Ejemplo 4.2: Región de rechazo utilizando la *t* con una hipótesis alternativa de cola a la izquierda.

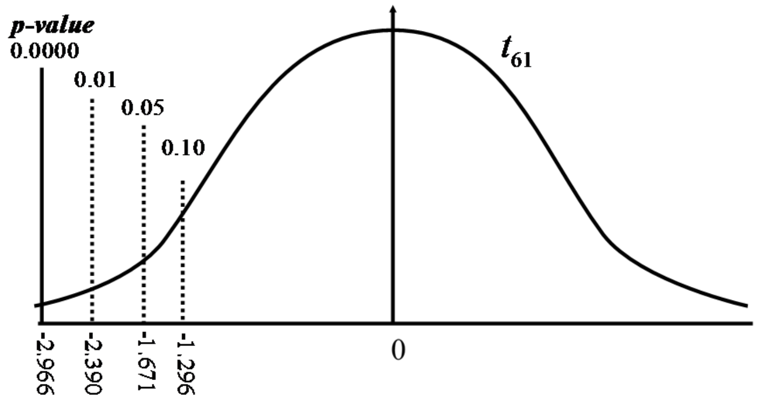

FIGURA 4.10. Ejemplo 4.2: El *valor-p* utilizando la *t* con una hipótesis alternativa de cola a la izquierda.

4.2 Contraste de hipótesis utilizando el estadístico *t*

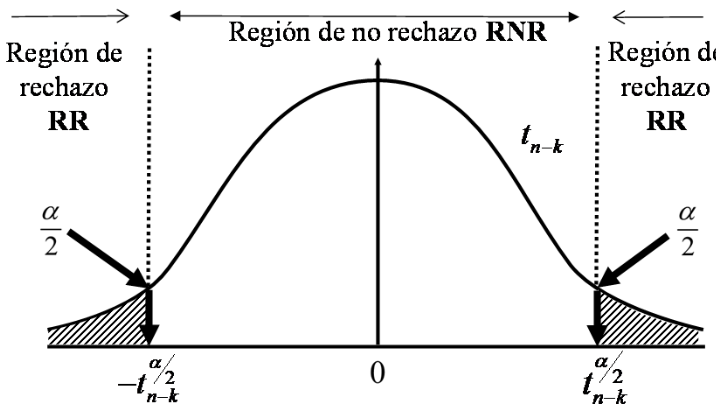

FIGURA 4.11. Región de rechazo usando *t*: hipótesis alternativa de dos colas.

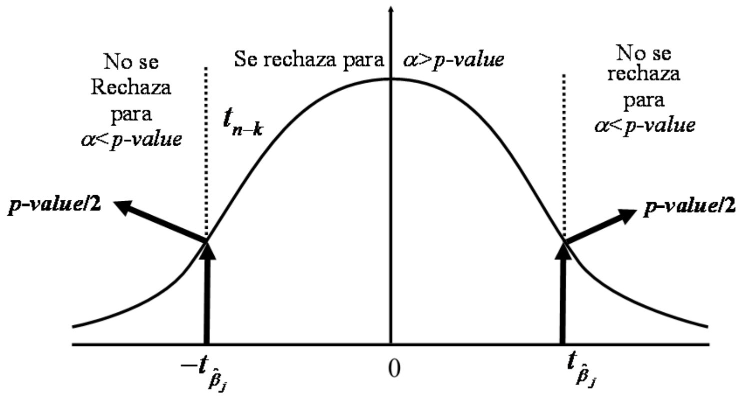

FIGURA 4.12. *valor-p* usando *t*: Región de rechazo usando *t*: hipótesis alternativa de dos colas.

4.2 Contraste de hipótesis utilizando el estadístico *t*

EJEMPLO 4.3 ***La tasa de delincuencia, ¿juega un papel en el precio de la vivienda de un área?***

$$price = \beta_1 + \beta_2 rooms + \beta_3 lowstat + \beta_4 crime + u$$

$$\widehat{price}_i = \underset{(8022)}{-15694} + \underset{(1210)}{6788}\, rooms_i - \underset{(80.7)}{268.2}\, lowstat_i - \underset{(960)}{3854}\, crime_i$$

$$n = 55$$

CUADRO 4.2. Salida estándar en una regresión para explicar el precio de una casa. n=55.

