

Diagnósticos OLS y Errores Robustos

Validando Nuestros Modelos de Salarios

EC3003B - Economía Laboral Aplicada

Tecnológico de Monterrey, Campus Puebla

Jueves 12 de febrero, 2025 | 3-5pm

Contenido de la Sesión

- 1 Introducción
- 2 Heterocedasticidad
- 3 Multicolinealidad
- 4 Observaciones Influyentes
- 5 Especificación del Modelo
- 6 Resumen de Diagnósticos
- 7 Resumen

Hasta ahora:

- M01: Ecuación de Mincer, interpretación de coeficientes
- M02: Variables categoricas e interacciones

Hasta ahora:

- M01: Ecuación de Mincer, interpretación de coeficientes
- M02: Variables categoricas e interacciones

Pero... ¿podemos confiar en nuestros resultados?

- ¿Los supuestos de OLS se cumplen?
- ¿Los errores estándar son correctos?
- ¿Hay observaciones influyentes distorsionando los resultados?

Hasta ahora:

- M01: Ecuación de Mincer, interpretación de coeficientes
- M02: Variables categoricas e interacciones

Pero... ¿podemos confiar en nuestros resultados?

- ¿Los supuestos de OLS se cumplen?
- ¿Los errores estándar son correctos?
- ¿Hay observaciones influyentes distorsionando los resultados?

Hoy aprenderemos

Diagnósticos para validar modelos OLS y correcciones cuando hay problemas.

Objetivos de Aprendizaje

Al finalizar esta sesión, podrás:

- ① Detectar heterocedasticidad y aplicar correcciones
- ② Identificar multicolinealidad y sus consecuencias
- ③ Detectar observaciones influyentes
- ④ Evaluar especificación del modelo
- ⑤ Elegir el tipo correcto de errores estándar

¿Qué es Heterocedasticidad?

Homocedasticidad (supuesto OLS):

$$\text{Var}(\varepsilon_i | X) = \sigma^2 \quad \forall i$$

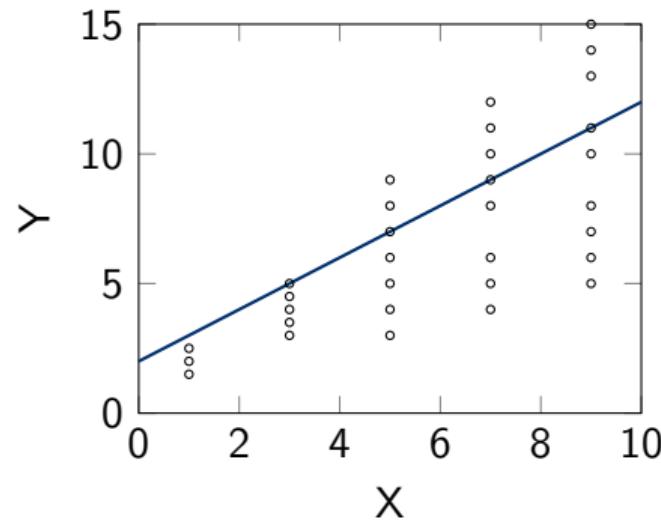
Varianza constante para todas las observaciones.

Heterocedasticidad (violación):

$$\text{Var}(\varepsilon_i | X) = \sigma_i^2$$

Varianza cambia con X .

Heterocedasticidad típica



¿Por qué es Común en Datos Salariales?

Razón económica:

- Personas con alta educación tienen opciones más diversas
- Mas variabilidad en salarios de profesionistas que de obreros
- Sectores de alta paga tienen más dispersion

¿Por qué es Común en Datos Salariales?

Razón económica:

- Personas con alta educación tienen opciones más diversas
- Mas variabilidad en salarios de profesionistas que de obreros
- Sectores de alta paga tienen más dispersion

Consecuencias de ignorar heterocedasticidad

- $\hat{\beta}$ sigue siendo **insesgado** y **consistente**
- Pero $\text{Var}(\hat{\beta})$ está **mal calculada**
- Errores estándar incorrectos → inferencia inválida
- Tests t y F son **inválidos**

Detectar Heterocedasticidad

1. Gráfico de residuos vs valores ajustados:

```
reg ln_salario escolaridad experiencia experiencia2  
rvfplot, yline(0)
```

Detectar Heterocedasticidad

1. Gráfico de residuos vs valores ajustados:

```
reg ln_salario escolaridad experiencia experiencia2  
rvfplot, yline(0)
```

2. Test de Breusch-Pagan:

```
estat hettest  
* H0: Varianza constante (homocedasticidad)  
* Rechazar H0 = evidencia de heterocedasticidad
```

