

Memoria de Tesis

Estimación en áreas pequeñas



Autor: **Laureano Santamaría Arana**

Departamento de Estadística y Matemática Aplicada
Universidad Miguel Hernández de Elche.


Director: **Domingo Morales González**

Departamento de Estadística y Matemática Aplicada
Universidad Miguel Hernández de Elche.



Estimación en áreas pequeñas

Laureano Santamaría Arana



Memoria presentada por
Laureano Santamaría Arana
para optar al grado de doctor
por la Universidad Miguel Hernández
Elche, Septiembre 2002

Director:
Domingo Morales González

D. Domingo Morales González, catedrático de Estadística e Investigación Operativa del Departamento de Estadística y Matemática Aplicada de la Universidad Miguel Hernández de Elche

CERTIFICA que la Memoria de Investigación titulada:

”Estimación en área pequeñas”

ha sido realizada bajo mi dirección por Laureano Santamaría Arana en el Departamento de Estadística y Matemática Aplicada de la Universidad Miguel Hernández de Elche, para optar al grado de Doctor por la Universidad Miguel Hernández de Elche. Trata un tema de importancia en el ámbito de la Estadística Pública, y cumple todas las condiciones exigibles para ser defendida, autorizando su defensa.



Para que así conste, firmo el presente certificado.

Domingo Morales González
Septiembre de 2002

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ

Autor: **Laureano Santamaría Arana**

Título: **Estimación en áreas pequeñas**

Dpto: **Departamento de Estadística y Matemática Aplicada**

D. José Luis Gómez, Profesor Titular de Universidad y director del Departamento de Estadística y Matemática Aplicada de la Universidad Miguel Hernández de Elche, da su conformidad para la defensa pública de la tesis doctoral. Y para que conste a los efectos oportunos, emite el presente informe en Elche, Alicante, Septiembre de 2002.

Para que así conste, firmo el presente certificado.



José Luis Ruiz Gómez

A mi familia.



Índice General

0	Prólogo	1
1	Introducción	5
1.1	Antecedentes de la memoria	5
1.2	Descripción de la población artificial	5
1.3	Definición de variables y parámetros	12
1.3.1	Definición de APES501	12
1.3.2	Definición de APES502	12
1.3.3	Definición de APES505	13
1.3.4	Parámetros objetivo	14
1.4	Fuentes complementarias	14
1.4.1	Encuesta de Población Activa (EPA)	15
1.4.2	Encuesta de presupuestos familiares (EPF)	16
1.4.3	El fichero GEO EURAREA, España (GEOS). Fichero restringido	17
1.4.4	El registro administrativo de demandantes del empleo. España	18
1.5	Comentarios generales sobre la modelización de APES501 y APES502	19
1.5.1	Modelos lineales generalizados	20
2	Generación de un universo artificial para la provincia de La Rioja	21
2.1	Introducción	21
2.2	Modelos lineales para predecir APES501 en la provincia de la Rioja	22
2.2.1	Modelo lineal generalizado con nexo logit	25
2.2.2	Modelo lineal generalizado con nexo cloglog	28
2.2.3	Modelo lineal generalizado con nexo probit	30
2.2.4	Comparación de modelos	33
2.3	Un modelo lineal para predecir APES502 en la provincia de la Rioja	35
2.3.1	Descripción del modelo	38
2.3.2	Conclusiones	41
2.4	Modelos seleccionados para La Rioja y Navarra	44
2.4.1	Introducción	44
2.4.2	Modelo para APES501	45
2.4.3	Modelo para APES502	48
2.5	Generación del universo artificial para la provincia de La Rioja	52

2.5.1	Generadores de números aleatorios	52
2.5.2	Generación y diagnóstico de la variable APES501	54
2.5.3	Generación y diagnóstico de la variable APES502	59
2.5.4	Generación de las variables transformadas	67
3	Generación de un universo artificial para la Comunidad Valenciana	69
3.1	Modelos seleccionados	69
3.1.1	Modelo para APES501	69
3.1.2	Modelo para APES502	74
3.2	Diagnóstico de las variables en la Comunidad Valenciana	78
3.2.1	Diagnóstico de la variable APES501	78
3.2.2	Diagnóstico de la variable APES502	81
3.3	Diagnóstico de las variables por provincias	84
3.3.1	Alicante	84
3.3.2	Castellón	90
3.3.3	Valencia	95
4	Estimadores basados en el diseño	101
4.1	Introducción	101
4.2	Notación y definiciones	102
4.3	La Encuesta de Población Activa española	102
4.3.1	Objetivos	102
4.3.2	El diseño muestral	103
4.3.3	Estimadores	106
4.3.4	Errores de muestreo	107
4.4	Estimadores clásicos para áreas pequeñas	109
4.4.1	Disponibilidad de los valores X en una área pequeña	110
4.4.2	Familias de estimadores que se usan comúnmente en áreas pequeñas	111
4.4.3	Estimadores basados en modelos	115
4.5	Estimadores para áreas pequeñas en la EPA y EPF	115
4.5.1	Estimador post-estratificado	117
4.5.2	Estimador post-estratificado de razón	117
4.5.3	Estimador sintético básico	117
4.5.4	Estimador sintético de razón	117
4.5.5	Estimador sintético de regresión generalizado	118
4.5.6	Estimador sintético de regresión	118
4.5.7	Estimador compuesto	118
4.5.8	Estimador dependiente del tamaño de la muestra	118
5	Estimadores para variables normales basados en modelos lineales	121
5.1	Introducción	121
5.2	Modelo general de la covarianza para poblaciones finitas	122

5.3	Modelos de análisis de la covarianza con un único factor	123
5.4	Un modelo lineal con una covariable y un factor	125
5.5	El modelo GREG con una covariable	126
5.6	El modelo GREG con dos covariables	128
5.7	El modelo GREG sintético	130
5.8	El modelo de regresión sintético	131
5.9	Estimadores para variables continuas basados en un modelo lineal mixto	132
5.9.1	Introducción	132
5.9.2	Ajuste del modelo	132
5.9.3	Estimadores insesgados de las componentes de la varianza	134
5.9.4	Estimadores del total y de la media	135
6	Estimadores para variables dicotómicas basados en modelos logit	137
6.1	Introducción	137
6.2	El modelo ALGREG a nivel de área	137
6.3	El modelo LGREG a nivel individual	140
6.4	El modelo LRSYN a nivel individual	142
6.5	Un estimador de áreas pequeñas más complicado	144
7	Simulación para evaluar estimadores de la media de ingresos normalizados	147
7.1	Introducción	147
7.2	Notación y definiciones	149
7.3	Estimadores	151
7.4	Los estimadores estándar de EURAREA	158
7.5	Medidas del error muestral en experimentos de simulación	160
7.6	Experimentos de simulación Monte Carlo	161
7.6.1	La Comunidad Autónoma de Valencia	161
7.6.2	El universo EURAREA para España	168
7.7	Conclusiones	171
8	Simulación para evaluar estimadores de la tasa de desempleo	175
8.1	Introducción	175
8.2	Notación y definiciones	176
8.3	Estimadores	177
8.4	Los estimadores estándar de EURAREA	190
8.5	Medidas del error muestral en experimentos de simulación	191
8.6	Experimentos de simulación Monte Carlo	192
8.6.1	La Comunidad Autónoma de Valencia	192
8.6.2	El universo EURAREA para España	200
8.7	Conclusiones	205
9	Conclusiones	211

A	Datos y resultados para la media de ingresos normalizados	219
A.1	Introducción	219
A.2	Datos del fichero APES	219
A.2.1	La Comunidad Autónoma de Valencia	219
A.2.2	El universo EURAREA para España	227
A.3	Resultados de la simulación SA2–SD1 en Valencia	232
A.4	Resultados de la simulación SA2–SD2 en Valencia	235
A.5	Resultados de la simulación SA1–SD1 en Valencia	238
A.5.1	Resultados SA1–SD1 para Alicante	239
A.5.2	Resultados SA1–SD1 para Castellón	247
A.5.3	Resultados SA1–SD1 para Valencia	250
A.6	Resultados de la simulación SA1–SD2 en Valencia	258
A.6.1	Resultados SA1–SD2 para Alicante	259
A.6.2	Resultados SA1–SD2 para Castellón	267
A.6.3	Resultados SA1–SD2 para Valencia	270
A.7	Resultados de la simulación SA2–SD2 en España	278
A.8	Descripción del programa principal C++	287
A.9	Programa principal	289
A.10	Subprogramas auxiliares	322
B	Datos y resultados para la tasa de desempleo	325
B.1	Introducción	325
B.2	Datos del fichero APES	325
B.2.1	La Comunidad Autónoma de Valencia	326
B.2.2	La Comunidad Autónoma de Andalucía	330
B.2.3	La Comunidad Autónoma de Canarias	336
B.2.4	La Comunidad Autónoma de Galicia	337
B.2.5	La Comunidad Autónoma de Madrid	340
B.3	Resultados de la simulación SD1–MF1	342
B.3.1	Resultados de la simulación SD1–MF1 para Alicante	342
B.3.2	Resultados de la simulación SD1–MF1 para Castellón	350
B.3.3	Resultados de la simulación SD1–MF1 para Valencia	354
B.4	Resultados de la simulación SD2–MF1	362
B.4.1	Resultados de la simulación SD2–MF1 para Alicante	362
B.4.2	Resultados de la simulación SD2–MF1 para Castellón	370
B.4.3	Resultados de la simulación SD2–MF1 para Valencia	374
B.5	Resultados de la simulación SD1–MF2	382
B.5.1	Resultados de la simulación SD1–MF2 para Alicante	383
B.5.2	Resultados de la simulación SD1–MF2 para Castellón	391
B.5.3	Resultados de la simulación SD1–MF2 para Valencia	394
B.6	Resultados de la simulación SD2–MF2	403

B.6.1	Resultados de la simulación SD2–MF2 para Alicante	403
B.6.2	Resultados de la simulación SD2–MF2 para Castellón	411
B.6.3	Resultados de la simulación SD2–MF2 para Valencia	415
B.7	Descripción del programa principal C++	423
B.8	Programa principal	424
B.9	Subprogramas auxiliares	460



Capítulo 0

Prólogo

En los últimos años ha venido constatándose en la sociedad española la existencia de una mayor exigencia de información estadística, tanto en cantidad como en calidad, como consecuencia de su mayor cultura económica y social. Esto ha planteado al Instituto Nacional de Estadística la necesidad de abordar nuevas investigaciones, ahondar en múltiples análisis de la realidad económica y social, y someter a todos sus datos a un estricto control de calidad capaz de mantener el alto grado de confianza del que disfruta la información estadística oficial.

La recolección de datos estadísticos y su utilización para estimar parámetros demográficos o socioeconómicos es hoy en día de vital importancia para el mantenimiento de nuestra sociedad de la información. El estado de la nación, el de la comunidad autónoma o el de la provincia puede diagnosticarse a partir del análisis de los datos publicados por el Instituto Nacional de Estadística (INE) o por sus equivalentes autonómicos. Así por ejemplo, parámetros como el Índice de Precios al Consumo, Producto Interior Bruto, Tasa de Paro, Tasa de Natalidad, Ingresos Netos por Hogar, etc., están siendo utilizados constantemente por nuestros gobernantes para decidir cuando y como invertir los dineros públicos y, más generalmente, para elaborar políticas sociales y económicas.

Si analizamos las encuestas que publica el INE (por ejemplo, la Encuesta de Presupuestos Familiares (EPA), o la Encuesta de Población Activa (EPA)) observaremos que hay estimaciones relativas a España, a las 17 Comunidades Autónomas y a las 52 provincias. Las encuestas de ámbito nacional no pueden descender a la comarca o al municipio pues las estimaciones pierden precisión y se convierten en inútiles.

Los usuarios de las estadísticas públicas están demandando, con creciente intensidad, disponer de una base de datos accesible y constantemente actualizada para áreas pequeñas (comarcas y municipios). En este punto, los Gobiernos Autónomos, los Ayuntamientos, las Cámaras de Comercio, las Organizaciones Empresariales y Sindicales, las Universidades, etc. presionan constantemente para la consecución de este fin.

La ausencia de estimaciones para áreas pequeñas es un problema común a la mayoría de los países europeos, y por tal motivo la Comisión Europea decidió financiar el proyecto EURAREA con el objetivo de potenciar la investigación en técnicas Estadísticas para la estimación en áreas pequeñas. Esas técnicas, de última generación, permitirían resolver el problema con costes moderados. Hay que tener en cuenta que, con las técnicas estadísticas actualmente vigentes

en los Institutos Nacionales de Estadística Europeos, el problema se podría solucionar con un aumento de los tamaños de muestra. Sin embargo, tal solución conlleva un aumento desorbitado de los costes y en consecuencia ningún país occidental la ha adoptado.

En España, el INE está interesado en el desarrollo de técnicas estadísticas modernas que permitan la estimación en áreas pequeñas, para las que son ineficientes los procedimientos de elevación empleados habitualmente en sus operaciones estadísticas. El Centro de Investigación Operativa (CIO) de la Universidad Miguel Hernández de Elche (UMH) tiene entre sus objetivos la investigación en el área de las técnicas de regresión y del diseño muestral, que son las herramientas de base necesarias para el desarrollo de técnicas de estimación específicas para pequeñas áreas. Esta convergencia de intereses ha motivado la firma de un contrato entre INE y UMH(CIO) para la realización de trabajos de I+D en estimación en áreas pequeñas. Asimismo ambos organismos participan en el proyecto europeo EURAREA (Enhancing Small Area Estimation Techniques to Meet Europeans needs), IST-2000-5.1.8 durante el periodo 2001-2003. La presente memoria es uno de los frutos de la citada colaboración.

Este trabajo de investigación aborda el estudio de las técnicas de estimación en áreas pequeñas así como su evaluación en el caso de la población española. Este trabajo de Investigación consta de nueve capítulos y dos anexos. En ellos, se aborda en primer lugar, la generación de una población artificial que es necesaria para evaluar los estimadores de áreas pequeñas. En segundo lugar, una recopilación de los estimadores de áreas pequeñas existentes en la literatura, y en tercer lugar, una evaluación de los estimadores mediante simulación Monte Carlo, para el caso de la media normalizada de los ingresos familiares y el caso de la tasa de desempleo. En ambos casos utilizaremos en la simulación la población artificial que hemos creado.

En el **Capítulo 1** se describe la población artificial que queremos crear y las variables que se pretenden imputar. También se describen la EPA (Encuesta de Población Activa) y la EPF (Encuesta de Presupuestos Familiares) que son las fuentes complementarias utilizadas para completar la población artificial.

En el **Capítulo 2** se describen los modelos utilizados para la imputación de las variables APES501 (estar registrado en la Oficina Nacional de Empleo, según la EPA) y APES502 (total de ingresos del hogar) en la Comunidad Autónoma de La Rioja. Posteriormente se explica como se ha generado las variables APES501 y APES502 en la Comunidad Autónoma de La Rioja y se comprueba la validez de los resultados obtenidos en el proceso de imputación.

En el **Capítulo 3** se repite lo realizado en el capítulo anterior pero esta vez con una comunidad mucho más grande y compleja (Comunidad Autónoma de Valencia). Pasamos de alrededor de 260.000 habitantes y una sola provincia a cerca de 4.000.000 de habitantes y tres provincias.

En el **Capítulo 4** perseguimos dos objetivos, primero repasar los estimadores más comunes para las áreas pequeñas y segundo adaptar los estimadores clásicos para las áreas pequeñas al caso español (EPA y EPF).

En el **Capítulo 5** hacemos un repaso de los estimadores de áreas pequeñas para variables normales basados en modelos lineales.

En el **Capítulo 6** estudiamos los estimadores de áreas pequeñas para variables dicotómicas basados en modelos logit.

En **Capítulo 7** se describen todos los estimadores usados con la media de ingresos normalizados y se dan resúmenes de los resultados obtenidos en las simulaciones en la Comunidad Valenciana y en el universo EURAREA para España; es decir, en las comunidades de Madrid, Galicia, Canarias, Andalucía y Valencia.

En **Capítulo 8** se describen todos los estimadores usados con la tasa de desempleo OIT (Organización Internacional del Trabajo) y se da un resumen de los resultados obtenidos en las simulaciones en la Comunidad Valenciana y en el universo EURAREA para España.

En el **Capítulo 9** se presentan las conclusiones de este trabajo de investigación.

En los **Apéndices A y B** se muestran los datos utilizados en los programas y los resultados que se han obtenido en las simulaciones de los capítulos siete y ocho respectivamente.

Agradecimientos

Este trabajo de investigación ha sido realizado dentro del departamento de Estadística y Matemática Aplicada de la Universidad Miguel Hernández de Elche al cual estoy adscrito como docente y dentro del Centro de Investigación Operativa de la misma universidad al cual estoy adscrito como investigador. A ambos agradezco la oportunidad de formarme tanto en la faceta investigadora como en la docente. Quiero manifestar mi agradecimiento a todos los componentes del grupo de investigación del proyecto EUREAREA por su colaboración y en particular a María Dolores Esteban Lefler, Ángel Sánchez Barbié, Mercedes Landete Ruiz, María Eugenia Castellanos Nueda e Isabel Molina Peralta por su colaboración en la redacción de algunos de los capítulos de esta memoria de investigación. También quisiera agradecer a Domingo Morales González su inmensa labor dentro de este proyecto así como su constante apoyo y ayuda. Gracias a mi mujer por el ánimo recibido y por su gran paciencia. Gracias a mi hijas por ser como son.

Capítulo 1

Introducción

1.1 Antecedentes de la memoria

La presente memoria se enmarca dentro del proyecto europeo EURAREA, en el que participan los siguientes países: Reino Unido (como país coordinador), España, Finlandia, Italia, Noruega, Polonia y Suecia. El organismo responsable de la realización del trabajo de la parte española es el Instituto Nacional de Estadística (I.N.E.)

El I.N.E. contrata al Centro de Investigación Operativa (CIO) de la Universidad Miguel Hernández de Elche para la realización de tareas de investigación y desarrollo asociadas al proyecto EURAREA. A tal efecto se forma un grupo de I+D dirigido por Domingo Morales González y del que forma parte Laureano Santamaría Arana. Posteriormente el CIO es admitido como socio sin remuneración del proyecto EURAREA.

Dado que la parte española del proyecto EURAREA abarca la totalidad del territorio español, en el grupo de investigación se optó por seguir la siguiente estrategia de trabajo: Laureano Santamaría Arana realizaría, bajo la dirección de Domingo Morales González, el trabajo de I+D. Se prestaría una atención especial a las Comunidades Autónomas de La Rioja y Valencia. El resto del equipo se ocuparía de adaptar los resultados obtenidos al resto de las Comunidades Autónomas.

Los ficheros de datos utilizados en el desarrollo de la presente memoria han sido proporcionados por el INE y están sujetos a secreto estadístico, en los términos especificados por la ley 12/1989, de 9 de mayo de 1989, de la Función Estadística Pública (BOE-11-05-1989).

1.2 Descripción de la población artificial

El fichero de población artificial EURAREA en España se llama APES (Artificial Population EURAREA, Spain). APES es un fichero de datos con 40 variables y 38.872.268 registros. La longitud del registro es 87. Este fichero toma 35 variables del Censo de Población Español de 1991, por lo que solamente dos variables deben ser imputadas de ficheros auxiliares.

La unidad del Registro es la persona, residente en un domicilio español, en la fecha de referencia del Censo (el uno de Marzo de 1991). El domicilio al que la persona pertenece

también puede identificarse a través de un número de identificación familiar común para cada miembro de la familia.

Las variables imputadas son:

- *Registro en las oficinas de empleo público*, que tiene que ser imputado de la encuesta de población activa (EPA). Esta variable se refiere a la pregunta formulada en el cuestionario de la EPA: ¿Está usted inscrito en una Oficina de Empleo Público?
- *El ingreso neto total de la familia*, que tiene que ser imputado de la encuesta de presupuestos familiares (EPF).

La descripción del fichero APES se presenta en la Tabla 1.1. Las columnas de la Tabla 1.1 describen las diferentes características de cada una de las 40 variables del fichero APES. En la primera columna, *variable*, aparece el nombre de la variable. En la segunda columna, *posición*, aparece la posición de los campos en el registro. En la tercera columna, *nombre y descripción*, aparece una descripción corta de la variable. En la cuarta columna, *Valores*, aparece el rango de valores válidos de la variable. En la quinta columna, *Disponible*, se muestra la fuente estadística diferente del Censo de Población de 1991, dónde también podemos encontrar la variable. En la sexta columna, *Comentarios*, si es necesario aparecen algunos comentarios.

En la Tabla 1.1, las variables APES se ordenan de acuerdo a la primera columna y no conforme a su posición en el fichero del Censo de Población Español de 1991.

Variable	Posición	Nombre y descripción	Valores	Disponible	Comentarios
		Características geográficas			
APES101		País	Es	EPA, EPF	No incluida en el fichero APES
APES102	1-2	Comunidad Autónoma		EPA, EPF	NUT II
		Andalucía	01		
		Aragón	02		
		Asturias	03		
		Baleares	04		
		Canarias	05		
		Cantabria	06		
		Castilla León	07		
		Castilla La Mancha	08		
		Cataluña	09		
		Valencia	10		
		Extremadura	11		
		Galicia	12		
		Madrid	13		
		Murcia	14		
		Navarra	15		
		País Vasco	16		
		La Rioja	17		
		Ceuta Y Melilla	18		

Variable	Posición	Nombre y descripción	Valores	Disponible	Comentarios
APES103	3-4	Provincia		EPA, EPF	NUT-III
		Álava	01		
		Albacete	02		
		Alicante	03		
		Almería	04		
		Ávila	05		
		Badajoz	06		
		Baleares	07		
		Barcelona	08		
		Burgos	09		
		Cáceres	10		
		Cádiz	11		
		Castellón	12		
		Ciudad Real	13		
		Córdoba	14		
		Coruña, La	15		
		Cuenca	16		
		Gerona	17		
		Granada	18		
		Guadalajara	19		
		Guipúzcoa	20		
		Huelva	21		
		Huesca	22		
		Jaén	23		
		León	24		
		Lérida	25		
		La Rioja	26		
		Lugo	27		
		Madrid	28		
		Málaga	29		
		Murcia	30		
		Navarra	31		
		Orense	32		
		Asturias (Oviedo)	33		
		Palencia	34		
		Palmas Las	35		
		Pontevedra	36		
		Salamanca	37		
		Santa Cruz de Tenerife	38		
		Cantabria (Santander)	39		
		Segovia	40		
		Sevilla	41		
		Soria	42		
		Tarragona	43		
		Teruel	44		
		Toledo	45		
		Valencia	46		
		Valladolid	47		
		Vizcaya	48		
		Zamora	49		
		Zaragoza	50		

Variable	Posición	Nombre y descripción	Valores	Disponible	Comentarios
		Ceuta	51		
		Melilla	52		
APES104	5	Estrato		EPA, EPF	Tamaño del municipio
		capital de provincia	1		
		municipios auto representados que son importantes en relación con la capital	2		
		municipios auto representados que son importantes en relación con la capital o que tienen más de 100.000 habitantes	3		
		municipios de 50.000 a 99.999 hab.	4		
		municipios de 20.000 a 49.999 hab.	5		
		municipios de 10.000 a 19.999 hab.	6		
		municipios de 5.000 a 9.999 hab.	7		
		municipios de 2.000 a 4.999 hab.	8		
		municipios de menos de 2000 hab.	9		
APES105	6-9	Area Pequeña		GEO	dentro de la provincia
	6-7	Comarca	01-99		
	8-9	Zona	01-99		
APES106	10-13	Unidad elemental de muestreo (UEM)	0001-9999	GEO	dentro de la pequeña area
		Características personales			
APES201	22-25	Nº de orden de la persona en el hogar			
		persona uno	0001		
			
		persona treinta y cinco	0035		
APES202	26	Sexo		EPA	
		Varón	1		
		Mujer	6		
APES203	27-29	Edad		EPA	
		0 años	000		
		1 año	001		
			
		120 años	120		
APES206	30-31	Relación con la persona de referencia		EPA	
		Persona de referencia	01		
		Cónyuge o pareja	02		
		Hijo o hija	03		
		Yerno, nuera	04		
		Nieto/a	05		
		Padre o madre	06		
		Otro parentesco	07		
		Servicio doméstico	08		

Variable	Posición	Nombre y descripción	Valores	Disponible	Comentarios
		No emparentado	09		
APES207	32	Estudios de más alto nivel completados		EPA	
		Menor de 10 años	B		
		Analfabetos	1		
		Sin estudios	2		
		Primaria	3		
		EGB o bachiller elemental	4		
		Formación profesional primera etapa	5		
		Formación profesional segunda etapa	6		
		BUP, bachiller y COU	7		
		Diplomado y equivalentes	8		
		Licenciado y equivalentes	9		
APES208	33	Relación con la actividad		EPA	
		Ocupado	1		
		Parado	2		
		Inactivo	3		
		Servicio militar o equivalente	4		
		Menor de 16 años	5		
APES210	34	Situación profesional		EPA	
		Profesional o empresario sin asalariados	1		
		Empleador	2		
		Asalariado	3		
		Ayuda familiar	4		
		No aplicable	5		
APES211	35-36	Condición socioeconómica		EPA	
		Empresarios agrarios con asalariados	01		
		Empresarios agrarios sin asalariados	02		
		Miembros de cooperativas agrarias	03		
		Directores y jefes de explotaciones agrarias	04		
		Resto de trabajadores agrarios	05		
		Profesionales, técnicos y asimilados que ejercen su actividad por cuenta propia, con o sin asalariados	06		
		Empresarios no agrarios con asalariados	07		
		Empresarios no agrarios sin asalariados	08		
		Miembros de cooperativas no agrarias	09		
		Directores y gerentes de establecimientos no agrarios, altos funcionarios de la Admón. Pública, CC.AA. y corporaciones locales	10		

Variable	Posición	Nombre y descripción	Valores	Disponible	Comentarios
		Profesionales, técnicos y asimilados que ejercen su actividad por cuenta ajena	11		
		Profesionales en ocupaciones exclusivas de la administración pública	12		
		Resto del personal administrativo y comercial	13		
		Resto del personal de los servicios	14		
		Contramaestres y capataces de establecimientos no agrarios	15		
		Operarios cualificados y especializados de establecimientos no agrarios	16		
		Operarios sin especialización de establecimientos no agrarios	17		
		Profesionales de las fuerzas armadas	18		
		No clasificables por condición socioeconómica	19		
		Características de la persona de referencia			
APES301	37	Sexo	1,6	EPA,EPF	
APES302	38-40	Edad	001-120	EPA,EPF	
APES303	41	Estudios de más alto nivel completados	B,1-9	EPA,EPF	como APES207
APES304	42	Relación con la actividad	1-5	EPA,EPF	como APES208
APES306	43	Situación profesional	1-5	EPA,EPF	como APES210
APES307	44-45	Condición socioeconómica	01-19	EPA,EPF	como APES211
		Características del hogar			
APES401	14-19	Nº de la vivienda en la sección	000010-159999	-	dentro de la unidad elemental de muestreo
APES402	21	Nº del hogar dentro de la vivienda		-	
		primer hogar	1		
			
		octavo hogar	8		
		hogar transitorio	0		
APES403	46-47	Tipo de hogar		EPA,EPF	
		Unipersonal, varón de 15 a 64 años	01		
		Unipersonal, mujer de 15 a 64 años	02		
		Unipersonal, varón mayor de 64 años	03		
		Unipersonal, mujer mayor de 64 años	04		
		Dos adultos de 15 a 64 años	05		

Variable	Posición	Nombre y descripción	Valores	Disponible	Comentarios
		Dos adultos, al menos uno mayor de 64	06		
		Un adulto varón, con uno o más niños de menos de 15 años	07		
		Un adulto mujer, con uno o más niños de menos de 15 años	08		
		Dos adultos con un niño <15	09		
		Dos adultos con dos niños <15	10		
		Dos adultos con tres niños <15	11		
		Dos adultos con cuatro o más niños <15	12		
		Tres o más adultos con uno o más niños <15	13		
		Tres o más adultos sin menores de 15	14		
		Todos los miembros son menores de 15	15		
APES404	48-49	Número de activos en el hogar	00-35	EPA,EPF	En blanco para transeúntes
APES405	50-51	Número de personas ocupadas	00-35	EPA,EPF	En blanco para transeúntes
APES406	52-53	Número de personas paradas	00-35	EPA,EPF	En blanco para transeúntes
APES407	54-55	Número de personas menores de 16 años	00-35	EPA,EPF	En blanco para transeúntes
APES408	56-57	Número de personas mayores de 64 años	00-35	EPF	En blanco para transeúntes
APES409	58-59	Tamaño del hogar	00-35	EPA,EPF	En blanco para transeúntes
APES410	60	Calefacción		EPF	
		Calefacción colectiva	1		
		Calefacción individual	2		
		Sólo algún aparato fijo o móvil para calentar	3		
		No tiene calefacción	4		
		Transeúntes	B		
APES411	61	Refrigeración de la vivienda		EPF	
		Sí	1		
		No	2		
		Transeúntes	B		
APES412	62-65	Superficie útil de la vivienda(m2)	0000-9999	EPF	
APES413	66	Regimen de tenencia de la vivienda		EPF	
		Propiedad por compra totalmente pagada	1		
		Propiedad por compra con pagos pendientes	2		
		Propiedad por herencia	3		
		Facilitada gratuita o semigratuitamente	4		
		En alquiler	5		

Variable	Posición	Nombre y descripción	Valores	Disponible	Comentarios
		Otras formas	6		
		hostal, posada	B		
APES414	67-70	Año de construcción	0000-9999	EPF	
APES415	71	Tipo de residencia		EPF	
		Residencia principal	1		
		Residencia estable	6		
		Residencia provisional	7		
APES416	20	Número de habitantes			
		Un habitante	1		
			
		Ocho habitantes	8		
		Transeúntes	0		
		Variables imputadas			
APES501	72	Registrado en una oficina de empleo público	1,2	EPA	Imputado de la EPA
		Registrado	1		
		No registrado	2		
APES502	73-80	Total de ingresos del hogar	00000000-99999999	EPF	Imputado de la EPF
		Variables calculadas			
APES503	81	Desempleo ILO			
		Si	1		Apes208=2
		No	0		en otro caso
APES504	82	Hogar Unipersonal			
		Si	1		Apes403=01-04
		No	0		en otro caso
APES505	83-87	Nº total de miembros familiares normalizado		00-35	dos enteros y tres decimales

Tabla 1.1: Población artificial EURAREA, España. APES

1.3 Definición de variables y parámetros

1.3.1 Definición de APES501

El demandante del empleo es la persona que está registrada en la Oficina Nacional de Empleo del Ministerio de Trabajo (Instituto Nacional de Empleo, INEM) para pedir trabajo. A las personas entrevistadas, en la Encuesta de Población Activa, se les pide que contesten si ellos son demandantes del empleo. Si la respuesta es positiva, APES501 toma el valor "1", en otro caso su valor es "2".

1.3.2 Definición de APES502

La variable APES502 se define en la EPF como el ingreso neto total debido a la renta anual monetaria de la familia en el año anterior a la entrevista. Para las aplicaciones de EURAREA,

se han excluido ingresos por capital y propiedades ya que estos componentes no son adecuados para las simulaciones. También se han excluido los componentes no monetarios (el alquiler de viviendas en propiedad, el consumo de producción propia y recuperación de imposiciones a largo plazo, bonos, letras del tesoro o acciones) debido a la falta de comparabilidad internacional. El ingreso neto total debido a la renta anual monetaria de la familia, tal como se usa en EURAREA, se refiere a los siguientes componentes:

- Ingreso por trabajo
 - Sueldos y salarios
 - Ingresos de trabajo por cuenta propia
- Ingresos personales
 - Transferencias personales
- Transferencias sociales
 - Pensiones de jubilación y viudedad
 - Otras transferencias sociales
 - * Ingresos por desempleo
 - * Ingresos relacionados con la familia
 - * Ingresos por invalidez o enfermedad
 - * Ingresos relacionados con la educación
 - * Subsidio de la vivienda
 - * Asistencia social
 - * Otros ingresos

1.3.3 Definición de APES505

El objetivo de la normalización de los ingresos familiares es ajustarlo a los diferentes tamaños y composiciones de las familias. La definición del número total normalizado de miembros familiares se hace a partir de la escala usada por la OCDE y modificada por EUROSTAT¹. Esta escala da un peso de 1.0 al primer adulto, 0.5 al segundo y a las personas siguientes mayores de catorce años y 0.3 a los menores de catorce años que componen la familia. El tamaño normalizado de una familia es la suma de los pesos asignada a cada persona. Así el número total normalizado de los miembros familiares es

$$APES505 = 1 + 0.5(N_{\geq 14} - 1) + 0.3N_{<14},$$

donde $N_{\geq 14}$ es el número de personas con catorce o más años y $N_{<14}$ es el número de niños con menos de catorce años.

¹Definiciones obtenidas de la publicación de estadística social de EUROSTAT - renta, pobreza y exclusión social: 2001

1.3.4 Parámetros objetivo

Los parámetros objetivo estándar investigados en el proyecto EURAREA son:

- *La proporción de la población económicamente activa que está desempleada según la definición de la Organización Internacional del Trabajo (OIT).* Este parámetro corresponde a la proporción de individuos con APES208 = 2 (o equivalentemente, con APES503 = 1), entre las personas económicamente activas (los individuos con APES208=1,2). Mas concretamente, el parámetro de interés es

$$\frac{\text{Total de APES503}}{\text{Total de APES208 = 1,2}}$$

- *La proporción de domicilios unifamiliares.* Este parámetro corresponde a la proporción de familias con APES403 = 01 - 04 (o equivalentemente, con APES504 = 1), entre el número total de familias. En concreto, el parámetro de interés es

$$\frac{\text{Total de APES504}}{\text{Total de APES206 = 1}}$$

- *La renta media neta normalizada de la familia.* Este parámetro corresponde a

$$\text{Media} \left\{ \frac{\text{APES502}}{\text{APES505}} \right\}$$

1.4 Fuentes complementarias

Para la generación del fichero APES, se han seleccionado las siguientes fuentes complementarias:

- La Encuesta de Población Activa (EPA)
- La encuesta de presupuestos familiares (EPF)
- El fichero Geo EURAREA perteneciente a España (GEO). Fichero restringido

Además, para la simulación Monte Carlo que se va a llevar a cabo dentro del proyecto EURAREA, también se usan las siguientes fuentes complementarias:

- El Registro Administrativo de Demandantes de Empleo de 1991 agregado por comarcas.
- El Registro Administrativo de Declaración de la Renta de Personas Físicas agregado por comarcas de 1991 (deflactado de 1999).

1.4.1 Encuesta de Población Activa (EPA)

Encuesta trimestral, disponible durante la década entera. Esta encuesta, referida al segundo trimestre de 1991, se utiliza para proporcionar valores de la variable “persona registrada como demandante de empleo en una oficina de empleo público” (APES501). Esta variable figura de forma explícita en el cuestionario de la EPA y se recoge para todas las personas entrevistadas. La imputación de esta variable en la población artificial, se hace usando variables explicativas comunes a ambas fuentes, lo que permite tenerlas disponibles para cada registro del fichero APES. El fichero de la EPA contiene 199,231 registros.

La descripción de las variables APES que aparecen en el fichero de la EPA se presenta en la Tabla 1.2. Las columnas de la Tabla 1.2 describen las diferentes características de cada una de las veintitrés variables que pertenecen simultáneamente al fichero APES y al fichero de la EPA. En la primera columna, *Variable*, aparecen las etiquetas. En la segunda columna, *Posición*, se presenta la posición del campo en el registro del fichero de la EPA. En la tercera columna, *Nombre y descripción*, aparece una pequeña descripción. En la cuarta columna, *Valores*, aparece el rango de valores válidos para la variable. En la quinta columna, *Comentarios*, se da el carácter de la variable cuando se ajustan modelos lineales generalizados para predecir APES501 (variable, factor o covariable).

En la Tabla 1.2, las variables APES están ordenadas de acuerdo a su posición en el fichero de la Encuesta de Población Activa Española de 1991.