Variable	*Coeficiente*	*Error estándar*	*Estadístico t*	*Prob.*
C	-15693.61	8021.989	-1.956324	0.0559
rooms	6788.401	1210.72	5.60691	0.0000
lowstat	-268.1636	80.70678	-3.32269	0.0017
crime	-3853.564	959.5618	-4.015962	0.0002

$$H_0 : \beta_4 = 0$$

$$H_1 : \beta_4 \neq 0$$

$$t = \frac{\hat{\beta}_4}{ee(\hat{\beta}_4)} = \frac{-3854}{960} = -4.016$$

4.2 Contraste de hipótesis utilizando el estadístico *t*

EJEMPLO 4.3 ***La tasa de delincuencia, ¿juega un papel en el precio de la vivienda de un área?*** **(Continuación)**

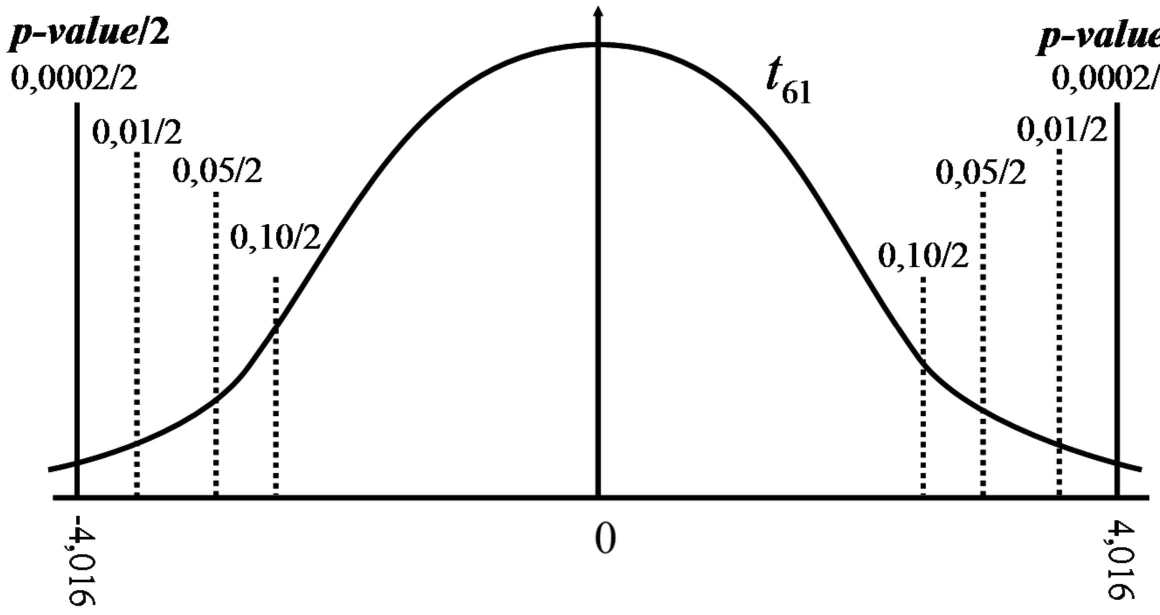

FIGURA 4.13. Ejemplo 4.3: *valor-p* utilizando *t*: hipótesis alternativa de dos colas.

4.2 Contraste de hipótesis utilizando el estadístico *t*

EJEMPLO 4.4 ¿Es la elasticidad del gasto en frutas/renta igual a 1? ¿Es la fruta un bien de lujo?

$$\ln(fruit) = \beta_1 + \beta_2 \ln(inc) + \beta_3 househsize + \beta_4 punders + u$$

$$\widehat{\ln(fruit_i)} = \underset{(3.701)}{-9.768} + \underset{(0.512)}{2.005}\ln(inc_i) - \underset{(0.179)}{1.205}\, househsize_i - \underset{(0.013)}{0.018}\, punder5_i$$

$$n = 40$$

CUADRO 4.3. Salida estándar de una regresión que explica los gastos en fruta.

Variable	*Coeficiente*	*Error estándar*	*Estadístico t*	*Prob.*
C	-9.767654	3.701469	-2.638859	0.0122
ln(inc)	2.004539	0.51237	3.912286	0.0004
househsize	-1.205348	0.178646	-6.747147	0.0000
punder5	-0.017946	0.013022	-1.378128	0.1767

$$H_0 : \beta_2 = 1$$

$$H_1 : \beta_2 \neq 1$$

$$t = \frac{\hat{\beta}_2 - \beta_2^0}{ee(\hat{\beta}_2)} = \frac{\hat{\beta}_2 - 1}{ee(\hat{\beta}_2)} = \frac{2.005 - 1}{0.512} = 1.961$$

$$H_1 : \beta_2 > 1$$

4.2 Contraste de hipótesis utilizando el estadístico *t*

EJEMPLO 4.5 ¿Es la Bolsa de Madrid un mercado eficiente?

