





# **Análisis de datos**

**en ciencias sociales y de la salud III**

PROYECTO EDITORIAL:  
Metodología de las Ciencias del Comportamiento y de la Salud

*Directores:*  
Antonio Pardo Merino  
Miguel Ángel Ruiz Díaz



Queda prohibida, salvo excepción prevista en la ley, cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública y transformación de esta obra sin contar con autorización de los titulares de la propiedad intelectual. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual (arts. 270 y sigs. Código Penal). El Centro Español de Derechos Reprográficos ([www.cedro.org](http://www.cedro.org)) vela por el respeto de los citados derechos.

# **Análisis de datos**

## **en ciencias sociales y de la salud III**

**Antonio Pardo • Miguel Ángel Ruiz**



**EDITORIAL  
SINTESIS**

Consulte nuestra página web: [www.sintesis.com](http://www.sintesis.com)  
En ella encontrará el catálogo completo y comentado

Reservados todos los derechos. Está prohibido, bajo las sanciones penales y el resarcimiento civil previstos en las leyes, reproducir, registrar o transmitir esta publicación, íntegra o parcialmente, por cualquier sistema de recuperación y por cualquier medio, sea mecánico, electrónico, magnético, electroóptico, por fotocopia o por cualquier otro, sin la autorización previa por escrito de Editorial Síntesis, S. A.

© Antonio Pardo y Miguel Ángel Ruiz

© EDITORIAL SÍNTESIS, S. A.  
Vallehermoso, 34. 28015 Madrid  
Teléfono 91 593 20 98  
<http://www.sintesis.com>

ISBN:978-84-995894-3-5  
Depósito Legal: M. 35.889-2012

Impreso en España - Printed in Spain

# Índice de contenidos

Presentación .....	15
--------------------	----

## 1. Modelos lineales

Qué es un modelo lineal .....	20
Componentes de un modelo lineal .....	24
El componente aleatorio .....	24
El componente sistemático .....	24
La función de enlace .....	25
Clasificación de los modelos lineales .....	26
Cómo ajustar un modelo lineal .....	27
Seleccionar el modelo .....	27
Estimar los parámetros y obtener los pronósticos .....	28
Valorar la calidad o ajuste del modelo .....	29
Ajuste global .....	29
Contribución de cada variable .....	32
Chequear los supuestos del modelo .....	32
Casos atípicos e influyentes .....	33
Apéndice 1	
Distribuciones de la familia exponencial .....	35
Máxima verosimilitud .....	38

## 2. Modelos lineales clásicos

Análisis de varianza .....	44
Seleccionar el modelo .....	44
Estimar los parámetros y obtener los pronósticos .....	46
Valorar la calidad o ajuste del modelo .....	47
Chequear los supuestos .....	49

Análisis de covarianza .....	50
Lógica del análisis de covarianza .....	51
Seleccionar el modelo .....	52
Estimar los parámetros y obtener los pronósticos .....	53
Valorar la calidad o ajuste del modelo .....	54
Chequear los supuestos .....	54
Análisis de covarianza con SPSS .....	56
Cómo chequear los supuestos .....	56
Cómo valorar el efecto del factor .....	58
Pendientes de regresión heterogéneas .....	62
Análisis de regresión lineal .....	63
Seleccionar el modelo .....	63
Estimar los parámetros y obtener los pronósticos .....	64
Valorar la calidad o ajuste del modelo .....	66
Chequear los supuestos .....	68
Interacción entre variables independientes .....	68
Dos variables cuantitativas .....	69
Una variable dicotómica y una cuantitativa .....	71
Apéndice 2 .....	
Elementos de un modelo lineal clásico .....	73

### 3. Modelos lineales mixtos

Efectos fijos, aleatorios y mixtos .....	77
Qué es un modelo lineal mixto .....	78
Modelos con grupos aleatorios .....	79
Análisis de varianza: un factor de efectos aleatorios .....	80
Información preliminar .....	83
Ajuste global .....	84
Significación de los efectos incluidos en el modelo .....	85
Estimaciones de los parámetros .....	86
Análisis de varianza: dos factores de efectos mixtos .....	88
Información preliminar .....	90
Ajuste global .....	90
Significación de los efectos incluidos en el modelo .....	91
Estimaciones de los parámetros .....	92
Comparaciones múltiples .....	93
Modelos con medidas repetidas .....	94
Estructura de los datos .....	95
Análisis de varianza: un factor con medidas repetidas .....	97
Significación de los efectos incluidos en el modelo .....	98
Estimaciones de los parámetros .....	99
Comparaciones múltiples .....	101