Variable	Posición	Nombre y descripción	Valores	Comentarios
		Características de identificación		
APES103	4-5	Provincia	01-52	Factor
APES104	6	Estrato	1-9	Factor
APES202	14	Sexo	1,6	Factor
APES203	15-17	Edad	000-120	Covariable
APES206	18	Relación con la persona de referencia	1-9	Factor
APES207	19-20	Estudios de más alto nivel completados	01-09	Factor
APES208	21	Relación con la actividad	1-5	Factor
APES210	22	Situación profesional	1-5	Factor
APES501	23	Registrado en una oficina de empleo público	1, 2	Variable
APES211	24-25	Condición socioeconómica	01-19	Factor
		Características de la persona de referencia		
APES301	26	Sexo	1,6	Factor
APES302	27-29	Edad	001-120	Covariable
APES303	30-31	Estudios de más alto nivel completados	01-09	Factor
APES304	32	Relación con la actividad	1-5	Factor
APES306	33	Situación profesional	1-5	Factor
APES307	34-35	Condición socioeconómica	01-19	Factor
		Características del hogar		
APES409	36-37	Tamaño del hogar	00-35	Covariable
APES404	38-39	Número de activos en el hogar	00-35	Factor

Variable	Posición	Nombre y descripción	Valores	Comentarios
APES405	40-41	Número de personas ocupadas	00-35	Factor
APES406	42-43	Número de personas paradas	00-35	Factor
APES407	44-45	Número de miembros <16 años	00-35	Factor
APES408	46-47	Número de miembros >64 años	00-35	Factor
APES403	48-49	Tipo de hogar	01-15	Factor

Tabla 1.2: Las variables APES que aparecen en el fichero de la Encuesta de Población Activa.

1.4.2 Encuesta de presupuestos familiares (EPF)

Varias versiones de esta encuesta se han realizado durante la última década. Se ha seleccionado la EPF de 1990-91 como fuente complementaria para el fichero APES. Esta encuesta servirá como base para la variable "Ingreso anual neto del hogar". Por consiguiente, la imputación a la población artificial se llevará a cabo a nivel familiar, ya que el registro elemental en el fichero APES (es decir, el individuo) incluye, además de su propio identificador, un número de identidad común a todos los miembros de la misma familia. Se ha optado por imputar el valor de la renta familiar a todos los miembros de la familia. Por consiguiente, al finalizar el proceso de imputación, el valor de la renta familiar estará disponible en todos los registros del fichero APES. El archivo de EPF contiene 21,155 registros.

La descripción de las variables APES que aparecen en el fichero de la EPF se muestra en la Tabla 1.3. Las columnas de la Tabla 1.3 describen las diferentes características de cada una de las 21 variables que pertenecen simultáneamente a APES y al fichero de la EPF. En la primera columna, *Variable*, aparecen las etiquetas. En la segunda columna, *Posición*, aparece la posición de los campos en el registro de la EPF. En la tercera columna, *Nombre y descripción*, aparece una descripción corta de la variable. En la cuarta columna, *Valores*, se da el rango de valores válidos para la variable. En la quinta columna, *Comentarios*, aparece el carácter que recibe al ajustar el modelo lineal generalizado para predecir APES502 (variable, factor o covariable).

En la Tabla 1.3, las variables APES se ordenan según su posición en el fichero de la Encuesta de Presupuestos de Familiares Española de 1991.

Variable	Posición	Nombre y descripción	Valores	Comentarios
		Características de identificación		
APES102	1-2	Comunidad autónoma	01-18	NUT-II
APES103	3-4	Provincia	01-52	Factor
APES104	5	Estrato	1-9	Factor
		Características de la persona de referencia		

Variable	Posición	Nombre y descripción	Valores	Comentarios
APES301	18	Sexo	1,6	Factor
APES302	19-21	Edad	001-120	Covariable
APES303	22	Estudios de más alto nivel completados	01-09	Factor
APES304	23	Relación con la actividad	1-5	Factor
APES306	24	Situación profesional	1-5	Factor
APES307	25-26	Condición Socioeconómica	01-19	Factor
		Características del hogar		
APES403	27-28	Tipo de hogar	01-15	Factor
APES404	29-30	Número de activos en el hogar	00-35	Factor
APES405	31-32	Número de personas ocupadas	00-35	Factor
APES406	33-34	Número de personas paradas	00-35	Factor
APES407	35-36	Número de miembros <16 años	00-35	Factor
APES408	37-38	Número de miembros >64 años	00-35	Factor
APES409	39-40	Tamaño del hogar	00-35	Covariable
APES410	46	Calefacción	1-4	Factor
APES411	47	Refrigeración de la vivienda	1,6	Factor
APES412	48-51	Superficie útil de la vivienda(m2)	0000-9999	Covariable
APES413	52	Regimen de tenencia de la vivienda	1-6	Factor
APES502	61-68	Total de ingresos del hogar	00000000-99999999	Variable

Tabla 1.3: Las variables APES que aparecen en el fichero de la Encuesta de Presupuestos Familiares EPF.

1.4.3 El fichero GEO EURAREA, España (GEOS). Fichero restringido

Este archivo es la base para unir los códigos geográficos del fichero APES con todo el conjunto de códigos geográficos estándar que se usan dentro del INE y en particular en las fuentes seleccionadas (Censo, EPA y EPF). A cierto nivel (NUT III, provincia) los códigos son exactamente los mismos en cada fuente, mientras que a niveles inferiores se reenumeran las zonas geo en APES para prevenir la identificación indirecta. El fichero GEOS es de uso restringido y sólo puede accederse por personal del INE.

Los códigos Geos estándar en España son:

- (i) Comunidad Autónoma (NUT II). Hay 17 Comunidades Autónomas, formadas por varias provincias. (algunas de ellas, sólo por una provincia).
- (ii) La provincia (NUT III). Son 52 en España, de tamaños diversos, formadas por un conjunto de municipios.
- (iii) El municipio. (sin código NUT oficial). Hay 8077 en España, con gran variedad de tamaños.

- (ii) El Distrito. Un conjunto de zonas enumeradas en el Censo dentro de un municipio.
- (v) Zona de enumeración censal o unidad elemental de muestreo (UEM). Hay 31.881 en España. Constituyen las áreas cerradas dentro de un municipio con un máximo de 3.000 habitantes. Tienen algún estatus legal, como su utilización en los procesos electorales. También es la unidad elemental de muestreo en los diseños multietápicas del INE.

Además de, los códigos geos estándar, GEOS define también un código virtual para la unidad elemental de muestreo, UEM (v), como resultado de reenumerar el código original UEM, para ser incluido en APES.

Se ha creado una área pequeña "la Comarca-INE" que es la unidad territorial ad hoc para la investigación del proyecto EURAREA. Esta división territorial consiste en una área geográfica intermedia debajo del nivel de la Provincia (NUT III). El INE tradicionalmente la usa como las áreas del control de calidad para la vigilancia de trabajo de campo en los censos y estudios, bajo la competencia de un jefe de área de trabajo de campo (Comarca-INE).

La formación de las Comarcas-INE se apoya en los siguientes criterios:

- No más de 50 Municipios.
- No más de 100.000 habitantes.
- No más de 72 unidades elementales de muestreo. (UEM)

También se tiene en cuenta algún componente estructural (social, económico). Algunas de las administraciones regionales de España están en proceso de definir otra áreas subprovinciales para sus estadísticas oficiales (por ejemplo, islas, zonas económicas, etc.) que podrían eventualmente incorporarse al código geográfico de EURAREA.

1.4.4 El registro administrativo de demandantes del empleo. España

Es una fuente externa que proporciona una covariable a nivel de área pequeña y que no se usa para generar el fichero APES. El Instituto Nacional de Empleo (INEM) proporciona el perfil del demandante de empleo registrado, según la edad y sexo, desde mediados de 1990 para los distintos niveles territoriales (Provincia, Municipio) junto con el código postal del área. Para cada demandante también se guarda la condición de ser o no un desempleado registrado. No existe una correspondencia exacta entre los códigos postales y los códigos geo estándar del INE, aunque se puede obtener la estructura de población (UEM) dentro del área postal. Desgraciadamente, los datos de desempleo para 1991 sólo están disponibles a nivel de municipio en sus totales, sin la clasificación de género-edad. En consecuencia, los datos de este registro administrativo se utilizan solamente como variable auxiliar para ajustar modelos a nivel de área pequeña en los experimentos de simulación.

1.5 Comentarios generales sobre la modelización de APES501 y APES502

En este apartado exploramos las dificultades que surgen al ajustar un modelo lineal para predecir APES501 (paro registrado en una oficina de empleo público) en el fichero de la EPA y para predecir APES502 (total neto de ingresos familiares) en el fichero de la EPF. El fichero de la EPA contiene 199,231 registros con 23 variables APES y el de la EPF contiene 21,155 registros con 21 variables APES. Algunas de las variables son discretas y por consiguiente se tratan como factores. Las variables continuas se consideran como covariables. Para el caso de factores con a niveles, se estiman $a - 1$ parámetros (el parámetro para el último nivel es cero); sin embargo, para el caso de covariables sólo se estima un parámetro.

El diseño muestral de la EPA y de la EPF españolas es tal que se obtiene la independencia estadística entre comunidades autónomas (niveles de la variable APES102). A la pregunta de qué es preferible si seleccionar un modelo con la variable APES102 como factor o buscar 18 modelos diferentes (uno para cada Comunidad Autónoma), la respuesta es que ambas posibilidades se estudiaron y la conclusión ha sido que la segunda opción es mejor. Es decir, en esta memoria se usa la estrategia de “divide y vencerás” y se presentan preferentemente los resultados relativos a las Comunidades Autónomas de La Rioja y de Valencia.

El comportamiento de las variables APES501 y APES502 varía significativamente entre comunidades autónomas, por lo tanto, ajustar un modelo global para todo el conjunto de datos se vuelve una tarea muy difícil. No se ha encontrado un buen modelo global y las dificultades computacionales (tiempo de proceso de CPU) no son despreciables. Además, los modelos “buenos” se encuentran cuando hay variables explicativas “buenas” y este no es siempre el caso en los ficheros de la EPA y de la EPF.

El conocimiento a priori de los estadísticos también es una buena herramienta para el modelado. En este caso, el conocimiento de la economía y la sociedad española es de gran ayuda. Ésta es otra razón para preferir la Comunidad Autónoma como zona geográfica donde ajustar los modelos.

Los modelos lineales que se presentan en capítulos posteriores han sido la base para elaborar la estrategia final para construir el fichero de datos APES. Estos explican alrededor del sesenta por ciento de la variabilidad de APES501 y APES502.

El modelo para APES502 no tiene una proporción adecuada entre el número de parámetros estimados y tamaño de la muestra. Para aumentar la diferencia entre el tamaño muestral y el número de parámetros a estimar, las Comunidades Autónomas con una sola provincia no reciben un tratamiento separado. La única excepción es Baleares debido a su carácter de archipiélago.

Los modelos finales, para el proceso de imputación de las variables APES501 y APES502 en el fichero APES, se ajustaron para las siguientes áreas regionales:

1. Andalucía + Ceuta y Melilla
2. Aragón
3. Asturias + Cantabria

4. Baleares
5. Canarias
6. Castilla León
7. Castilla La Mancha + Murcia
8. Cataluña
9. Valencia
10. Extremadura
11. Galicia
12. Madrid
13. Navarra + La Rioja
14. País Vasco

1.5.1 Modelos lineales generalizados

Para facilitar la exposición de los procedimientos metodológicos utilizados en esta memoria, es útil dar una descripción breve de los modelos lineales generalizados. Se usa la misma notación de McCullagh y Nelder (1998). Los modelos lineales generalizados son una extensión de modelos lineales clásicos, con la siguiente especificación en tres partes:

1. *El componente aleatorio*: Los componentes de Y ($n \times 1$) son independientes. Cada componente, Y_i , tiene una distribución en la familia exponencial (Normal en la configuración clásica) tomando la forma canónica

$$f_{Y_i}(y_i, \theta_i, \phi) = \exp \left\{ \frac{(y_i \theta_i - b(\theta_i))}{a(\theta_i)} + c(y_i, \phi) \right\}$$

para algunas funciones específicas $a(\cdot)$, $b(\cdot)$, $c(\cdot)$. La media y varianza de Y_i son $\mu_i = E[Y_i] = b'(\theta_i)$ y $V[Y_i] = b''(\theta_i)a(\phi)$ respectivamente, para alguna constante $\phi > 0$ respecto de las observaciones. Así para la distribución normal se tiene $\theta_i = \mu_i$, $\phi = \sigma^2$, $a(\phi) = \phi$, $b(\theta_i) = \frac{\theta_i^2}{2}$ y $c(y_i, \phi) = \frac{1}{2}(\frac{y_i^2}{\sigma^2} + \log(2\pi\sigma^2))$.

2. *El componente sistemático*: covariables continuas o discretas x_1, x_2, \dots, x_p ($n \times 1$) producen un predictor lineal η que viene dado por

$$\eta = \sum_{j=1}^p X_j \beta_j$$

3. *El nexo* entre el componente sistemático y el aleatorio ($g(x) = x$ en la configuración clásica):

$$\eta = g(\mu), \quad \text{donde } \mu = (\mu_1, \dots, \mu_n) \text{ es el vector de medias,}$$

Capítulo 2

Generación de un universo artificial para la provincia de La Rioja

2.1 Introducción

En este apartado se usa un modelo de regresión logística para predecir la variable APES501 del fichero de la EPA. El fichero de la EPA tiene 199.231 registros con 23 variables APES. Algunas de estas variables son continuas y por consiguiente tratadas como covariables y algunas de ellas son discretas y consideradas como factores.

En este apartado se presenta un modelo estadístico para predecir APES501 en la provincia de La Rioja (APES103 = 26). La variable de interés, APES501 (paro registrado en una oficina de empleo público según la EPA), es discreta con dos valores (1 - registrado, 2 - no registrado), por lo que buscamos un modelo de regresión logística, es decir, un modelo lineal generalizado para predecir variables categóricas con respuesta binaria.

Los registros con valores perdidos en la variable APES501 son eliminados del fichero de datos, y sólo se consideran las personas entre 16 y 64 años (las personas por debajo de 16 y por encima de 64 no pueden estar registrados en un oficina de empleo público). Como consecuencia, el fichero de datos de trabajo contiene 1.795 registros y 23 variables APES.

Los modelos lineales generalizados con respuesta binaria pueden ser descritos de la siguiente forma:

1. *El componente aleatorio*: Los componentes de Y ($n \times 1$) tienen distribuciones independientes de Bernoulli con esperanza $E[Y_i] = \pi_i$ y varianza $V[Y_i] = \pi_i(1 - \pi_i)$, $\pi_i \in (0, 1)$; es decir,

$$\theta_i = \frac{\pi_i}{1 - \pi_i}, \quad a(\phi) = \phi, \quad b(\theta) = \log(1 + e^{\theta_i}) \quad \text{y} \quad c(y, \phi) = 0.$$

2. *El componente sistemático*: covariables continuas o discretas x_1, x_2, \dots, x_p ($n \times 1$) que produce un predictor lineal η_i dado por:

$$\eta = \sum_{j=1}^p x_{ij} \beta_j, \quad i = 1, \dots, n.$$

En el caso de variables dicotómicas se tiene que $\mu_i = \pi_i$ y el nexo es

$$\eta_i = g(\pi_i), \quad i = 1, \dots, n.$$

Sea $\phi(\cdot)$ la función de distribución de una normal estándar. Las funciones de nexo más usuales para modelos lineales generalizados con respuesta binaria se presentan en la Tabla 2.1

Nombre	Función de nexo
logit	$g(\pi) = \log\left(\frac{\pi}{1-\pi}\right)$
probit	$g(\pi) = \phi^{-1}(\pi)$
cloglog	$g(\pi) = \log(-\log(\pi))$

Tabla 2.1: Funciones de nexo para modelos con respuesta binaria

2.2 Modelos lineales para predecir APES501 en la provincia de la Rioja

La muestra aleatoria simple se obtiene en la EPA con un diseño de dos etapas (estratificado en la primera etapa). Esto significa que las diferentes observaciones de los diferentes estratos y provincias tienen diferentes pesos o factores de elevación (ver Tabla 2.2). La regresión logística con pesos se usa para ajustar el modelo lineal logístico a los datos.

Provincia (APES103)	Estrato	Frecuencia	Peso
La Rioja (26)	1	853	93.99
	6	224	90.57
	7	220	85.52
	8	187	87.46
	9	311	96.11

Tabla 2.2: Estratos y pesos en la Comunidad Autónoma de La Rioja

En nuestro caso Y es APES501 y el análisis estadístico se presenta en tres apartados. En el primero buscamos un buen modelo lineal generalizado para predecir APES501 con nexo logit, en el segundo usamos nexo cloglog y en el tercero usamos nexo probit. Finalmente se comparan los tres modelos obtenidos.

En orden decreciente de complejidad, se analiza el ajuste de una sucesión de modelos. Para comparar los modelos se calculan los estadísticos desviación. Como consecuencia de este procedimiento, se selecciona el siguiente modelo para los tres nexos que aparecen en la Tabla 2.1.

1. APES501 es Bernoulli (π_i).
2. Las funciones de nexo son $\eta_i = \log(\pi_i/(1 - \pi_i))$, $\eta_i = \phi^{-1}(\pi_i)$, o $\eta_i = \log(-\log(1 - \pi_i))$.
3. La ecuación del modelo es

$$\eta_i = \text{Constante} + [APES202] + [APES207] + [APES208] + [APES211] + [APES206] + [APES307] + [APES301] + [APES304] + [APES409] + [APES202 * APES207] + [APES202 * APES304] + \beta_{APES409} APES409$$

Este modelo tiene una covariable, APES409 (número de miembros de la familia). Los factores del modelo con sus correspondientes niveles y tamaños muestrales se presentan en la Tabla 2.3.

Variable	Niveles	n
APES202 Sexo	1	912
	6	883
APES206 Relación con el cabeza de familia	1	662
	2	596
	3	494
	4	10
	5	5
	6	2
	7	18
	8	0
	9	8
APES207 Nivel de educación	1	7
	2	30
	3	977
	4	285
	5	72
	6	62
	7	163
	8	120
	9	79
APES208 Relación con la actividad	1	968
	2	96
	3	729
	4	7
	5	0

Variable	Niveles	n
APES211 Condición socioeconómica	0	754
	1	0
	2	93
	3	0
	4	1
	5	22
	6	14
	7	41
	8	131
	9	12
	10	17
	11	108
	12	12
	13	145
	14	77
	15	5
	16	307
	17	29
	18	7
19	20	
APES301 sexo de la persona de referencia	1	1654
	6	141
APES304 Relación con la actividad de la persona de referencia	1	1359
	2	64
	3	372
	4	0
APES307 Condición socioeconómica de la persona de referencia	0	372
	1	0
	2	155
	3	0
	4	1
	5	36
	6	16
	7	81
	8	225
	9	16
	10	44
	11	93
	12	27
	13	158
	14	58
	15	8
	16	437
	17	32
	18	15
19	21	

Tabla 2.3: Factores, niveles y tamaños muestrales

APES208 (relación con la actividad) toma sólo cuatro valores en los 1795 registros que consideramos y es uno de los factores más útiles para predecir APES501. En la Figura 2.1 para

cada nivel de APES208 se dibujan los valores de los datos de la variable APES501.

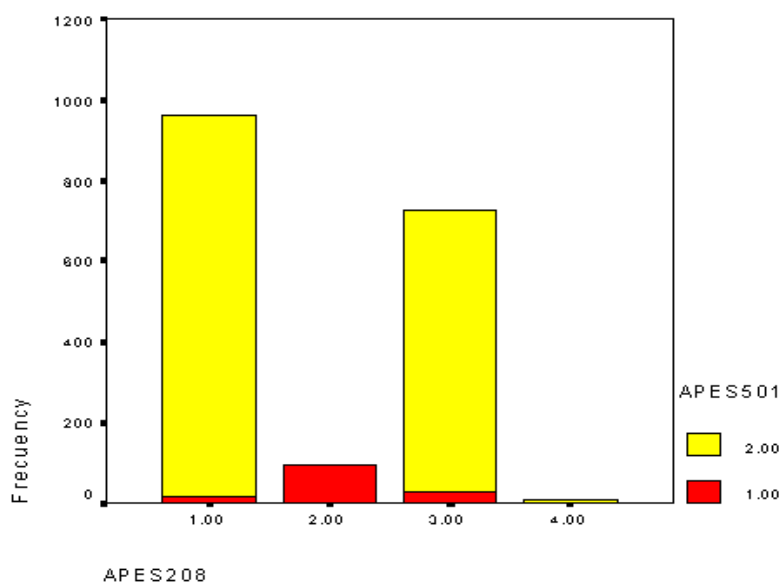


Figura 2.1: Factor APES501 frente a APES208

2.2.1 Modelo lineal generalizado con nexo logit

En la Tabla 2.4 se presenta el análisis de la desviación para el nexo logit.

	g.l.	Desviación	g.l. Resid.	Desv. Resid.	F	p-valor
Modelo nulo			1794	90931.30		
APES202	1	327.10	1793	90604.20	5.205	0.023
APES206	7	4073.98	1786	86530.21	9.260	0.000
APES211	17	11383.69	1769	75146.52	10.655	0.000
APES207	8	2208.65	1761	72937.87	4.393	0.000
APES208	3	40507.31	1758	32430.56	214.842	0.000
APES301	1	263.96	1757	32166.60	4.200	0.041
APES304	2	643.61	1755	31522.99	5.120	0.006
APES307	15	2352.40	1740	29170.60	2.495	0.001
APES409	1	118.85	1739	29051.71	1.939	0.164
APES202*APES207	8	1141.92	1731	27909.83	2.328	0.017
APES202*APES304	2	696.47	1729	27213.35	5.680	0.003

Tabla 2.4: Análisis de la desviación

Los estadísticos desviación son

Desviación del modelo nulo: 90931.3 con 1794 grados de libertad.

Desviación del modelo seleccionado: 27213.35 con 1729 grados de libertad.

En la Tabla 2.5 se muestran los coeficientes estimados del modelo

Parámetro	estimación	error estándar	t valor
Constante	12.084	29.285	0.413
[APES202=6]	9.479	31.470	0.301
[APES206=2]	0.409	0.076	5.398
[APES206=3]	-0.460	0.057	-8.083
[APES206=4]	8.190	9.197	0.890
[APES206=5]	32.564	11.704	2.782
[APES206=6]	0.913	20.703	0.044
[APES206=7]	8.345	2.589	3.223
[APES206=9]	8.755	10.536	0.831
[APES211=4]	-9.937	28.383	-0.350
[APES211=5]	-7.216	2.581	-2.796
[APES211=6]	-9.478	2.586	-3.666
[APES211=7]	0.263	4.888	0.054
[APES211=8]	-0.059	3.422	-0.017
[APES211=9]	1.999	8.292	0.241
[APES211=10]	-3.003	6.020	-0.499
[APES211=11]	-5.377	2.582	-2.083
[APES211=12]	1.387	8.001	0.173
[APES211=13]	-6.670	2.580	-2.585
[APES211=14]	-8.095	2.579	-3.138
[APES211=15]	3.495	11.935	0.293
[APES211=16]	-7.541	2.579	-2.924
[APES211=17]	-7.824	2.581	-3.031
[APES211=18]	-8.436	13.992	-0.603
[APES211=19]	0.704	4.646	0.152
[APES211=0]	-6.997	7.358	-0.951
[APES207=2]	9.937	30.002	0.331
[APES207=3]	1.358	29.399	0.046
[APES207=4]	-0.362	29.399	-0.012
[APES207=5]	9.547	29.776	0.321
[APES207=6]	-0.025	29.399	-0.001
[APES207=7]	9.351	29.461	0.317
[APES207=8]	0.828	29.399	0.028
[APES207=9]	0.525	29.399	0.018
[APES208=2]	27.452	3.632	-7.559
[APES208=3]	-1.603	6.892	-0.233
[APES208=4]	8.201	11.755	0.698
[APES301=6]	-0.872	0.066	-13.188
[APES304=2]	-2.380	0.128	-18.619
[APES304=3]	-2.418	0.129	-18.812

Parámetro	estimación	error estándar	t valor
[APES307=5]	-2.903	0.134	-21.636
[APES307=6]	8.060	6.488	1.242
[APES307=7]	-0.883	0.162	-5.434
[APES307=8]	-0.446	0.139	-3.218
[APES307=9]	-3.528	0.166	-21.187
[APES307=10]	6.018	2.808	2.143
[APES307=11]	-2.681	0.137	-19.590
[APES307=12]	-1.631	0.194	-8.425
[APES307=13]	-0.833	0.137	-6.087
[APES307=14]	-1.537	0.142	-10.801
[APES307=15]	-4.810	0.177	-27.148
[APES307=16]	-1.091	0.121	-9.010
[APES307=17]	-2.000	0.159	-12.608
[APES307=18]	7.346	9.746	0.754
[APES307=19]	-3.015	0.192	-15.665
APES409	0.119	0.016	7.232
[APES202=6*APES207=2]	10.618	32.820	-0.324
[APES202=6*APES207=3]	10.113	31.470	-0.321
[APES202=6*APES207=4]	-8.821	31.470	-0.280
[APES202=6*APES207=5]	20.017	31.823	-0.629
[APES202=6*APES207=6]	11.754	31.471	-0.373
[APES202=6*APES207=7]	16.669	31.529	-0.529
[APES202=6*APES207=8]	10.277	31.471	-0.327
[APES202=6*APES207=9]	-2.120	31.644	-0.067
[APES202=6*APES304=2]	10.118	3.156	3.206
[APES202=6*APES304=3]	1.574	0.089	17.732

Tabla 2.5: Parámetros no nulos del modelo

En este modelo se han estimado 66 parámetros. Damos el siguiente porcentaje de ajuste:

$$1 - \frac{\text{Desviación del modelo seleccionado}}{\text{Desviación del modelo nulo}} = 1 - \frac{27213.35}{90931.3} = 70.072\%.$$

En el caso de datos binomiales, los residuos no son una buena herramienta para analizar el ajuste del modelo, alguna intuición obtenemos mirando sus gráficos. Se obtuvieron residuos de Pearson frente a cada factor y gráficos $Q-Q$ de normalidad. No se observaron patrones de comportamiento incompatibles con las hipótesis del modelo.

2.2.2 Modelo lineal generalizado con nexo cloglog

En la Tabla 2.6 se presenta el análisis de la desviación para el nexo cloglog.

	g.l.	Desviación	g.l. Resid.	Desv. Resid.	F	p-valor
Modelo nulo			1794	90931.30		
APES202	1	327.10	1793	90604.20	6.758	0.009
APES206	7	4090.81	1786	86513.38	12.145	0.000
APES211	17	11369.25	1769	75144.13	13.898	0.000
APES207	8	2186.12	1761	72958.02	5.679	0.000
APES208	3	40388.05	1758	32569.97	279.773	0.000
APES301	1	225.36	1757	32344.61	4.683	0.031
APES304	2	386.33	1755	31958.28	4.014	0.018
APES307	15	2514.03	1740	29444.25	3.483	0.000
APES409	1	114.37	1739	29329.88	2.377	0.123
APES202*APES207	8	1162.25	1731	28167.63	3.019	0.002
APES202*APES304	2	851.35	1729	27316.28	8.846	0.000

Tabla 2.6: Análisis de la desviación

Los estadísticos desviación son

Desviación del modelo nulo: 90931.3 con 1794 grados de libertad.

Desviación del modelo seleccionado: 27316.28 con 1729 grados de libertad.

En la Tabla 2.7 se muestran los coeficientes estimados del modelo

Parámetro	estimación	error estándar	t valor
Constante	2.580	4.914	0.525
[APES202=6]	2.261	5.252	0.431
[APES206=2]	0.022	0.026	0.862
[APES206=3]	-0.213	0.019	-11.247
[APES206=4]	1.408	1.371	1.027
[APES206=5]	15.256	6.147	2.482
[APES206=6]	-0.184	3.513	-0.052
[APES206=7]	2.995	0.671	4.467
[APES206=9]	1.531	1.529	1.001
[APES211=4]	-2.744	4.744	-0.578
[APES211=5]	-1.473	0.407	-3.624
[APES211=6]	-2.414	0.417	-5.796
[APES211=7]	-0.190	0.759	-0.250
[APES211=8]	-0.064	0.528	-0.121
[APES211=9]	0.211	1.341	0.157
[APES211=10]	-0.623	0.936	-0.665

Parámetro	estimación	error estándar	t valor
[APES211=11]	-0.838	0.407	-2.061
[APES211=12]	0.137	1.267	0.108
[APES211=13]	-1.090	0.406	-2.684
[APES211=14]	-1.757	0.405	-4.335
[APES211=15]	1.151	1.678	0.686
[APES211=16]	-1.628	0.405	-4.020
[APES211=17]	-1.516	0.407	-3.721
[APES211=18]	-1.729	2.461	-0.703
[APES211=19]	0.944	1.069	0.883
[APES211=0]	-0.767	5.432	-0.141
[APES207=2]	2.744	5.017	0.547
[APES207=3]	0.880	4.931	0.178
[APES207=4]	0.354	4.931	0.072
[APES207=5]	3.066	4.973	0.617
[APES207=6]	0.618	4.931	0.125
[APES207=7]	3.594	4.944	0.727
[APES207=8]	0.773	4.931	0.157
[APES207=9]	0.292	4.931	0.059
[APES208=2]	-15.264	2.581	-5.915
[APES208=3]	-1.120	5.417	-0.207
[APES208=4]	0.845	5.599	0.151
[APES301=6]	-0.392	0.024	-16.294
[APES304=2]	-0.886	0.059	-15.042
[APES304=3]	-0.647	0.035	-18.522
[APES307=5]	-0.898	0.041	-22.127
[APES307=6]	1.888	1.002	1.884
[APES307=7]	-0.001	0.051	-0.021
[APES307=8]	0.022	0.036	0.601
[APES307=9]	-0.989	0.060	-16.472
[APES307=10]	1.233	0.567	2.174
[APES307=11]	-0.762	0.041	-18.659
[APES307=12]	-0.232	0.067	-3.452
[APES307=13]	-0.239	0.035	-6.846
[APES307=14]	-0.382	0.038	-10.000
[APES307=15]	-1.839	0.087	-21.205
[APES307=16]	-0.229	0.030	-7.615
[APES307=17]	-0.490	0.047	-10.413
[APES307=18]	1.154	1.881	0.614
[APES307=19]	-1.445	0.091	-15.916
APES409	0.042	0.005	8.010
[APES202=6*APES207=2]	-2.774	5.450	-0.509
[APES202=6*APES207=3]	-2.440	5.252	-0.465
[APES202=6*APES207=4]	-2.034	5.252	-0.387
[APES202=6*APES207=5]	-5.195	5.291	-0.982

Parámetro	estimación	error estándar	t valor
[APES202=6*APES207=6]	-3.284	5.252	-0.625
[APES202=6*APES207=7]	-4.466	5.264	-0.848
[APES202=6*APES207=8]	-2.453	5.252	-0.467
[APES202=6*APES207=9]	0.013	5.289	0.002
[APES202=6*APES304=2]	3.014	0.696	4.333
[APES202=6*APES304=3]	0.589	0.029	20.155

Tabla 2.7: Parámetros no nulos del modelo

En este modelo se han estimado 66 parámetros. Damos el siguiente porcentaje de ajuste:

$$1 - \frac{\text{Desviación del modelo seleccionado}}{\text{Desviación del modelo nulo}} = 1 - \frac{27316.28}{90931.3} = 69.95\%.$$

Se construyeron gráficos de residuos de Pearson frente a cada factor y gráficos $Q-Q$ de normalidad. No se observaron patrones de comportamiento incompatibles con las hipótesis del modelo.

2.2.3 Modelo lineal generalizado con nexo probit

Con el nexo probit obtenemos:

	g.l.	Desviación	g.l. Resid.	Desv. Resid.	F	p-valor
Modelo nulo			1794	90931.30		
APES202	1	327.10	1793	90604.20	6.032	0.014
APES206	7	4084.72	1786	86519.48	10.761	0.000
APES211	17	11378.06	1769	75141.42	12.342	0.000
APES207	8	2223.66	1761	72917.76	5.126	0.000
APES208	3	40416.60	1758	32504.17	248.416	0.000
APES301	1	243.54	1757	32260.63	4.491	0.034
APES304	2	486.15	1755	31774.48	4.482	0.011
APES307	15	2415.13	1740	29359.35	2.969	0.000
APES409	1	125.64	1739	29233.71	2.317	0.128
APES202*APES207	8	1159.98	1731	28073.73	2.674	0.006
APES202*APES304	2	770.95	1729	27302.78	7.108	0.001

Tabla 2.8: Análisis de la desviación

Los estadísticos desviación son

Desviación del modelo nulo: 90931.3 con 1794 grados de libertad.

Desviación del modelo seleccionado: 27302.78 con 1729 grados de libertad.

En la Tabla 2.9 se muestran los coeficientes estimados del modelo

Parámetro	estimación	error estándar	t valor
Constante	4.482	8.573	0.523
[APES202=6]	3.534	9.196	0.384
[APES206=2]	0.106	0.036	2.966
[APES206=3]	-0.267	0.027	-10.015
[APES206=4]	2.567	2.680	0.958
[APES206=5]	12.294	3.572	3.442
[APES206=6]	-0.023	6.099	-0.004
[APES206=7]	3.417	0.665	5.138
[APES206=9]	2.841	3.469	0.819
[APES211=4]	-4.011	8.297	-0.483
[APES211=5]	-2.457	0.738	-3.329
[APES211=6]	-3.571	0.743	-4.805
[APES211=7]	-0.167	1.392	-0.120
[APES211=8]	-0.113	0.971	-0.116
[APES211=9]	0.543	2.398	0.226
[APES211=10]	-1.024	1.730	-0.592
[APES211=11]	-1.620	0.738	-2.194
[APES211=12]	0.366	2.302	0.159
[APES211=13]	-2.056	0.737	-2.788
[APES211=14]	-2.859	0.737	-3.881
[APES211=15]	1.644	4.617	0.356
[APES211=16]	-2.632	0.736	-3.575
[APES211=17]	-2.631	0.739	-3.562
[APES211=18]	-2.902	4.071	-0.713
[APES211=19]	1.142	1.903	0.600
[APES211=0]	-1.511	2.133	-0.709
[APES207=2]	4.011	8.772	0.457
[APES207=3]	0.995	8.604	0.116
[APES207=4]	0.216	8.604	0.025
[APES207=5]	4.051	8.707	0.465
[APES207=6]	0.473	8.604	0.055
[APES207=7]	4.243	8.620	0.492
[APES207=8]	0.792	8.604	0.092
[APES207=9]	0.378	8.604	0.044
[APES208=2]	-11.829	1.047	-11.301
[APES208=3]	-1.563	2.002	-0.781
[APES208=4]	1.797	3.386	0.531
[APES301=6]	-0.487	0.032	-15.034
[APES304=2]	-1.186	0.068	-17.484
[APES304=3]	-1.005	0.054	-18.775
[APES307=5]	-1.311	0.058	-22.511
[APES307=6]	2.789	1.855	1.504

Parámetro	estimación	error estándar	t valor
[APES307=7]	-0.206	0.073	-2.804
[APES307=8]	-0.070	0.057	-1.228
[APES307=9]	-1.516	0.080	-18.969
[APES307=10]	1.990	0.798	2.495
[APES307=11]	-1.157	0.059	-19.467
[APES307=12]	-0.599	0.089	-6.706
[APES307=13]	-0.367	0.055	-6.645
[APES307=14]	-0.624	0.059	-10.541
[APES307=15]	-2.317	0.093	-25.030
[APES307=16]	-0.413	0.048	-8.524
[APES307=17]	-0.807	0.070	-11.592
[APES307=18]	2.225	2.885	0.771
[APES307=19]	-1.550	0.095	-16.266
APES409	0.060	0.008	7.848
[APES202=6*APES207=2]	-4.196	9.574	-0.438
[APES202=6*APES207=3]	-3.804	9.196	-0.414
[APES202=6*APES207=4]	-3.206	9.196	-0.349
[APES202=6*APES207=5]	-7.663	9.292	-0.825
[APES202=6*APES207=6]	-4.755	9.196	-0.517
[APES202=6*APES207=7]	-6.245	9.211	-0.678
[APES202=6*APES207=8]	-3.844	9.196	-0.418
[APES202=6*APES207=9]	-0.584	9.247	-0.063
[APES202=6*APES304=2]	4.122	1.216	3.389
[APES202=6*APES304=3]	0.779	0.042	18.760

Tabla 2.9: Parámetros no nulos del modelo

En este modelo se han estimado 66 parámetros. Damos el siguiente porcentaje de ajuste:

$$1 - \frac{\text{Desviación del modelo seleccionado}}{\text{Desviación del modelo nulo}} = 1 - \frac{27302.78}{90931.3} = 69.97\%.$$

Se construyeron gráficos de residuos de Pearson frente a cada factor y gráficos $Q-Q$ de normalidad. No se observaron patrones de comportamiento incompatibles con las hipótesis del modelo.