Tasa de rendimiento total: $RA_t = \dfrac{\Delta P_t + D_t + A_t}{P_{t-1}}$

Tasa de rendimiento debido al incremento en la cotización

Cambio proporcional: $RA1_t = \dfrac{\Delta P_t}{P_{t-1}}$

Cambio en logaritmos: $RA2_t = \Delta \ln P_t$

$$rmad92_t = \beta_1 + \beta_2 rmad92_{t-1} + u_t$$

$$\widehat{rmad92_t} = \underset{(0.0007)}{-0.0004} + \underset{(0.0629)}{0.1267}\, rmad92_{t-1}$$

$$R^2 = 0.0163 \quad n = 247$$

$$H_0 : \beta_2 = 1$$
$$H_1 : \beta_2 \neq 1$$

$$t = \frac{\hat{\beta}_2}{ee(\hat{\beta}_2)} = \frac{0.1267}{0.0629} = 2.02$$

EJEMPLO 4.6 La rentabilidad de la Bolsa de Madrid, ¿se ve afectada por la rentabilidad de la Bolsa de Tokio?

$$rmad92_t = \beta_1 + \beta_2 rtok92_t + u_t$$

$$\widehat{rmad92_t} = \underset{(0.0007)}{-0.0005} + \underset{(0.0375)}{0.1244}\, rtok92_t$$

$$R^2 = 0.0452 \quad n = 235$$

$$H_0 : \beta_2 = 1$$
$$H_1 : \beta_2 \neq 1$$

$$t = \frac{\hat{\beta}_2}{ee(\hat{\beta}_2)} = \frac{0.1244}{0.0375} = 3.32$$

4.2 Contraste de hipótesis utilizando el estadístico *t*

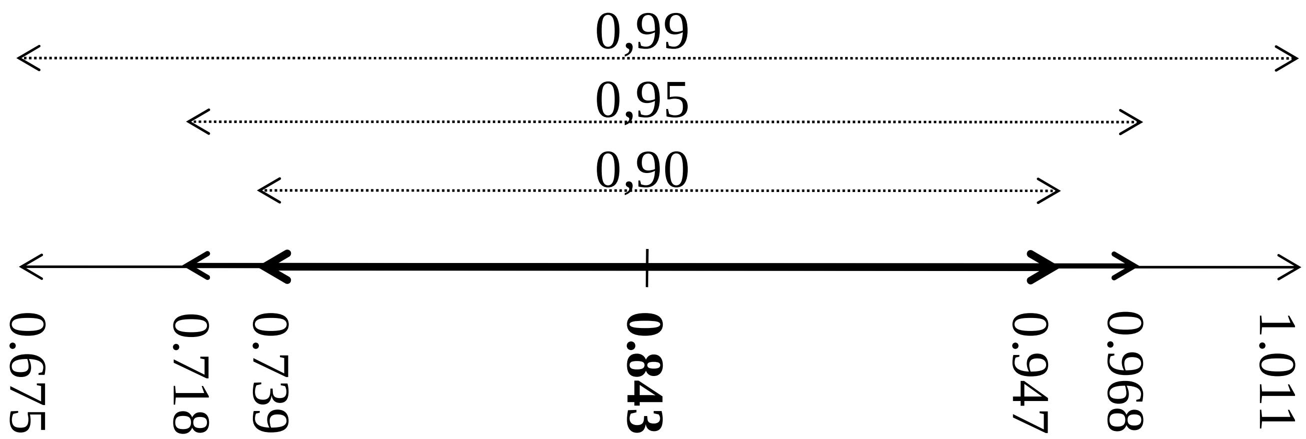

FIGURA 4.14. Intervalos de confianza para la propensión marginal al consumo en el ejemplo 4.1.

4.2 Contraste de hipótesis utilizando el estadístico *t*

EJEMPLO 4.7 ¿Hay rendimientos constantes a escala en la industria química?

$$\ln(output) = \beta_1 + \beta_2 \ln(labor) + \beta_3 \ln(capital) + u$$

$$\widehat{\ln(output_i)} = \underset{(0.327)}{1.170} + \underset{(0.126)}{0.603} \ln(labor_i) + \underset{(0.085)}{0.376} \ln(capital_i)$$

$$n = 27$$

CUADRO 4.4. Salida estándar de la estimación de la función de producción: modelo (4-20).

Variable	*Coeficiente*	*Error estándar*	*Estadístico t*	*Prob.*
constant	1.170644	0.326782	3.582339	0.0015
$\ln(labor)$	0.602999	0.125954	4.787457	0.0001
$\ln(capital)$	0.37571	0.085346	4.402204	0.0002

$$H_0 : \beta_2 + \beta_3 = 1$$

$$H_1 : \beta_2 + \beta_3 \neq 1$$

4.2 Contraste de hipótesis utilizando el estadístico *t*

EJEMPLO 4.7 ¿Hay rendimientos constantes a escala en la industria química? (Continuación)

CUADRO 4.5. Matriz de covarianza de la función de producción.