Análisis de varianza: dos factores con medidas repetidas en ambos	102
Significación de los efectos incluidos en el modelo	103
Estimaciones de los parámetros	104
Análisis de varianza: dos factores con medidas repetidas en uno	104
Significación de los efectos incluidos en el modelo	105
Estimaciones de los parámetros	106
Comparaciones múltiples	108
Análisis de los efectos simples	109
Análisis del efecto de la interacción	112
Análisis de covarianza: dos factores con medidas repetidas en uno	113
Estructura de la matriz de varianzas-covarianzas residual	116
Apéndice 3	
Elementos de un modelo lineal mixto	120
Métodos de estimación en los modelos lineales mixtos	121

#### 4. Modelos lineales multinivel

Qué es un modelo multinivel	124
Análisis de varianza: un factor de efectos aleatorios	129
Análisis de regresión: medias como resultados	131
Análisis de covarianza: un factor de efectos aleatorios	134
Análisis de regresión: coeficientes aleatorios	136
Análisis de regresión: medias y pendientes como resultados	140
Curvas de crecimiento	146
Medidas repetidas: coeficientes aleatorios	147
Medidas repetidas: medias y pendientes como resultados	150
Apéndice 4	
El tamaño muestral en los modelos multinivel	155

#### 5. Regresión logística (I). Respuestas dicotómicas

Regresión con respuestas dicotómicas	160
La función lineal	161
La función logística	162
La transformación logit	164
Regresión logística binaria o dicotómica	166
Una covariable (regresión simple)	167
Información preliminar	168
Ajuste global: significación estadística	170
Ajuste global: significación sustantiva	172
Pronósticos y clasificación	173
Significación de los coeficientes de regresión	176
Interpretación de los coeficientes de regresión	177

Más de una covariable (regresión múltiple)	178
Información preliminar	179
Ajuste global: significación estadística	180
Ajuste global: significación sustantiva	182
Significación de los coeficientes de regresión	182
Interpretación de los coeficientes de regresión	184
Pronósticos y clasificación	185
Covariables categóricas	187
Interacción entre covariables	190
Dos covariables dicotómicas	191
Una covariable dicotómica y una cuantitativa	194
Dos covariables cuantitativas	196
Regresión logística jerárquica o por pasos	197
Supuestos del modelo de regresión logística	203
Linealidad	203
No colinealidad	204
Independencia	205
Dispersión proporcional a la media	206
Casos atípicos e influyentes	208
Casos atípicos	208
Casos influyentes	211
Apéndice 5	
Regresión probit	212

## 6. **Regresión logística (II). Respuestas nominales y ordinales**

Regresión nominal	215
El modelo de regresión nominal	216
Una variable independiente (regresión simple)	216
Ajuste global	218
Significación e interpretación de los coeficientes de regresión	219
Más de una variable independiente (regresión múltiple)	221
Ajuste global	222
Significación e interpretación de los coeficientes de regresión	224
Pronósticos y clasificación	226
Interacción entre variables independientes	227
Regresión por pasos	228
Sobredispersión	228
Regresión ordinal	229
El modelo de regresión ordinal	229
Una variable independiente (regresión simple)	231
Ajuste global	231
Significación e interpretación de los coeficientes de regresión	232

Más de una variable independiente (regresión múltiple) . . . . .	234
Interacción entre variables independientes . . . . .	235
<i>Odds</i> proporcionales . . . . .	235
Apéndice 6	
Funciones de enlace en los modelos de regresión ordinal . . . . .	236