2.2.4 Comparación de modelos

En la Figura 2.2 y en la Tabla 2.10 aparecen el diagrama de barras y la tabla de frecuencias para APES501 respectivamente.

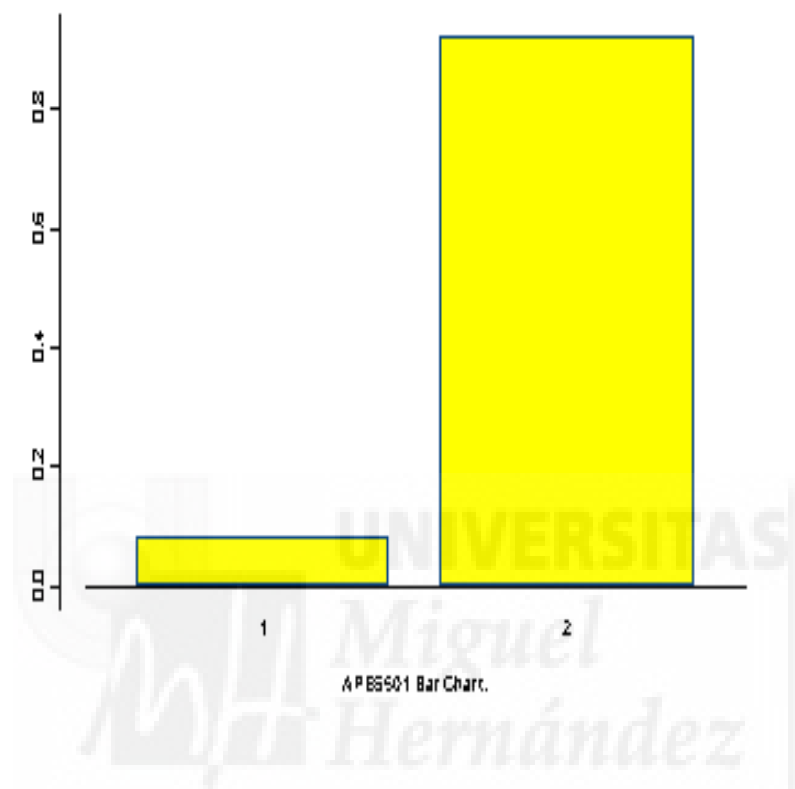


Figura 2.2: Diagrama de barras para APES501

Valores	frecuencia absoluta	frecuencia relativa
1 (registrado)	140	0.078
2 (no registrado)	1655	0.922

Tabla 2.10: Tabla de frecuencias para APES501

En la Figura 2.3 y en la Tabla 2.11 aparecen respectivamente el diagrama de barras y la tabla de frecuencias para las predicciones obtenidas con los diferentes modelos.

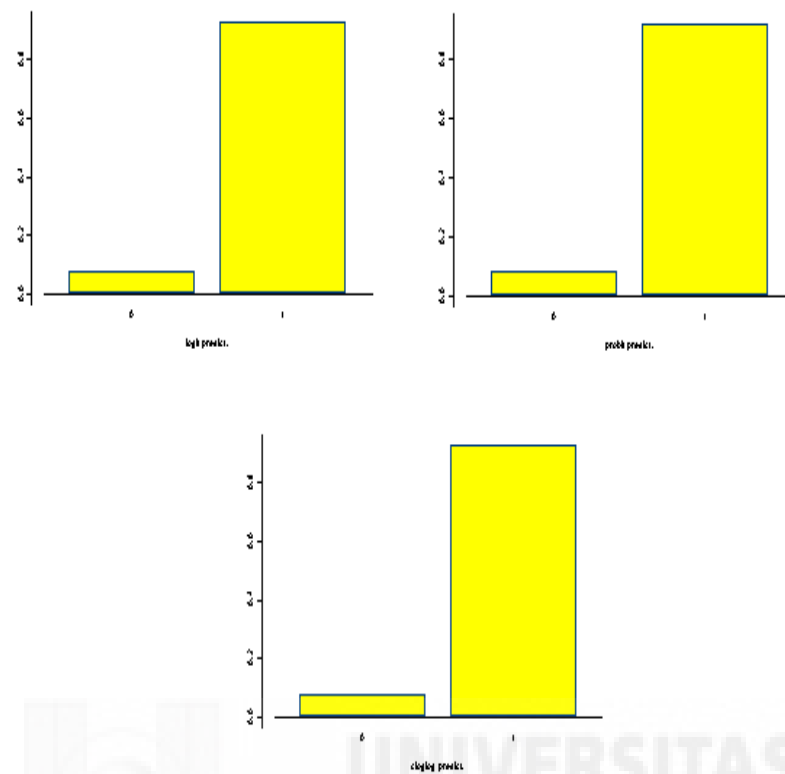


Figura 2.3: Diagrama de barras para las predicciones de APES501

Valores	logit		cloglog		probit	
	frec. abs.	frec. rel.	frec. abs.	frec. rel.	frec. abs.	frec. rel.
1 (registrado)	151	0.082	149	0.083	141	0.078
2 (no registrado)	1644	0.916	1646	0.917	1654	0.921

Tabla 2.11: Tabla de frecuencias para las predicciones de APES501

Los análisis previos demuestran que los tres modelos se comportan de forma similar. Sin embargo, el modelo logit se recomienda por la simplicidad de su función de nexos.

2.3 Un modelo lineal para predecir APES502 en la provincia de la Rioja

En este apartado se presenta un modelo estadístico para predecir APES502 en la provincia de La Rioja (APES102 = 17). En esta etapa, la principal finalidad de este modelo es tener una base para discutir y analizar la mejor estrategia para construir el fichero de datos APES.

En este caso Y es APES502, por lo que empezamos el análisis comprobando su normalidad. La Tabla 2.12 muestra que APES502 está lejos de verificar la hipótesis de normalidad. Esta circunstancia puede también comprobarse mirando los gráficos de normalidad que se presentan en las Figuras 2.4 y 2.5.

Tamaño muestral		357
Parámetros estimados	Media	2.141.861
	Desviación estándar	1.662.022
diferencias extremas	Absoluta	0,1455
	Positiva	0,1442
	Negativa	-0,1455
Z de Kolmogorov - Smirnov		2,7485
p-valor asintótico bilateral		0

Tabla 2.12: Contraste de normalidad de Kolmogorov - Smirnov para APES502

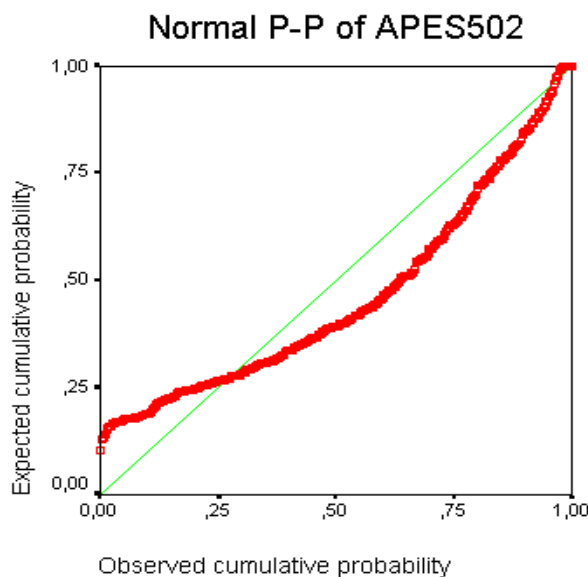


Figura 2.4: Gráfico estándar para la normalidad de APES502

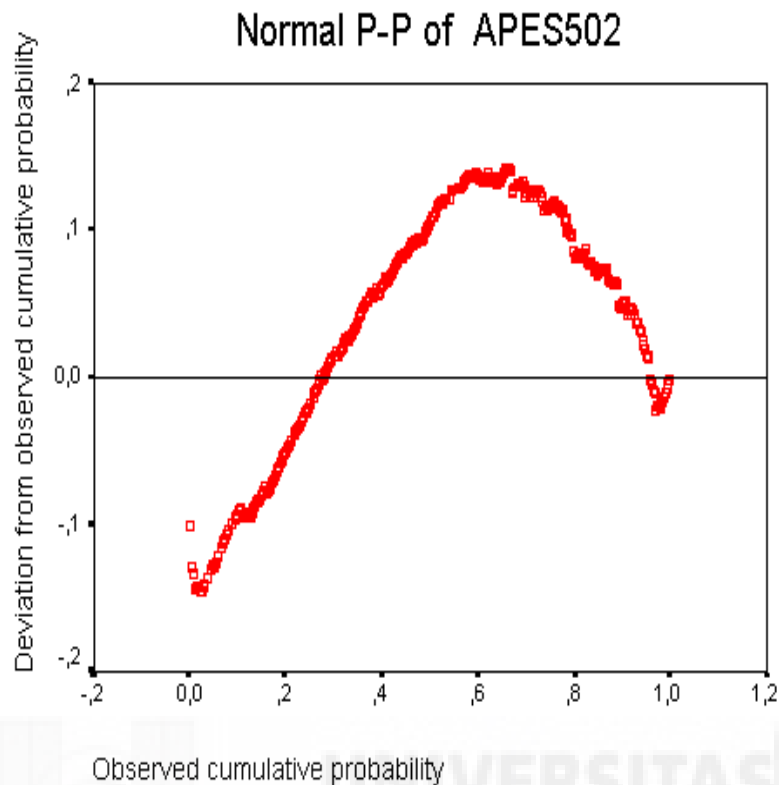


Figura 2.5: Gráfico del tipo desviación para la normalidad de APES502

En lugar de buscar una función de distribución que se ajuste a los datos de APES502, buscamos una transformación de APES502 que se aproxime a una Normal. El logaritmo neperiano es en este caso una buena opción. La Tabla 2.13 muestra que la distribución normal es aceptable para $\ln(\text{APES502})$. Esta circunstancia puede también comprobarse mirando los gráficos de normalidad que se presentan en las Figuras 2.6 y 2.7.

Tamaño muestral		357
Parámetros estimados	Media	14,3533
	Desviación estándar	0,6780
diferencias extremas	Absoluta	0,0404
	Positiva	0,0260
	Negativa	-0,0404
Z de Kolmogorov - Smirnov		0,7640
p-valor asintótico bilateral		0,0636

Tabla 2.13: Contraste de normalidad de Kolmogorov - Smirnov para $\ln(\text{APES502})$

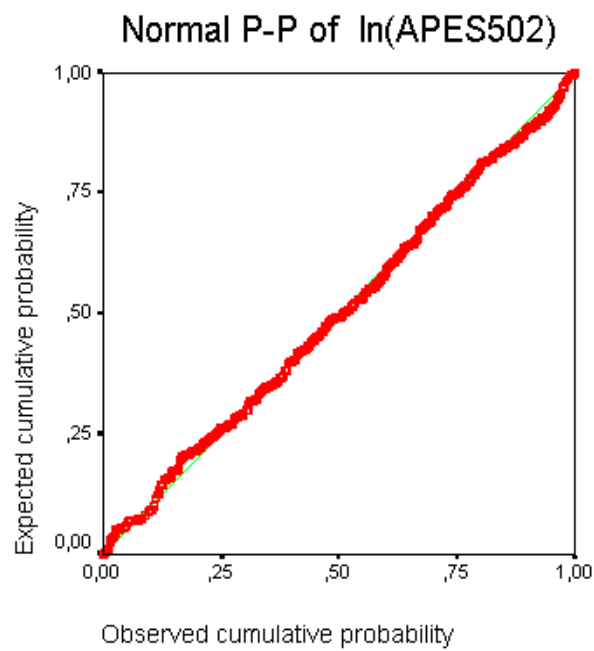


Figura 2.6: Gráfico estándar para la normalidad de ln(APES502)

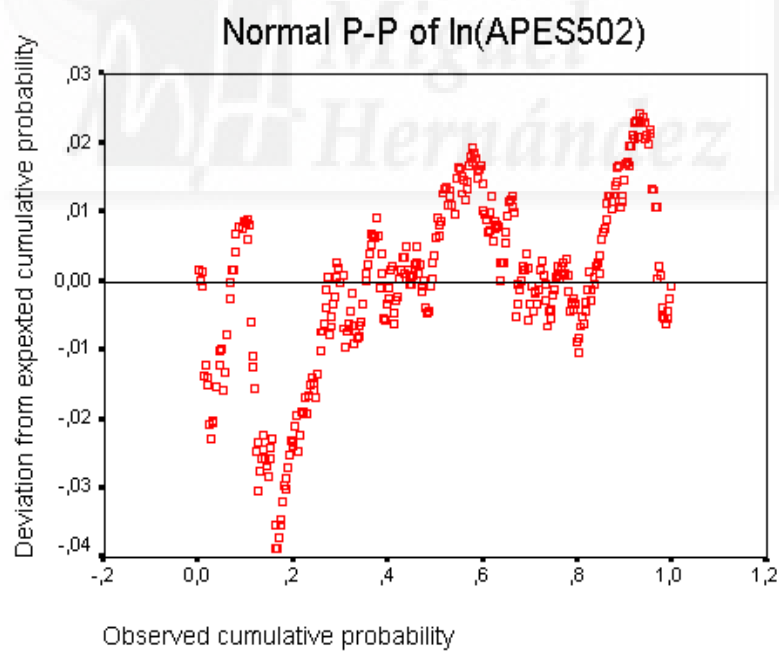


Figura 2.7: Gráfico del tipo desviación para la normalidad de ln(APES502)

2.3.1 Descripción del modelo

La muestra aleatoria de la Encuesta de Presupuesto Familiares (EPF) se obtiene con un diseño en dos etapas (estratificado en la primera etapa). Esto significa que las observaciones en estratos diferentes tienen diferentes pesos. En la Tabla 2.14 se presentan los estratos dentro de la Comunidad Autónoma de La Rioja y los pesos de las observaciones dentro del estrato.

estrato	frecuencia	pesos
1	178	197,929
6	46	191,297
7	43	213,707
8	40	203,829
9	50	283,737

Tabla 2.14: Estratos, tamaños y pesos en la Comunidad Autónoma de La Rioja

Se propone el siguiente modelo lineal:

1. $\ln(\text{APES502})$ es normal.
2. $E[\ln(\text{APES502})] = \text{Constante} + [\text{APES301}] + [\text{APES303}] + [\text{APES304}] + [\text{APES306}] + [\text{APES403}] + [\text{APES404}] + [\text{APES405}] + [\text{APES303} * \text{APES306}] + [\text{APES306} * \text{APES403}] + \beta_{\text{APES409}} \text{APES409}$,

donde $[\cdot]$ se usa para denotar los parámetros de nivel. Este modelo sólo tiene una covariable, APES409 (número de miembros de la familia). Los factores del modelo con sus correspondientes pesos y tamaños muestrales se presentan en la Tabla 2.15.

Variable	Niveles	N
APES301 Sexo	1	306
	6	51
APES303 Estudios de más alto nivel terminados	1	4
	2	53
	3	161
	4	45
	5	13
	6	8
	7	24
	8	19
	9	30
APES304 Relación con la actividad	1	234
	2	11
	3	112
APES306 Situación profesional	1	46
	2	14
	3	183
	5	114

Variable	Niveles	N
APES403 Tipo de hogar	1	7
	2	6
	3	1
	4	13
	5	45
	6	46
	8	2
	9	31
	10	36
	11	5
	12	1
	13	65
	14	99
	APES404 Número de activos en el hogar	0	75
1		157
2		80
3		34
4		8
5		3
APES405 Número de personas ocupadas	0	94
	1	154
	2	74
	3	29
	4	5
	5	1

Tabla 2.15: Factores, niveles, y tamaños muestrales

El análisis de la varianza se presenta en la tabla 2.16.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	g.l.	Media de cuadrados	F	p-valor
constante	178428.294	1	178428.294	4633.831	0
APES301	55.651	1	55.651	1.445	0.23
APES303	1678.351	8	209.794	5.448	0
APES304	169.653	2	84.826	2.203	0.112
APES306	869.17	3	289.723	7.524	0
APES403	1360.121	12	113.343	2.944	0.001
APES404	260.145	5	52.029	1.351	0.243
APES405	390.342	5	78.068	2.027	0.075
APES409	445.334	1	445.334	11.565	0.001
APES303 * APES306	954.238	15	63.616	1.652	0.06
APES306 * APES403	646.043	13	49.696	1.291	0.217
Error	11128.108	289	38.506		
Total corregido	34386.726	356			

Tabla 2.16: Análisis de la varianza

El coeficiente de determinación de este modelo es:

$$R^2 = \frac{SS_{\text{Total corregido}} - SS_{\text{Error}}}{SS_{\text{Error}}} = \frac{163.649 - 51.570}{51.570} = 0.676$$

El coeficiente de determinación ajustado es:

$$\bar{R}^2 = 1 - \left(\frac{n-1}{n-p} \right) (1 - R^2) = 0.601$$

donde $n = 357$ es el tamaño muestral y $p = 68$ es el número de parámetros no nulos del modelo.

En tabla 2.17 se presentan los parámetros no nulos del modelo.

Parámetro	Estimación	Error est.	t	p	lím. inf. 95%	lím. sup. 95%
Constante	15,411	0,556	27,72	0	14,316	16,505
[APES301=1]	-0.121	0.101	-1.202	0.23	-0.32	0.077
[APES303=1]	-0.645	0.344	-1.873	0.062	-1.323	0.033
[APES303=2]	-0.894	0.266	-3.361	0.001	-1.418	-0.371
[APES303=3]	-0.689	0.265	-2.6	0.01	-1.211	-0.168
[APES303=4]	-0.401	0.411	-0.975	0.33	-1.211	0.409
[APES303=5]	-0.246	0.39	-0.631	0.528	-1.013	0.521
[APES303=6]	-0.482	0.202	-2.388	0.018	-0.879	-0.085
[APES303=7]	-1.376	0.524	-2.628	0.009	-2.407	-0.345
[APES303=8]	-0.009	0.414	-0.023	0.982	-0.825	0.806
[APES304=1]	-0.561	0.372	-1.507	0.133	-1.293	0.172
[APES304=2]	-0.744	0.358	-2.077	0.039	-1.449	-0.039
[APES306=1]	0.86	0.537	1.6	0.111	-0.198	1.917
[APES306=2]	2.134	0.674	3.167	0.002	0.808	3.461
[APES306=3]	0.279	0.467	0.598	0.55	-0.64	1.198
[APES403=1]	-0.257	0.221	-1.163	0.246	-0.691	0.178
[APES403=2]	-0.511	0.285	-1.789	0.075	-1.072	0.051
[APES403=3]	-0.356	0.461	-0.773	0.44	-1.263	0.551
[APES403=4]	-0.763	0.221	-3.447	0.001	-1.199	-0.327
[APES403=5]	-0.29	0.161	-1.807	0.072	-0.607	0.026
[APES403=6]	-0.261	0.135	-1.935	0.054	-0.527	0.005
[APES403=8]	-1.037	0.473	-2.192	0.029	-1.969	-0.106
[APES403=9]	-0.088	0.128	-0.683	0.495	-0.34	0.165
[APES403=10]	-0.396	0.114	-3.466	0.001	-0.621	-0.171
[APES403=11]	-0.243	0.243	-1.003	0.317	-0.721	0.234
[APES403=12]	-0.477	0.511	-0.933	0.352	-1.483	0.529
[APES403=13]	-0.77	0.232	-3.318	0.001	-1.226	-0.313
[APES404=0]	-0.666	0.577	-1.155	0.249	-1.8	0.469
[APES404=1]	-0.499	0.52	-0.96	0.338	-1.523	0.524
[APES404=2]	-0.444	0.506	-0.877	0.381	-1.44	0.552
[APES404=3]	-0.611	0.501	-1.219	0.224	-1.598	0.375
[APES404=4]	-0.07	0.441	-0.159	0.874	-0.937	0.797
[APES405=0]	-0.105	0.706	-0.149	0.882	-1.495	1.284
[APES405=1]	-0.059	0.66	-0.089	0.929	-1.358	1.24
[APES405=2]	0.301	0.647	0.464	0.643	-0.974	1.575
[APES405=3]	0.328	0.651	0.504	0.615	-0.954	1.61
[APES405=4]	-0.008	0.542	-0.015	0.988	-1.075	1.058
APES409	0.129	0.038	3.401	0.001	0.054	0.204

Parámetro	Estimación	Error est.	t	p	lím. inf. 95%	lím. sup. 95%
[APES303=2 * APES306=1]	0.049	0.512	0.095	0.924	-0.959	1.056
[APES303=2 * APES306=2]	-1.678	0.723	-2.319	0.021	-3.102	-0.254
[APES303=2 * APES306=3]	0.244	0.327	0.747	0.455	-0.399	0.888
[APES303=3 * APES306=1]	-0.269	0.371	-0.726	0.469	-1	0.461
[APES303=3 * APES306=2]	-1.057	0.618	-1.71	0.088	-2.273	0.159
[APES303=3 * APES306=3]	0.206	0.287	0.717	0.474	-0.36	0.772
[APES303=4 * APES306=1]	-0.34	0.528	-0.643	0.521	-1.379	0.7
[APES303=4 * APES306=2]	-0.694	0.801	-0.867	0.386	-2.27	0.881
[APES303=4 * APES306=3]	-0.282	0.429	-0.658	0.511	-1.125	0.562
[APES303=5 * APES306=1]	-0.849	0.549	-1.549	0.123	-1.929	0.23
[APES303=5 * APES306=3]	-0.228	0.432	-0.528	0.598	-1.079	0.623
[APES303=6 * APES306=1]	-0.47	0.619	-0.76	0.448	-1.688	0.748
[APES303=7 * APES306=1]	0.959	0.639	1.499	0.135	-0.3	2.217
[APES303=7 * APES306=2]	-0.411	0.835	-0.492	0.623	-2.055	1.233
[APES303=7 * APES306=3]	0.742	0.542	1.37	0.172	-0.324	1.809
[APES303=8 * APES306=1]	-0.847	0.582	-1.456	0.147	-1.993	0.299
[APES303=8 * APES306=3]	-0.2	0.442	-0.454	0.65	-1.07	0.669
[APES306=1 * APES403=5]	0.471	0.277	1.704	0.089	-0.073	1.016
[APES306=1 * APES403=9]	-0.727	0.313	-2.324	0.021	-1.343	-0.111
[APES306=1 * APES403=10]	-0.157	0.34	-0.461	0.645	-0.826	0.513
[APES306=1 * APES403=11]	-0.252	0.522	-0.482	0.63	-1.28	0.776
[APES306=1 * APES403=13]	0.482	0.286	1.683	0.093	-0.082	1.046
[APES306=2 * APES403=9]	-0.56	0.658	-0.85	0.396	-1.855	0.736
[APES306=2 * APES403=10]	0.085	0.566	0.15	0.881	-1.029	1.199
[APES306=2 * APES403=13]	0.68	0.392	1.734	0.084	-0.092	1.453
[APES306=3 * APES403=2]	0.413	0.416	0.991	0.322	-0.407	1.232
[APES306=3 * APES403=5]	0.291	0.194	1.501	0.134	-0.09	0.672
[APES306=3 * APES403=6]	-0.1	0.3	-0.333	0.74	-0.69	0.491
[APES306=3 * APES403=8]	0.239	0.639	0.374	0.709	-1.019	1.497
[APES306=3 * APES403=13]	0.514	0.244	2.105	0.036	0.033	0.994

Tabla 2.17: Parámetros no nulos del modelo

2.3.2 Conclusiones

El modelo especifica una curva para la relación entre los predictores y las respuestas. Por lo que es importante comprobar si la curva de hipótesis es correcta. La Tabla 2.18 indica que el modelo tiene un ajuste adecuado. También es interesante observar que los grados de libertad de la suma de cuadrados del error puro es $N - d = 137$, donde $N = 357$ es el número de observaciones (registros) y d es el número de valores distintos predichos de Y . Esto significa que $d = 220$.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	g.l.	Media de cuadrados	F	p-valor
Error de ajuste	4290.320	152	28.226	0.566	1.000
Error puro	6837.788	137	49.911		

Tabla 2.18: Test de error de ajuste

En la Figuras 2.8 y 2.9 se analizan la normalidad de los residuos del modelo

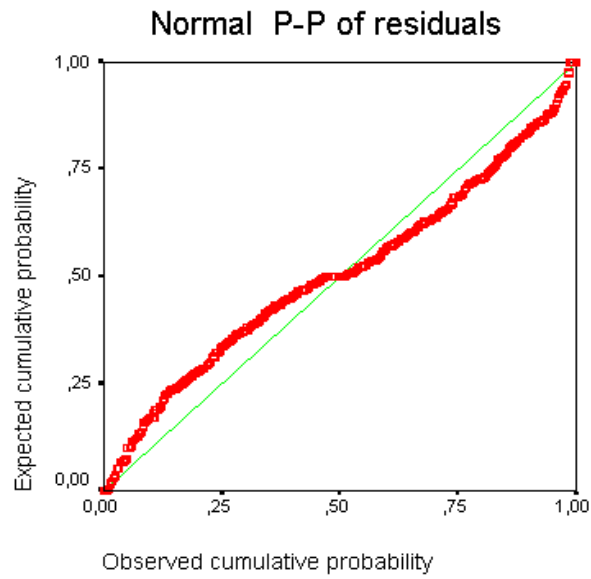


Figura 2.8: Gráfico estándar de normalidad

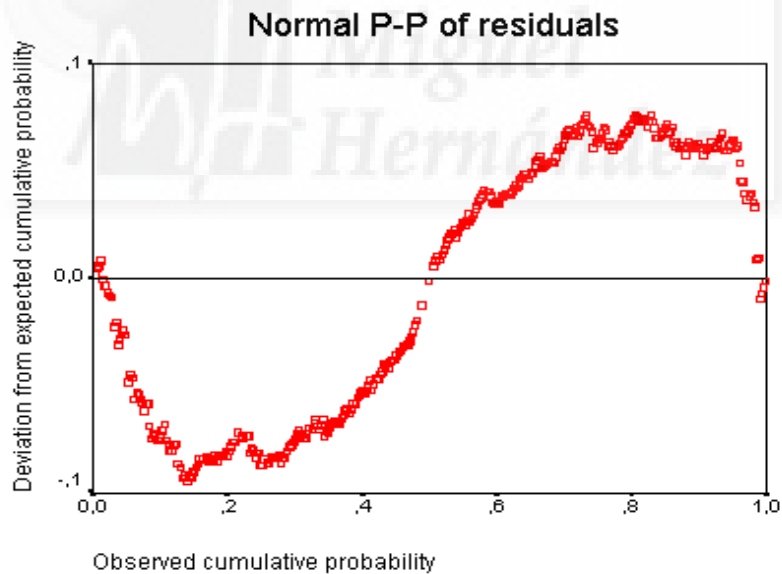


Figura 2.9: Gráfico del tipo desviación de la normalidad

El ajuste de los valores predichos a los valores observados de $\ln(\text{APES502})$ y APES502 puede analizarse en las Figuras 2.10 y 2.11 respectivamente. Los gráficos de dispersión llevan a la misma conclusión que el test del error de ajuste. El ajuste en este caso es aceptable.

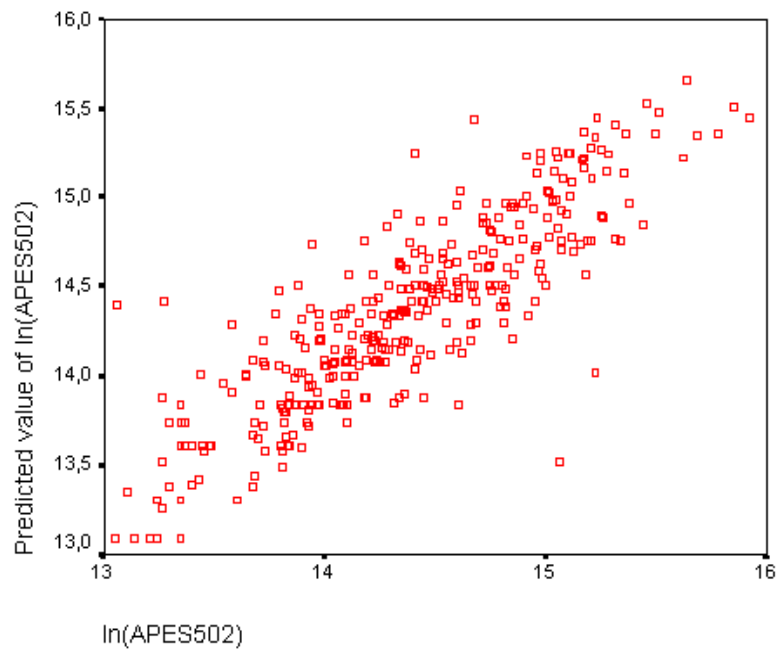


Figura 2.10: Gráfico de dispersión para $\ln(\text{APES502})$

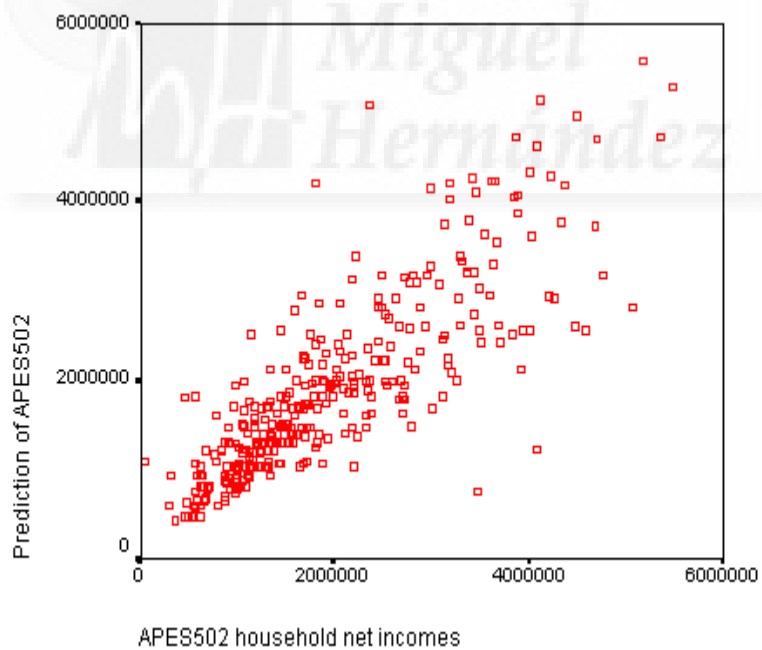


Figura 2.11: Gráfico de dispersión para APES502

Una hipótesis importante, que debe ser estudiada, es que la varianza debe ser constante. Esta suposición es dudosa en muchos casos, como por ejemplo cuando las varianzas dependen de la respuesta, o de una o más covariables, o posiblemente de otros factores. En la Figura 2.12 se dibujan los valores predichos del $\ln(\text{APES502})$ frente a los residuos. No se aprecia desviación frente a la hipótesis de homogeneidad de las varianzas.

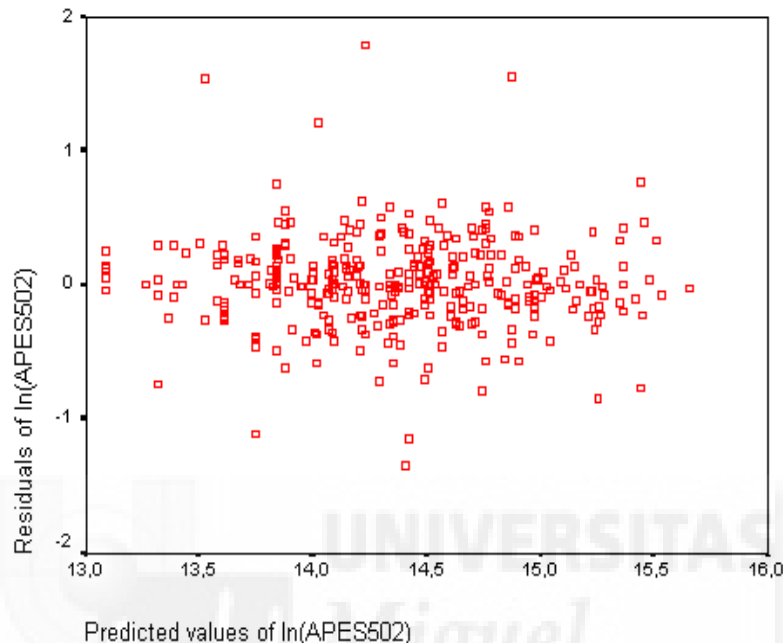


Figura 2.12: Valores predichos frente a residuos para $\ln(\text{APES502})$

2.4 Modelos seleccionados para La Rioja y Navarra

2.4.1 Introducción

Dentro del proyecto EURAREA se decidió no ajustar modelos para comunidades uniprovinciales por separado. Esto se decidió ya que se querían ajustar modelos en los cuales la proporción entre el número de observaciones y el número de parámetros fuese muy grande, para que los errores estándar de los estimadores sean lo suficientemente pequeños.

Se decidió que el número de observaciones por parámetro fuese mayor que 10. Si seleccionamos sólo La Rioja, por ejemplo, para la APES502 el número de observaciones por parámetro es de $\frac{357}{68} = 5.25$, es decir, menor que 10. Sin embargo si añadimos Navarra el número de observaciones por parámetro, en el modelo que se presenta en esta sección, es de $\frac{724}{54} = 13.4$, por lo tanto mayor que 10. Por ello se decidió unir Las Comunidades Autónomas de La Rioja y Navarra, las dos son uniprovinciales y además son comunidades vecinas con características socioeconómicas similares.

2.4.2 Modelo para APES501

En este apartado se usa un modelo de regresión logística para predecir APES501 (registrado en una oficina de empleo público) en la Comunidad Autónoma de La Rioja y Navarra en el fichero de datos de la Encuesta de Población Activa. El tamaño muestral de La Rioja y Navarra es 4722. La muestra aleatoria de la EPA se obtiene bajo un diseño bietápico (estratificado en la primera etapa). Esto significa que las observaciones en diferentes estratos y provincias tienen diferentes pesos. En la Tabla 2.19 aparecen los pesos que tiene cada estrato.

provincia (APES103)	estrato	frecuencia	pesos
La Rioja (26)	1	853	93.99
	6	224	90.57
	7	220	85.52
	8	187	87.46
	9	311	96.11
Navarra (31)	1	1286	92.34
	5	110	147.99
	6	396	109.95
	7	134	168.80
	8	558	131.60
	9	443	129.05

Tabla 2.19: Pesos y frecuencias dentro de cada estrato y provincia

Se usa el modelo de regresión logística ponderada para ajustar los datos. Para el modelo usamos el nexu logit y el modelo que obtenemos es:

1. APES501 es Bernoulli (π_i).
2. La función de nexu es $\eta_i = \log(\pi_i/(1 - \pi_i))$.
3. $\eta_i = \text{Constante} + [\text{APES103}] + [\text{APES202}] + \beta_{\text{APES203}} \text{APES203} + [\text{APES207}] + [\text{APES208}] + [\text{APES211}] + [\text{APES304}]$,

donde $[\cdot]$ se usa para denotar parámetros de nivel. Este modelo tiene solamente una covariable, APES203 (Edad). Los factores del modelo se presentan en la Tabla 2.20 con sus correspondientes niveles y tamaños muestrales.

Variable	Niveles	N
APES103 Provincia	26	1795
	31	2927
APES202 Sexo	1	2362
	6	2360
APES207 Estudios de más alto nivel terminados	1	30
	2	75
	3	2224
	4	812
	5	279
	6	204
	7	503
	8	347
	9	248
APES208 Relación con la actividad	1	2518
	2	301
	3	1878
	4	25
APES211 Condición socioeconómica	1	1
	2	167
	3	0
	4	4
	5	44
	6	40
	7	111
	8	292
	9	23
	10	39
	11	321
	12	22
	13	404
	14	270
	15	29
	16	821
	17	101
	18	18
	19	66
	0	1960
APES304 Relación con la actividad de la persona de referencia	1	3473
	2	121
	2	1128
	3	0

Tabla 2.20: Factores, niveles y tamaños muestrales

En la Tabla 2.21 se presenta el análisis de la desviación para el nexu logit

	g.l.	Desviación	g.l. Resid.	Desv. Resid.	F	p-valor
Modelo nulo			4721	356305.7		
APES103	1	3588.6	4720	352717.0	27.380	0.000
APES202	1	7977.5	4719	344739.5	60.866	0.000
APES203	1	19538.3	4718	325201.3	149.070	0.000
APES207	8	3652.9	4710	321548.4	3.484	0.001
APES208	3	149595.9	4707	171952.5	380.454	0.000
APES211	18	4886.5	4689	167065.9	2.071	0.005
APES304	2	614.4	4687	166451.5	2.344	0.096

Tabla 2.21: Análisis de la desviación

Los estadísticos desviación son

Desviación del modelo nulo: 356305,7 con 4721 grados de libertad.