Variable	*constante*	*ln(labor)*	*ln(capital)*
constant	0.106786	-0.019835	0.001189
ln(*labor*))	-0.019835	0.015864	-0.009616
ln(*capital*)	0.001189	-0.009616	0.007284

a) Procedimiento que utiliza la matriz de covarianzas de los estimadores

$$\widehat{\operatorname{var}(\hat{\beta}_2+\hat{\beta}_3)}=\widehat{\operatorname{var}(\hat{\beta}_2)}+\widehat{\operatorname{var}(\hat{\beta}_3)}+2\times\widehat{\operatorname{covar}(\hat{\beta}_2,\hat{\beta}_3)}$$

$$ee(\hat{\beta}_2+\hat{\beta}_3)=\sqrt{\widehat{\operatorname{var}(\hat{\beta}_2+\hat{\beta}_3)}}\qquad ee(\hat{\beta}_2+\hat{\beta}_3)=\sqrt{0.015864+0.007284-2\times0.009616}=0.0626$$

$$t_{\hat{\beta}_2+\hat{\beta}_3}=\frac{\hat{\beta}_2+\hat{\beta}_3-1}{ee(\hat{\beta}_2+\hat{\beta}_3)}=\frac{-0.02129}{0.0626}=-0.3402$$

4.2 Contraste de hipótesis utilizando el estadístico *t*

EJEMPLO 4.7 ¿Hay rendimientos constantes a escala en la industria química? (Continuación)

b) Procedimiento en el que se reparametriza el modelo mediante la introducción de un nuevo parámetro

$$\theta = \beta_2 + \beta_3 - 1 \Rightarrow \beta_2 = \theta - \beta_3 + 1$$

$$\ln(output) = \beta_1 + (\theta - \beta_3 + 1)\ln(labor) + \beta_3 \ln(capital) + u$$

$$\ln(output/labor) = \beta_1 + \theta \ln(labor) + \beta_3 \ln(capital/labor) + u$$

CUADRO 4.6. Salida de la estimación de la función de producción: modelo reparametrizado.

Variable	*Coeficiente*	*Error estándar*	*Estadístico t*	*Prob.*
constant	1.170.644	0.326782	3.582.339	0.0015
ln(*labor*)	-0.021290	0.062577	-0.340227	0.7366
ln(*capital/labor*)	0.375710	0.085346	4402204	0.0002

$$H_0 : \theta_1 = 0$$
$$H_1 : \theta \neq 0$$

$$t = \frac{\hat{\theta}}{ee(\hat{\theta})} = \frac{-0.02129}{0.0626} = -0.3402$$

4.2 Contraste de hipótesis utilizando el estadístico *t*

EJEMPLO 4.8 ¿Publicidad o incentivos?

$$sales = \beta_1 + \beta_2 advert + \beta_3 incent + u$$

$$n = 18$$

CUADRO 4.7. Salida estándar de la regresión para el ejemplo 4.8.

Variable	*Coeficiente*	*Error estándar*	*Estadístico t*	*Prob.*
constant	396.5945	3548.111	0.111776	0.9125
advert	18.63673	8.924339	2.088304	0.0542
incent	30.69686	3.60442	8.516448	0.0000

4.2 Contraste de hipótesis utilizando el estadístico *t*

EJEMPLO 4.8 ¿Publicidad o incentivos? (Continuación)

CUADRO 4.8. Matriz de covarianza para el ejemplo 4.8.

	C	*advert*	*incent*
constant	12589095	-26674	-7101
advert	-26674	79.644	2.941
incent	-7101	2.941	12.992

$$H_0 : \beta_3 - \beta_2 = 0$$
$$H_1 : \beta_3 - \beta_2 > 0$$

$$ee(\hat{\beta}_3 - \hat{\beta}_2) = \sqrt{79.644 + 12.992 - 2 \times 2.941} = 9.3142$$

$$t_{\hat{\beta}_3 - \hat{\beta}_2} = \frac{\hat{\beta}_3 - \hat{\beta}_2}{ee(\hat{\beta}_3 - \hat{\beta}_2)} = \frac{30.697 - 18.637}{9.3142} = 1.295$$