Detectar Heterocedasticidad

1. Gráfico de residuos vs valores ajustados:

```
reg ln_salario escolaridad experiencia experiencia2  
rvfplot, yline(0)
```

2. Test de Breusch-Pagan:

```
estat hettest  
* H0: Varianza constante (homocedasticidad)  
* Rechazar H0 = evidencia de heterocedasticidad
```

3. Test de White:

```
estat imtest, white  
* Mas general, no asume forma funcional específica
```

Solución: Errores Estandar Robustos

Errores robustos de Huber-White (HC):

* Forma clásica (incorrecta si hay heterocedasticidad)

```
reg ln_salario escolaridad experiencia experiencia2
```

* Forma robusta (válida con heterocedasticidad)

```
reg ln_salario escolaridad experiencia experiencia2, robust
```

Solución: Errores Estandar Robustos

Errores robustos de Huber-White (HC):

* Forma clásica (incorrecta si hay heterocedasticidad)

```
reg ln_salario escolaridad experiencia experiencia2
```

* Forma robusta (válida con heterocedasticidad)

```
reg ln_salario escolaridad experiencia experiencia2, robust
```

¿Qué hace robust?

- No cambia $\hat{\beta}$ (mismos coeficientes)
- Cambia $\widehat{\text{Var}}(\hat{\beta})$
- Errores estándar válidos **incluso con heterocedasticidad**
- Inferencia (tests t, IC) ahora es válida

Regla práctica

En datos salariales, **siempre** usar , robust.

Variantes de Errores Robustos

Tipo	Comando Stata	Uso
HC1 (default)	, robust	Heterocedasticidad general
Cluster	, cluster(var)	Correlación dentro de grupos
HAC	newey	Datos de series de tiempo
Bootstrap	, vce(bootstrap)	Muestras pequeñas

Variantes de Errores Robustos

Tipo	Comando Stata	Uso
HC1 (default)	, robust	Heterocedasticidad general
Cluster	, cluster(var)	Correlación dentro de grupos
HAC	newey	Datos de series de tiempo
Bootstrap	, vce(bootstrap)	Muestras pequeñas

¿Cuándo usar cluster?

Si los errores están correlacionados dentro de grupos:

- Empleados de la misma empresa
- Trabajadores del mismo estado
- Observaciones del mismo individuo en panel

```
reg ln_salario escolaridad experiencia, cluster(estado)
```

¿Qué es Multicolinealidad?

Definición

Existe **multicolinealidad** cuando las variables independientes están altamente correlacionadas entre si.

¿Qué es Multicolinealidad?

Definición

Existe **multicolinealidad** cuando las variables independientes están altamente correlacionadas entre sí.

Ejemplos en ecuación de Mincer:

- Edad y experiencia: $\text{Exp} = \text{Edad} - S - 6$
- Escolaridad y nivel educativo (dummies)
- Ingreso familiar e ingreso individual

¿Qué es Multicolinealidad?

Definición

Existe **multicolinealidad** cuando las variables independientes están altamente correlacionadas entre sí.

Ejemplos en ecuación de Mincer:

- Edad y experiencia: $\text{Exp} = \text{Edad} - S - 6$
- Escolaridad y nivel educativo (dummies)
- Ingreso familiar e ingreso individual

Consecuencias

- $\hat{\beta}$ sigue siendo insesgado
- Pero $\text{Var}(\hat{\beta})$ es **grande**
- Coeficientes individuales imprecisos
- Signos pueden ser “incorrectos”

Detectar Multicolinealidad: VIF

Factor de Inflación de Varianza (VIF):

$$\text{VIF}_j = \frac{1}{1 - R_j^2}$$

Donde R_j^2 es el R^2 de regresar X_j sobre las demás X .

Detectar Multicolinealidad: VIF

Factor de Inflación de Varianza (VIF):

$$VIF_j = \frac{1}{1 - R_j^2}$$

Donde R_j^2 es el R^2 de regresar X_j sobre las demás X .

```
reg ln_salario escolaridad experiencia experiencia2 edad  
vif
```

VIF	Interpretación
1	Sin multicolinealidad
1-5	Moderada (aceptable)
5-10	Alta (preocupante)
>10	Severa (problemática)

① Eliminar variables redundantes

- No incluir edad Y experiencia (están relacionadas)
- No incluir escolaridad Y dummies de nivel

① Eliminar variables redundantes

- No incluir edad Y experiencia (están relacionadas)
- No incluir escolaridad Y dummies de nivel

② Combinar variables

- Crear índices compuestos
- Usar componentes principales

① Eliminar variables redundantes

- No incluir edad Y experiencia (están relacionadas)
- No incluir escolaridad Y dummies de nivel