Desviación del modelo seleccionado: 166451,5 con 4687 grados de libertad.

En la Tabla 2.22 se muestran los coeficientes estimados del modelo

Parámetro	estimación	error estándar	t valor
Constante	8.4679	5.269	1.607
[APES103=31]	-0.9894	0.017	-56.958
[APES202=6]	-0.5617	0.017	-32.986
APES203	0.0475	0.001	64.635
[APES207=2]	-0.0586	0.122	-0.480
[APES207=3]	-0.7929	0.092	-8.593
[APES207=4]	-0.9558	0.093	-10.268
[APES207=5]	-1.1887	0.095	-12.559
[APES207=6]	-1.0173	0.099	-10.240
[APES207=7]	-0.1136	0.094	-1.204
[APES207=8]	-0.8423	0.095	-8.849
[APES207=9]	-1.0162	0.099	-10.307
[APES208=2]	-8.3391	0.057	145.832
[APES208=3]	-2.3367	0.123	-18.994
[APES208=4]	-1.5972	0.140	-11.434
[APES211=2]	-6.0143	5.268	-1.142
[APES211=4]	0.5911	5.991	0.099
[APES211=5]	-4.7150	5.269	-0.895
[APES211=6]	-4.6999	5.269	-0.892
[APES211=7]	0.4805	5.295	0.091
[APES211=8]	-2.6450	5.269	-0.502
[APES211=9]	0.5735	5.400	0.106

Parámetro	estimación	error estándar	t valor
[APES211=10]	-2.9336	5.273	-0.556
[APES211=11]	-3.6522	5.268	-0.693
[APES211=12]	0.3295	5.415	0.061
[APES211=13]	-3.4237	5.268	-0.650
[APES211=14]	-5.1931	5.268	-0.986
[APES211=15]	-2.9985	5.273	-0.569
[APES211=16]	-3.7152	5.268	-0.705
[APES211=17]	-4.9583	5.268	-0.941
[APES211=18]	0.5254	5.444	0.097
[APES211=19]	-5.1565	5.268	-0.979
[APES211=0]	-3.7208	5.269	-0.706
[APES304=2]	-0.7588	0.041	-18.666
[APES304=3]	-0.3076	0.016	-19.203

Tabla 2.22: Parámetros no nulos del modelos

En este modelo se han estimado 35 parámetros. Damos el siguiente porcentaje de ajuste:

$$1 - \frac{\text{Desviación del modelo seleccionado}}{\text{Desviación del modelo nulo}} = 1 - \frac{166451,5}{356305,7} = 53,28\%$$

Las tablas de frecuencia que se han obtenido en la predicción se presentan en la Tabla 2.23:

	APES501		Predicción	
	Numero	Porcentaje	Numero	Porcentaje
Registrado	529	0.112	550	0.116
No registrado	4193	0.888	4172	0.884

Tabla 2.23: Tablas de frecuencias para APES501 y predicciones

2.4.3 Modelo para APES502

El tamaño muestral para la Comunidad Autónoma de La Rioja y Navarra es de 724. La muestra aleatoria de la EPF se obtiene bajo un diseño bietápico (estratificado en la primera etapa). Esto significa que las observaciones en los diferentes estratos y provincias tienen diferentes pesos. En la Tabla 2.24 se presentan los pesos y las frecuencias para los diferentes estratos de las provincias de La Rioja y Navarra (La Rioja y Navarra son a la vez Comunidades Autónomas y provincias). Se usa la estimación por mínimos cuadrados ponderados para ajustar los datos del modelo lineal.

provincia (APES103)	estrato	frecuencia	pesos
La Rioja (26)	1	178	197.929
	6	46	191.297
	7	43	213.707
	8	32	203.829
	9	50	283.737
Navarra (31)	1	158	314.07
	5	40	203.069
	6	45	385.329
	7	30	322.619
	8	58	611.108
	9	44	622.268

Tabla 2.24: Pesos y frecuencias dentro de cada estrato y provincia

Se propone el siguiente modelo lineal:

1. $\ln(\text{APES502})$ es Normal.
2. $E[\ln(\text{APES502})] = \text{Constante} + [\text{APES403}] + [\text{APES405}] + [\text{APES410}] + [\text{APES303} * \text{APES306}] + \beta_{\text{APES409}} \text{APES409}$,

donde $[\cdot]$ se usa para denotar parámetros de nivel. Este modelo tiene solamente una covariable, APES409 (número de miembros de la familia). Los factores del modelo se presentan en la Tabla 2.25 con sus correspondientes niveles y tamaños muestrales.

Variable	Niveles	N
APES303 Estudios de más alto nivel terminados de la persona de referencia	1	7
	2	90
	3	296
	4	124
	5	30
	6	27
	7	61
	8	44
	9	45
APES306 Situación profesional de la persona de referencia	1	100
	2	25
	3	373
	4	1
	5	225

Variable	Niveles	N
APES403 Tipo de hogar	1	13
	2	11
	3	1
	4	29
	5	73
	6	82
	8	2
	9	62
	10	82
	11	25
	12	2
	13	126
	14	216
	APES405 Número de personas ocupadas	0
1		334
2		162
3		53
4		9
APES410 Calefacción	1	247
	2	263
	3	193
	4	21

Tabla 2.25: Factores, niveles y tamaños muestrales

En la Tabla 2.26 se presenta el análisis de la varianza.

Fuente variabilidad	Suma de cuadrados	g.l.	Media de cuadrados	F	p-valor
Constante	571558.293	1	571558.293	11176.667	0
APES403	5063.666	12	421.972	8.252	0
APES405	6826.864	5	1365.373	26.699	0
APES410	824.993	3	274.998	5.378	0.001
APES303 * APES306	6149.655	32	192.177	3.758	0
APES409	460.071	1	460.071	8.997	0.003
Error	34262.814	670	51.139		
Total corregido	88326.685	723			

Tabla 2.26: Análisis de la varianza

El coeficiente de determinación de este modelo es:

$$R^2 = \frac{SS_{\text{Total corregido}} - SS_{\text{Error}}}{SS_{\text{Error}}} = \frac{88326.685 - 34262.814}{88326.685} = 0.612$$

El coeficiente de determinación ajustado es:

$$\bar{R}^2 = 1 - \left(\frac{n-1}{n-p} \right) (1 - R^2) = 0.581$$

donde $n = 724$ es el tamaño muestral y $p = 54$ es el número de parámetros no nulos del modelo. En tabla 2.27 se presentan los parámetros no nulos del modelo.

Parámetro	Estimación	Error est.	t	p	lím. inf. 95%	lím. sup. 95%
Constante	15.305	0.469	32.613	0	14.383	16.226
[APES403=1]	-0.438	0.131	-3.348	0.001	-0.695	-0.181
[APES403=2]	-0.391	0.147	-2.666	0.008	-0.679	-0.103
[APES403=3]	-0.299	0.509	-0.588	0.557	-1.298	0.7
[APES403=4]	-0.774	0.108	-7.175	0	-0.986	-0.563
[APES403=5]	-0.12	0.069	-1.737	0.083	-0.256	0.016
[APES403=6]	-0.098	0.073	-1.345	0.179	-0.242	0.045
[APES403=8]	-0.609	0.36	-1.692	0.091	-1.317	0.098
[APES403=9]	-0.224	0.067	-3.349	0.001	-0.356	-0.093
[APES403=10]	-0.266	0.061	-4.389	0	-0.385	-0.147
[APES403=11]	-0.183	0.092	-1.994	0.047	-0.364	-0.003
[APES403=12]	-0.539	0.283	-1.906	0.057	-1.094	0.016
[APES403=13]	-0.18	0.061	-2.972	0.003	-0.299	-0.061
[APES405=0]	-1.092	0.363	-3.007	0.003	-1.805	-0.379
[APES405=1]	-0.698	0.359	-1.946	0.052	-1.402	0.006
[APES405=2]	-0.402	0.358	-1.122	0.262	-1.106	0.302
[APES405=3]	-0.263	0.359	-0.732	0.464	-0.967	0.442
[APES405=4]	-0.116	0.376	-0.309	0.758	-0.855	0.623
[APES410=1]	0.096	0.104	0.926	0.355	-0.108	0.301
[APES410=2]	-0.004	0.102	-0.041	0.967	-0.205	0.196
[APES410=3]	-0.079	0.102	-0.77	0.441	-0.279	0.122
[APES303=1*APES306=5]	-0.409	0.302	-1.356	0.176	-1.002	0.183
[APES303=2*APES306=1]	-0.723	0.298	-2.427	0.015	-1.307	-0.138
[APES303=2*APES306=2]	-0.572	0.572	-0.999	0.318	-1.696	0.552
[APES303=2*APES306=3]	-0.398	0.277	-1.435	0.152	-0.942	0.147
[APES303=2*APES306=5]	-0.507	0.26	-1.946	0.052	-1.019	0.004
[APES303=3*APES306=1]	-0.479	0.266	-1.799	0.073	-1.002	0.044
[APES303=3*APES306=2]	0.218	0.317	0.688	0.492	-0.404	0.84
[APES303=3*APES306=3]	-0.417	0.262	-1.592	0.112	-0.932	0.097
[APES303=3*APES306=4]	-0.517	0.477	-1.083	0.279	-1.454	0.42
[APES303=3*APES306=5]	-0.407	0.258	-1.578	0.115	-0.913	0.099
[APES303=4*APES306=1]	-0.362	0.274	-1.324	0.186	-0.9	0.175
[APES303=4*APES306=2]	0.433	0.344	1.261	0.208	-0.241	1.108
[APES303=4*APES306=3]	-0.4	0.264	-1.518	0.129	-0.918	0.117
[APES303=4*APES306=5]	-0.29	0.274	-1.06	0.289	-0.828	0.247
[APES303=5*APES306=1]	-0.113	0.303	-0.373	0.71	-0.709	0.483
[APES303=5*APES306=3]	-0.261	0.276	-0.947	0.344	-0.803	0.28
[APES303=5*APES306=5]	-0.136	0.318	-0.428	0.669	-0.761	0.489
[APES303=6*APES306=1]	-0.534	0.332	-1.606	0.109	-1.186	0.119
[APES303=6*APES306=2]	-0.099	0.568	-0.174	0.862	-1.214	1.017

Parámetro	Estimación	Error est.	t	p	lím. inf. 95%	lím. sup. 95%
[APES303=6*APES306=3]	-0.238	0.275	-0.866	0.387	-0.777	0.301
[APES303=6*APES306=5]	0.905	0.481	1.881	0.06	-0.04	1.849
[APES303=7*APES306=1]	-0.077	0.305	-0.254	0.799	-0.676	0.521
[APES303=7*APES306=2]	0.081	0.297	0.271	0.786	-0.503	0.664
[APES303=7*APES306=3]	-0.32	0.268	-1.194	0.233	-0.845	0.206
[APES303=7*APES306=5]	-0.514	0.307	-1.673	0.095	-1.118	0.089
[APES303=8*APES306=1]	-0.213	0.306	-0.696	0.486	-0.815	0.388
[APES303=8*APES306=2]	0.004	0.41	0.011	0.991	-0.8	0.809
[APES303=8*APES306=3]	-0.074	0.271	-0.273	0.785	-0.606	0.458
[APES303=8*APES306=5]	0.062	0.311	0.198	0.843	-0.548	0.671
[APES303=9*APES306=1]	0.157	0.323	0.486	0.627	-0.477	0.791
[APES303=9*APES306=2]	-0.552	0.486	-1.135	0.257	-1.506	0.403
[APES303=9*APES306=3]	0.052	0.271	0.191	0.848	-0.48	0.584
APES409	0.069	0.023	2.999	0.003	0.024	0.115

Tabla 2.27: Parámetros no nulos del modelo

2.5 Generación del universo artificial para la provincia de La Rioja

En el Capítulo 1, se describió el fichero APES de la población artificial del proyecto EURAREA para España. Este fichero toma las 35 primeras variables del Censo Español de Población de 1991. Las dos variables siguientes, APES501 y APES502, se imputan de los ficheros auxiliares y las últimas tres variables, APES503, APES504 y APES505, se obtienen transformando alguna de las variables anteriores.

En las secciones anteriores hemos ajustado los modelos lineales generalizados para predecir APES501 y APES502. En esta sección mostramos como son usados los modelos para hacer la imputación de APES501 y APES502. También describiremos como obtenemos los valores de APES503, APES504 y APES505.

Si miramos el fichero APES como una matriz, $A = (a_{ij})$ con $R = 38.872.268$ filas (registros) y $C = 40$ columnas (variables), entonces estamos interesados en algoritmos que calculen:

$$a_{i,36} \quad a_{i,37} \quad a_{i,38} \quad a_{i,39} \quad y \quad a_{i,40}, \quad i = 1, \dots, R.$$

Para obtener $a_{i,36}$ y $a_{i,37}$ (es decir APES501 y APES502), hay que utilizar algoritmos de simulación. Por lo que presentamos primero los generadores de números aleatorios usados en esta fase.

2.5.1 Generadores de números aleatorios

En esta sección describimos los algoritmos para generar números aleatorios de las distribuciones Uniforme, Bernoulli y Normal. Estos algoritmos se han usado durante las simulaciones llevadas a cabo en el proceso de imputación.

Distribución Uniforme $U(0, 1)$

Sea X_0 perteneciente al conjunto $A = \{1, 2, \dots, m - 1\}$. Utilizamos un algoritmo congruencial $X_i \equiv aX_{i-1}$ (módulo m) que genera los números de A con la fórmula iterativa

$$X_{i+1} = \frac{aX_i}{m} - \left[\frac{aX_i}{m} \right].$$

Hemos seleccionado el algoritmo combinado de Wichmann y Hill (1982,1984) para generar números aleatorios uniformes en el intervalo $(0, 1)$. Este algoritmo es:

1. Generar X del algoritmo congruencial $X_i \equiv 171X_{i-1}$ módulo 30269
2. Generar Y del algoritmo congruencial $Y_i \equiv 172Y_{i-1}$ módulo 30307
3. Generar Z del algoritmo congruencial $Z_i \equiv 170Z_{i-1}$ módulo 30323
4. Salida:

$$U_i = \left(\frac{X_i}{30269} + \frac{Y_i}{30307} + \frac{Z_i}{30323} \right) - \left[\frac{X_i}{30269} + \frac{Y_i}{30307} + \frac{Z_i}{30323} \right],$$

donde $[.]$ denota “la parte entera de” .

Distribución Bernoulli $Binom(1, p)$

Se usa el siguiente algoritmo:

1. Generar U de $U(0, 1)$.
2. Salida: $X = 1$ si $U < p$; $X = 0$ en caso contrario,

Distribución Normal $N(\mu, \sigma)$

Sea $X = \sigma Z + \mu$, entonces se verifica

$$Z \sim N(0, 1) \iff X \sim N(\mu, \sigma),$$

Por lo que el siguiente algoritmo se usa para generar números aleatorios $N(\mu, \sigma)$:

1. Generar Z de una $N(0, 1)$.
2. Salida: $X = \sigma Z + \mu$.

Para generar los números aleatorios $N(0, 1)$, se pueden usar varios algoritmos. Hemos seleccionado el método polar de Marsaglia.

1. Generar V_1 de $U(0, 1)$ y V_2 de $U(0, 1)$.
2. Calcular $W = (2V_1 - 1) + (2V_2 - 1)$.
3. Si $W \geq 1$ ir al paso 1.
4. Salida: $X = (2V_1 - 1)\sqrt{\frac{-\log W}{W}}$.

2.5.2 Generación y diagnosis de la variable APES501

Se calcula APES501 para todos los individuos cuya edad es mayor o igual a 16 años (≥ 16) y menor que 65 años (< 65). Las personas menores de 16 años (< 16) y las mayores de 65 años (≥ 65) no pueden estar registrados como desempleados en una Oficina de Empleo Público. En esta sección mostramos cómo imputar el valor numérico a APES501 en los registros del fichero APES que verifican que $APES103 = 26$ (La Rioja) y $16 \leq APES203 < 65$. Estamos interesados en los individuos de la provincia de La Rioja que cumplen las restricción de edad antes mencionada. Hay 260,354 registros con $APES103 = 26$, pero sólo 169,091 registros con $APES103 = 26$ y $16 \leq APES203 < 65$.

Definimos $Y = APES501$. Sea $Y_j = APES501(j)$, $j = 1, 2, \dots, 169,091$, el valor que Y toma en el j -ésimo individuo considerado de La Rioja. Obsérvese que $Y_j = 1$ si el j -ésimo individuo considerado afirma (en la EPA) estar registrado en una Oficina de Empleo Público e $Y_j = 2$ en caso contrario. Las variables aleatorias $X_j = Y_j - 1$, con $X_j = 0$ si el j -ésimo individuo considerado afirma estar registrado en una Oficina de Empleo Público y $X_j = 1$ en caso contrario, tienen distribuciones de Bernoulli independientes con $E[X_j] = \pi_j$, $\pi_j \in (0, 1)$. Es decir, π_j es la probabilidad de que el j -ésimo individuo afirme no estar registrado en una Oficina de Empleo Público. El nexu logit es:

$$\eta_j = g(\pi_j) = \log\left(\frac{\pi_j}{1 - \pi_j}\right) \quad (2.1)$$

En la Sección 2.4.2 se obtuvieron las siguientes ecuaciones:

$$\eta_j = \text{Constante} + [APES103(j)] + [APES202(j)] + \beta_{APES203} APES203(j) + [APES207(j)] + [APES208(j)] + [APES211(j)] + [APES304(j)], \quad (2.2)$$

donde

$$\begin{aligned} \text{Constante} &= 8.4679 & \beta_{APES203} &= 0.0475, \\ [APES103(j)] &= 0 & \text{si } APES103(j) &= 26 \\ [APES103(j)] &= -0.9894 & \text{si } APES103(j) &= 31 \\ \\ [APES202(j)] &= 0 & \text{si } APES202(j) &= 1 \\ [APES202(j)] &= -0.5617 & \text{si } APES202(j) &= 6 \\ \\ [APES207(j)] &= 0 & \text{si } APES207(j) &= 1 \\ [APES207(j)] &= -0.0586 & \text{si } APES207(j) &= 2 \\ [APES207(j)] &= -0.7929 & \text{si } APES207(j) &= 3 \\ [APES207(j)] &= -0.9558 & \text{si } APES207(j) &= 4 \\ [APES207(j)] &= -1.1887 & \text{si } APES207(j) &= 5 \\ [APES207(j)] &= -1.0173 & \text{si } APES207(j) &= 6 \\ [APES207(j)] &= -0.1136 & \text{si } APES207(j) &= 7 \\ [APES207(j)] &= -0.8423 & \text{si } APES207(j) &= 8 \\ [APES207(j)] &= -1.0162 & \text{si } APES207(j) &= 9 \\ \\ [APES208(j)] &= 0 & \text{si } APES208(j) &= 1 \\ [APES208(j)] &= -8.3391 & \text{si } APES208(j) &= 2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} [\text{APES208}(j)] &= -2.3367 & \text{si } \text{APES208}(j) &= 3 \\ [\text{APES208}(j)] &= -1.5972 & \text{si } \text{APES208}(j) &= 4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} [\text{APES211}(j)] &= 0 & \text{si } \text{APES211}(j) &= 1 \\ [\text{APES211}(j)] &= -6.0143 & \text{si } \text{APES211}(j) &= 2 \\ [\text{APES211}(j)] &= 0.5911 & \text{si } \text{APES211}(j) &= 3 \\ [\text{APES211}(j)] &= -4.7150 & \text{si } \text{APES211}(j) &= 4 \\ [\text{APES211}(j)] &= -4.6999 & \text{si } \text{APES211}(j) &= 5 \\ [\text{APES211}(j)] &= 0.4805 & \text{si } \text{APES211}(j) &= 6 \\ [\text{APES211}(j)] &= -2.6450 & \text{si } \text{APES211}(j) &= 7 \\ [\text{APES211}(j)] &= 0.5735 & \text{si } \text{APES211}(j) &= 8 \\ [\text{APES211}(j)] &= -2.9336 & \text{si } \text{APES211}(j) &= 9 \\ [\text{APES211}(j)] &= -3.6522 & \text{si } \text{APES211}(j) &= 10 \\ [\text{APES211}(j)] &= 0.3295 & \text{si } \text{APES211}(j) &= 11 \\ [\text{APES211}(j)] &= -3.4237 & \text{si } \text{APES211}(j) &= 12 \\ [\text{APES211}(j)] &= -5.1931 & \text{si } \text{APES211}(j) &= 13 \\ [\text{APES211}(j)] &= -2.9985 & \text{si } \text{APES211}(j) &= 14 \\ [\text{APES211}(j)] &= -3.7152 & \text{si } \text{APES211}(j) &= 15 \\ [\text{APES211}(j)] &= -4.9583 & \text{si } \text{APES211}(j) &= 16 \\ [\text{APES207}(j)] &= 0.5254 & \text{si } \text{APES211}(j) &= 17 \\ [\text{APES207}(j)] &= -5.1565 & \text{si } \text{APES211}(j) &= 18 \\ [\text{APES207}(j)] &= -3.7208 & \text{si } \text{APES211}(j) &= 19 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} [\text{APES304}(j)] &= 0 & \text{si } \text{APES304}(j) &= 1 \\ [\text{APES304}(j)] &= -0.7588 & \text{si } \text{APES304}(j) &= 2 \\ [\text{APES304}(j)] &= -0.3076 & \text{si } \text{APES304}(j) &= 3 \end{aligned}$$

Para todos los registros, $j = 1, 2, \dots, 169091$, correspondientes a individuos de La Rioja cuyas edades están comprendidas entre 16 y 64 años, ambos inclusive ($16 \leq \text{APES203} < 65$), η_j se calcula aplicando la fórmula (2.2) y los valores de la probabilidad se calculan aplicando la fórmula

$$\pi_j = \frac{\exp(\eta_j)}{1 + \exp(\eta_j)}. \quad (2.3)$$

El paso siguiente es calcular X_j , para cada $j = 1, 2, \dots, 169091$, usando el generador de números aleatorios de la distribución Bernoulli con parámetro $E[X_j] = \pi_j$.

Finalmente, APES501 se calcula para cada individuo usando la formula $Y_j = 1 + X_j$. Más concretamente, si el algoritmo genera el valor $X_j = 0$ entonces $\text{APES501}(j)$ toma el valor "1" (registrado) y si genera el valor $X_j = 1$ entonces $\text{APES501}(j)$ toma el valor "2" (no registrado).

Una vez que las variable $Y = \text{APES501}$ y $X = Y - 1$ han sido imputadas es necesario realizar un post-análisis para comprobar si los valores obtenidos para la población son consistentes con los valores originales de la EPA. Por este motivo damos las siguientes definiciones.

La media poblacional de X en el i -ésimo estrato es

$$\bar{X}_i = \frac{1}{N_i} \sum_{j=1}^{N_i} X_{ij}$$

y la varianza de la poblacional de X en el i -ésimo estrato es

$$S_i^2 = \frac{1}{N_i} \sum_{j=1}^{N_i} (X_{ij} - \bar{X}_i)^2$$

donde N_i (cantidad censal) es el número total de individuos del i -ésimo estrato de La Rioja con edades comprendidas entre 16 y 64 años (ambas incluidas), X_{ij} es el valor APES de $X = APES501 - 1$ del j -ésimo individuo del i -ésimo estrato.

La media muestral (EPA) de X en el i -ésimo estrato es

$$\hat{\mu}_i = \frac{1}{n_i} \sum_{j=1}^{n_i} X_{ij}$$

y la varianza muestral de X en el i -ésimo estrato es

$$s_i^2 = \frac{1}{n_i} \sum_{j=1}^{n_i} (X_{ij} - \bar{X}_i)^2$$

donde n_i (cantidad EPA) es el número muestral de individuos en el i -ésimo estrato de La Rioja con edades comprendidas entre 16 y 64 años (ambos incluidos), X_{ij} es el valor en la EPA de $X = APES501 - 1$ del j -ésimo individuo del i -ésimo estrato.

El intervalo de diagnóstico, con factor β , para \bar{X}_i es

$$I_i = \left(\hat{\mu}_i - \beta \sqrt{\frac{s_i^2}{n_i}}, \hat{\mu}_i + \beta \sqrt{\frac{s_i^2}{n_i}} \right)$$

y esperamos que $\bar{X}_i \in I_i$

En la provincia de La Rioja se obtuvieron los siguientes resultados del fichero APES

Estrato	N	Media	1-Media	Varianza
1	79747	0.889	0.111	0.098
6	19851	0.892	0.108	0.096
7	19593	0.899	0.101	0.091
8	18163	0.900	0.100	0.090
9	31737	0.910	0.090	0.082

Tabla 2.29: Tamaño, media y varianza poblacional de X en el estrato i

En la provincia de La Rioja se obtuvieron los siguientes resultados del fichero EPA

Estrato	N	Media	1-Media	Varianza
1	872	0.916	0.084	0.077
6	229	0.943	0.057	0.054
7	225	0.933	0.067	0.063
8	189	0.937	0.063	0.060
9	314	0.914	0.086	0.079

Tabla 2.30: Tamaño, media y varianza muestral de X en el estrato i

Los intervalos de diagnosis con factor $\beta = 1.96$ y $\beta = 3$ se presentan en la Tabla 2.31

Estrato	\bar{X}_i	$\bar{X}_i \in I_i$	Intervalo de Diagnosis con $\beta = 3$		$\bar{X}_i \in I_i$	Intervalo de Diagnosis con $\beta = 1.96$	
1	0.889	SI	0.888	0.944	NO	0.898	0.934
6	0.892	NO	0.897	0.989	NO	0.913	0.973
7	0.899	SI	0.883	0.983	NO	0.900	0.966
8	0.900	SI	0.884	0.990	NO	0.902	0.972
9	0.910	SI	0.866	0.962	SI	0.883	0.945

Tabla 2.31: Intervalos de diagnosis con factor $\beta = 1.96$ y $\beta = 3$

Ahora definimos la variable $APES2031$, llamada nivel de edad, obteniéndola por recodificación de la $APES203$ (edad) de la siguiente forma:

- $APES2031=1$ si $16 \leq APES203 \leq 24$
- $APES2031=2$ si $25 \leq APES203 \leq 54$
- $APES2031=3$ si $55 \leq APES203 \leq 64$

En la Tabla 2.32 damos algunos estadísticos para $X = APES501 - 1$ en el fichero EPA.

APES104 Estrato	APES2031 nivel de edad	Media	Desviación estándar	n
1	1	0.84946	0.3586	186
	2	0.92922	0.2567	551
	3	0.95556	0.2068	135
	Total	0.91628	0.2771	872
6	1	0.88889	0.3187	36
	2	0.94839	0.2220	155
	3	0.97368	0.1622	38
	Total	0.94323	0.2319	229
7	1	0.91111	0.2878	45
	2	0.93443	0.2486	122
	3	0.94828	0.2234	58
	Total	0.93333	0.2500	225
8	1	0.94595	0.2292	37
	2	0.91346	0.2825	104
	3	0.97917	0.1443	48
	Total	0.93651	0.2445	189
9	1	0.75862	0.4317	58
	2	0.94512	0.2284	164
	3	0.95652	0.2050	92
	Total	0.91401	0.2808	314
Total	1	0.85635	0.3512	362
	2	0.93339	0.2495	1096
	3	0.95957	0.1972	371
	Total	0.92346	0.2659	1829

Tabla 2.32: Estadísticos descriptivos para $X = APES501 - 1$ en el fichero EPA

En la Tabla 2.33 damos algunos estadísticos para $X = APES501 - 1$ in el fichero APES.

APES104 Estrato	APES2031 nivel de edad	Media	Desviación estándar	n
1	1	0.8164	0.3872	17136
	2	0.9008	0.2990	50205
	3	0.9433	0.2312	12406
	Total	0.8893	0.3138	79747
6	1	0.8173	0.3865	4291
	2	0.9046	0.2938	12015
	3	0.9402	0.2372	3545
	Total	0.8921	0.3103	19851
7	1	0.8058	0.3957	4124
	2	0.9138	0.2807	11875
	3	0.9558	0.2057	3594
	Total	0.8987	0.3017	19593
8	1	0.8055	0.3959	3881
	2	0.9132	0.2815	10408
	3	0.9572	0.2025	3874
	Total	0.8996	0.3006	18163
9	1	0.8083	0.3936	6016
	2	0.9205	0.2706	17677
	3	0.9616	0.1922	8044
	Total	0.9096	0.2867	31737
Total	1	0.8127	0.3902	35448
	2	0.9074	0.2898	102180
	3	0.9508	0.2164	31463
	Total	0.8956	0.3057	169091

Tabla 2.33: Estadísticos descriptivos para $X = APES501 - 1$ en el fichero APES

Ahora comparamos las columnas de medias de las Tablas 2.32 y 2.33. Si asumimos que estas columnas contienen datos emparejados normales e independientes, podemos calcular su diferencia y contrastar

$$H_0 : \text{La diferencia de las columnas etiquetadas con "Media" tiene media cero} \quad (2.4)$$

En la Tabla 2.34 se presenta el análisis estadístico (test t). Como $0.2 > 0.05$ no podemos rechazar la hipótesis. Esto significa que existe similitud entre los ficheros APES y EPA.

Media	Desviación estándar	Error estándar de la media	Intervalo de confianza al 95% para la diferencia		t	g.l.	p -valor
			Inferior	Superior			
0.0766	0.2205	0.0569	-0.0456	0.1987	-1.345	14	0.200

Tabla 2.34: Test t de datos emparejados para H_0

Si asumimos que las columnas de medias (en las Tablas 2.32 y 2.33) contienen dos conjuntos de datos continuos e independientes, podemos aplicar a las dos muestras el test de Kolmogorov-Smirnov. Este análisis estadístico se presenta en la Tabla 2.35. De acuerdo con este test, no hay evidencia estadística en contra de la hipótesis de que las columnas etiquetadas con "Media" se comportan de manera similar en los ficheros APES y EPA.

Máxima diferencia entre las funciones de distribución empírica EPA - APES	Absoluta	0.3333
	Positiva	0.0667
	Negativa	-0.3333
Z de Kolmogorov-Smirnov		0.9129
p-valor asintótico (bilateral)		0.3752

Tabla 2.35: Test KS para la igualdad de las distribuciones de las columnas etiquetadas con media

2.5.3 Generación y diagnosis de la variable APES502

APES502 (Total neto de ingresos de la familia) se obtiene de la Encuesta de Presupuestos Familiares y contiene información sobre la unidad familiar. El modelo log-normal obtenido en la Sección 2.4.3, relaciona APES502 con las características de Persona de Referencia. La Persona de Referencia se determina por la condición $APES206 = 1$.

Una aplicación estricta del modelo lineal ajustado, nos permitirá imputar sólo el valor de APES502 en los casos donde $APES206 = 1$. Sin embargo, para completar la columna 37 de la matriz $A = (a_{i,j})$ que representa al fichero APES, imputamos a todos los miembros de una familia el mismo valor que el de su Persona de Referencia. Esto significa que todos los registros que en el fichero APES tienen el mismo valor en las variables APES103, APES104, APES106, APES401 y APES402 también tendrán el mismo valor de APES502.

Definimos $Y = APES502$, por lo que $Y_j = APES502(j)$, para $j = 1, 2, \dots, 260354$, denota los valores que toma Y en el j -ésimo individuo de La Rioja. En la Sección 2.4.3, se asumió que $X_j = \log Y_j$ eran variables aleatorias independientes con $E[X_j] = \mu_j$ y $V[X_j] = \sigma^2/w_i$. Es decir, los w_i son los pesos muestrales de la EPF, los cuales son constantes dentro del estrato. Estos pesos se presentan en la Tabla 2.24. La varianza σ^2 se toma del error cuadrático medio en la Tabla 2.26, esto es, $\sigma^2 = 51.139$. Por último, la media μ_j se calcula aplicando la ecuación del modelo

$$\begin{aligned} \mu_{dj} = & \text{Constante} + [APES403(j)] + [APES405(j)] + [APES410(j)] \\ & + [APES303 * APES306(j)] + \beta_{APES409} APES409(j), \end{aligned} \tag{2.5}$$

donde

Constante = 15.305.	$\beta_{APES409} = 0.069$
$[APES403(j)] = -0.438$	si $APES403(j) = 1$
$[APES403(j)] = -0.391$	si $APES403(j) = 2$
$[APES403(j)] = -0.299$	si $APES403(j) = 3$
$[APES403(j)] = -0.774$	si $APES403(j) = 4$
$[APES403(j)] = -0.120$	si $APES403(j) = 5$

[APES403(j)] = -0.098	si APES403(j) = 6
[APES403(j)] = 0.0	si APES403(j) = 7
[APES403(j)] = -0.609	si APES403(j) = 8
[APES403(j)] = -0.224	si APES403(j) = 9
[APES403(j)] = -0.266	si APES403(j) = 10
[APES403(j)] = -0.183	si APES403(j) = 11
[APES403(j)] = -0.539	si APES403(j) = 12
[APES403(j)] = -0.180	si APES403(j) = 13
[APES403(j)] = 0.0	si APES403(j) = 14
[APES405(j)] = -1.092	si APES405(j) = 0
[APES405(j)] = -0.698	si APES405(j) = 1
[APES405(j)] = -0.402	si APES405(j) = 2
[APES405(j)] = -0.263	si APES405(j) = 3
[APES405(j)] = -0.116	si APES405(j) = 4
[APES405(j)] = 0.0	si APES405(j) = 5
[APES410(j)] = 0.096	si APES410(j) = 1
[APES410(j)] = -0.004	si APES410(j) = 2
[APES410(j)] = -0.079	si APES410(j) = 3
[APES410(j)] = 0.0	si APES410(j) = 4
[APES303*APES306 (j)] = -0.409	si APES303=1 y APES306=5
[APES303*APES306 (j)] = -0.723	si APES303=2 y APES306=1
[APES303*APES306 (j)] = -0.572	si APES303=2 y APES306=2
[APES303*APES306 (j)] = -0.398	si APES303=2 y APES306=3
[APES303*APES306 (j)] = -0.507	si APES303=2 y APES306=5
[APES303*APES306 (j)] = -0.479	si APES303=3 y APES306=1
[APES303*APES306 (j)] = 0.218	si APES303=3 y APES306=2
[APES303*APES306 (j)] = -0.417	si APES303=3 y APES306=3
[APES303*APES306 (j)] = -0.517	si APES303=3 y APES306=3
[APES303*APES306 (j)] = -0.407	si APES303=3 y APES306=5
[APES303*APES306 (j)] = -0.362	si APES303=4 y APES306=1
[APES303*APES306 (j)] = 0.433	si APES303=4 y APES306=2
[APES303*APES306 (j)] = -0.400	si APES303=4 y APES306=3
[APES303*APES306 (j)] = -0.290	si APES303=4 y APES306=5
[APES303*APES306 (j)] = -0.113	si APES303=5 y APES306=1
[APES303*APES306 (j)] = -0.261	si APES303=5 y APES306=3
[APES303*APES306 (j)] = -0.136	si APES303=5 y APES306=5
[APES303*APES306 (j)] = -0.534	si APES303=6 y APES306=1
[APES303*APES306 (j)] = -0.099	si APES303=6 y APES306=2
[APES303*APES306 (j)] = -0.238	si APES303=6 y APES306=3
[APES303*APES306 (j)] = 0.905	si APES303=6 y APES306=5
[APES303*APES306 (j)] = -0.077	si APES303=7 y APES306=1
[APES303*APES306 (j)] = 0.081	si APES303=7 y APES306=2
[APES303*APES306 (j)] = -0.320	si APES303=7 y APES306=3
[APES303*APES306 (j)] = -0.514	si APES303=7 y APES306=5
[APES303*APES306 (j)] = -0.213	si APES303=8 y APES306=1
[APES303*APES306 (j)] = 0.004	si APES303=8 y APES306=2
[APES303*APES306 (j)] = -0.074	si APES303=8 y APES306=3
[APES303*APES306 (j)] = 0.062	si APES303=8 y APES306=5
[APES303*APES306 (j)] = 0.157	si APES303=9 y APES306=1
[APES303*APES306 (j)] = -0.552	si APES303=9 y APES306=2
[APES303*APES306 (j)] = 0.052	si APES303=9 y APES306=3

Para todos los registros, $j = 1, 2, \dots, 85086$, correspondientes a los individuos con APES206 = 1, μ_j se calcula aplicando la fórmula (2.5) y por ello tenemos todos los elementos que necesitamos para generar el valor de la distribución teórica de $X_j = \log Y_j$, es decir, para simular de una distribución normal con media $E[X_j] = \mu_j$ y varianza $V[X_j] = \sigma^2/w_i$.