4.2 Contraste de hipótesis utilizando el estadístico *t*

EJEMPLO 4.9 Contraste de la hipótesis de homogeneidad en la demanda de pescado

$$\ln(fish) = \beta_1 + \beta_2 \ln(fishpr) + \beta_3 \ln(meatpr) + \beta_4 \ln(cons) + u$$

$$\widehat{\ln(fish_i)} = \underset{(2.30)}{7.788} - \underset{(0.133)}{0.460} \ln(fishpr_i) + \underset{(0.112)}{0.554} \ln(meatpr_i) + \underset{(0.137)}{0.322} \ln(cons_i)$$

$$n = 28$$

Restricción de homogeneidad.:

$$\beta_2 + \beta_3 + \beta_4 = 0 \quad \Rightarrow \quad \theta = \beta_2 + \beta_3 + \beta_4$$

$$\ln(fish) = \beta_1 + \theta \ln(fishpr) + \beta_3 \ln(meatpr / fishpr) + \beta_4 \ln(cons / fishpr) + u$$

$$\widehat{\ln(fish_i)} = \underset{(2.30)}{7.788} - \underset{(0.1334)}{0.4596} \ln(fishpr_i) + \underset{(0.112)}{0.554} \ln(meatpr_i) + \underset{(0.137)}{0.322} \ln(cons_i)$$

$$t = \frac{\hat{\theta}}{ee(\hat{\theta})} = \frac{-0.4596}{0.1334} = -3.44$$

4.3 Contraste de restricciones lineales múltiples utilizando el estadístico *F*

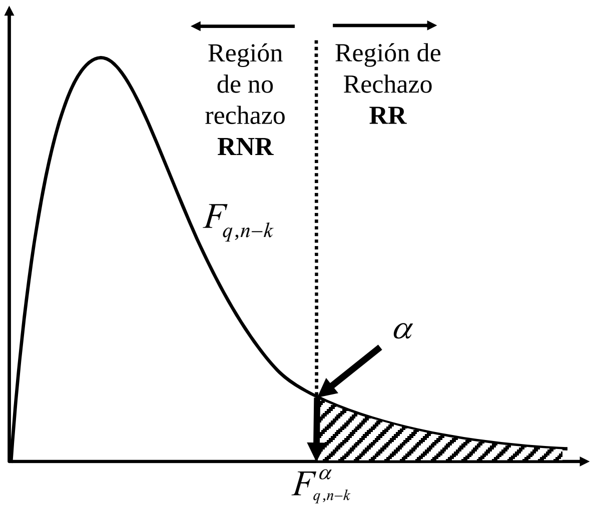

FIGURA 4.15. Región de rechazo y región de no rechazo utilizando la distribución *F*.

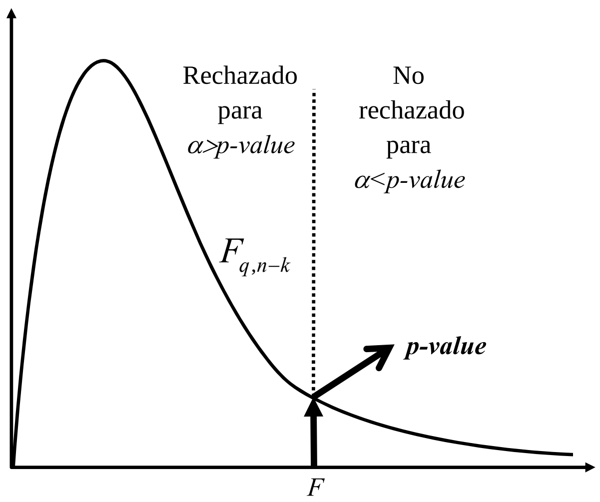

FIGURA 4.16. *Valor-p* utilizando la distribución *F*

4.3 Contraste de restricciones lineales múltiples utilizando el estadístico *F*

EJEMPLO 4.10 Salarios, experiencia, antigüedad y edad

$$\ln(wage) = \beta_1 + \beta_2 educ + \beta_3 exper + \beta_4 tenure + \beta_5 age + u$$

$$\widehat{\ln(wage_i)} = 6.476 + 0.0658 educ_i + 0.0267 exper_i - 0.0094 tenure_i - 0.0209 age_i$$

$$SCR = 5.954 \qquad n = 53$$

$$H_0 : \beta_4 = \beta_5 = 0$$

$$H_1 : H_0 \text{ no es cierta}$$

$$\ln(wage) = \beta_1 + \beta_2 educ + \beta_3 exper + u$$

$$\widehat{\ln(wage_i)} = 6.157 + 0.0457 educ_i + 0.0121 exper_i$$

$$SCR = 6.250$$

$$F = \frac{(SCR_R - SCR_{NR})/q}{SCR_{NR}/(n-k)} = \frac{(6.250 - 5.954)/2}{5.954/48} = 1.193$$