② Combinar variables

- Crear índices compuestos
- Usar componentes principales

③ Aumentar la muestra

- Mas datos = mejor identificación

Soluciones a Multicolinealidad

① Eliminar variables redundantes

- No incluir edad Y experiencia (están relacionadas)
- No incluir escolaridad Y dummies de nivel

② Combinar variables

- Crear índices compuestos
- Usar componentes principales

③ Aumentar la muestra

- Mas datos = mejor identificación

④ Aceptar y reportar

- Si la predicción conjunta es correcta
- Reportar correlaciones y VIF

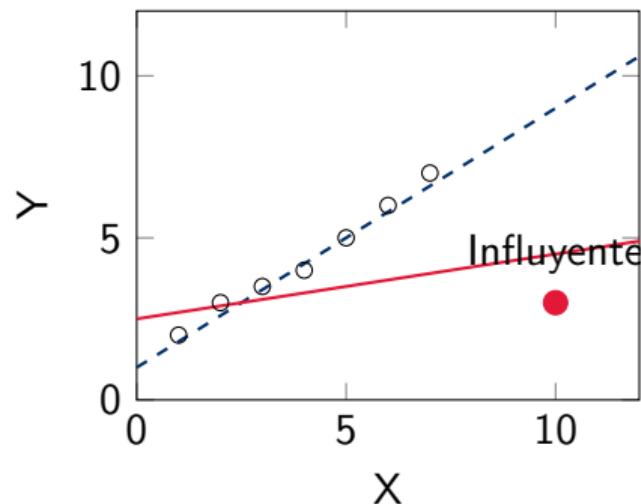
Outliers vs Observaciones Influyentes

Outlier:

- Valor inusual de Y o X
- Puede o no afectar la regresión

Observación influyente:

- Afecta sustancialmente $\hat{\beta}$
- Removerla cambia los resultados



1. Leverage (apalancamiento):

```
predict leverage, leverage  
summarize leverage, detail
```

Mide que tan extremo es X_i . Regla: $h_i > 2(k + 1)/n$ es alto.

Diagnósticos de Influencia

1. Leverage (apalancamiento):

```
predict leverage, leverage  
summarize leverage, detail
```

Mide que tan extremo es X_i . Regla: $h_i > 2(k + 1)/n$ es alto.

2. Residuos estudentizados:

```
predict rstudent, rstudent  
list if abs(rstudent) > 2
```

Mide que tan extremo es Y_i dado X_i .

Diagnósticos de Influencia

1. Leverage (apalancamiento):

```
predict leverage, leverage  
summarize leverage, detail
```

Mide que tan extremo es X_i . Regla: $h_i > 2(k + 1)/n$ es alto.

2. Residuos estudentizados:

```
predict rstudent, rstudent  
list if abs(rstudent) > 2
```

Mide que tan extremo es Y_i dado X_i .

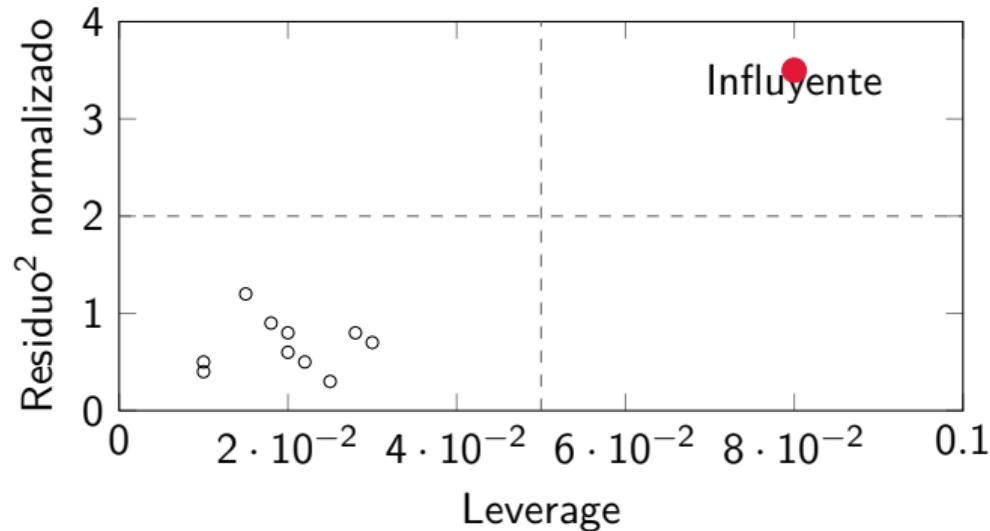
3. Distancia de Cook:

```
predict cooksd, cooksd  
list if cooksd > 4/e(N)
```

Combina leverage y residuo. Mide impacto en $\hat{\beta}$.