Si estuviera disponible una estructura geográfica más detallada en los datos de la EPF española (por ejemplo, se incluyeran las comarcas como variables GEO), sería más apropiado un modelo multinivel. Como tales datos geográficos no están disponibles, el modelo log-lineal se considera aceptablemente bueno. Pero en las simulaciones debemos verificar el comportamiento de los estimadores de áreas pequeñas, por lo que estamos interesados en una población artificial con un poco de variabilidad entre comarcas. Sin embargo, en el modelo de la Sección 2.4.3 para $\log(APES502)$, cada comarca tiene la misma ecuación de regresión.

En lugar de tener la variación sólo para los individuos, podemos introducir alguna variación entre comarcas, simulando las condiciones aleatorias de nivel de la comarca. ¿Cómo hacer esto? Dividiendo la estimación de la varianza σ^2 en $(1 - p)100\%$ para la varianza a nivel individual y $p100\%$ para la varianza a nivel de comarca. Generando los efectos aleatorios de la comarca de una distribución normal de media cero y varianza $p\sigma^2$, es decir, $U_d \sim N(0, p\sigma^2)$. Para cada individuo generamos aleatoriamente una distribución normal con media cero y varianza $(1-p)\sigma^2$, es decir, $V_{dj} \sim N(0, (1 - p)\sigma^2)$. Finalmente, aplicamos la formula

$$X_{dj} = \log Y_{dj} = \mu_{dj} + w_{dj}^{-\frac{1}{2}} U_d + w_{dj}^{-\frac{1}{2}} V_{dj}. \tag{2.6}$$

Como resultado de este proceso, el logaritmo de los ingresos tendrá la correlación $\rho = p$ dentro de la comarca. Para terminar, la formula siguiente se usa para imputar los valores de APES502.

$$Y_{dj} = \exp(X_{dj}) \tag{2.7}$$

¿Cuanta variación entre comarcas deberíamos poner? Esto se puede decidir calculando, en el fichero APES, la tabla ANOVA de un factor del modelo lineal con APES409 (el número total de miembros de la familia) como variable de respuesta y la comarca (posiciones 6-7 del fichero APES) como factor.

Consideramos el diseño completamente aleatorizado con un factor y efectos fijos

$$Y_{dj} = \mu + \alpha_i + e_{ij}, \quad j = 1, \dots, n_i \tag{2.8}$$

donde las perturbaciones $e_{ij} \sim N(0, \sigma^2)$ son independientes. Si $Y = APES409$ es la variable de respuesta y α_i es el efecto del i -ésimo nivel del factor (Comarca), $i = 1, \dots, a$, entonces la tabla ANOVA es

F.V.	SC	g.l.	M.C.	F	p-valor
Entre grupos	194.915	3	64.972	25.441	0.000
Error	664896.490	260350	2.554		
Total corregido	665091.405	260353			

Tabla 2.37: Análisis de la varianza con respecto a la Comarca

donde FV denota "Fuente de variabilidad", SC denota "Suma de cuadrados", g.l denota "grados de libertad y MC denota "Media de cuadrados".

Observamos que el modelo log-normal de la Sección 2.4.3 se ha ajustado con la suposición de que el 0%, del total de la varianza, se debe a la varianza a nivel de comarca. En nuestra opinión, no más del 10%, de la varianza total, se debe a la varianza a nivel de comarca. Por consiguiente, se usa la siguiente fórmula para calcular p

$$p = \frac{1}{10} \frac{M.C. \text{ Entre grupos} - M.C. \text{ Error}}{MC \text{ Entre grupos}} \quad \text{Si } M.C. \text{ Error} < M.C. \text{ Entre grupos}$$

$$p = 0 \quad \text{en caso contrario} \quad (2.9)$$

En este caso $p = 0.09606908$

Una vez que se ha imputado APES502 para la persona de referencia, el mismo valor se debe imputar a todas aquellas personas que pertenecen a la familia de la persona de referencia. En el fichero APES la familia esta definida por el siguiente conjunto de variables: APES103 (provincia), APES104 (estrato), APES106 (unidad principal de muestreo dentro del estrato), APES401 (número de domicilio de dentro de la unidad principal de muestreo), y APES402 (número de hogar dentro de la vivienda).

Cada vez que imputamos el valor de APES502 a la persona de referencia podemos obtener de esta persona el valor de sus variables APES103, APES1043, APES106, APES401 y APES402. Entonces buscamos a todas aquellas personas que tengan los mismos valores en esas variables. Esto significa que cada vez que imputamos una persona de referencia tenemos que recorrer todo el fichero APES para buscar aquellas personas con los mismos valores en esas variables. Para mejorar el rendimiento del programa de imputación, preprocesamos el fichero APES. Este preproceso consiste en una ordenación del fichero, de tal modo que ordenamos el fichero por las variables APES103, APES1043, APES106, APES401 y APES402. Además para que la persona de referencia (APES206=1) sea el primero y todos los miembros de su familia estén colocados a continuación añadimos la variable APES206 a la anteriores. De esta forma el fichero APES está ordenado de tal forma que el primero de una familia es la persona de referencia y a continuación están todos los miembros de la familia hasta que encontramos a la siguiente persona de referencia. Este preproceso hace que los programas de imputación actúen linealmente y, en consecuencia, funcionen mucho más rápido.

Debido a la enorme cantidad de datos a manejar, el fichero APES tiene 38,872,268 registros y 40 variables por registro, el software para manejar estos datos tiene que ser muy específico. Si nos decidimos por utilizar una Base de Datos convencional (DBASE, PARADOX,...) el número de registros esta limitado a cerca de 1,000,000, lo que es claramente insuficiente. Si nos decidimos a utilizar una Base de Datos con arquitectura cliente/servidor (Oracle, Informix, ...) el número de registros no tiene en principio más limite que el espacio físico disponible en nuestra maquina y también las limitaciones de diseño impuestas. Estas Bases de Datos ocupan mucho espacio en disco, tanto que si queremos convertir nuestro fichero APES a una Base de Datos de este tipo ocuparía fácilmente más de dos Gigabytes de espacio en disco. Si esto sucede bajo un

entorno Windows no podríamos hacerlo, ya que el tamaño del fichero más grande esta limitado a 2 Gigabytes, por lo que nos deberíamos ir a entorno Unix. Resumiendo si queremos construir una Base de Datos con nuestro fichero APES deberíamos tener una maquina UNIX con Oracle o Informix. Nuestra intención es que los programas de imputación se pudieran ejecutar desde cualquier ordenador, por lo que se descartó la Base de Datos y se optó por ordenar el fichero de texto APES y hacer la imputación sobre él directamente.

Una vez que $X = \log(APES502)$ ha sido imputada, es necesario realizar un post-análisis para comprobar si los valores poblacionales son consistentes con los valores originales del fichero de la EPF. Por esta razón a continuación damos algunas definiciones

La media poblacional de X en el i -ésimo estrato es

$$\bar{X}_i = \frac{1}{N_i} \sum_{j=1}^{N_i} X_{ij}$$

y la varianza poblacional de X en el i -ésimo estrato es

$$S_i^2 = \frac{1}{N_i} \sum_{j=1}^{N_i} (X_{ij} - \bar{X}_i)^2$$

donde N_i (cantidad censal) es el número total de individuos del i -ésimo estrato con $APES206 = 1$ (Persona de Referencia), X_{ij} es el valor de $\log(APES502)$ de la j -ésima persona de referencia del i -ésimo estrato (del fichero APES).

La media muestral (EPF) de X en el i -ésimo estrato es

$$\hat{\mu}_i = \frac{1}{n_i} \sum_{j=1}^{n_i} X_{ij}$$

y la varianza muestral (EPF) de X en el i -ésimo estrato es

$$s_i^2 = \frac{1}{n_i} \sum_{j=1}^{n_i} (X_{ij} - \bar{X}_i)^2$$

donde n_i (cantidad EPF) es el número de individuos de la muestra en el i -ésimo estrato con $APES206 = 1$ (Persona de Referencia), X_{ij} es el valor en la EPF de $\log(APES502)$ en la j -ésima persona de referencia del i -ésimo estrato.

El intervalo de diagnosis, con factor β , para \bar{X}_i es

$$I_i = \left(\hat{\mu}_i - \beta \sqrt{\frac{s_i^2}{n_i}}, \hat{\mu}_i + \beta \sqrt{\frac{s_i^2}{n_i}} \right)$$

y esperamos que $\bar{X}_i \in I_i$

En la provincia de La Rioja se obtuvieron los siguientes resultados del fichero APES

Estrato	N	Media	Varianza
1	38990	14.347	0.290
6	9775	14.259	0.286
7	9660	14.222	0.296
8	9397	14.142	0.283
9	17264	14.076	0.302

Tabla 2.38: Tamaño, media y varianza poblacional de X en el estrato i

En la provincia de La Rioja se obtuvieron los siguientes resultados del fichero EPF

Estrato	N	Media	Varianza
1	178	14.416	0.568
6	46	14.245	0.257
7	43	14.239	0.277
8	40	14.352	0.443
9	50	14.329	0.423

Tabla 2.39: Tamaño, media y varianza muestral de X en el estrato i

Los intervalos de diagnóstico con factor $\beta = 1.96$ y $\beta = 3$ se presentan en la Tabla 2.40

Estrato	\bar{X}_i	$\bar{X}_i \in I_i$	ID on $\beta = 3$		$\bar{X}_i \in I_i$	ID con $\beta = 1.96$	
1	14.347	SI	14.246	14.585	SI	14.305	14.527
6	14.259	SI	14.021	14.469	SI	14.098	14.391
7	14.222	SI	13.998	14.48	SI	14.082	14.396
8	14.142	SI	14.036	14.668	NO	14.146	14.558
9	14.076	SI	14.053	14.605	NO	14.149	14.509

Tabla 2.40: Intervalos de diagnóstico (ID) con factor $\beta = 1.96$ y $\beta = 3$

Ahora definimos la variable $APES4051$, llamándola nivel de ocupación de la familia, y obteniéndola por recodificación de $APES405$ (número de personas ocupadas) de la siguiente forma:

- $APES4051=0$ si $APES405=0$
- $APES4051=1$ si $APES405=1$
- $APES4051=2$ si $APES405=2$
- $APES4051=3$ si $APES405>3$

En la Tabla 2.41 damos algunos estadísticos para $X = \log(APES502)$ en el fichero EPF

APES104 Estrato	APES4051 nivel de ocupación	Media	Desviación estándar	<i>n</i>
1	0	13.764	0.555	39
	1	14.383	0.759	82
	2	14.855	0.380	39
	3	15.026	0.588	18
	Total	14.416	0.754	178
6	0	13.912	0.563	13
	1	14.287	0.356	18
	2	14.479	0.472	13
	3	14.503	0.793	2
	Total	14.245	0.507	46
7	0	13.682	0.354	14
	1	14.399	0.334	21
	2	14.725	0.210	5
	3	14.909	0.316	3
	Total	14.239	0.526	43
8	0	13.689	0.327	13
	1	14.212	0.272	11
	2	14.998	0.638	7
	3	14.978	0.230	9
	Total	14.352	0.666	40
9	0	13.734	0.467	15
	1	14.374	0.471	22
	2	14.936	0.552	10
	3	14.949	0.215	3
	Total	14.329	0.651	50
Total	0	13.757	0.486	94
	1	14.361	0.610	154
	2	14.805	0.460	74
	3	14.967	0.477	35
	Total	14.353	0.678	357

Tabla 2.41: Estadísticos descriptivos para $X = \log(APES502)$ en el fichero EPF

En la Tabla 2.42 damos algunos estadísticos para $X = \log(APES502)$ en el fichero APES.

APES104 Estrato	APES4051 nivel de ocupación	Media	Desviación estándar	<i>n</i>
1	0	13.701	0.407	10269
	1	14.382	0.287	16518
	2	14.787	0.254	10087
	3	15.098	0.280	2116
	Total	14.347	0.539	38990
6	0	13.631	0.375	2809
	1	14.334	0.275	4064
	2	14.704	0.254	2364
	3	15.009	0.266	538
	Total	14.259	0.535	9775
7	0	13.597	0.391	2740
	1	14.300	0.287	4447
	2	14.712	0.261	1916
	3	14.997	0.294	557
	Total	14.222	0.544	9660

APES104 Estrato	APES4051 nivel de ocupación	Media	Desviación estándar	n
8	0	13.549	0.355	2995
	1	14.240	0.251	3888
	2	14.636	0.228	1957
	3	14.918	0.225	557
	Total	14.142	0.532	9397
9	0	13.522	0.353	6225
	1	14.199	0.264	6869
	2	14.615	0.214	2930
	3	14.907	0.256	1240
	Total	14.076	0.549	17264
Total	0	13.619	0.390	25038
	1	14.316	0.287	35786
	2	14.728	0.256	19254
	3	15.010	0.281	5008
	Total	14.245	0.551	85086

Tabla 2.42: Estadísticos descriptivos para $X = \log(APES502)$ en el fichero APES

Ahora comparamos las columnas de medias de las Tablas 2.41 y 2.42. Si suponemos que estas columnas contienen datos emparejados normales independientes, podemos calcular su diferencia y contrastar

$$H_0 : \text{La diferencia de las columnas etiquetadas con "Media" tiene media cero} \quad (2.10)$$

En la Tabla 2.43 se presenta el análisis estadístico (test t). Como $0.2843 > 0.05$ no podemos rechazar la hipótesis. Esto significa que existe similitud entre los ficheros APES y EPA.

Media	Desviación estándar	Error estándar de la media	Intervalo de confianza al 95% para la diferencia		t	g.l.	p -valor
			Inferior	Superior			
0.0478	0.1942	0.0434	-0.0430	0.1387	1.1018	19	0.2843

Tabla 2.43: Test t de datos emparejados para H_0 (EPA - APES)

Si suponemos que las columnas de medias (en las Tablas 2.41 y 2.42) contienen dos conjuntos de datos continuos e independientes, podemos aplicar a las dos muestras el test de Kolmogorov-Smirnov. Este análisis estadístico se presenta en la Tabla 2.44. De acuerdo con este test, no hay evidencia estadística en contra de la hipótesis de que las columnas etiquetadas con "media" se comportan de manera similar en los ficheros APES y EPA.

Máxima diferencia entre las funciones de distribución empírica EPA - APES	Absoluta	0.200
	Positiva	0.100
	Negativa	-0.200
Z de Kolmogorov-Smirnov		0.632
p-valor asintótico (bilateral)		0.819

Tabla 2.44: Test KS para la igualdad de las distribuciones de las columnas etiquetadas con media

A continuación presentamos los estimadores kernel con núcleo normal de la función de densidad de la variable aleatoria $\ln(APES502)$ en los ficheros APES y EPF.

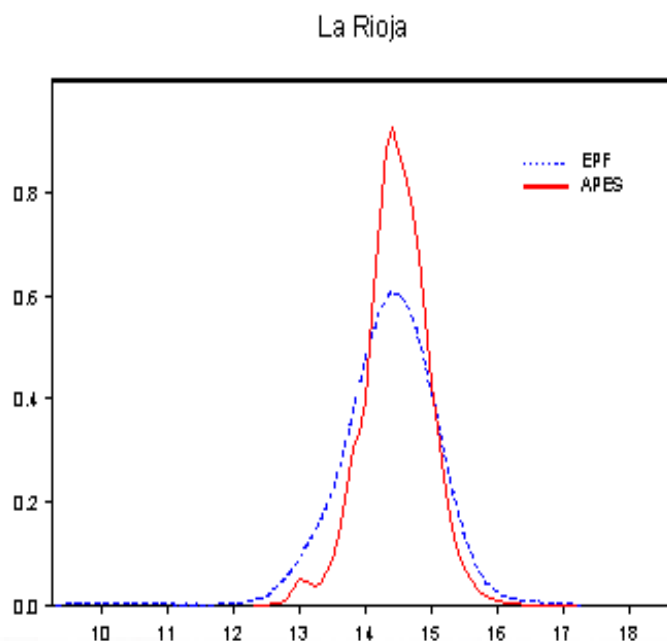


Figura 2.13: Estimadores kernel para $\ln(APES502)$ en los ficheros APES y EPF

2.5.4 Generación de las variables transformadas

Las variables transformadas se presentan en la Tabla 2.45.

Variable	Nombre y Descripción	Valores válidos	transformadas de
APES503	Desempleo OIT		
	SI	1	APES208 = 2
	NO	0	en otro caso
APES504	Hogar Unipersonal		
	SI	1	APES403 = 01-04
	NO	0	en otro caso
APES505	Nº total de miembros familiares normalizado	00-35	$1 + 0.5(N_{\geq 14} - 1) + 0.3N_{<14}$

Tabla 2.45: Variables transformadas

En la Tabla 2.45, $N_{\geq 14}$ es número de personas de la familia con 14 o más años y $N_{<14}$ el número de niños con edades inferiores a 14 años. El proceso de imputación se realiza mediante un algoritmo que recorre linealmente el fichero APES y aplica las fórmulas de las transformaciones.

Capítulo 3

Generación de un universo artificial para la Comunidad Valenciana

3.1 Modelos seleccionados

3.1.1 Modelo para APES501

En este apartado se usa un modelo de regresión logístico para predecir APES501 (paro registrado en una oficina de empleo público según la EPA) en la Comunidad Autónoma de Valencia en el fichero de datos de la Encuesta de Población Activa. El tamaño muestral de la Comunidad Valenciana es 10.783. La muestra aleatoria de la EPA se obtiene bajo un diseño bietápico (estratificado en la primera etapa). Esto significa que las observaciones en diferentes estratos y provincias tienen diferentes pesos. En la Tabla 3.1 aparecen los pesos que tiene cada estrato.

provincia (APES103)	estrato	frecuencia	pesos
Alicante (3)	1	617	235.32
	1	37	470.64
	2	392	308.18
	4	439	229.28
	5	512	290.48
	6	317	298.31
	7	221	421.87
	8	137	232.01
	9	110	294.35
Castellón (12)	1	1045	79.41
	5	671	84.32
	6	440	111.45
	7	270	75.16
	8	200	135.6
	9	244	120.59
Valencia (46)	1	2260	193.74
	1	71	387.48
	4	419	249.57

provincia (APES103)	estrato	frecuencia	pesos
	5	1071	290.72
	6	426	323.92
	7	400	316.46
	8	247	348.75
	9	237	306.48

Tabla 3.1: Pesos y frecuencias dentro de cada estrato y provincia

Para el modelo usamos el nexo logit y el modelo que obtenemos es:

1. APES501 es Bernoulli (π_i).
2. La función de nexo es $\eta_i = \log(\pi_i/(1 - \pi_i))$.
3. $\eta_i = \text{Constante} + [\text{APES103}] + [\text{APES202}] + \beta_{\text{APES203}} \text{APES203} + [\text{APES207}] + [\text{APES208}] + [\text{APES210}] + [\text{APES211}] + [\text{APES301}] + [\text{APES304}] + [\text{APES306}] + \beta_{\text{APES409}} \text{APES409}$

donde $[\cdot]$ se usa para denotar parámetros de nivel. Este modelo tiene dos covariables, APES203 (Edad) y APES409 (Número total de miembros). Los factores del modelo se presentan en la Tabla 3.2 con sus correspondientes niveles y tamaños muestrales.

Variable	Niveles	N
APES103 Provincia	3	2782
	12	2870
	46	5131
APES202 Sexo	1	5301
	6	5482
APES207 Estudio de más alto nivel completados	1	320
	2	1328
	3	4160
	4	2320
	5	410
	6	247
	7	1115
	8	500
	9	383
APES208 Relación con la actividad	1	5876
	2	965
	3	3847
	4	95

Variable	Niveles	N
APES210 Situación profesional	1	822
	2	297
	3	4498
	4	243
	5	4923
APES211 Condición socio-económica	1	4
	2	171
	3	2
	4	4
	5	259
	6	83
	7	319
	8	688
	9	45
	10	73
	11	521
	12	49
	13	1092
	14	646
	15	60
	16	2165
	17	230
	18	19
	19	247
0	4106	
APES301 Sexo de la persona de referencia	1	9776
	6	1007
APES304 Relación con la actividad de la persona de referencia	1	7796
	2	590
	3	2397
	4	0
APES306 Situación profesional de la persona de referencia	1	1537
	2	673
	3	5490
	4	57
	5	3026

Tabla 3.2: Factores, niveles y tamaños muestrales

En la Tabla 3.3 se presenta el análisis de la desviación para el nexo logit

	g.l.	Desviación	g.l. Resid.	Desv. Resid.	F	p-valor
Modelo nulo			10782	1802319		
APES103	2	23026.0	10780	1779293	59.895	0.000
APES202	1	1247.7	10779	1778045	6.491	0.011
APES203	1	85949.1	10778	1692096	447.140	0.000
APES207	8	17915.0	10770	1674181	11.650	0.000
APES208	3	850630.5	10767	823551	1.475.103	0.000
APES210	4	5373.9	10763	818177	6.989	0.000
APES211	19	20523.8	10744	797653	5.620	0.000
APES301	1	1763.5	10743	795890	9.174	0.002
APES304	2	4111.0	10741	791779	10.693	0.000
APES306	4	6623.9	10737	785155	8.615	0.000
APES409	1	2445.2	10736	782709	12.721	0.000

Tabla 3.3: Análisis de la desviación

Los estadísticos desviación son

Desviación del modelo nulo: 1802319 con 10782 grados de libertad.

Desviación del modelo seleccionado: 782709 con 10736 grados de libertad.

En la Tabla 3.4 se muestran los coeficientes estimados del modelo

Parámetro	estimación	error estándar	t valor
Constante	4.266	1.913	2.230
[APES103=12]	1.058	0.013	82.664
[APES103=46]	0.685	0.007	101.665
[APES202=6]	-0.045	0.008	-5.908
APES203	0.038	0.000	114.379
[APES207=2]	-1.687	0.032	-52.074
[APES207=3]	-1.916	0.031	-60.977
[APES207=4]	-1.792	0.032	-55.620
[APES207=5]	-2.190	0.035	-63.089
[APES207=6]	-2.305	0.039	-59.636
[APES207=7]	-1.720	0.033	-52.081
[APES207=8]	-2.106	0.036	-59.009
[APES207=9]	-1.840	0.039	-47.138
[APES208=2]	-2.814	0.080	-34.975
[APES208=3]	1.115	0.083	13.442
[APES208=4]	0.772	0.085	9.082
[APES210=2]	3.349	0.205	16.318
[APES210=3]	1.846	0.044	42.179
[APES210=4]	-1.025	0.029	-34.997

Parámetro	estimación	error estándar	t valor
[APES210=5]	-2.488	0.088	-28.365
[APES211=2]	-1.842	1.913	-0.963
[APES211=3]	4.148	5.162	0.804
[APES211=4]	2.827	3.071	0.921
[APES211=5]	-3.191	1.913	-1.668
[APES211=6]	-1.510	1.912	-0.790
[APES211=7]	3.204	1.920	1.669
[APES211=8]	-0.799	1.913	-0.418
[APES211=9]	0.599	1.915	0.313
[APES211=10]	-1.152	1.916	-0.601
[APES211=11]	-0.228	1.913	-0.119
[APES211=12]	2.412	1.918	1.258
[APES211=13]	-1.293	1.913	-0.676
[APES211=14]	-2.814	1.913	-1.471
[APES211=15]	-1.148	1.915	-0.599
[APES211=16]	-2.121	1.913	-1.109
[APES211=17]	-2.483	1.913	-1.298
[APES211=18]	2.791	2.157	1.294
[APES211=19]	-0.814	1.913	-0.426
[APES211=0]	-0.558	1.913	-0.292
[APES301=6]	-0.244	0.011	-21.525
[APES304=2]	-2.180	0.064	-33.927
[APES304=3]	-1.623	0.064	-25.381
[APES306=2]	0.677	0.021	32.440
[APES306=3]	-0.425	0.011	-38.082
[APES306=4]	-1.239	0.037	-33.664
[APES306=5]	1.148	0.064	17.889
APES409	0.120	0.002	48.849

Tabla 3.4: Parámetros no nulos del modelos

En este modelo se han estimado 47 parámetros con un tamaño muestral $n = 10,783$. Damos el siguiente porcentaje de ajuste:

$$1 - \frac{\text{Desviación del modelo seleccionado}}{\text{Desviación del modelo nulo}} = 1 - \frac{782709}{1802319} = 56.57\%$$

Las tablas de frecuencia que se han obtenido en la predicción se presentan en la Tabla 3.5.

	APES501		Predicción	
	Numero	Porcentaje	Numero	Porcentaje
Registrado	1289	0.120	1285	0.119
No registrado	9494	0.880	9498	0.881

Tabla 3.5: Tablas de frecuencias para APES501 y predicciones

3.1.2 Modelo para APES502

El tamaño muestral para la Comunidad Valenciana es de 1706. La muestra aleatoria de la EPF se obtiene bajo un diseño bietápico (estratificado en la primera etapa). Esto significa que las observaciones en los diferentes estratos y provincias tienen diferentes pesos. En la Tabla 3.6 se presentan los pesos y las frecuencias para los diferentes estratos de las provincias. Se usa la estimación por mínimos cuadrados ponderados para ajustar el modelo lineal a los datos.

provincia (APES103)	estrato	frecuencia	pesos
Alicante (3)	1	187	408.057
	2	67	747.891
	4	85	636.596
	5	93	685.878
	6	58	782.325
	7	52	859.982
	8	30	476.819
	9	26	707.974
	Castellón (12)	1	141	297.937
5		57	486.854
6		63	411.184
7		33	282.965
8		23	668.592
9		39	557.961
Valencia (46)	1	306	719.137
	4	77	620.370
	5	158	895.089
	6	82	886.004
	7	54	1143.159
	8	49	976.719
	9	26	1552.962

Tabla 3.6: Pesos y frecuencias dentro de cada estrato y provincia

Se propone el siguiente modelo lineal:

1. $\ln(\text{APES502})$ es Normal.
2. $E[\ln(\text{APES502})] = \text{Constante} + [\text{APES103}] + [\text{APES303}] + [\text{APES304}] + [\text{APES306}] + [\text{APES403}] + [\text{APES404}] + [\text{APES407}] + [\text{APES408}] + [\text{APES411}] + \beta_{\text{APES302}} \text{APES302} + \beta_{\text{APES409}} \text{APES409}$,

donde $[\cdot]$ se usa para denotar parámetros de nivel. Este modelo tiene dos covariables: APES302 (Edad) y APES409 (número de miembros de la familia). Los factores del modelo se presentan en la Tabla 3.7 con sus correspondientes niveles y tamaños muestrales.

Variable	Niveles	N
APES103 Provincia	3	598
	12	356
	46	750
APES303 Estudios de más alto nivel completados de la persona de referencia	1	91
	2	430
	3	605
	4	272
	5	38
	6	17
	7	123
	8	69
	9	59
APES304 Relación con la actividad de la persona de referencia	1	1063
	2	71
	3	568
	5	2
APES306 Situación profesional de la persona de referencia	1	214
	2	52
	3	858
	4	2
	5	578
APES403 Tipo de hogar	1	27
	2	27
	3	25
	4	86
	5	170
	6	221
	7	2
	8	16
	9	169
	10	189
	11	51
	12	10
	13	275
	14	436
APES404 Número de activos en el hogar	0	388
	1	645
	2	509
	3	116
	4	31
	5	12
APES407 Número de personas menores de 16 años	6	3
	0	955
	1	366
	2	286
	3	76

Variable	Niveles	N
	4	17
	5	2
	6	1
	10	1
APES408 Número de personas mayores de 64 años	0	1153
	1	344
	2	199
	3	8
APES411 Refrigeración de la vivienda	1	15
	6	1689

Tabla 3.7: Factores, niveles y tamaños muestrales

En la Tabla 3.8 se presenta el análisis de la varianza.

Fuente variabilidad	Suma de cuadrados	g.l.	Media de cuadrados	F	p-valor
Constante	376396.764	1	376396.764	3554.489	0.000
APES103	1027.289	2	513.644	4.851	0.008
APES303	34663.190	8	4332.899	40.918	0.000
APES304	4785.139	3	1595.046	15.063	0.000
APES306	2277.944	4	569.486	5.378	0.000
APES403	5521.563	13	424.736	4.011	0.000
APES404	21845.365	6	3640.894	34.383	0.000
APES407	2203.133	7	314.733	2.972	0.004
APES408	1885.469	3	628.490	5.935	0.001
APES411	870.475	1	870.475	8.220	0.004
APES302	659.607	1	659.607	6.229	0.013
APES409	2228.162	1	2228.162	21.042	0.000
Error	175.147.607	1654	105.893		
Total Corregido	426372.139	1703			

Tabla 3.8: Análisis de la varianza

El coeficiente de determinación de este modelo es

$$R^2 = \frac{SS_{\text{Total corregido}} - SS_{\text{Error}}}{SS_{\text{Error}}} = 0.589.$$

El coeficiente de determinación ajustado es

$$\bar{R}^2 = 1 - \left(\frac{n-1}{n-p} \right) (1 - R^2) = 0.577,$$

donde $n = 1704$ es el tamaño muestral y $p = 50$ es el número de parámetros no nulos del modelo. En la Tabla 3.9 se presentan los parámetros no nulos del modelo.

Parámetro	Estimación	Error est.	t	p	lím. inf. 95%	lím. sup. 95%
Constante	12.510	0.690	18.136	0.000	11.157	13.863
[APES103=3]	0.012	0.022	0.537	0.591	-0.031	0.054
[APES103=12]	0.095	0.031	3.101	0.002	0.035	0.156
[APES303=1]	-0.837	0.072	-11.679	0.000	-0.977	-0.696
[APES303=2]	-0.734	0.059	-12.448	0.000	-0.850	-0.618
[APES303=3]	-0.593	0.056	-10.489	0.000	-0.703	-0.482
[APES303=4]	-0.501	0.059	-8.491	0.000	-0.616	-0.385
[APES303=5]	-0.460	0.088	-5.240	0.000	-0.632	-0.288
[APES303=6]	-0.413	0.116	-3.565	0.000	-0.641	-0.186
[APES303=7]	-0.273	0.065	-4.225	0.000	-0.399	-0.146
[APES303=8]	-0.032	0.073	-0.439	0.661	-0.175	0.111
[APES304=1]	1.111	0.338	3.284	0.001	0.447	1.775
[APES304=2]	0.872	0.334	2.612	0.009	0.217	1.526
[APES304=3]	1.287	0.310	4.154	0.000	0.680	1.895
[APES306=1]	0.208	0.145	1.437	0.151	-0.076	0.493
[APES306=2]	0.440	0.151	2.909	0.004	0.143	0.737
[APES306=3]	0.203	0.142	1.427	0.154	-0.076	0.481
[APES306=4]	0.059	0.351	0.169	0.866	-0.629	0.747
[APES403=1]	-0.179	0.096	-1.856	0.064	-0.368	0.010
[APES403=2]	-0.316	0.103	-3.053	0.002	-0.519	-0.113
[APES403=3]	-0.244	0.108	-2.253	0.024	-0.456	-0.032
[APES403=4]	-0.508	0.088	-5.799	0.000	-0.680	-0.336
[APES403=5]	-0.076	0.049	-1.554	0.120	-0.172	0.020
[APES403=6]	-0.194	0.059	-3.294	0.001	-0.310	-0.079
[APES403=7]	0.510	0.281	1.814	0.070	-0.041	1.062
[APES403=8]	-0.321	0.135	-2.368	0.018	-0.586	-0.055
[APES403=9]	-0.100	0.077	-1.287	0.198	-0.251	0.052
[APES403=10]	0.034	0.090	0.382	0.702	-0.142	0.211
[APES403=11]	-0.094	0.120	-0.783	0.434	-0.328	0.141
[APES403=12]	-0.113	0.213	-0.532	0.595	-0.530	0.304
[APES403=13]	0.017	0.073	0.241	0.810	-0.125	0.160
[APES404=0]	-1.120	0.256	-4.368	0.000	-1.623	-0.617
[APES404=1]	-0.751	0.251	-2.991	0.003	-1.244	-0.259
[APES404=2]	-0.484	0.250	-1.934	0.053	-0.975	0.007
[APES404=3]	-0.351	0.246	-1.428	0.154	-0.833	0.131
[APES404=4]	-0.293	0.250	-1.172	0.241	-0.782	0.197
[APES404=5]	-0.403	0.267	-1.510	0.131	-0.927	0.121
[APES407=0]	1.293	0.456	2.836	0.005	0.399	2.188
[APES407=1]	1.223	0.441	2.771	0.006	0.357	2.088
[APES407=2]	1.052	0.435	2.419	0.016	0.199	1.906
[APES407=3]	1.065	0.431	2.470	0.014	0.219	1.910
[APES407=4]	1.060	0.437	2.423	0.016	0.202	1.918
[APES407=5]	0.076	0.571	0.133	0.894	-1.044	1.196
[APES407=6]	1.113	0.555	2.006	0.045	0.025	2.200
[APES408=0]	-0.075	0.137	-0.549	0.583	-0.343	0.193
[APES408=1]	0.039	0.137	0.285	0.776	-0.230	0.309
[APES408=2]	0.123	0.139	0.884	0.377	-0.150	0.396
[APES411=1]	0.327	0.114	2.867	0.004	0.103	0.552
APES302	0.003	0.001	2.496	0.013	0.001	0.006
APES409	0.100	0.022	4.587	0.000	0.057	0.142

Tabla 3.9: Parámetros no nulos del modelo

3.2 Diagnóstico de las variables en la Comunidad Valenciana

3.2.1 Diagnóstico de la variable APES501

APES501 se calcula para todos los individuos cuya edad es mayor o igual a 16 años (≥ 16) y menor que 65 años (< 65). Las personas menores de 16 años (< 16) y las mayores de 65 años (≥ 65) no pueden estar registrados como desempleados en una Oficina de Empleo Público. En esta sección analizamos el proceso de imputar valores numéricos a *APES501* en los registros del fichero APES que verifican que $APES102 = 10$ y $16 \leq APES203 < 65$. Estamos interesados en los individuos de la Comunidad Valenciana que cumplen las restricción de edad antes mencionada.

En la Comunidad Valenciana se obtuvieron los siguientes resultados del fichero APES

Estrato	N	Media	1-Media	Varianza
1	757046	0.877	0.123	0.329
2	120050	0.777	0.223	0.416
4	183747	0.832	0.168	0.374
5	587639	0.862	0.138	0.345
6	290245	0.872	0.128	0.334
7	250560	0.870	0.130	0.337
8	153880	0.890	0.110	0.312
9	148671	0.885	0.115	0.319

Tabla 3.10: Tamaño, media y varianza poblacional de X en el estrato i

En la Comunidad Valenciana se obtuvieron los siguientes resultados del fichero EPA

Estrato	n	Media	1-Media	Varianza
1	4148	0.884	0.116	0.321
2	411	0.798	0.202	0.402
4	878	0.844	0.156	0.363
5	2325	0.889	0.111	0.314
6	1224	0.886	0.114	0.318
7	916	0.891	0.109	0.312
8	601	0.913	0.087	0.281
9	601	0.905	0.095	0.293

Tabla 3.11: Tamaño, media y varianza muestral de X en el estrato i

Los intervalos de diagnóstico con factor $\beta = 1.96$ y $\beta = 3$ se presentan en la Tabla 3.12

Estrato	X_i	$X_i \in I_i$	ID con $\beta = 3$		$X_i \in I_i$	ID con $\beta = 1.96$	
1	0.877	SI	0.869	0.899	SI	0.874	0.894
2	0.777	SI	0.739	0.857	SI	0.759	0.837
4	0.832	SI	0.807	0.881	SI	0.820	0.868
5	0.862	NO	0.869	0.909	NO	0.876	0.902

Estrato	\bar{X}_i	$\bar{X}_i \in I_i$	ID con $\beta = 3$		$\bar{X}_i \in I_i$	ID con $\beta = 1.96$	
6	0.872	SI	0.859	0.913	SI	0.868	0.904
7	0.870	SI	0.860	0.922	NO	0.871	0.911
8	0.890	SI	0.879	0.947	NO	0.891	0.935
9	0.885	SI	0.869	0.941	SI	0.882	0.928

Tabla 3.12: Intervalos de diagnosis (ID) con factor $\beta = 1.96$ y $\beta = 3$

Ahora definimos la variable *APES2031*, llamada nivel de edad, obteniéndola por recodificación de la *APES203* (edad) de la siguiente forma:

- $APES2031=1$ si $16 \leq APES203 \leq 24$
- $APES2031=2$ si $25 \leq APES203 \leq 54$
- $APES2031=3$ si $55 \leq APES203 \leq 64$

En la Tabla 3.13 damos algunos estadísticos para $X = APES501 - 1$ en el fichero EPA.