4.3 Contraste de restricciones lineales múltiples utilizando el estadístico *F*

EJEMPLO 4.10 Salarios, experiencia, antigüedad y edad. (Continuación)

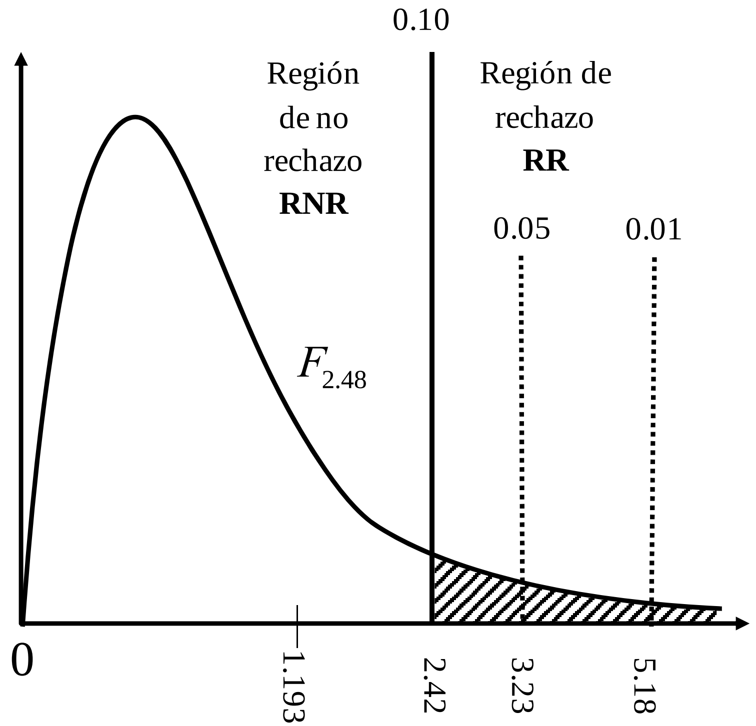

FIGURA 4.17. Ejemplo 4.10: Región de rechazo en la distribución *F* (los valores α son para $F_{2.40}$).

4.3 Contraste de restricciones lineales múltiples utilizando el estadístico *F*

EJEMPLO 4.11 Salarios de los directores ejecutivos

$$\ln(salary) = \beta_1 + \beta_2 \ln(sales) + \beta_3 roe + \beta_4 ros + u$$

$$\widehat{\ln(salary_i)} = 4.3117 + 0.2803 \ln(sales_i) + 0.0174 roe_i + 0.00024 ros_i$$

$$R^2 = 0.283 \qquad n = 209$$

$$H_0 : \beta_2 = \beta_3 = \beta_4 = 0$$

$$H_1 : H_0 \text{ no es cierta}$$

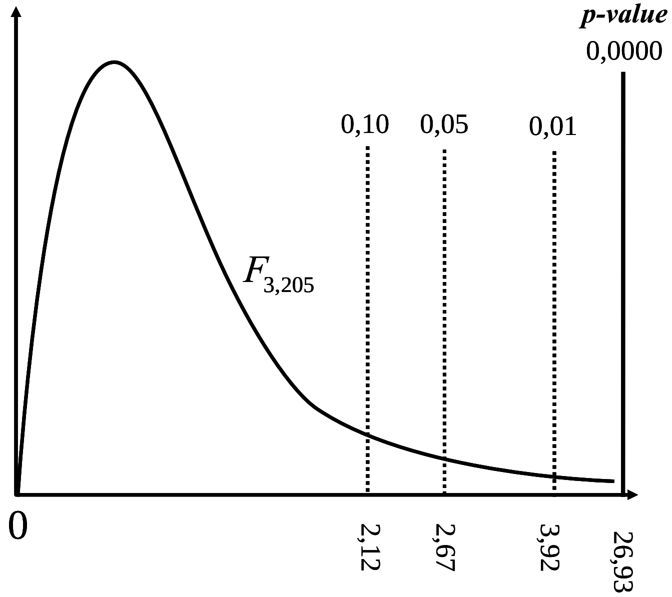

FIGURA 4.18. Ejemplo 4.11: *Valor-p* utilizando la distribución *F* (los valores α son para una $F_{3,140}$).

4.3 Contraste de restricciones lineales múltiples utilizando el estadístico *F*

EJEMPLO 4.11 Salarios de los directores ejecutivos. (Continuación)

CUADRO 4.9. Salida completa de E-views en el ejemplo 4.11.