## 7. Regresión de Poisson

Regresión lineal con recuentos . . . . .	240
Regresión de Poisson con recuentos . . . . .	242
El modelo de regresión de Poisson . . . . .	243
Una variable independiente (regresión simple) . . . . .	244
Ajuste global: significación estadística . . . . .	244
Ajuste global: significación sustantiva . . . . .	246
Significación de los coeficientes de regresión . . . . .	246
Interpretación de los coeficientes de regresión . . . . .	247
Una variable independiente dicotómica . . . . .	248
Una variable independiente politómica . . . . .	249
Más de una variable independiente (regresión múltiple) . . . . .	251
Ajuste global . . . . .	251
Significación de los coeficientes de regresión . . . . .	252
Interpretación de los coeficientes de regresión . . . . .	253
Interacción entre variables independientes . . . . .	254
Dos variables independientes dicotómicas . . . . .	254
Dos variables independientes cuantitativas . . . . .	256
Una variable independiente dicotómica y una cuantitativa . . . . .	257
Regresión de Poisson con tasas de respuesta . . . . .	258
Sobredispersión . . . . .	260
Apéndice 7	
Criterios de información . . . . .	261
La distribución binomial negativa y el problema de la sobredispersión . . . . .	262

## 8. Análisis loglineal

Tablas de contingencias . . . . .	266
Notación en tablas de contingencias . . . . .	266
Asociación en tablas de contingencias . . . . .	267
Modelos loglineales jerárquicos . . . . .	269
Cómo formular modelos loglineales . . . . .	269
El modelo de independencia . . . . .	269
El modelo de dependencia . . . . .	270
Parámetros independientes . . . . .	271

Tablas multidimensionales . . . . .	273
El principio de jerarquía . . . . .	274
Cómo estimar las frecuencias esperadas de un modelo loglineal . . . . .	276
Cómo evaluar el ajuste o la calidad de un modelo loglineal . . . . .	277
Cómo seleccionar el mejor modelo loglineal . . . . .	278
Cómo analizar los residuos . . . . .	279
Cómo ajustar modelos loglineales jerárquicos con SPSS . . . . .	281
Ajuste por pasos . . . . .	282
Modelos loglineales generales . . . . .	292
Cómo ajustar un modelo concreto . . . . .	292
Estimaciones de los parámetros . . . . .	296
Estructura de las casillas . . . . .	298
Tablas incompletas . . . . .	298
Ceros muestrales . . . . .	299
Ceros estructurales . . . . .	300
Tablas cuadradas . . . . .	300
Cuasi-independencia . . . . .	301
Simetría completa . . . . .	304
Simetría relativa . . . . .	307
Tasas de respuesta . . . . .	310
Comparaciones entre niveles . . . . .	314
Modelos logit . . . . .	316
Una variable independiente . . . . .	317
Más de una variable independiente . . . . .	319
Correspondencia entre los modelos logit y los loglineales . . . . .	320
El procedimiento <i>Logit</i> . . . . .	324
Ajuste global: significación estadística . . . . .	325
Ajuste global: significación sustantiva . . . . .	327
Interpretación de los coeficientes de un modelo logit . . . . .	328
Apéndice 8 . . . . .	
Esquemas de muestreo . . . . .	331
Estadísticos mínimo-suficientes . . . . .	334
Grados de libertad en un modelo loglineal . . . . .	335

## 9. Análisis de supervivencia

Tiempos de espera, eventos, casos censurados . . . . .	338
Disposición de los datos . . . . .	339
Tablas de mortalidad . . . . .	340
Tablas de mortalidad con SPSS . . . . .	347
Cómo comparar tiempos de espera . . . . .	352
El método de Kaplan-Meier . . . . .	354
El estadístico <i>producto-límite</i> . . . . .	355

El método de Kaplan-Meier con SPSS .....	357
Gráficos de los tiempos de espera .....	359
Cómo comparar tiempos de espera .....	361
Regresión de Cox .....	366
La ecuación de regresión .....	367
Impacto proporcional .....	368
Regresión de Cox con SPSS .....	369
Variables independientes categóricas .....	373
Regresión de Cox por pasos .....	375
Diagnósticos del modelo de regresión de Cox .....	375
Casos atípicos e influyentes .....	376
Residuos de Cox-Snell .....	376
Residuos parciales .....	376
Diferencia en las betas .....	377
Covariables dependientes del tiempo .....	378
Cómo crear covariables dependientes del tiempo .....	379
Regresión con covariables dependientes del tiempo .....	380
Regresión con covariables cuyos valores cambian con el tiempo .....	382
Apéndice 9	
Intervalos de confianza para las funciones de probabilidad, supervivencia e impacto .....	382
Estadístico de Wilcoxon-Gehan .....	384

<b>Referencias bibliográficas .....</b>	<b>387</b>
---	------------

<b>Índice de materias .....</b>	<b>393</b>
---------------------------------	------------