APES104 Estrato	APES2031 nivel de edad	Media	Desviación estándar	<i>n</i>
1	1	0.8098	0.3927	983
	2	0.8970	0.3041	2465
	3	0.9400	0.2377	700
	Total	0.8836	0.3208	4148
2	1	0.7542	0.4324	118
	2	0.7965	0.4035	226
	3	0.8806	0.3267	67
	Total	0.7981	0.4019	411
4	1	0.7337	0.4432	199
	2	0.8569	0.3506	496
	3	0.9290	0.2576	183
	Total	0.8440	0.3631	878
5	1	0.8250	0.3803	600
	2	0.8992	0.3012	1329
	3	0.9520	0.2140	396
	Total	0.8890	0.3142	2325
6	1	0.8497	0.3580	306
	2	0.8759	0.3299	669
	3	0.9558	0.2059	249
	Total	0.8856	0.3184	1224
7	1	0.8689	0.3383	206
	2	0.8792	0.3262	538
	3	0.9535	0.2112	172
	Total	0.8908	0.3120	916
8	1	0.8264	0.3801	144
	2	0.9349	0.2470	338
	3	0.9580	0.2015	119
	Total	0.9135	0.2814	601
9	1	0.9044	0.2951	136
	2	0.8878	0.3161	312
	3	0.9412	0.2361	153
	Total	0.9052	0.2932	601

APES104 Estrato	APES2031 nivel de edad	Media	Desviación estándar	n
Total	1	0.8198	0.3844	2692
	2	0.8886	0.3147	6373
	3	0.9436	0.2307	2039
	Total	0.8820	0.3226	11104

Tabla 3.13: Estadísticos descriptivos para $X = APES501 - 1$ en el fichero EPA

En la Tabla 3.14 damos algunos estadísticos para $X = APES501 - 1$ en el fichero APES.

APES104 Estrato	APES2031 nivel de edad	Media	Desviación estándar	N
1	1	0.779	0.415	175895
	2	0.901	0.299	456303
	3	0.927	0.261	124848
	Total	0.877	0.329	757046
2	1	0.659	0.474	30990
	2	0.804	0.397	72336
	3	0.880	0.325	16724
	Total	0.777	0.416	120050
4	1	0.714	0.452	43607
	2	0.858	0.349	110466
	3	0.907	0.290	29674
	Total	0.832	0.374	183747
5	1	0.761	0.426	139862
	2	0.888	0.316	355276
	3	0.918	0.275	92501
	Total	0.862	0.345	587639
6	1	0.771	0.420	67936
	2	0.897	0.304	173733
	3	0.922	0.269	48576
	Total	0.872	0.334	290245
7	1	0.768	0.422	57283
	2	0.895	0.307	150222
	3	0.917	0.277	43055
	Total	0.870	0.337	250560
8	1	0.800	0.400	35075
	2	0.912	0.284	90144
	3	0.934	0.248	28661
	Total	0.890	0.312	153880
9	1	0.781	0.414	30437
	2	0.904	0.295	83961
	3	0.930	0.255	34273
	Total	0.885	0.319	148671
Total	1	0.763		581085
	2	0.890		1492441
	3	0.921		418312
	Total	0.865		2491838

Tabla 3.14: Estadísticos descriptivos para $X = APES501 - 1$ en el fichero APES

3.2.2 Diagnósis de la variable APES502

APES502 (Total neto de ingresos de la familia) se obtiene de la Encuesta de Presupuestos Familiares y contiene información sobre la unidad familiar. El modelo log-normal obtenido en la Sección 3.1.2, relaciona APES502 con las características de Persona de Referencia. La Persona de Referencia se determina por la condición APES206 = 1.

En la Comunidad Valenciana se obtuvieron los siguientes resultados del fichero APES

Estrato	N	Media	Varianza
1	757046	14.455	0.439
2	120050	14.308	0.417
4	183747	14.351	0.403
5	587639	14.362	0.394
6	290245	14.361	0.396
7	250560	14.361	0.393
8	153880	14.369	0.382
9	148671	14.362	0.388

Tabla 3.15: Tamaño, media y varianza poblacional de X en el estrato i

En la Comunidad Valenciana se obtuvieron los siguientes resultados del fichero EPF

Estrato	n	Media	Varianza
1	634	14.246	0.6363
2	67	14.188	0.5214
4	162	14.221	0.6359
5	308	14.179	0.5790
6	203	14.112	0.6361
7	139	14.142	0.5690
8	102	14.047	0.6851
9	91	13.985	0.5822

Tabla 3.16: Tamaño, media y varianza muestral de X en el estrato i

Los intervalos de diagnóstico con factor $\beta = 1.96$ y $\beta = 3$ se presentan en la Tabla 3.17

Estrato	X_i	$X_i \in I_i$	ID con $\beta = 3$		$X_i \in I_i$	ID con $\beta = 1.96$	
1	14.455	NO	14.170	14.322	NO	14.196	14.296
2	14.308	SI	13.997	14.379	SI	14.063	14.313
4	14.351	SI	14.071	14.371	NO	14.123	14.319
5	14.362	NO	14.080	14.278	NO	14.114	14.244
6	14.361	NO	13.978	14.246	NO	14.024	14.200
7	14.361	NO	13.997	14.287	NO	14.047	14.237
8	14.369	NO	13.843	14.251	NO	13.914	14.180
9	14.362	NO	13.802	14.168	NO	13.865	14.105

Tabla 3.17: Intervalos de diagnóstico (ID) con factor $\beta = 1.96$ y $\beta = 3$

Ahora definimos la variable $APES4051$, llamándola nivel de ocupación de la familia, obteniéndola por recodificación de la $APES405$ (número de personas ocupadas) de la siguiente forma:

- $APES4051 = 0$ si $APES405 = 0$
- $APES4051 = 1$ si $APES405 = 1$
- $APES4051 = 2$ si $APES405 = 2$
- $APES4051 = 3$ si $APES405 \geq 3$

En la Tabla 3.18 damos algunos estadísticos para $X = \log(APES502)$ en el fichero EPF

$APES104$ Estrato	$APES4051$ nivel de ocupación	Media	Desviación estándar	n
1	0	135.975	0.5950	159
	1	143.098	0.4590	284
	2	146.663	0.4535	154
	3	147.935	0.2876	37
	Total	142.460	0.6363	634
2	0	136.658	0.2470	17
	1	142.137	0.3956	31
	2	145.729	0.5268	14
	3	147.237	0.3540	5
	Total	141.878	0.5214	67
4	0	136.533	0.6520	41
	1	142.304	0.4777	70
	2	146.036	0.4072	39
	3	149.234	0.3588	11
	Total	142.212	0.6359	161
5	0	136.991	0.4761	85
	1	141.535	0.4739	128
	2	145.825	0.4176	73
	3	148.427	0.2731	22
	Total	141.790	0.5790	308
6	0	134.769	0.4740	63
	1	141.866	0.4267	73
	2	145.835	0.4009	53
	3	148.482	0.3282	13
	Total	141.120	0.6361	202
7	0	135.442	0.4513	36
	1	141.555	0.3763	54
	2	144.936	0.3939	42
	3	150.001	0.2756	7
	Total	141.419	0.5690	139
8	0	136.167	0.6169	30
	1	140.164	0.6557	45
	2	144.923	0.3586	23
	3	150.580	0.3493	4
	Total	140.470	0.6851	102

<i>APES104</i> Estrato	<i>APES4051</i> nivel de ocupación	Media	Desviación estándar	<i>n</i>
9	0	134.764	0.3780	32
	1	141.829	0.3992	39
	2	143.280	0.6282	15
	3	146.760	0.3663	5
	Total	139.855	0.5822	91
Total	0	135.959	0.5347	463
	1	142.214	0.4693	724
	2	145.923	0.4394	413
	3	148.395	0.3071	104
	Total	141.791	0.6203	1704

Tabla 3.18: Estadísticos descriptivos para $X = \log(APES502)$ en el fichero EPF

En la Tabla 3.19 damos algunos estadísticos para $X = \log(APES502)$ en el fichero APES.

<i>APES104</i> Estrato	<i>APES4051</i> nivel de ocupación	Media	Desviación estándar	<i>N</i>
1	0	13.986	0.447	101364
	1	14.358	0.357	346664
	2	14.665	0.321	236906
	3	14.896	0.308	72112
	Total	14.455	0.439	757046
2	0	13.941	0.392	26556
	1	14.247	0.314	52955
	2	14.554	0.284	28184
	3	14.795	0.270	12355
	Total	14.308	0.417	120050
4	0	13.968	0.399	33249
	1	14.281	0.312	84538
	2	14.572	0.276	49352
	3	14.817	0.275	16608
	Total	14.351	0.403	183747
5	0	13.934	0.392	78973
	1	14.255	0.305	272079
	2	14.560	0.274	169988
	3	14.800	0.255	66599
	Total	14.362	0.394	587639
6	0	13.933	0.393	38121
	1	14.245	0.303	133171
	2	14.556	0.271	84125
	3	14.801	0.262	34828
	Total	14.361	0.396	290245
7	0	13.938	0.387	33756
	1	14.247	0.304	114316
	2	14.554	0.267	72426
	3	14.802	0.255	30062
	Total	14.361	0.393	250560
8	0	13.883	0.374	15675
	1	14.231	0.293	67801
	2	14.529	0.254	47258
	3	14.780	0.235	23146
	Total	14.369	0.382	153880

APES104 Estrato	APES4051 nivel de ocupación	Media	Desviación estándar	N
9	0	13.906	0.377	19247
	1	14.244	0.291	68400
	2	14.560	0.247	41354
	3	14.799	0.230	19670
	Total	14.362	0.388	148671
Total	0	13.950		346941
	1	14.284		1139924
	2	14.591		729593
	3	14.825		275380
	Total	16.714		2144897

Tabla 3.19: Estadísticos descriptivos para $X = \log(APES502)$ en el fichero APES

3.3 Diagnóstico de las variables por provincias

3.3.1 Alicante

Diagnóstico de la variable APES501

En Alicante se obtuvieron los siguientes resultados del fichero APES

Estrato	N	Media	1-Media	Varianza
1	172437	0.831	0.169	0.375
2	120050	0.777	0.223	0.416
4	77245	0.771	0.229	0.42
5	201574	0.82	0.18	0.384
6	98314	0.824	0.176	0.381
7	95047	0.831	0.169	0.375
8	28584	0.833	0.167	0.373
9	34150	0.827	0.173	0.378

Tabla 3.20: Tamaño, media y varianza poblacional de X en el estrato i

En Alicante se obtuvieron los siguientes resultados del fichero EPA

Estrato	n	Media	1-Media	Varianza
1	1036	0.86	0.14	0.34
2	609	0.82	0.18	0.39
4	720	0.86	0.14	0.35
5	805	0.87	0.13	0.34
6	531	0.82	0.18	0.38
7	366	0.87	0.13	0.33
8	205	0.93	0.07	0.26
9	180	0.92	0.08	0.27

Tabla 3.21: Tamaño, media y varianza muestral de X en el estrato i

Los intervalos de diagnóstico con factor $\beta = 1.96$ y $\beta = 3$ se presentan en la Tabla 3.22

Estrato	\bar{X}_i	$\bar{X}_i \in I_i$	ID con $\beta = 3$		$\bar{X}_i \in I_i$	ID con $\beta = 1.96$	
1	0.831	NO	0.832	0.896	NO	0.843	0.885
2	0.777	SI	0.771	0.865	NO	0.787	0.848
4	0.771	NO	0.819	0.897	NO	0.832	0.883
5	0.82	NO	0.835	0.906	NO	0.847	0.894
6	0.824	SI	0.773	0.873	SI	0.791	0.856
7	0.831	SI	0.819	0.924	NO	0.837	0.906
8	0.833	NO	0.876	0.983	NO	0.894	0.965
9	0.827	NO	0.864	0.983	NO	0.885	0.963

Tabla 3.22: Intervalos de diagnosis (ID) con factor $\beta = 1.96$ y $\beta = 3$

En la Tabla 3.23 damos algunos estadísticos para $X = APES501 - 1$ en el fichero EPA.

APES104 Estrato	APES2031 nivel de edad	Media	Desviación estándar	n
1	1	0.742	0.439	163
	2	0.851	0.357	396
	3	0.919	0.274	111
	Total	0.836	0.371	670
2	1	0.754	0.432	118
	2	0.796	0.404	226
	3	0.881	0.327	67
	Total	0.798	0.402	411
4	1	0.689	0.465	103
	2	0.846	0.361	260
	3	0.875	0.333	88
	Total	0.816	0.388	451
5	1	0.807	0.396	135
	2	0.838	0.369	291
	3	0.922	0.27	102
	Total	0.847	0.361	528
6	1	0.753	0.434	77
	2	0.75	0.434	188
	3	0.908	0.292	65
	Total	0.782	0.414	330
7	1	0.8	0.405	45
	2	0.831	0.376	142
	3	0.953	0.213	43
	Total	0.848	0.36	230
8	1	0.805	0.401	41
	2	0.945	0.229	73
	3	1	0	28
	Total	0.915	0.279	142
9	1	0.897	0.31	29
	2	0.883	0.324	60
	3	0.958	0.204	24
	Total	0.903	0.298	113
Total	1	0.764	0.425	711
	2	0.833	0.374	1636
	3	0.915	0.279	528
	Total	0.831	0.375	2875

Tabla 3.23: Estadísticos descriptivos para $X = APES501 - 1$ en el fichero EPA

En la Tabla 3.24 damos algunos estadísticos para $X = APES501 - 1$ en el fichero APES.

APES104 Estrato	APES2031 nivel de edad	Media	Desviación estándar	N
1	1	0.708	0.455	41839
	2	0.864	0.343	103104
	3	0.897	0.304	27494
	Total	0.831	0.375	172437
2	1	0.659	0.474	30990
	2	0.804	0.397	72336
	3	0.88	0.325	16724
	Total	0.777	0.416	120050
4	1	0.629	0.483	18131
	2	0.797	0.402	46348
	3	0.878	0.327	12766
	Total	0.771	0.42	77245
5	1	0.701	0.458	48067
	2	0.848	0.359	121912
	3	0.89	0.313	31595
	Total	0.82	0.384	201574
6	1	0.695	0.46	23117
	2	0.854	0.353	58584
	3	0.896	0.305	16613
	Total	0.824	0.381	98314
7	1	0.699	0.459	21461
	2	0.86	0.347	56006
	3	0.9	0.299	17580
	Total	0.831	0.375	95047
8	1	0.716	0.451	6706
	2	0.861	0.346	16805
	3	0.896	0.306	5073
	Total	0.833	0.373	28584
9	1	0.673	0.469	6829
	2	0.855	0.352	19252
	3	0.891	0.312	8069
	Total	0.827	0.378	34150
Total	1	0.688	0.463	197140
	2	0.843	0.364	494347
	3	0.891	0.311	135914
	Total	0.814	0.389	827401

Tabla 3.24: Estadísticos descriptivos para $X = APES501 - 1$ en el fichero APES

Diagnosís de la variable APES502

En Alicante se obtuvieron los siguientes resultados del fichero APES

Estrato	N	Media	Varianza
1	172437	14.426	0.447
2	120050	14.308	0.417
4	77245	14.337	0.405
5	201574	14.353	0.401
6	98314	14.34	0.415
7	95047	14.326	0.398
8	28584	14.36	0.370
9	34150	14.345	0.394

Tabla 3.25: Tamaño, media y varianza poblacional de X en el estrato i

En Alicante se obtuvieron los siguientes resultados del fichero EPF

Estrato	n	Media	Varianza
1	187	14.31	0.709
2	67	14.187	0.521
4	85	14.159	0.642
5	93	14.216	0.595
6	58	14.061	0.734
7	52	14.122	0.593
8	30	14.064	0.910
9	26	13.895	0.567

Tabla 3.26: Tamaño, media y varianza muestral de X en el estrato i

Los intervalos de diagnosís con factor $\beta = 1.96$ y $\beta = 3$ se presentan en la Tabla 3.27

Estrato	\bar{X}_i	$\bar{X}_i \epsilon I_i$	ID con $\beta = 3$		$\bar{X}_i \epsilon I_i$	ID con $\beta = 1.96$	
1	14.426	SI	14.155	14.466	NO	14.209	14.412
2	14.308	SI	13.997	14.379	SI	14.063	14.313
4	14.337	SI	13.951	14.369	NO	14.023	14.296
5	14.353	SI	14.032	14.402	NO	14.096	14.338
6	14.34	SI	13.772	14.351	NO	13.873	14.251
7	14.326	SI	13.876	14.37	NO	13.962	14.284
8	14.36	SI	13.565	14.563	SI	13.738	14.39
9	14.345	SI	13.562	14.229	NO	13.677	14.113

Tabla 3.27: Intervalos de diagnosís (ID) con factor $\beta = 1.96$ y $\beta = 3$

En la Tabla 3.28 damos algunos estadísticos para $X = \log(APES502)$ en el fichero EPF

APES104 Estrato	APES4051 nivel de ocupación	Media	Desviación estándar	n
1	0	13.56	0.794	43
	1	14.355	0.511	77
	2	14.737	0.441	52
	3	14.755	0.227	15
	Total	14.311	0.71	187
2	0	13.666	0.247	17
	1	14.214	0.396	31
	2	14.573	0.527	14
	3	14.724	0.354	5
	Total	14.188	0.521	67
4	0	13.611	0.728	25
	1	14.264	0.452	33
	2	14.487	0.346	22
	3	14.774	0.433	5
	Total	14.16	0.642	85
5	0	13.651	0.371	23
	1	14.072	0.439	35
	2	14.628	0.423	23
	3	14.937	0.293	12
	Total	14.217	0.596	93
6	0	13.3	0.51	19
	1	14.2	0.416	19
	2	14.539	0.458	16
	3	15.115	0.33	4
	Total	14.062	0.734	58
7	0	13.556	0.506	14
	1	14.06	0.378	18
	2	14.514	0.401	18
	3	15.134	0.249	2
	Total	14.123	0.593	52
8	0	13.606	0.572	6
	1	13.767	1.061	14
	2	14.683	0.182	8
	3	15.04	0.273	2
	Total	14.064	0.911	30
9	0	13.407	0.502	8
	1	14.079	0.288	11
	2	14.014	0.726	5
	3	14.543	0.39	2
	Total	13.895	0.567	26
Total	0	13.555	0.606	155
	1	14.2	0.521	238
	2	14.601	0.447	158
	3	14.85	0.315	47
	Total	14.19	0.668	598

Tabla 3.28: Estadísticos descriptivos para $X = \log(APES502)$ en el fichero EPF

En la Tabla 3.29 damos algunos estadísticos para $X = \log(APES502)$ en el fichero APES.

APES104 Estrato	APES4051 nivel de ocupación	Media	Desviación estándar	N
1	0	13.995	0.446	31131
	1	14.352	0.353	74582
	2	14.656	0.317	50297
	3	14.883	0.308	16427
	Total	14.426	0.447	172437
2	0	13.941	0.392	26556
	1	14.247	0.314	52955
	2	14.554	0.284	28184
	3	14.795	0.27	12355
	Total	14.308	0.417	120050
4	0	13.989	0.386	18241
	1	14.303	0.31	34152
	2	14.579	0.279	18886
	3	14.821	0.278	5966
	Total	14.337	0.405	77245
5	0	13.949	0.379	31676
	1	14.253	0.306	91742
	2	14.569	0.286	55627
	3	14.798	0.262	22529
	Total	14.353	0.401	201574
6	0	13.962	0.398	17764
	1	14.246	0.31	45117
	2	14.578	0.287	25467
	3	14.831	0.304	9966
	Total	14.34	0.415	98314
7	0	13.964	0.389	17422
	1	14.237	0.303	43126
	2	14.544	0.261	23875
	3	14.794	0.269	10624
	Total	14.326	0.398	95047
8	0	13.922	0.358	3274
	1	14.243	0.291	13056
	2	14.526	0.254	8184
	3	14.754	0.225	4070
	Total	14.36	0.37	28584
9	0	13.938	0.377	5577
	1	14.251	0.302	15859
	2	14.573	0.252	8612
	3	14.785	0.222	4102
Total	Total	14.345	0.394	34150
	0	13.964	0.4	151641
	1	14.273	0.32	370589
	2	14.585	0.29	219132
	3	14.816	0.278	86039
	Total	14.356	0.416	827401

Tabla 3.29: Estadísticos descriptivos para $X = \log(APES502)$ en el fichero APES

3.3.2 Castellón

Diagnosis de la variable APES501

En Castellón se obtuvieron los siguientes resultados del fichero APES

Estrato	N	Media	1-Media	Varianza
1	87456	0.923	0.077	0.267
5	71771	0.916	0.084	0.277
6	40381	0.916	0.084	0.277
7	20714	0.928	0.072	0.258
8	26156	0.934	0.066	0.248
9	37388	0.931	0.069	0.254

Tabla 3.30: Tamaño, media y varianza poblacional de X en el estrato i

En Castellón se obtuvieron los siguientes resultados del fichero EPA

Estrato	n	Media	1-Media	Varianza
1	1646	0.915	0.08	0.279
5	1056	0.944	0.06	0.23
6	709	0.943	0.06	0.231
7	405	0.931	0.07	0.254
8	328	0.953	0.05	0.213
9	434	0.946	0.05	0.226

Tabla 3.31: Tamaño, media y varianza muestral de X en el estrato i

Los intervalos de diagnosis con factor $\beta = 1.96$ y $\beta = 3$ se presentan en la Tabla 3.32

Estrato	\bar{X}_i	$\bar{X}_i \in I_i$	ID con $\beta = 3$		$\bar{X}_i \in I_i$	ID con $\beta = 1.96$	
1	0.923	SI	0.894	0.936	SI	0.902	0.929
5	0.916	NO	0.923	0.965	NO	0.93	0.958
6	0.916	NO	0.917	0.97	NO	0.926	0.96
7	0.928	SI	0.893	0.969	SI	0.906	0.956
8	0.934	SI	0.917	0.988	SI	0.93	0.976
9	0.931	SI	0.914	0.979	SI	0.925	0.967

Tabla 3.32: Intervalos de diagnosis (ID) con factor $\beta = 1.96$ y $\beta = 3$

En la Tabla 3.33 damos algunos estadísticos para $X = APES501 - 1$ en el fichero EPA.

<i>APES104</i> Estrato	<i>APES2031</i> nivel de edad	Media	Desviación estándar	<i>n</i>
1	1	0.85	0.358	240
	2	0.913	0.282	653
	3	0.906	0.293	181
	Total	0.898	0.303	1074
5	1	0.909	0.288	187
	2	0.938	0.242	403
	3	0.953	0.213	106
	Total	0.932	0.251	696
6	1	0.915	0.28	118
	2	0.929	0.258	239
	3	0.957	0.204	93
	Total	0.931	0.254	450
7	1	0.918	0.277	73
	2	0.907	0.291	162
	3	0.953	0.213	43
	Total	0.917	0.276	278
8	1	0.935	0.25	46
	2	0.949	0.221	118
	3	0.902	0.3	41
	Total	0.937	0.244	205
9	1	0.936	0.247	47
	2	0.908	0.29	141
	3	0.932	0.254	59
	Total	0.919	0.273	247
Total	1	0.895	0.307	711
	2	0.922	0.267	1716
	3	0.931	0.253	523
	Total	0.917	0.275	2950

Tabla 3.33: Estadísticos descriptivos para $X = APES501 - 1$ en el fichero EPA

En la Tabla 3.34 damos algunos estadísticos para $X = APES501 - 1$ en el fichero APES.

<i>APES104</i> Estrato	<i>APES2031</i> nivel de edad	Media	Desviación estándar	<i>N</i>
1	1	0.859	0.348	20391
	2	0.939	0.24	53677
	3	0.958	0.202	13388
	Total	0.923	0.267	87456
5	1	0.846	0.361	16563
	2	0.934	0.249	43310
	3	0.951	0.215	11898
	Total	0.916	0.277	71771
6	1	0.85	0.357	9220
	2	0.934	0.249	24265
	3	0.943	0.232	6896
	Total	0.916	0.277	40381

<i>APES104</i> Estrato	<i>APES2031</i> nivel de edad	Media	Desviación estándar	<i>N</i>
7	1	0.877	0.329	4374
	2	0.941	0.236	12625
	3	0.946	0.225	3715
	Total	0.928	0.258	20714
8	1	0.875	0.331	5414
	2	0.945	0.227	15358
	3	0.962	0.192	5384
	Total	0.934	0.248	26156
9	1	0.864	0.343	6912
	2	0.941	0.237	20725
	3	0.958	0.202	9751
	Total	0.931	0.254	37388
Total	1	0.858	0.349	62874
	2	0.938	0.242	169960
	3	0.954	0.21	51032
	Total	0.923	0.267	283866

Tabla 3.34: Estadísticos descriptivos para $X = APES501 - 1$ en el fichero APES

Diagnosis de la variable APES502

En Castellón se obtuvieron los siguientes resultados del fichero APES

Estrato	<i>N</i>	Media	Varianza
1	87456	14.529	0.419
5	71771	14.463	0.383
6	40381	14.474	0.385
7	20714	14.497	0.387
8	26156	14.464	0.374
9	37388	14.432	0.387

Tabla 3.35: Tamaño, media y varianza poblacional de X en el estrato i

En Castellón se obtuvieron los siguientes resultados del fichero EPF

Estrato	n	Media	Varianza
1	141	14.15	0.59
5	57	14.15	0.54
6	63	14.1	0.6
7	33	14.02	0.61
8	23	14.07	0.57
9	39	14.06	0.59

Tabla 3.36: Tamaño, media y varianza muestral de X en el estrato i

Los intervalos de diagnosis con factor $\beta = 1.96$ y $\beta = 3$ se presentan en la Tabla 3.37

Estrato	\bar{X}_i	$\bar{X}_i \in I_i$	ID con $\beta = 3$		$\bar{X}_i \in I_i$	ID con $\beta = 1.96$	
1	14.529	NO	14.001	14.299	NO	14.053	14.247
5	14.463	NO	13.938	14.37	NO	14.013	14.296
6	14.474	NO	13.873	14.327	NO	13.952	14.249
7	14.497	NO	13.702	14.344	NO	13.813	14.233
8	14.464	NO	13.71	14.423	NO	13.834	14.299
9	14.432	NO	13.781	14.346	NO	13.879	14.248

Tabla 3.37: Intervalos de diagnosis (ID) con factor $\beta = 1.96$ y $\beta = 3$

En la Tabla 3.38 damos algunos estadísticos para $X = \log(APES502)$ en el fichero EPF

APES104 Estrato	APES4051 nivel de ocupación	Media	Desviación estándar	n
1	0	13.707	0.52	42
	1	14.244	0.47	68
	2	14.515	0.591	26
	3	14.696	0.175	5
	Total	14.15	0.589	141
5	0	13.76	0.515	21
	1	14.22	0.375	21
	2	14.595	0.39	12
	3	14.7	0.298	3
	Total	14.154	0.544	57
6	0	13.516	0.397	20
	1	14.217	0.549	23
	2	14.525	0.294	17
	3	14.699	0.126	3
	Total	14.1	0.6	63
7	0	13.427	0.378	12
	1	14.104	0.409	10
	2	14.469	0.195	8
	3	14.947	0.359	3
	Total	14.023	0.615	33
8	0	13.707	0.385	10
	1	14.096	0.379	7
	2	14.467	0.478	5
	3	15.457	.	1
	Total	14.066	0.57	23
9	0	13.6	0.344	17
	1	14.341	0.482	17
	2	14.696	0.378	5
	Total	14.064	0.588	39
Total	0	13.642	0.46	122
	1	14.231	0.461	146
	2	14.534	0.438	73
	3	14.798	0.293	15
	Total	14.115	0.583	356

Tabla 3.38: Estadísticos descriptivos para $X = \log(APES502)$ en el fichero EPF

En la Tabla 3.39 damos algunos estadísticos para $X = \log(APES502)$ en el fichero APES.

<i>APES104</i> Estrato	<i>APES4051</i> nivel de ocupación	Media	Desviación estándar	<i>N</i>
1	0	14.013	0.42	8070
	1	14.394	0.337	38336
	2	14.698	0.323	30419
	3	14.929	0.296	10631
	Total	14.529	0.419	87456
5	0	14.005	0.385	7816
	1	14.33	0.294	31365
	2	14.628	0.269	22911
	3	14.871	0.238	9679
	Total	14.463	0.383	71771
6	0	13.987	0.378	4200
	1	14.34	0.295	17497
	2	14.63	0.263	12958
	3	14.886	0.247	5726
	Total	14.474	0.385	40381
7	0	14.001	0.372	1920
	1	14.346	0.298	8821
	2	14.639	0.274	6812
	3	14.91	0.246	3161
	Total	14.497	0.387	20714
8	0	13.928	0.348	2335
	1	14.304	0.285	10225
	2	14.586	0.243	8829
	3	14.846	0.234	4767
	Total	14.464	0.374	26156
9	0	13.944	0.351	4492
	1	14.296	0.275	16818
	2	14.628	0.241	10876
	3	14.882	0.237	5202
	Total	14.432	0.387	37388
Total	0	13.988	0.387	28833
	1	14.346	0.308	123062
	2	14.648	0.285	92805
	3	14.89	0.258	39166
	Total	14.483	0.396	283866

Tabla 3.39: Estadísticos descriptivos para $X = \log(APES502)$ en el fichero APES

3.3.3 Valencia

Diagnosis de la variable APES501

En Vaelncia se obtuvieron los siguientes resultados del fichero APES

Estrato	N	Media	1-Media	Varianza
1	497153	0.885	0.115	0.319
4	106502	0.876	0.124	0.329
5	314294	0.877	0.123	0.328
6	151550	0.891	0.109	0.312
7	134799	0.888	0.112	0.316
8	99140	0.895	0.105	0.306
9	77133	0.888	0.112	0.316

Tabla 3.40: Tamaño, media y varianza poblacional de X en el estrato i

En Valencia se obtuvieron los siguientes resultados del fichero EPA

Estrato	n	Media	1-Media	Varianza
1	3545	0.908	0.092	0.289
4	643	0.895	0.105	0.307
5	1678	0.9	0.1	0.301
6	696	0.933	0.067	0.249
7	632	0.918	0.082	0.274
8	418	0.919	0.081	0.273
9	362	0.916	0.084	0.278

Tabla 3.41: Tamaño, media y varianza muestral de X en el estrato i

Los intervalos de diagnosis con factor $\beta = 1.96$ y $\beta = 3$ se presentan en la Tabla 3.42

Estrato	\bar{X}_i	$\bar{X}_i \in I_i$	ID con $\beta = 3$		$\bar{X}_i \in I_i$	ID con $\beta = 1.96$	
1	0.885	NO	0.894	0.923	NO	0.899	0.918
4	0.876	SI	0.859	0.931	SI	0.871	0.919
5	0.877	NO	0.878	0.922	NO	0.885	0.914
6	0.891	NO	0.905	0.962	NO	0.915	0.952
7	0.888	SI	0.886	0.951	NO	0.897	0.94
8	0.895	SI	0.879	0.959	SI	0.893	0.946
9	0.888	SI	0.872	0.96	SI	0.887	0.945

Tabla 3.42: Intervalos de diagnosis (ID) con factor $\beta = 1.96$ y $\beta = 3$

En la Tabla 3.43 damos algunos estadísticos para $X = APES501 - 1$ en el fichero EPA.

<i>APES104</i> Estrato	<i>APES2031</i> nivel de edad	Media	Desviación estándar	<i>n</i>
1	1	0.812	0.391	580
	2	0.903	0.297	1416
	3	0.961	0.194	408
	Total	0.891	0.312	2404
4	1	0.781	0.416	96
	2	0.869	0.339	236
	3	0.979	0.144	95
	Total	0.874	0.333	427
5	1	0.777	0.417	278
	2	0.902	0.297	635
	3	0.968	0.176	188
	Total	0.882	0.323	1101
6	1	0.847	0.362	111
	2	0.921	0.27	242
	3	0.989	0.105	91
	Total	0.917	0.277	444
7	1	0.864	0.345	88
	2	0.889	0.315	234
	3	0.953	0.212	86
	Total	0.897	0.304	408
8	1	0.754	0.434	57
	2	0.918	0.275	147
	3	0.98	0.141	50
	Total	0.894	0.309	254
9	1	0.883	0.324	60
	2	0.865	0.343	111
	3	0.943	0.234	70
	Total	0.892	0.311	241
Total	1	0.809	0.393	1270
	2	0.9	0.3	3021
	3	0.966	0.182	988
	Total	0.89	0.313	5279

Tabla 3.43: Estadísticos descriptivos para $X = APES501 - 1$ en el fichero EPA

En la Tabla 3.44 damos algunos estadísticos para $X = APES501 - 1$ en el fichero APES.

<i>APES104</i> Estrato	<i>APES2031</i> nivel de edad	Media	Desviación estándar	<i>N</i>
1	1	0.79	0.407	113665
	2	0.907	0.29	299522
	3	0.932	0.252	83966
	Total	0.885	0.319	497153
4	1	0.774	0.418	25476
	2	0.903	0.296	64118
	3	0.93	0.256	16908
	Total	0.876	0.329	106502
5	1	0.781	0.413	75232
	2	0.903	0.297	190054
	3	0.927	0.26	49008
	Total	0.877	0.328	314294

APES104 Estrato	APES2031 nivel de edad	Media	Desviación estándar	N
6	1	0.801	0.4	35599
	2	0.915	0.279	90884
	3	0.933	0.25	25067
	Total	0.891	0.312	151550
7	1	0.8	0.4	31448
	2	0.911	0.284	81591
	3	0.924	0.264	21760
	Total	0.888	0.316	134799
8	1	0.806	0.395	22955
	2	0.918	0.275	57981
	3	0.937	0.243	18204
	Total	0.895	0.306	99140
9	1	0.791	0.407	16696
	2	0.908	0.289	43984
	3	0.934	0.249	16453
	Total	0.888	0.316	77133
Total	1	0.79	0.407	321071
	2	0.908	0.289	828134
	3	0.93	0.254	231366
	Total	0.884	0.32	1380571

Tabla 3.44: Estadísticos descriptivos para $X = APES501 - 1$ en el fichero APES

Diagnosis de la variable APES502

En Valencia se obtuvieron los siguientes resultados del fichero APES

Estrato	N	Media	Varianza
1	497153	14.453	0.438
4	106502	14.361	0.401
5	314294	14.344	0.39
6	151550	14.344	0.38
7	134799	14.364	0.386
8	99140	14.347	0.383
9	77133	14.335	0.382

Tabla 3.45: Tamaño, media y varianza poblacional de X en el estrato i

En Valencia se obtuvieron los siguientes resultados del fichero EPF

Estrato	n	Media	Varianza
1	306	14.25	0.61
4	76	14.29	0.63
5	158	14.17	0.58
6	81	14.16	0.59
7	54	14.23	0.51
8	49	14.03	0.58
9	26	13.96	0.6

Tabla 3.46: Tamaño, media y varianza muestral de X en el estrato i

Los intervalos de diagnosis con factor $\beta = 1.96$ y $\beta = 3$ se presentan en la Tabla 3.47

Estrato	\bar{X}_i	$\bar{X}_i \epsilon I_i$	ID con $\beta = 3$		$\bar{X}_i \epsilon I_i$	ID con $\beta = 1.96$	
1	14.453	NO	14.147	14.355	NO	14.183	14.319
4	14.361	SI	14.075	14.505	SI	14.149	14.431
5	14.344	NO	14.026	14.305	NO	14.075	14.257
6	14.344	SI	13.96	14.354	NO	14.028	14.286
7	14.364	SI	14.025	14.441	SI	14.097	14.369
8	14.347	NO	13.779	14.276	NO	13.865	14.19
9	14.335	NO	13.608	14.308	NO	13.729	14.187

Tabla 3.47: Intervalos de diagnosis (ID) con factor $\beta = 1.96$ y $\beta = 3$

En la Tabla 3.48 damos algunos estadísticos para $X = \log(APES502)$ en el fichero EPF

APES104 Estrato	APES4051 nivel de ocupación	Media	Desviación estándar	n
1	0	13.557	0.492	74
	1	14.317	0.422	139
	2	14.67	0.399	76
	3	14.856	0.353	17
	Total	14.251	0.606	306
4	0	13.72	0.527	16
	1	14.2	0.504	37
	2	14.754	0.44	17
	3	15.048	0.258	6
	Total	14.29	0.626	76
5	0	13.695	0.514	41
	1	14.174	0.515	72
	2	14.551	0.431	38
	3	14.742	0.186	7
	Total	14.166	0.584	158
6	0	13.585	0.482	24
	1	14.156	0.332	31
	2	14.669	0.434	20
	3	14.745	0.322	6
	Total	14.157	0.591	81
7	0	13.669	0.46	10
	1	14.241	0.357	26
	2	14.483	0.472	16
	3	14.945	0.293	2
	Total	14.233	0.509	54
8	0	13.557	0.781	14
	1	14.139	0.305	24
	2	14.352	0.364	10
	3	14.695	.	1
	Total	14.027	0.58	49
9	0	13.254	0.145	7
	1	14.042	0.273	11
	2	14.274	0.644	5
	3	14.765	0.403	3
	Total			

<i>APES104</i> Estrato	<i>APES4051</i> nivel de ocupación	Media	Desviación estándar	<i>n</i>
	Total	13.958	0.595	26
Total	0	13.6	0.517	186
	1	14.232	0.434	340
	2	14.608	0.434	182
	3	14.843	0.309	42
	Total	14.201	0.596	750

Tabla 3.48: Estadísticos descriptivos para $X = \log(APES502)$ en el fichero EPF

En la Tabla 3.49 damos algunos estadísticos para $X = \log(APES502)$ en el fichero APES.