Dependent Variable: LOG(SALARY)
Method: Least Squares
Date: 04/12/12 Time: 19:39
Sample: 1 209
Included observations: 209

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	4.311712	0.315433	13.66919	0.0000
LOG(SALES)	0.280315	0.03532	7.936426	0.0000
ROE	0.017417	0.004092	4.255977	0.0000
ROS	0.000242	0.000542	0.446022	0.6561

R-squared	0.282685	Mean dependent var	6.950386
Adjusted R-squared	0.272188	S.D. dependent var	0.566374
S.E. of regression	0.483185	Akaike info criterion	1.402118
Sum squared resid	47.86082	Schwarz criterion	1.466086
Log likelihood	-142.5213	**F-statistic**	**26.9293**
Durbin-Watson stat	2.033496	**Prob(F-statistic)**	**0.0000**

4.3 Contraste de restricciones lineales múltiples utilizando el estadístico *F*

EJEMPLO 4.12 Una restricción adicional en la función de producción. (continuación del ejemplo 4.7)

$$\ln(output) = \beta_1 + \beta_2 \ln(labor) + \beta_3 \ln(capital) + u \qquad SCR_{NR} = 0.8516$$

$$H_0 : \begin{cases} \beta_2 + \beta_3 = 1 \\ \beta_1 = 0 \end{cases}$$

$$H_1 : H_0 \text{ no es cierta}$$

$$\ln(output) = (1-\beta_3)\ln(labor) + \beta_3 \ln(capital) + u$$

$$\ln(output/labor) = \beta_3 \ln(capital/labor) + u \qquad SCR_R = 3.1101$$

$$F = \frac{\left(SCR_R - SCR_{NR}\right)/q}{SCR_{NR}/(n-k)} = \frac{(3.1101-0.8516)/2}{0.8516/(27-3)} = 13.551$$

4.3 Contraste de restricciones lineales múltiples utilizando el estadístico *F*

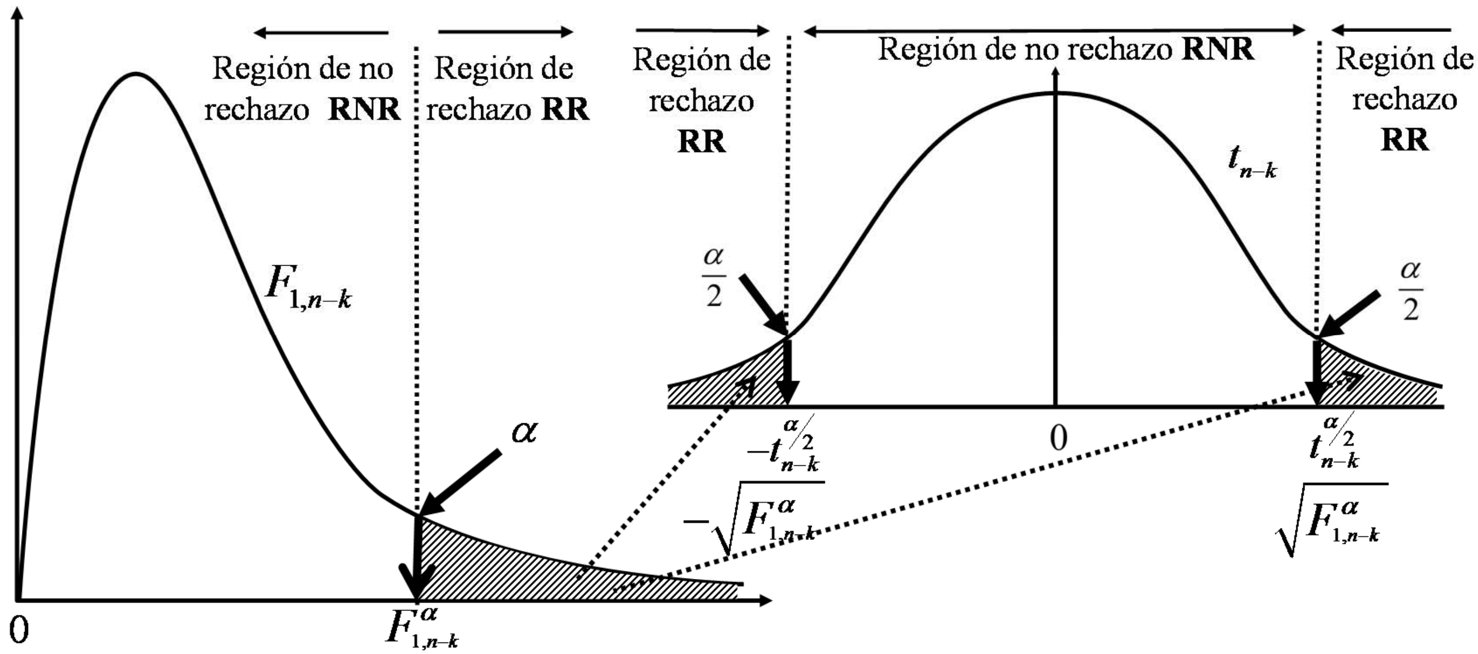

FIGURA 4.19. Relación entre $F_{1,n-k}$ y t_{n-k}.