Gráfico: Leverage vs Residuo

```
reg ln_salario escolaridad experiencia experiencia2, robust  
lvr2plot, mlabel(id)
```



¿Qué Hacer con Observaciones Influyentes?

① Verificar si son errores de datos

- Salarios de \$0 o \$999,999
- Edades imposibles

¿Qué Hacer con Observaciones Influyentes?

① Verificar si son errores de datos

- Salarios de \$0 o \$999,999
- Edades imposibles

② Reportar sensibilidad

- Estimar con y sin la observacion
- Si los resultados cambian mucho, reportar ambos

¿Qué Hacer con Observaciones Influyentes?

① Verificar si son errores de datos

- Salarios de \$0 o \$999,999
- Edades imposibles

② Reportar sensibilidad

- Estimar con y sin la observación
- Si los resultados cambian mucho, reportar ambos

③ Usar métodos robustos

- Regresión robusta: `rreg`
- Regresión cuantílica (M05)

¿Qué Hacer con Observaciones Influyentes?

① Verificar si son errores de datos

- Salarios de \$0 o \$999,999
- Edades imposibles

② Reportar sensibilidad

- Estimar con y sin la observación
- Si los resultados cambian mucho, reportar ambos

③ Usar métodos robustos

- Regresión robusta: `rreg`
- Regresión cuantílica (M05)

④ Winsorizar o truncar

- Reemplazar valores extremos por percentiles

Tipos de errores:

- **Variables omitidas:** Falta una variable relevante
- **Forma funcional incorrecta:** Deberia ser cuadrático, no lineal
- **Variables irrelevantes:** Incluir variables que no pertenecen

Tipos de errores:

- **Variables omitidas:** Falta una variable relevante
- **Forma funcional incorrecta:** Debería ser cuadrático, no lineal
- **Variables irrelevantes:** Incluir variables que no pertenecen

Test RESET de Ramsey

Detecta errores de forma funcional.

- H_0 : Modelo correctamente especificado
- H_1 : Faltan términos no lineales

Test RESET en Stata

```
* Modelo sin término cuadrático  
reg ln_salario escolaridad experiencia, robust  
estat ovtest  
  
* Modelo con término cuadrático  
reg ln_salario escolaridad experiencia experiencia2, robust  
estat ovtest
```

Interpretación:

- p-valor < 0.05: Rechazar H_0 , hay problema de especificación
- p-valor ≥ 0.05 : No rechazar, no hay evidencia de mala especificación

Test RESET en Stata

```
* Modelo sin término cuadrático  
reg ln_salario escolaridad experiencia, robust  
estat ovtest  
  
* Modelo con término cuadrático  
reg ln_salario escolaridad experiencia experiencia2, robust  
estat ovtest
```

Interpretación:

- p-valor < 0.05: Rechazar H_0 , hay problema de especificación
- p-valor ≥ 0.05 : No rechazar, no hay evidencia de mala especificación

Nota

El test RESET no dice *cual* es el problema, solo que existe.

Checklist de Diagnósticos

Problema	Test	Comando Stata	Solución
Heterocedasticidad	Breusch-Pagan	estat hettest	, robust
Heterocedasticidad	White	estat imtest, white	, robust
Multicolinealidad	VIF	vif	Eliminar/combinar
Influencia	Cook's D	predict, cooksd	Verificar/reportar
Especificación	RESET	estat ovtest	Agregar términos
Normalidad	Shapiro-Wilk	swilk residuos	N grande OK

Flujo de Trabajo Recomendado

```
* 1. Estimar modelo  
reg ln_salario escolaridad experiencia experiencia2, robust  
  
* 2. Guardar residuos y predicciones  
predict residuos, residuals  
predict fitted, xb  
  
* 3. Diagnósticos  
estat hettest          // Heterocedasticidad  
vif                   // Multicolinealidad  
estat ovtest           // Especificación  
predict cooksd, cooksd // Influencia  
summarize cooksd, detail  
  
* 4. Graficos  
rvfplot, yline(0)      // Residuos vs fitted  
lvr2plot               // Leverage vs residuo
```

Problemas diagnosticados:

- Heterocedasticidad
- Multicolinealidad
- Observaciones influyentes
- Especificación incorrecta

Mensaje principal:

En datos salariales, **siempre** usar errores robustos y verificar observaciones influyentes antes de reportar resultados.

¿Preguntas?

Próxima Sesión:
M04: Descomposición Oaxaca-Blinder

Lunes 16 de febrero, 3-5pm

Recordatorio: E1 se entrega HOY 11:59pm