<i>APES104</i> Estrato	<i>APES4051</i> nivel de ocupación	Media	Desviación estándar	<i>N</i>
1	0	13.979	0.45	62163
	1	14.354	0.361	233746
	2	14.661	0.322	156190
	3	14.894	0.311	45054
	Total	14.453	0.438	497153
4	0	13.941	0.412	15008
	1	14.266	0.312	50386
	2	14.567	0.274	30466
	3	14.815	0.273	10642
	Total	14.361	0.401	106502
5	0	13.908	0.401	39481
	1	14.241	0.304	148972
	2	14.537	0.265	91450
	3	14.78	0.251	34391
	Total	14.344	0.39	314294
6	0	13.888	0.386	16157
	1	14.221	0.296	70557
	2	14.522	0.259	45700
	3	14.761	0.233	19136
	Total	14.344	0.38	151550
7	0	13.899	0.382	14414
	1	14.24	0.303	62369
	2	14.545	0.267	41739
	3	14.787	0.241	16277
	Total	14.364	0.386	134799
8	0	13.86	0.383	10066
	1	14.211	0.292	44520
	2	14.512	0.255	30245
	3	14.765	0.234	14309
	Total	14.347	0.383	99140
9	0	13.868	0.387	9178
	1	14.216	0.289	35723
	2	14.521	0.239	21866
	3	14.763	0.219	10366
	Total	14.335	0.382	77133
Total	0	13.93	0.418	166467
	1	14.278	0.329	646273
	2	14.582	0.293	417656
	3	14.812	0.271	150175
	Total	14.386	0.41	1380571

Tabla 3.49: Estadísticos descriptivos para $X = \log(APES502)$ en el fichero APES

A continuación presentamos los estimadores kernel con núcleo normal de la función de densidad de la variable aleatoria $\ln(APES502)$ en los ficheros APES y EPF.

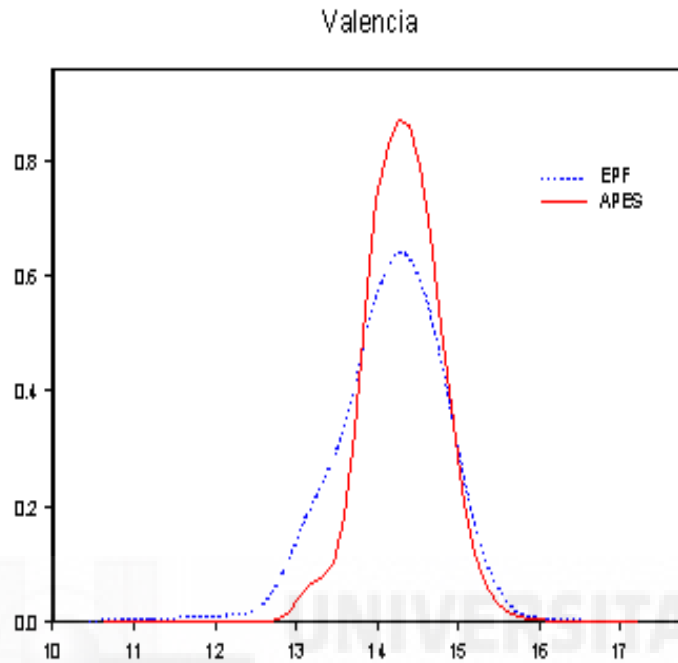


Figura 3.1: Estimadores kernel para $\ln(APES502)$ en los ficheros APES y EPF.

Capítulo 4

Estimadores basados en el diseño

4.1 Introducción

Normalmente se usan los datos obtenidos de las encuestas para realizar estimaciones en áreas grandes. Se denominan áreas pequeñas (o dominios) a las regiones de tamaño menor que aquellas originalmente seleccionadas como objetivo de las encuestas. Cuando queremos usar los datos de las encuestas de estas áreas grandes para estimar parámetros de áreas pequeñas aparece una dificultad obvia: los tamaños de la muestra para las áreas pequeñas son típicamente demasiado pequeños porque el tamaño de la muestra global del estudio se determina para proporcionar una precisión específica a un nivel muy superior de agregación que el de las áreas pequeñas. Por otro lado, los censos proporcionan información detallada sobre un número limitado de ítems una vez cada cinco o diez años. La teoría de estimación en áreas pequeñas busca mejorar la estimación directa para una área pequeña (que usa exclusivamente los datos de la muestra), incorporando información de variables auxiliares, información censal e información administrativa.

El número de estimadores para áreas pequeñas es grande. Dependiendo de la información adicional disponible, pueden usarse los diferentes estimadores en las áreas pequeñas. La elección de un método de estimación depende de los datos disponibles y del parámetro de interés.

En el Apartado 2, se establecen la notación y las definiciones que se usan en el documento. En el Apartado 3, se describen la Encuesta de Población Activa (EPA) y la Encuesta de Presupuestos Familiares (EPF) españolas. Se dedica una atención especial a los objetivos, al diseño muestral, a los estimadores y a los errores de muestreo. El Apartado 4 es un recopilatorio de los estimadores clásicos para áreas pequeñas. Finalmente, en el Apartado 5 se particularizan las expresiones de los estimadores clásicos de áreas pequeñas al diseño muestral de la EPA y la EPF.

Este capítulo tiene dos objetivos. Primero, repasar los estimadores más comunes para las áreas pequeñas. Segundo, adaptar los estimadores clásicos para áreas pequeñas al caso español (EPA y EPF).

4.2 Notación y definiciones

Usaremos la siguiente notación:

- U es la población
- u es una unidad de población
- N es el tamaño de la población
- s es un conjunto muestral
- d es un área pequeña, $d \subset U, d \cap s \neq \phi$
- Y_i es la variable de interés medida en el individuo i
- X_i es la variable auxiliar medida en el individuo i
- $Y = \sum_{i=1}^N Y_i$
- $X = \sum_{i=1}^N X_i$
- π_i es la probabilidad de que la unidad i esté incluida en la muestra; $\pi_i = P(i \in s)$
- w_i es el peso de la unidad i ; $w_i = \frac{1}{\pi_i}$
- \hat{Y} es un estimador de Y
- \hat{X} es un estimador de X

4.3 La Encuesta de Población Activa española

4.3.1 Objetivos

El propósito de la Encuesta de Población Activa (EPA) es medir la actividad económica de la población basándose en los hogares familiares, es decir, evalúa el número de personas que están empleadas, desempleadas, inactivas, etc. y algunas de las características de éstos grupos de población. La Encuesta de Presupuestos Familiares (EPF) es una encuesta complementaria a la EPA que mide otras características familiares: ingreso neto total de la familia, la propiedad de la vivienda, aire acondicionado, etc.

LA EPA y la EPF las realiza el Instituto Nacional de Estadística (INE). La EPA se realiza desde 1964 y presenta sus resultados trimestralmente. La muestra consiste en 65,000 domicilios por trimestre, lo cual implica entrevistar a casi 200,000 personas (199,231 en 1991). La encuesta sigue la metodología de la Oficina Internacional del Trabajo, determinada en la XIII y XIV Conferencias Internacionales de Estadísticos del Trabajo (Ginebra, 1982 y 1996). La EPF se realiza desde 1958 e implica entrevistar a 21,100 personas aproximadamente (21,150 en 1991).

4.3.2 El diseño muestral

El diseño de la EPA y de la EPF es de dos etapas, estratificado en las unidades de la primera etapa. Las unidades primarias de la muestra son las secciones del censo (áreas geográficas perfectamente delimitadas con unos 3,000 habitantes) y las unidades secundarias de la muestra son los domicilios familiares. La selección de la muestra de la EPA se hace tomando 3,484 secciones por trimestre sobre las 30,000 que existen en España. Por cada sección de la muestra se selecciona un promedio de 18 domicilios como unidades de la segunda etapa. La selección de la muestra de la EPF se hace tomando 3,040 secciones, en cada sección de la muestra se escoge un promedio de 9 domicilios. En ambos casos, se recopila la información relativa a todas las personas que viven juntos en el mismo domicilio que se ha seleccionado.

Cada provincia española es un universo independiente, con estratos definidos a partir de agrupaciones de municipios siguiendo el criterio de número de habitantes. Así, la capital de una provincia es el estrato 1. El estrato 2 se forma con los municipios de más de 100,000 habitantes que son importantes con respecto a la capital. El estrato 3 contiene los municipios restantes con más de 100,000 habitantes. El estrato 4 contiene los municipios de 50,000 a 100,000 habitantes y así sucesivamente con los límites de 20,000, 10,000, 5,000 y 2,000. Los municipios de menos de 2,000 habitantes son del estrato 9. No todas las provincias tienen los nueve tipos de estrato.

El número de secciones asignadas a cada provincia está determinado por la población de la provincia y por la necesidad de tener los datos suficientes para que el error muestral sea aceptable. El número de secciones de cada provincia es proporcional a su tamaño. Las Tablas 4.1 y 4.2 muestran el tamaño de la muestra para cada provincia y estrato para la EPA y la EPF respectivamente.

La selección de la muestra para la EPA y la EPF verifica que dado un estrato, cualquier domicilio tiene la misma probabilidad de ser seleccionado, es decir, la EPA y la EPF usan lo que se llama un diseño autoponderado. La encuesta se realiza como se detalla a continuación. Primero, las secciones del censo se clasifican en los nueve estratos que hemos definido previamente. Entonces, una muestra aleatoria estratificada de secciones del censo se selecciona sin reemplazamiento y con la probabilidad de selección proporcional al número de domicilios que se incluyen en cada estrato. Finalmente, un número fijo de domicilios se selecciona en cada sección censal mediante un diseño sistemático.

En la EPA, se selecciona una media de 18 domicilios de cualquier sección censal que haya sido extraída (ver Tabla 4.1). Por lo que, la probabilidad de inclusión del j -ésimo domicilio en la i -ésima sección del censo del h -ésimo estrato es

$$\pi_{hij} = \left(n_h \frac{M_{hi}}{M_h} \frac{18}{M_{hi}} \right) = \left(n_h \frac{18}{M_h} \right) = \pi_h, \quad (4.1)$$

Num.	Provincias	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Total
1	Álava	30				3		6			39
2	Albacete	19				7		3	6	4	39
3	Alicante	19	13		6	20	7	7	3	3	78
4	Almería	16				7	4	3	6	3	39
5	Ávila	13						4	6	16	39
6	Badajoz	20				13	6	16	13	10	78
7	Baleares	39				19	13	10	10		91
8	Barcelona	61		36	16	20	10	7	3	3	156
9	Burgos	20				7	3	9			39
10	Cáceres	19				7	4	10	16	22	78
11	Cádiz	13	13	6	20	13	7	6			78
12	Castellón	26				20	10	6	7	9	78
13	Ciudad Real	13	9			13	13	16	7	7	78
14	Córdoba	33				16	7	13	9		78
15	Coruña, La	22			13	6	17	14	6		78
16	Cuenca	10						7	6	16	39
17	Gerona	16				17	13	9	13	10	78
18	Granada	29				13	9	10	10	7	78
19	Guadalajara	20					3		3	13	39
20	Guipúzcoa	26			6	13	20	7	6		78
21	Huelva	16					10	6	7		39
22	Huesca	13					10	6		10	39
23	Jaén	16	7			13	13	13	13	3	78
24	León	23	9				10	7	10	19	78
25	Lérida	16					3	3	7	10	39
26	La Rioja	26					6	6	4	10	52
27	Lugo	13					9	7	10		39
28	Madrid	98		30	10	9	3	6			156
29	Málaga	36			10	16	7	9			78
30	Murcia	30	16		6	19	13	7			91
31	Navarra	32				4	10	6	13	13	78
32	Orense	16					3	4	13	3	39
33	Oviedo	23	29		20	10	19	7	9		117
34	Palencia	20						3	6	10	39
35	Palmas Las	43			9	20	7	9	3		91
36	Pontevedra	10	26			13	16	10	3		78
37	Salamanca	20					3	3		13	39
38	S. Cruz de Tenerife	23	13			13	10	13	6		78
39	Santander	29	10				13	10	10	6	78
40	Segovia	16						4	4	15	39
41	Sevilla	52			10	20	16	10	9		117
42	Soria	17						4	6	12	39
43	Tarragona	19	13			7	10	9	10	10	78
44	Teruel	10					4	9		16	39
45	Toledo	13	13					17	19	16	78
46	Valencia	45			10	26	13	10	7	6	117
47	Valladolid	36					3	6		7	52
48	Vizcaya	29	7		13	9	7	6	7		78
49	Zamora	16					4			19	39
50	Zaragoza	59					4	6		9	78
51	Ceuta	13									13
52	Melilla	13									13
TOTAL		1305	178	72	149	393	372	379	306	330	3484

Tabla 4.1: Distribución de las secciones de la muestra por provincias y estratos en la EPA

N.	Provincias	Secciones	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Álava	48	36				4		8		
2	Albacete	48	20				8		4	8	8
3	Alicante	80	24	10		12	12	8	6	4	4
4	Almería	48	20				6	8	4	10	
5	Ávila	48	18						12		18
6	Badajoz	64	20				12	6	10	8	8
7	Baleares	64	28				10	12	6	8	
8	Barcelona	112	42		24	8	16	8	6	4	4
9	Burgos	48	24				8		4		12
10	Cáceres	48	14				4	4	6	8	12
11	Cádiz	80	18	14	6	18	10	8	6		
12	Castellón	48	18				8	8	4	4	6
13	Ciudad Real	48	12	6			8	6	8	4	4
14	Córdoba	64	28				10	8	10	8	
15	Coruña, La	80	24			12	8	16	14	6	
16	Cuenca	48	16						8	8	16
17	Gerona	48	14				8	8	4	8	6
18	Granada	64	22				10	8	8	16	
19	Guadalajara	48	20						8		20
20	Guipúzcoa	64	22			6	10	14	6	6	
21	Huelva	48	16					12	12	8	
22	Huesca	48	16					12	8		12
23	Jaén	64	16	6			10	10	10	12	
24	León	64	22	8				6	12		16
25	Lérida	48	18					4	4	8	14
26	La Rioja	48	22					6	6	6	8
27	Lugo	48	18					8	10	12	
28	Madrid	112	74		20	8	6		4		
29	Málaga	80	40			10	14	6		10	
30	Murcia	64	24	10		6	10	10	4		
31	Navarra	48	20				4	6	4	8	6
32	Orense	48	16					6	10	16	
33	Oviedo	64	12	14		12	8	10	4	4	
34	Palencia	48	20						14		14
35	Palmas Las	64	32			6	12	6	4	4	
36	Pontevedra	64	12	18			10	12	8	4	
37	Salamanca	48	24					4	4		16
38	S. Cruz de Tenerife	64	22	12			10	8	8	4	
39	Santander	48	20	6				8	4	6	4
40	Segovia	48	22						10		16
41	Sevilla	96	44			8	16	12	8	8	
42	Soria	48	20						12		16
43	Tarragona	64	18	10			4	10	6	8	8
44	Teruel	48	18					4	12		14
45	Toledo	48	12	8					10	10	8
46	Valencia	96	38			10	20	10	8	6	4
47	Valladolid	48	32					4	4		8
48	Vizcaya	80	32	8		14	10	6	6	4	
49	Zamora	48	18					8			22
50	Zaragoza	64	46					4	6		8
51	Ceuta	16	16								
52	Melilla	16	16								
TOTAL	190	3040	1216	130	50	130	286	314	354	248	312

Tabla 4.2: Distribución espacial del número de secciones muestrales por provincias y estratos en la EPF

donde

- n_h es el número de secciones censales seleccionadas en el h -ésimo estrato,
- M_{hi} es el número de domicilios de la i -ésima sección censal del h -ésimo estrato,
- $M_h = \sum_{i=1}^{N_h} M_{hi}$ es el número de domicilios en el estrato h -ésimo y
- N_h es el número de secciones censales del h -ésimo estrato

Por consiguiente, el peso de la unidad de la segunda etapa, u_{hij} , es $w_{hij} = \frac{M_h}{18n_h} = w_k$.

En la EPF, la probabilidad de inclusión del j -ésimo domicilio en la i -ésima sección del censo del h -ésimo estrato es

$$\pi_{hij} = \left(n_h \frac{M_{hi}}{M_h} \frac{9}{M_{hi}} \right) = \left(n_h \frac{9}{M_h} \right) = \pi_h. \quad (4.2)$$

Observación 4.1: Los números 18 y 9 en las formulas (4.1) y (4.2) respectivamente son una aproximación media.

Observación 4.2: Aunque las secciones censales son seleccionadas sin reemplazamiento, las probabilidades de inclusión se aproximan utilizando las formulas obtenidas para el caso con reemplazamiento.

4.3.3 Estimadores

Mientras que la estimación de los totales y las medias nacionales se pueden obtener de los datos de la muestra, los parámetros de interés para el INE son principalmente los totales y medias provinciales. El Estimador directo e insesgado del total de población Y de una provincia española es el estimador de Hansen-Hurwitz:

$$\hat{Y}^{direct} = \sum_{h=1}^9 \sum_{i=1}^{n_h} \sum_{j=1}^J w_h Y_{hij} = \sum_{h=1}^9 \hat{Y}_{h..}^{direct}, \quad (4.3)$$

donde Y_{hij} es la respuesta de la unidad u_{hij} , j -ésimo domicilio, i -ésima sección y h -ésimo estrato y J es el número de domicilios seleccionados en la sección censal i del estrato h . Concretamente J es 18 si Y_{hij} es la respuesta a una pregunta de la EPA y 9 si es la respuesta de una pregunta de la EPF.

El estimador directo e insesgado de la media de la población, \bar{Y} , de una provincia española es

$$\hat{\bar{Y}}^{direct} = \frac{\hat{Y}^{direct}}{\sum_{h=1}^9 M_h}. \quad (4.4)$$

El INE conoce los valores de M_h , $h = 1, \dots, 9$, ya que han sido usados para calcular los pesos de u_{hij} para todo i y j .

Sin embargo, el INE normalmente agrega la información sobre el número de habitantes. Sea N_{hij} el número de habitantes en el j -ésimo domicilio de la i -ésima sección en el h -ésimo estrato. Entonces un estimador ampliamente usado para el total de la población Y de una provincia española es

$$\hat{Y}^{sr} = \sum_{h=1}^9 N_{h..} \frac{\hat{Y}_{h..}^{direct}}{\hat{N}_{h..}^{direct}} = \sum_{h=1}^9 N_{h..} \frac{\sum_{i=1}^{n_h} \sum_{j=1}^J w_h Y_{hij}}{\sum_{i=1}^{n_h} \sum_{j=1}^J w_h N_{hij}} = \sum_{h=1}^9 N_{h..} \frac{\sum_{i=1}^{n_h} \sum_{j=1}^J Y_{hij}}{\sum_{i=1}^{n_h} \sum_{j=1}^J N_{hij}} = \sum_{h=1}^9 \hat{Y}_{h..}^{sr} \quad (4.5)$$

El estimador correspondiente para la media poblacional es

$$\hat{Y}^{sr} = \frac{\hat{Y}^{sr}}{\sum_{h=1}^9 M_h} \quad (4.6)$$

Las proyecciones demográficas de población, $N_{h..}$, las prepara el INE. El exponente sr de \hat{Y}^{sr} indica "proporción separada" (separated ratio). Cuando el diseño muestral es estratificado, pueden escribirse los estimadores de proporción de dos formas: la separada y la combinada. La forma separada funciona mejor que la forma combinada cuando el tamaño de la muestra es mayor que 30 y la forma combinada es mejor cuando el tamaño es menor o igual que 30.

Todos los estimadores anteriores sólo son válidos para las áreas grandes para las que se diseñó la muestra. Para áreas pequeñas pierden precisión y no responden al principio de calidad de la Estadística Pública

4.3.4 Errores de muestreo

Errores de muestreo para la EPA

Para obtener una estimación del error de muestreo en la EPA, el INE aplica el método de la repetición equilibrada de réplicas (también conocido como el de las semimuestras balanceadas). Este método consiste en obtener consecutivamente semimuestras de la muestra inicial (una semimuestra es una submuestra de tamaño $n/2$). Para cada semimuestra t se calcula una estimación del parámetro de interés (\hat{Y}_t^{sr}). Entonces, la varianza se estima con

$$\hat{V}(\hat{Y}^{sr}) = \frac{1}{r} \sum_{t=1}^r (\hat{Y}_t^{sr} - \hat{Y}^{sr})^2 \quad (4.7)$$

donde r es el número de semimuestras.

En la EPA se ha adoptado $r = 40$ y el siguiente modo de selección:

1. Las secciones censales de cada estrato se agrupan por parejas, con la restricción de que ambas secciones de cualquier pareja pertenezcan al mismo periodo de rotación.
2. La primera sección de cada pareja se asigna aleatoriamente a 20 semimuestras y la segunda sección a las 20 restantes.

Entonces, cada semimuestra tiene el 50% de las secciones y cada sección pertenece al 50% de la semimuestras. Estas afirmaciones se ilustran con el ejemplo siguiente.

Ejemplo 4.1. Supongamos que el número de secciones seleccionadas en los estratos es 8. Etiquetamos las secciones con 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 y 8. Supongamos que las siguientes parejas de secciones (1, 2), (3, 4), (5, 6) y (7, 8) pertenecen al mismo periodo de rotación de la EPA. Entonces para obtener 4 semimuestras de tamaño 72 (recuérdese que cada sección tiene 18 domicilios) se asignan dos semimuestras aleatoriamente a la sección 1 y las siguientes dos se asignan a la sección 2, se asignan dos semimuestras aleatoriamente a la sección 3 y las siguientes dos se asignan a la sección 4, y así sucesivamente, se asignan dos semimuestras aleatorias a la sección 7 y las siguientes dos se asignan a la sección 8. Por ejemplo, la sección 1 puede asignarse a las semimuestras 2 y 4 y la sección 2 a las semimuestras 1 y 3 (2 y 4 son seleccionadas aleatoriamente de {1,2,3,4}), las sección 3 a las semimuestras 1 y 2 y la sección 4 a las semimuestras 3 y 4, 5 a 3 y 4, 6 a 1 y 2. Finalmente, pueden asignarse 7 a 1 y 4 y 8 a 2 y 3.

semimuestras	Secciones Censales
1	2,3,6,7
2	1,3,6,8
3	2,4,5,8
4	1,4,5,7

Tabla 4.3: Composición de la semimuestras

Como se muestra en la Tabla 4.3, el resultado final es que la primera semimuestra contiene el conjunto de domicilios de las secciones 2,3,6 y 7, la segunda semimuestra contiene el conjunto de domicilios de las secciones 1,3,6 y 8 y así sucesivamente.

Una explicación detallada del diseño de la EPA se puede encontrar en el documento "Informe técnico. Diseño de la EPA y evaluación de la calidad de los datos" editado por el INE.

Errores de muestreo para la EPF

El estimador para la varianza del estimador que usa el INE en la EPF es

$$\hat{V}(\hat{Y}^{sr}) = \sum_{h=1}^9 \frac{1}{n_h(n_h - 1)} \sum_{i=1}^{n_h} (\hat{Y}_{hi}^{sr} - \hat{Y}_{h..}^{sr})^2 \quad (4.8)$$

donde

$$\hat{Y}_{hi}^{sr} = N_{h..} \frac{\sum_{h=1}^9 Y_{hij}}{\sum_{h=1}^9 N_{hij}} \quad (4.9)$$

y

$$\hat{Y}_{h..}^{sr} = N_{h..} \frac{\sum_{i=1}^{n_h} \sum_{j=1}^9 Y_{hij}}{\sum_{i=1}^{n_h} \sum_{j=1}^9 N_{hij}} \quad (4.10)$$

Más sobre los errores de muestreo

Los procedimientos descritos de estimación de la varianza de un estimador del total son simples y rápidos entre el gran número de métodos para la estimación de la varianza. Aquí presentamos otro procedimiento para la estimación de la varianza que es más exacto y complejo aunque también es una aproximación: *la técnica de linealización de Taylor*.

Usando esta técnica, el estimador de la varianza para el estadístico de razón \widehat{Y}^{sr} es

$$\widehat{V}(\widehat{Y}^{sr}) = \sum_{h=1}^L \frac{X_{h..}}{X_{...}} \left[\widehat{V}(\widehat{Y}_{h..}^{direct}) + (\widehat{Y}_{h..}^{sr})^2 \widehat{V}(\widehat{X}_{h..}^{direct}) - 2\widehat{Y}_{h..}^{sr} \widehat{Cov}(\widehat{X}_{h..}^{direct}, \widehat{Y}_{h..}^{direct}) \right] \quad (4.11)$$

donde

$$\widehat{V}(\widehat{Y}_{h..}^{direct}) = \sum_{i \in s_h} \frac{1}{n_h(n_h - 1)} \left(\frac{\widehat{Y}_{hi} M_{h0}}{M_{hi}} - \widehat{Y}_{h..}^{direct} \right)^2, \quad \widehat{Y}_{hi} = \sum_{i \in s_{hi}} \frac{M_{hi} Y_{hij}}{18} \quad (4.12)$$

$$\widehat{V}(\widehat{X}_{h..}^{direct}) = \sum_{i \in s_h} \frac{1}{n_h(n_h - 1)} \left(\frac{\widehat{X}_{hi} M_{h0}}{M_{hi}} - \widehat{X}_{h..}^{direct} \right)^2, \quad \widehat{X}_{hi} = \sum_{i \in s_{hi}} \frac{M_{hi} X_{hij}}{18} \quad (4.13)$$

$$\widehat{Cov}(\widehat{X}_{h..}^{direct}, \widehat{Y}_{h..}^{direct}) = \sum_{i \in s_h} \frac{1}{n_h(n_h - 1)} \left(\frac{\widehat{Y}_{hi} M_{h0}}{M_{hi}} - \widehat{Y}_{h..}^{direct} \right) \left(\frac{\widehat{X}_{hi} M_{h0}}{M_{hi}} - \widehat{X}_{h..}^{direct} \right) \quad (4.14)$$

$$\widehat{V}(\widehat{Y}^{sr}) = \frac{\widehat{V}(\widehat{Y}^{sr})}{\left(\sum_{h=1}^9 M_{h..} \right)^2} \quad (4.15)$$

4.4 Estimadores clásicos para áreas pequeñas

Los estimadores clásicos para áreas pequeñas admiten diferentes clasificaciones. Aquí, analizamos las clasificaciones por dos criterios diferentes. Por un lado, dependiendo de lo que asumamos acerca de la variable Y del modelo, podemos distinguir entre estimadores de razón, estimadores de regresión y estimadores compuestos. Por otro lado, dependiendo de la calidad de la información auxiliar disponible (disponible para cada persona del área pequeña o de alguna región relacionada) distinguimos entre la información auxiliar a nivel de provincia y la información auxiliar a nivel de área pequeña.

Supongamos que la población esta dividida en D áreas pequeñas (o dominios) no solapadas, $1, \dots, d, \dots, D$, para los que se requieren las estimaciones. Sean ${}_d Y$ y ${}_d X$ los totales de las variables Y y X en el área pequeña d y sea b una región que contiene a d y con total de la variable X conocido; es decir, $d \subset b$ y ${}_b X$ conocido. Los estimadores clásicos para las áreas pequeñas están clasificados en la Tabla 4.4.

	Información auxiliar a nivel de dominio: d	Información auxiliar a nivel de provincia: $d \subset b$
Estimadores de proporción	1. Estimador post-estratificado (PSST) 2. Estimador post-estratificado de razón (RPS)	1. Estimador sintético básico (SYNT) 2. Estimador sintético de razón (RASYNT)
Estimadores de regresión		1. Estimador de regresión generalizada (GREG) 2. Estimador sintético de regresión (RSYNT)
Estimadores de composición	1. Estimador compuesto (COM) 2. Estimador dependiente del tamaño de la muestra (SSD)	

Tabla 4.4: Estimadores usados comúnmente en áreas pequeñas

Todos los estimadores para áreas pequeñas intentan mejorar el mejor estimador directo que es estimador de Horvitz - Thompson. El estimador de Horvitz - Thompson (estimador directo) para $Y_d = \sum_{i \in d} Y_i$ es

$$\hat{Y}_d^{direct} = \sum_{i \in s \cap d} \frac{Y_i}{\pi_i} \quad (4.16)$$

y tiene la propiedad de ser insesgado. Por otro lado, el estimador directo para $\bar{Y}_d = \frac{Y_d}{N_d}$ es

$$\hat{\bar{Y}}_d^{wdirect} = \frac{\hat{Y}_d^{direct}}{\hat{N}_d^{direct}}, \text{ donde } \hat{N}_d^{direct} = \sum_{i \in s \cap d} \frac{1}{\pi_i} \quad (4.17)$$

o también

$$\hat{\bar{Y}}_d^{direct} = \frac{\hat{Y}_d^{direct}}{N_d} \quad (4.18)$$

si N_d es una constante conocida

4.4.1 Disponibilidad de los valores X en una área pequeña

A menudo, X_d es un valor desconocido, pero existe una región $d \subset b$ donde X_b es conocido. En el caso español b son típicamente las provincias. Decimos que la encuesta tiene datos X a nivel de provincia si se conoce X_b y se desconoce X_d . Si ${}_dX$ es un valor conocido, se dice que la encuesta tiene datos X a nivel de dominio. Si ningún dato de la muestra se ha recogido en el dominio de interés, no pueden usarse los estimadores con datos X del mismo nivel del dominio. Cuando una encuesta tiene datos X a nivel de provincia se asume que X_i está registrado para todo $i \in s \cap b$. Cuando los datos X están a nivel de dominio se supone que X_i está registrado para todo $i \in s \cap d$.

El tamaño de la muestra en el dominio d es una variable aleatoria debido a la naturaleza del diseño. La variación en el tamaño de la muestra que cae en el dominio podría ser grande, dando como resultado una gran varianza para los estimadores. Estevao y Särndal (1999) demuestran que el estimador con el total auxiliar al nivel del dominio es mejor que con el total auxiliar en un superconjunto del dominio. Ellos también afirman que la elección del modelo es relativamente insignificante y por el contrario, el nivel de información auxiliar conlleva diferencias considerables en la varianza.

4.4.2 Familias de estimadores que se usan comúnmente en áreas pequeñas

Generalmente se acepta que para obtener estimaciones en áreas pequeñas, se deben utilizar los estimadores indirectos. Supongamos que la población puede dividirse en grupos según variables clasificadoras como sexo o edad. Posteriormente supondremos que Y varía significativamente entre los grupos. Sea G el número de grupos: $g \in \{1, \dots, G\}$. En este apartado se describen los estimadores de Y_d que fueron introducidos en la Tabla 4.4.

Estimador post-estratificado

Se supone que se dispone del número de personas pertenecientes a cada grupo d , es decir, se conoce N_{dg} para todo g de fuentes auxiliares, entonces el estimador post-estratificado de Y_d es

$$\hat{Y}_d^{psst} = \sum_{g=1}^G \frac{\hat{Y}_{dg}^{direct}}{\hat{N}_{dg}^{direct}} N_{dg} \quad (4.19)$$

con

$$\hat{N}_{dg}^{direct} = \sum_{i \in s \cap d} \frac{I_g(i)}{\pi_i}, \quad {}_d\hat{Y}_g^{direct} = \sum_{i \in s \cap d} \frac{Y_i I_g(i)}{\pi_i} \quad (4.20)$$

y $I_g(i)$ es la función indicador del grupo i , que toma el valor 1 si i está en el grupo g , y 0 si no lo está.

Si Y varía suficientemente entre los grupos, el estimador post-estratificado tiene menor varianza que el estimador directo.

Estimador post-estratificado de razón

Supongamos que existe una variable X tal que:

1. $X_{dg} = \sum_{i \in d} X_i I_g(i)$ se conoce de fuentes auxiliares y
2. para todo i del grupo g , Y_i se describe mediante el modelo de regresión $Y_i = \beta_g X_i + e_i$ donde β_g es la pendiente de la regresión lineal de Y sobre X y $\sum_{i \in g} e_i = 0$

Entonces, el estimador que minimiza $\sum_{i \in s \cap g} e_i^2$ es el estimador post-estratificado de razón de Y_d :

$$\hat{Y}_d^{rps} = \sum_{g=1}^G \frac{\hat{Y}_{dg}^{direct}}{\hat{X}_{dg}^{direct}} X_{dg}, \quad (4.21)$$

donde

$$\widehat{X}_d^{direct} = \sum_{i \in s \cap d} \frac{X_i I_g(i)}{\pi_i}. \quad (4.22)$$

Estimador sintético básico

Un estimador sintético básico asume que en el área pequeña (la comarca) la media de un subgrupo de población dado es aproximadamente igual a la media del área de población más grande (la provincia) del mismo subgrupo.

Se supone que se conoce X_{dg} para todo $g \in \{1, \dots, G\}$. El estimador sintético básico de ${}_d Y$ es

$$\widehat{Y}_d^{synt} = \sum_{g=1}^G N_{dg} \frac{\widehat{Y}_g^{direct}}{\widehat{N}_g^{direct}}, \quad (4.23)$$

donde

$$\widehat{N}_g^{direct} = \sum_{i \in s} \frac{I_g(i)}{\pi_i}, \quad \widehat{Y}_g^{direct} = \sum_{i \in s} \frac{Y_i I_g(i)}{\pi_i}. \quad (4.24)$$

Estimador sintético de razón

Un estimador sintético de razón asume que en el área pequeña (la comarca) la proporción de población Y/X para los subgrupos de la población dados es aproximadamente igual a la del área de población más grande (la provincia) del mismo subgrupo.

Se asume que se conoce X_{dg} para todo $g \in \{1, \dots, G\}$. El estimador de proporción sintético de Y_d es

$$\widehat{Y}_d^{rasynt} = \sum_{g=1}^G X_{dg} \frac{\widehat{Y}_g^{direct}}{\widehat{X}_g^{direct}}, \quad (4.25)$$

donde

$$\widehat{X}_g^{direct} = \sum_{i \in s} \frac{X_i I_g(i)}{\pi_i}. \quad (4.26)$$

Estimador sintético de regresión generalizado

Se supone que la relación entre X e Y puede expresarse mediante un modelo de regresión $Y_i = \alpha + \beta X_i + e_i$, $i \in U$, con $\sum_{i \in U} e_i = 0$ y también se conoce \overline{X}_d de fuentes auxiliares.