4.5 Predicción

EJEMPLO 4. 13 ¿Cuál es la puntuación esperada en el examen final si se han obtenido 7 puntos en la primera evaluación?

Modelo ajustado: $\widehat{finalmrk}_i = \underset{(0.715)}{4.155} + \underset{(0.123)}{0.491}\, primeval_i \qquad \hat{\sigma} = 1.649 \quad R^2 = 0.533 \quad n = 16$

Modelo utilizando el regresor *primeval* 1º=7:

$$\widehat{finalmrk}_i = \underset{(0.497)}{7.593} + \underset{(0.123)}{0.491}\left[primeval_i - 7\right] \qquad \hat{\sigma} = 1.649 \quad R^2 = 0.533 \quad n = 16$$

Predicción para *primeval*º=7: =7.593$\hat{\theta}_0$

Límites inferior y superior de un *IC* al 95%:

$$\underline{\theta}^0 = \hat{\theta}^0 - ee(\hat{\theta}^0) \times t_{14}^{0.05/2} = 7.593 - 0.497 \times 2.14 = 6.5$$

$$\overline{\theta}^0 = \hat{\theta}^0 + ee(\hat{\theta}^0) \times t_{14}^{0.05/2} = 7.593 + 0.497 \times 2.14 = 8.7$$

Predicción puntual utilizando un vía alternativa: $\widehat{finalmrk} = 4.155 + 0.491 \times 7 = 7.593$

Estimación del ee de $\hat{e}_2^0$ $\qquad ee(\hat{e}_2^0) = \left\{\left[ee(\hat{y}^0)\right]^2 + \hat{\sigma}^2\right\}^{\frac{1}{2}} = \sqrt{0.497^2 + 1.649^2} = 1.722$

donde 1.649 es el error estándar de la regresión (E.E.) obtenido a partir de la salida de E-views.
Límites inferior y superior de un intervalo de probabilidad del 95%:

$$\underline{y}^0 = \hat{y}^0 - ee(\hat{e}_2^0) \times t_{14}^{0.025} = 7.593 - 1.722 \times 2.14 = 3.7$$

$$\overline{y}^0 = \hat{y}^0 + ee(\hat{e}_2^0) \times t_{14}^{0.025} = 7.593 + 1.722 \times 2.14 = 11.3$$

4.5 Predicción

EJEMPLO 4.14 Prediciendo el salario de los directores ejecutivos

$$\widehat{salary}_i = \underset{(104)}{1381} + \underset{(0.0013)}{0.008377}\, assets_i + \underset{(8.671)}{32.508}\, tenure_i + \underset{(0.0538)}{0.2352}\, profits_i$$

$$\hat{\sigma} = 1506 \quad R^2 = 0.2404 \quad n = 447$$

CUADRO 4.10. Medidas descriptivas de las variables del modelo sobre el salario de los ejecutivos.

	assets	*tenure*	*profits*
Media	27054	7.8	700
Mediana	7811	5.0	333
Máximo	668641	60.0	22071
Mínimo	718	0.0	-2669
N. observaciones	447	447	447

CUADRO 4.11. Predicciones para los valores seleccionados.

	Predicción $\hat{\theta}_0$	*E. estándar ee* ($\hat{\theta}_0$)
Valor medio	2026	71
Valor de la mediana	1688	78
Valor del máximo	14124	1110
Valor del mínimo	760	195

4.5 Predicción

EJEMPLO 4.15 Prediciendo el salario de los directores ejecutivos con un modelo logarítmico (continuación de 4.14)

$$\widehat{\ln(salary_i)} = \underset{(0.210)}{5.5168} + \underset{(0.0232)}{0.1885}\ln(assets_i) + \underset{(0.0032)}{0.0125} tenure_i + \underset{(0.0000195)}{0.00007}\ profits_i$$

$$\hat{\sigma} = 0.5499 \quad R^2 = 0.2608 \quad n = 447$$

Predicción inconsistente

$$\widetilde{salary}_i = \exp(\widehat{\ln(salary_i)})$$

$$= \exp(5.5168 + 0.1885\ln(10000) + 0.0125 \times 10 + 0.00007 \times 1000) = 1207$$

Predicción consistente

$$\widehat{salary} = \exp(0.5499^2 / 2) \times 1207 = 1404$$