Entonces el estimador sintético de regresión generalizado es

$$\widehat{Y}_d^{gsynt} = \widehat{\alpha} + \widehat{\beta} \frac{1}{N_d} \sum_{i \in U \cap d} X_i = \widehat{Y}_d^{wdirect} + \widehat{\beta} \left[\overline{X}_d - \widehat{X}_d^{wdirect} \right] \quad (4.27)$$

y

$$\widehat{Y}_d^{gsynt} = N_d \widehat{Y}_d^{gsynt} \quad (4.28)$$

donde $\widehat{\beta}$ y $\widehat{\alpha}$ son los estimadores de los mínimos cuadrados obtenidos minimizando $\sum_{i \in s} e_i^2$; es decir,

$$\hat{\beta} = \frac{\sum_{i \in s} \frac{(Y_i - \hat{Y}^{wdirect})(X_i - \hat{X}^{wdirect})}{\pi_i}}{\sum_{i \in s} \frac{(X_i - \hat{X}^{wdirect})^2}{\pi_i}} \quad (4.29)$$

con

$$\hat{Y}^{wdirect} = \frac{\sum_{i \in s} \frac{Y_i}{\pi_i}}{\sum_{i \in s} \frac{1}{\pi_i}} \quad (4.30)$$

y

$$\hat{X}^{wdirect} = \frac{\sum_{i \in s} \frac{X_i}{\pi_i}}{\sum_{i \in s} \frac{1}{\pi_i}}. \quad (4.31)$$

La formula de \hat{Y}_d^{gsynt} sugiere una interpretación simple: cogemos la estimación directa de Y en el dominio d y la ajustamos para cualquier diferencia entre la muestra y el valor de la población de la variable X . Cuando no hay datos muestrales en el dominio d , a \hat{Y}_d^{direct} se le puede dar el valor cero y el estimador GSYNT se reduce al estimador sintético de regresión.

Estimador sintético de regresión

Se supone que la relación entre X e Y puede expresarse mediante un modelo de regresión $Y_i = \beta X_i + e_i$, $i \in U$ con $\sum_{i \in U} e_i = 0$ y también que se conoce ${}_d\bar{X}$ de fuentes auxiliares. Entonces, el estimador sintético de regresión es

$$\hat{Y}_d = \hat{\beta} \frac{1}{N_d} \sum_{i \in U \cap d} X_i = \hat{\beta}_d \bar{X} \quad y \quad \hat{Y}_d^{rsynt} = N_d \hat{Y}_d^{rsynt} \quad (4.32)$$

donde $\hat{\beta}$ es el estimador de los mínimos cuadrados obtenidos minimizando $\sum_{i \in s} e_i^2$; es decir,

$$\hat{\beta} = \frac{\sum_{i \in s} \frac{Y_i X_i}{\pi_i}}{\sum_{i \in s} \frac{X_i^2}{\pi_i}} \quad (4.33)$$

Estimador compuesto

El estimador compuesto es una combinación lineal de los estimadores SYNT y PSST:

$$\hat{Y}_d^{com} = \gamma_d \hat{Y}_d^{psst} + (1 - \gamma_d) \hat{Y}_d^{synt} \quad (4.34)$$

donde γ_d es una constante ($0 \leq \gamma_d \leq 1$). El estimador de composición también se le llama estimador de contracción debido al factor de contracción γ_d . Este estimador minimiza los riesgos en situaciones extremas (en términos de sesgo y varianza muestral).

El valor óptimo para γ_d que minimiza el error cuadrado medio (ECM) del estimador COM es

$$\gamma_d^{opt} = \frac{ECM(\hat{Y}_d^{synt}) - E \left[(\hat{Y}_d^{synt} - Y_d)(\hat{Y}_d^{psst} - Y_d) \right]}{ECM(\hat{Y}_d^{synt}) + ECM(\hat{Y}_d^{psst}) - 2E \left[(\hat{Y}_d^{synt} - Y_d)(\hat{Y}_d^{psst} - Y_d) \right]} \quad (4.35)$$

Además, cuando el término de la covarianza es suficientemente pequeño, el valor óptimo para γ_d puede aproximarse por

$$\gamma_d^{*opt} = \frac{ECM(\hat{Y}_d^{synt})}{ECM(\hat{Y}_d^{synt}) + ECM(\hat{Y}_d^{psst})} \quad (4.36)$$

Cuando consideramos una encuesta por muestreo sólo podemos usar un valor estimado de γ_d . Esto implica que los estimadores compuestos sean muy inestables.

Estimadores dependientes del tamaño de la muestra

Los estimadores dependientes del tamaño de la muestra son un caso particular del estimador compuesto en el que γ_d solamente depende de los datos muestrales.

Drew et al. (1982) propusieron el siguiente estimador dependiente del tamaño de la muestra:

$$\hat{Y}_d^{ssd} = \gamma_d \hat{Y}_d^{psst} + (1 - \gamma_d) \hat{Y}_d^{synt} \quad (4.37)$$

donde

$$\gamma_d = \begin{cases} 1 & \text{si } \hat{N}_d^{direct} \geq \delta N_d \\ \frac{\hat{N}_d^{direct}}{\delta N_d} & \text{en caso contrario} \end{cases} \quad (4.38)$$

La constante δ se elige para controlar la contribución del componente sintético, algunas veces su valor es uno y otras su valor es 2/3.

La versión separada del estimador SSD es

$$\hat{Y}_d^{ssd*} = \sum_{g=1}^G \gamma_{dg} N_{dg} \frac{\hat{Y}_{dg}^{direct}}{\hat{N}_{dg}^{direct}} + (1 - \gamma_{dg}) N_{dg} \frac{\hat{Y}_g^{direct}}{\hat{N}_g^{direct}} \quad (4.39)$$

donde

$$\gamma_{dg} = \begin{cases} 1 & \text{si } \hat{N}_{dg}^{direct} \geq \delta N_{dg} \\ \frac{\hat{N}_{dg}^{direct}}{\delta N_{dg}} & \text{en caso contrario} \end{cases} \quad (4.40)$$

Särndal and Hidiroglou (1989) propusieron diferentes estimadores dependientes del tamaño de la muestra. Por ejemplo,

$$\hat{Y}_d^{ssd**} = \gamma_d \hat{Y}_d^{gsynt} + (1 - \gamma_d) \hat{Y}_d^{rsynt} \quad (4.41)$$

con

$$\gamma_d = \begin{cases} 1 & \text{si } \hat{X}_d^{direct} \geq X_d \\ \left(\frac{\hat{X}_d^{direct}}{X_d} \right)^{f-1} & \text{en caso contrario} \end{cases} \quad (4.42)$$

Sugirieron el valor $f = 2$.

Otro estimador dependiente del tamaño de la muestras es

$$\hat{Y}_d^{ssd***} = \gamma_d \hat{Y}_d^{direct} + (1 - \gamma_d) \hat{Y}_d^{synt} \quad (4.43)$$

con

$$\gamma_d = \begin{cases} 1 & \text{si } \hat{N}_d^{direct} \geq a N_d \\ \frac{\hat{N}_d^{direct}}{a N_d} & \text{en caso contrario} \end{cases} \quad (4.44)$$

para alguna constante a .

4.4.3 Estimadores basados en modelos

Los *modelos a nivel de área* relacionan las estimaciones muestrales directas de la media del área pequeña \widehat{Y}_d con el valor de la media del área pequeña en la variable X . Una posibilidad es

$$\widehat{Y}_d = \beta \overline{X}_d + u_d + e_{di}, \quad d \subset b, \quad i \in \{1, \dots, n_d\} \tag{4.45}$$

donde u_d son variables aleatorias independientes e idénticamente distribuidas (v.a.i.i.d.) $N(0, \sigma_u^2)$, e_{di} son v.a.i.i.d. $N(0, \sigma_e^2)$, \overline{X}_d se conoce para cada $d \subset b$, e \widehat{Y}_d es algún estimador de áreas pequeñas de \overline{Y}_d ; es decir, directo, GSYNT, sintético, o cualquier otro. La estimación de β , que no depende de d , y las predicciones de u_d se obtienen minimizando

$$\sum_{d \subset b} \sum_{i=1}^{n_d} (\widehat{Y}_d - \beta \overline{X}_d - u_d)^2 \tag{4.46}$$

Los *modelos a nivel de individuo* relacionan los valores individuales de Y con los valores X de la media de la población del área pequeña y con los valores individuales de Z . Una posibilidad es

$$\widehat{Y}_d = \beta \overline{X}_d + \eta Z_{di} + u_d + e_{di}, \quad d \subset b, \quad i \in \{1, \dots, n_d\} \tag{4.47}$$

donde u_d son v.a.i.i.d. $N(0, \sigma_u^2)$, e_{di} son v.a.i.i.d. $N(0, \sigma_e^2)$, \overline{X}_d se conoce para cada $d \subset b$, y se conoce los Z_{di} para cada $d \subset b$ y $i \in \{1, \dots, n_d\}$. La estimación de β y η , que no dependen de d , y las predicciones de u_d se obtienen minimizando

$$\sum_{d \subset b} \sum_{i=1}^{n_d} (Y_d - \beta X_d - \eta Z_{di} - u_d)^2. \tag{4.48}$$

Los estimadores basados en modelos se tratan en capítulos posteriores. En esta memoria se consideran principalmente modelos con efectos fijos.

4.5 Estimadores para áreas pequeñas en la EPA y EPF

Las áreas pequeñas (dominios) de interés para el INE son las comarcas. Una comarca d es un conjunto de secciones censales que pertenecen, o no, a la muestra de la EPA. Así, $d = \bigcup_{i=1}^k S_i$, donde S_i son las secciones que integran el dominio d . Esta situación se ilustra en la Tabla 4.5.

Estratos dentro de una provincia										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
secciones	1	***	***	***	...	...	...	***	...	...
	2	...	***	***	...	***	***	...	***	...
	3	...	...	***	...	***	***	...	...	***
	4	...	...	...	***	...	***	***	...	***
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Tabla 4.5: Áreas pequeñas definidas por los caracteres ***

Aunque en la Tabla 4.5 aparecen todos los nueve estratos, no todas las provincias españolas tienen intersección no vacía con los nueve estratos de la EPA.

Por otro lado, el ámbito de esta sección se restringe a estimadores de áreas pequeñas que usan solamente datos cruzados. Sin embargo, la EPA y la EPF se repiten en el tiempo con reemplazamiento parcial de unidades de la muestra y podrían lograrse grandes mejoras en la eficacia combinando datos cruzados y series de datos temporales.

En este apartado proponemos un conjunto de estimadores (adaptados a los diseños muestrales de la EPA y de la EPF) para los dos parámetros de interés de esta memoria:

1. proporción comarcal de desempleo OIT (valor 2 de la variable APES208),
2. media comarcal para el total de ingresos familiares netos (APES502),

particularizando algunos estimadores de pequeñas áreas al caso español (ver apartados 4.5.1 al 4.5.8)

Se necesita la siguiente notación:

1. H es el conjunto de estratos que tienen intersección no vacía con d :

$$H = \{h \in \{1, 2, \dots, 9\} : h \cap d \neq \phi\}$$

2. n_{dh} es el número de secciones censales seleccionadas en la pequeña area d del estrato h
3. N_d es el número de personas que viven en la comarca d si el parámetro de interés es la proporción comarcal de desempleo OIT y el número de familias de la comarca d si el parámetro de interés es la media comarcal de total de ingresos familiares
4. $g = 1, 2, \dots, G$ denota los subgrupos de población (por ejemplo, edad, sexo)
5. $N_{dgh..}$ es el número de personas del grupo g , en el estrato h del área pequeña d
6. N_{ghij} es el número de personas del grupo g , estrato h , sección i y domicilio j
7. Y_{ghij} es la suma de las respuestas Y en el grupo g , estrato h , sección i y domicilio j
8. X_{ghij} es la suma de las respuestas X en el grupo g , estrato h , sección i y domicilio j

La expresión del estimador directo para el total del dominio d de una provincia española (Y_d) es

$$\hat{Y}_d^{direct} = \sum_{h \in H} \sum_{i=1}^{n_{dh}} \sum_{j=1}^J w_h Y_{hij} = \sum_{h \in H} \sum_{i=1}^{n_{dh}} \sum_{j=1}^J \frac{M_{h.}}{J n_h} Y_{hij}. \quad (4.49)$$

La expresión del estimador directo para la media del dominio d de una provincia española (\bar{Y}_d) es

$$\hat{\bar{Y}}_d^{direct} = \frac{\sum_{h \in H} \sum_{i=1}^{n_{dh}} \sum_{j=1}^J \frac{M_{h.}}{J n_h} Y_{hij}}{N_d}. \quad (4.50)$$

Se fijó J en 18 si Y_{hij} son las respuestas para la preguntas en la EPA y en 9 si Y_{hij} son las respuestas para la preguntas en la EPF.

4.5.1 Estimador post-estratificado

$$\begin{aligned}\widehat{Y}_d^{psst} &= \frac{1}{N_d} \sum_{h \in H} \sum_{g=1}^G N_{dgh..} \frac{\sum_{i=1}^{n_{dh}} \sum_{j=1}^J w_h Y_{ghij}}{\sum_{i=1}^{n_{dh}} \sum_{j=1}^J w_h N_{ghij}} \\ &= \frac{1}{\sum_{h \in H} \sum_{g=1}^G N_{dgh..}} \sum_{h \in H} \sum_{g=1}^G N_{dgh..} \frac{\sum_{i=1}^{n_{dh}} \sum_{j=1}^J w_h Y_{ghij}}{\sum_{i=1}^{n_{dh}} \sum_{j=1}^J w_h N_{ghij}}.\end{aligned}\quad (4.51)$$

Este estimador post-estratificado del dominio es insesgado salvo por el efecto del sesgo del estimador de razón que es normalmente despreciable. El estimador se define como cero cuando no hay ninguna muestra del área pequeña d y no es muy fiable para tamaños muestrales pequeños.

Otro estimador post-estratificado es

$$\widehat{Y}_d^{psst*} = \frac{1}{N_d} \sum_{g=1}^G N_{dgh..} \frac{\sum_{h \in H} \sum_{i=1}^{n_{dh}} \sum_{j=1}^J \frac{M_{h..}}{J n_h} Y_{hij} I_g(hij)}{\sum_{h \in H} \sum_{i=1}^{n_{dh}} \sum_{j=1}^J \frac{M_{h..}}{J n_h} N_{hij} I_g(hij)}.\quad (4.52)$$

4.5.2 Estimador post-estratificado de razón

Los estratos totales $X_{dgh..}$ se suponen conocidos y los datos de la muestra que están dentro de cada $d \cap h \cap g$ se suponen disponibles

$$\widehat{Y}_d^{rps} = \frac{1}{\sum_{h \in H} \sum_{g=1}^G N_{dgh..}} \sum_{h \in H} \sum_{g=1}^G d X_{dgh..} \frac{\sum_{i=1}^{n_{dh}} \sum_{j=1}^J Y_{dghij}}{\sum_{i=1}^{n_{dh}} \sum_{j=1}^J X_{dghij}}.\quad (4.53)$$

Otro estimador post-estratificado de razón es

$$\widehat{Y}_d^{rps*} = \frac{1}{N_d} \sum_{g=1}^G X_{dgh..} \frac{\sum_{h \in H} \sum_{i=1}^{n_{dh}} \sum_{j=1}^J \frac{M_{h..}}{J n_h} Y_{hij} I_g(hij)}{\sum_{h \in H} \sum_{i=1}^{n_{dh}} \sum_{j=1}^J \frac{M_{h..}}{J n_h} X_{hij} I_g(hij)}.\quad (4.54)$$

4.5.3 Estimador sintético básico

$$\widehat{Y}_d^{synt} = \frac{1}{N_d} \sum_{h \in H} \sum_{g=1}^G N_{dgh..} \frac{\sum_{i=1}^{n_{dh}} \sum_{j=1}^J Y_{dghij}}{\sum_{i=1}^{n_{dh}} \sum_{j=1}^J N_{dghij}}.\quad (4.55)$$

Otro estimador sintético básico es

$$\widehat{Y}_d^{synt*} = \frac{1}{N_d} \sum_{g=1}^G N_{dgh..} \frac{\sum_{h \in H} \sum_{i=1}^{n_{dh}} \sum_{j=1}^J \frac{M_{h..}}{J n_h} Y_{hij} I_g(hij)}{\sum_{h \in H} \sum_{i=1}^{n_{dh}} \sum_{j=1}^J \frac{M_{h..}}{J n_h} N_{hij} I_g(hij)}.\quad (4.56)$$

4.5.4 Estimador sintético de razón

$$\widehat{Y}_d^{rasynt} = \frac{1}{N_d} \sum_{h \in H} \sum_{g=1}^G X_{dgh..} \frac{\sum_{i=1}^{n_{dh}} \sum_{j=1}^J Y_{dghij}}{\sum_{i=1}^{n_{dh}} \sum_{j=1}^J X_{dghij}}.\quad (4.57)$$

Otro estimador sintético de razón es

$$\widehat{Y}_d^{rsynt*} = \frac{1}{N_d} \sum_{g=1}^G X_{dg...} \frac{\sum_{h \in H} \sum_{i=1}^{n_{dh}} \sum_{j=1}^J \frac{M_h}{Jn_h} Y_{hij} I_g(hij)}{\sum_{h \in H} \sum_{i=1}^{n_{dh}} \sum_{j=1}^J \frac{M_h}{Jn_h} X_{hij} I_g(hij)}. \quad (4.58)$$

4.5.5 Estimador sintético de regresión generalizado

$$\widehat{Y}_d^{gsynt} = \widehat{Y}_d^{wdirect} + \widehat{\beta} \left[\overline{X}_d - \widehat{X}_d^{wdirect} \right] \quad (4.59)$$

donde

$$\widehat{\beta} = \frac{\sum_{h=1}^9 \sum_{i=1}^{n_h} \sum_{j=1}^J \frac{M_h (Y_{hij} - \widehat{Y}_d^{wdirect}) (X_{hij} - \widehat{X}_d^{wdirect})}{Jn_h}}{\sum_{h=1}^9 \sum_{i=1}^{n_h} \sum_{j=1}^J \frac{M_h (X_{hij} - \widehat{X}_d^{wdirect})^2}{Jn_h}}. \quad (4.60)$$

4.5.6 Estimador sintético de regresión

$$\widehat{Y}_d^{rsynt} = \widehat{\beta} \overline{X}_d \quad (4.61)$$

donde

$$\widehat{\beta} = \frac{\sum_{h=1}^9 \sum_{i=1}^{n_h} \sum_{j=1}^J \frac{M_h Y_{hij} X_{hij}}{Jn_h}}{\sum_{h=1}^9 \sum_{i=1}^{n_h} \sum_{j=1}^J \frac{M_h X_{hij}^2}{Jn_h}}. \quad (4.62)$$

4.5.7 Estimador compuesto

$$\widehat{Y}_d^{com} = \frac{1}{N_d} \left(\gamma_d \widehat{Y}_d^{psst} + (1 - \gamma_d) \widehat{Y}_d^{synt} \right), \quad (4.63)$$

donde el factor de contracción γ_d puede tomar valores en el intervalo $[0, 1]$.

4.5.8 Estimador dependiente del tamaño de la muestra

$$\widehat{Y}_d^{ssd} = \frac{1}{N_d} \left(\gamma_d \widehat{Y}_d^{psst} + (1 - \gamma_d) \widehat{Y}_d^{synt} \right) \quad (4.64)$$

con

$$\gamma_d = \begin{cases} 1 & \text{si } 3\widehat{N}_d \geq 2N_d \\ \frac{3_d \widehat{N}_d}{2N_d} & \text{en caso contrario.} \end{cases} \quad (4.65)$$

Además

$$\widehat{Y}_d^{ssd**} = \frac{1}{N_d} \left(\gamma_d \widehat{Y}_d^{gsynt} + (1 - \gamma_d) \widehat{Y}_d^{rsynt} \right) \quad (4.66)$$

con

$$d\gamma = \begin{cases} 1 & \text{si } \widehat{X}_d^{direct} \geq X_d \\ \frac{\widehat{X}_d^{direct}}{X_d} & \text{en caso contrario.} \end{cases} \quad (4.67)$$

Por último

$$\widehat{Y}_d^{ssd***} = \frac{1}{N_d} \left(\gamma_d \widehat{Y}_d^{direct} + (1 - \gamma_d) \widehat{Y}_d^{synt} \right) \quad (4.68)$$

con

$$d\gamma = \begin{cases} 1 & \text{si } \hat{N}_d^{direct} \geq aN_d \\ \frac{\hat{N}_d^{direct}}{aN_d} & \text{en caso contrario.} \end{cases} \quad (4.69)$$

La constante a toma valores en el intervalo $[0, 1]$.

Observación 4.3: En López-Paños (2001) la variable de interés Y fue la *APES208* “Relación con la actividad”, y el parámetro de interés fue la proporción de desempleados OIT. Se consideraron seis grupos de población a partir de los 16 años. La clasificación se basó en la variable *APES202* “sexo” (con dos categorías: hombre y mujer) y la variable *APES203* “edad” (con tres categorías: 16-24, 25-44 y > 45). El estudio fue llevado a cabo en las Islas Canarias; es decir, para Las Palmas (con tres islas) y Santa Cruz de Tenerife (con cuatro islas). Las islas fueron consideradas como las áreas pequeñas del estudio. Se usaron los estimadores \hat{Y}_d^{psst} , \hat{Y}_d^{synt} e \hat{Y}_d que se introdujeron en los apartados 4.5.1, 4.5.3 y 4.5.6. La única información auxiliar necesaria, $N_{dgh...}$, fue tomada del censo de 1991.

Observación 4.4: Si la variable de interés Y es la *APES208* “Relación con la actividad” (o más concretamente el valor 2 de dicha variable), la información auxiliar $X_{dgh...}$ se puede tomar del registro administrativo de demandantes de empleo para el grupo g , estrato h y la pequeña área d . En resumen, si los registros administrativos se pueden obtener para los seis grupos considerados por López-Paños (2001) (es decir, se dispone de $X_{dgh...}$) entonces se pueden usar los estimadores \hat{Y}_d^{rps} y \hat{Y}_d^{rsynt} introducidos en los apartados 4.5.2 y 4.5.4. También se puede usar la variable *APES501* como auxiliar. La variable *APES501* (registrado en una oficina de empleo público) se toma de la EPA y no de los registros administrativos del INEM.

Observación 4.5: Si la variable de interés Y es la *APES502* “Total neto de ingresos familiares”, la información auxiliar puede tomarse de la *APES409* “Número total de miembros de la familia” grabados en el último censo.

Capítulo 5

Estimadores para variables normales basados en modelos lineales

5.1 Introducción

Supongamos que se conoce el número de unidades N de una población finita y que cada unidad tiene asociada un número y_i . El problema general es elegir algunas de las unidades de la población como muestra, observar las y para las unidades de la muestra, y usar esas observaciones para estimar el valor de alguna función $h(y_1, y_2, \dots, y_N)$ de todas las y de la población. Estamos principalmente interesados en el total $h(y_1, y_2, \dots, y_N) = \sum_{i=1}^N y_i$ o en la media $h(y_1, y_2, \dots, y_N) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N y_i$.

El enfoque predictivo trata los números y_1, y_2, \dots, y_N como los valores posibles de las variables aleatorias Y_1, Y_2, \dots, Y_N . Después de que la muestra se haya observado, la estimación de $h(y_1, y_2, \dots, y_N)$ conlleva predecir una función de las variables Y no observadas. Para mayor información sobre las aplicaciones de la teoría predictiva al muestreo en poblaciones finitas y a la inferencia estadística en este contexto, véase Valliant et al. (2000).

Las relaciones entre las variables aleatorias se expresan en un modelo mediante su distribución de probabilidad conjunta, y las predicciones se hacen con referencia a ese modelo. En esta sección, se considera el modelo ponderado general de la covarianza.

Obsérvese que usamos el término “predicción” en el sentido de hacer conjeturas estadísticas sobre las Y que no hemos visto, y no en el sentido literal de predecir. Estamos simplemente tratando de adivinar el valor que obtendríamos si fuéramos a observar los datos más allá de la muestra, lo cual no tenemos ninguna intención de hacer.

En lo que sigue s denota el conjunto de n unidades de la muestra y r el conjunto de $N - n$ unidades de fuera de la muestra.

5.2 Modelo general de la covarianza para poblaciones finitas

Sea \mathbf{X} la matriz $N \times p$ de variables cuantitativas y sea \mathbf{Z} la matriz $N \times q$ de variables auxiliares cualitativas. Supongamos que el modelo para el vector de observaciones $\mathbf{y}_{N \times 1}$ es

$$\mathbf{y} = \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} + \mathbf{Z}\mathbf{u} + \mathbf{e}, \quad (5.1)$$

donde $\boldsymbol{\beta}_{p \times 1}$ y $\mathbf{u}_{q \times 1}$ son los vectores de parámetros y $\mathbf{e}_{N \times 1}$ es el vector de errores aleatorios. Se supone que los términos de error son independientes, normales, con media cero y matriz de varianzas-covarianzas $\text{var}[\mathbf{e}] = E[\mathbf{e}\mathbf{e}^t] = \sigma_e^2 \mathbf{W}^{-1}$, $\mathbf{W}_s = \text{diag}(w_1, \dots, w_n)$, $w_i > 0$, $i = 1, \dots, N$.

Suponemos que las columnas de \mathbf{Z} no son necesariamente linealmente independientes, pero que las de \mathbf{X} si lo son. Suponemos que las columnas de \mathbf{X} son linealmente independientes de las de \mathbf{Z} ; es decir, que las columnas de \mathbf{X} no pueden expresarse como combinación lineal de las de las columnas de \mathbf{Z} . Suponemos además que la matriz de variables cualitativas para las unidades de la muestra, \mathbf{Z}_s , puede no tener rango completo. Así $\mathbf{Z}_s^t \mathbf{W}_s \mathbf{Z}_s$ puede que no tenga inversa, mientras que $\mathbf{X}_s^t \mathbf{W}_s \mathbf{X}_s$ es invertible. Las ecuaciones normales pueden escribirse de la siguiente forma

$$\begin{pmatrix} \mathbf{X}_s^t \mathbf{W}_s \mathbf{X}_s & \mathbf{X}_s^t \mathbf{W}_s \mathbf{Z}_s \\ \mathbf{Z}_s^t \mathbf{W}_s \mathbf{X}_s & \mathbf{Z}_s^t \mathbf{W}_s \mathbf{Z}_s \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \boldsymbol{\beta} \\ \mathbf{u} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \mathbf{X}_s^t \mathbf{W}_s \mathbf{y}_s \\ \mathbf{Z}_s^t \mathbf{W}_s \mathbf{y}_s \end{pmatrix} \quad (5.2)$$

Definimos

$$\mathbf{G}_z = (\mathbf{Z}_s^t \mathbf{W}_s \mathbf{Z}_s)^{-1} \quad \text{y} \quad \mathbf{P}_s = \mathbf{W}_s - \mathbf{Z}_s \mathbf{G}_z \mathbf{Z}_s^t.$$

Entonces la solución de la ecuación (5.2) es

$$\hat{\boldsymbol{\beta}} = (\mathbf{X}_s^t \mathbf{P}_s \mathbf{X}_s)^{-1} \mathbf{X}_s^t \mathbf{P}_s \mathbf{y}_s \quad (5.3)$$

$$\hat{\mathbf{u}} = \mathbf{G}_z \mathbf{Z}_s^t \mathbf{y}_s - \mathbf{G}_z \mathbf{Z}_s^t \mathbf{X}_s \hat{\boldsymbol{\beta}} \quad (5.4)$$

Obsérvese que el parámetro $\hat{\boldsymbol{\beta}}$ es único, pero $\hat{\mathbf{u}}$ puede no serlo. El *mejor predictor lineal insesgado* (best linear unbiased predictor) del total es

$$\hat{Y} = \mathbf{1}_s^t \mathbf{y}_s + \mathbf{1}_r^t \hat{\mathbf{y}}_r = \mathbf{1}_s^t \mathbf{y}_s + \mathbf{1}_r^t \mathbf{Z}_r \hat{\mathbf{u}} + \mathbf{1}_r^t \mathbf{X}_r \hat{\boldsymbol{\beta}}. \quad (5.5)$$

La varianza del estimador (5.5) bajo el modelo (5.1) es

$$\text{var}(\hat{Y}) = \mathbf{1}_s^t \mathbf{V}_{ss} \mathbf{1}_s + \mathbf{1}_r^t [\mathbf{Z}_r \mathbf{X}_r] \text{var} \begin{bmatrix} \hat{\mathbf{u}} \\ \hat{\boldsymbol{\beta}} \end{bmatrix} \begin{pmatrix} \mathbf{Z}_r^t \\ \mathbf{X}_r^t \end{pmatrix} \mathbf{1}_r,$$

donde

$$\text{var} \begin{bmatrix} \hat{\mathbf{u}} \\ \hat{\boldsymbol{\beta}} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{G}_z + \mathbf{G}_z \mathbf{Z}_s^t \mathbf{X}_s \mathbf{A}_x^{-1} \mathbf{X}_s^t \mathbf{Z}_s \mathbf{G}_z & -\mathbf{G}_z \mathbf{Z}_s^t \mathbf{X}_s \mathbf{A}_x^{-1} \\ -\mathbf{A}_x^{-1} \mathbf{X}_s^t \mathbf{Z}_s \mathbf{G}_z & \mathbf{A}_x^{-1} \end{bmatrix} \sigma_e^2$$

y $\mathbf{A}_x = \mathbf{X}_s^t \mathbf{P}_s \mathbf{X}_s$.

5.3 Modelos de análisis de la covarianza con un único factor

En el modelo general de la covarianza (5.1) hay varios elementos que se simplifican cuando sólo tenemos un factor (variable auxiliar cualitativa) con a niveles. Suponemos que

$$\mathbf{y} = \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} + \mathbf{Z}\mathbf{u} + \mathbf{e}, \quad (5.6)$$

$\mathbf{y} = \mathbf{y}_{N \times 1}$, $\mathbf{X} = \mathbf{X}_{N \times p}$ con $r(\mathbf{X}) = p$, $\boldsymbol{\beta} = \boldsymbol{\beta}_{p \times 1}$, $\mathbf{Z} = \mathbf{Z}_{N \times D}$, $\mathbf{u} = \mathbf{u}_{D \times 1}$ y $\mathbf{e} = \mathbf{e}_{N \times 1} \sim \mathcal{N}(\mathbf{0}, \sigma_e^2 \mathbf{W}^{-1})$. Posteriormente, suponemos que el modelo (5.6) puede escribirse alternativamente como

$$y_{dj} = \mathbf{x}_{dj}\boldsymbol{\beta} + u_d + e_{dj} = \beta_1 x_{dj1} + \dots + \beta_p x_{djp} u_d + e_{dj}, \quad d = 1, \dots, D, j = 1, \dots, N_d, \quad (5.7)$$

donde N_d es el tamaño de la d -ésima área pequeña, y_{dj} es la característica de interés para la unidad j -ésima en la d -ésima área pequeña y \mathbf{x}_{dj} es la (d, j) -ésima fila de la matriz \mathbf{X} que contiene la correspondiente variable auxiliar cuantitativa. El modelo (5.7) puede ser visto como un modelo con términos independientes no aleatorios u_d que varían entre las áreas y con pendientes no aleatorias y comunes β_1, \dots, β_p para el conjunto de la población.

El modelo (5.7) puede ser escrito de la siguiente forma

$$\begin{pmatrix} y_{11} \\ \vdots \\ y_{1N_1} \\ y_{21} \\ \vdots \\ y_{2N_2} \\ \vdots \\ y_{D1} \\ \vdots \\ y_{DN_D} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x_{111} & \dots & x_{1p1} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ x_{1N_11} & \dots & x_{1N_1p} \\ x_{211} & \dots & x_{21p} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ x_{2N_21} & \dots & x_{2N_2p} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ x_{D11} & \dots & x_{D1p} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ x_{DN_D1} & \dots & x_{DN_Dp} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \beta_1 \\ \beta_2 \\ \vdots \\ \beta_p \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 1 & 0 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 1 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 & 1 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & 1 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} u_1 \\ u_2 \\ \vdots \\ u_D \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} e_{11} \\ \vdots \\ e_{1N_1} \\ e_{21} \\ \vdots \\ e_{2N_2} \\ \vdots \\ e_{D1} \\ \vdots \\ e_{DN_D} \end{pmatrix}.$$

Sean n, n_1, \dots, n_D los tamaños muestrales, N, N_1, \dots, N_D los tamaños poblacionales y $w_d = \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj}$. Entonces

$$\begin{aligned} \mathbf{G}_z &= (\mathbf{Z}_s^t \mathbf{W}_s \mathbf{Z}_s)^{-1} = \text{diag}(1/w_1, \dots, 1/w_D), \\ \mathbf{P}_s &= \mathbf{W}_s - \mathbf{Z}_s \mathbf{G}_z \mathbf{Z}_s^t = \mathbf{W}_s - \text{diag}(A_1, \dots, A_D), \end{aligned}$$

donde $A_d = \frac{1}{w_d} \mathbf{w}_{n_d} \mathbf{w}_{n_d}^t$ y $\mathbf{w}_{n_d} = (w_{d1}, \dots, w_{dn_d})^t$. Además, para $\bar{x}_{d,i}^{w_{direct}} = \frac{1}{w_d} \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} x_{dji}$ y $\bar{y}_d^{w_{direct}} = \frac{1}{n_d} \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} y_{dj}$, se tiene

(a) $\mathbf{X}_s^t \mathbf{P}_s \mathbf{X}_s = \mathbf{E}_{wxx}$, donde $\mathbf{E}_{wxx} = (E_{wxix_k})_{i,k=1,\dots,p}$ y

$$E_{wxix_k} = \sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} (x_{dji} - \bar{x}_{d,i}^{w_{direct}})(x_{djk} - \bar{x}_{d,k}^{w_{direct}}),$$

(b) $\mathbf{X}_s^t \mathbf{P}_s \mathbf{y}_s = \mathbf{E}_{wxy}$, donde $\mathbf{E}_{wxy} = (E_{wx_1y}, \dots, E_{wx_py})$ y

$$\mathbf{E}_{wxy} = \sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} (x_{dji} - \bar{x}_{d.i}^{wdirect})(y_{dj} - \bar{y}_d^{wdirect}),$$

(c) $\mathbf{G}_z \mathbf{Z}_s^t \mathbf{y}_s = \bar{\mathbf{y}}_s^{wdirect}$, donde $\bar{\mathbf{y}}_s^{wdirect} = (\bar{y}_1^{wdirect}, \dots, \bar{y}_D^{wdirect})^t$,

(d) $\mathbf{G}_z \mathbf{Z}_s^t \mathbf{X}_s = \bar{\mathbf{X}}_s^{wdirect}$, donde $\bar{\mathbf{X}}_s^{wdirect}$ es una matriz $D \times p$ con filas $\bar{\mathbf{x}}_d^{wdirect} = \frac{1}{w_d} \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} \mathbf{x}_{dj}$, $d = 1, \dots, D$. Es decir, las filas $\bar{\mathbf{x}}_d^{wdirect}$ son los vectores de medias muestrales de las variables auxiliares cuantitativas.

Por ello,

$$\hat{\boldsymbol{\beta}} = \mathbf{E}_{wxx}^{-1} \mathbf{E}_{wxy} \quad (5.8)$$

$$\hat{u}_d = \bar{y}_d^{wdirect} - \bar{\mathbf{x}}_d^{wdirect} \hat{\boldsymbol{\beta}}, \quad d = 1, \dots, D. \quad (5.9)$$

En el caso particular de $p = 2$, se tiene que

$$\begin{aligned} \begin{pmatrix} \hat{\beta}_1 \\ \hat{\beta}_2 \end{pmatrix} &= \begin{pmatrix} E_{wx_1x_1} & E_{wx_1x_2} \\ E_{wx_2x_1} & E_{wx_2x_2} \end{pmatrix}^{-1} \begin{pmatrix} E_{wx_1y} \\ E_{wx_2y} \end{pmatrix} \\ \hat{u}_d &= \bar{y}_d^{wdirect} - \hat{\beta}_1 \bar{x}_{d.1}^{wdirect} - \hat{\beta}_2 \bar{x}_{d.2}^{wdirect}, \quad d = 1, \dots, D. \\ \hat{y}_{dj} &= \hat{\beta}_1 x_{dj1} + \hat{\beta}_2 x_{dj2} + \hat{u}_d, \quad d = 1, \dots, D, \quad j = 1, \dots, n_d. \end{aligned}$$

La media de los valores predichos en el área pequeña es el estimador GREG; es decir

$$\hat{Y}_d^{greg1} = \frac{1}{N_d} \sum_{j=1}^{N_d} \hat{y}_{dj} = \bar{y}_d^{wdirect} + (\bar{\mathbf{X}}_d - \bar{\mathbf{x}}_d^{wdirect}) \hat{\boldsymbol{\beta}}, \quad (5.10)$$

donde $\bar{\mathbf{X}}_d$ es el vector de medias poblacionales de la variable auxiliar en el área pequeña d .

El *mejor predictor lineal* (estimador blup) del total Y_d y de la media \bar{Y}_d del área pequeña d son

$$\hat{Y}_d^{blup} = \sum_{j \in s_d} y_{dj} + \sum_{j \notin s_d} \hat{y}_{dj} \quad y \quad \hat{\bar{Y}}_d^{blup} = \frac{\hat{Y}_d^{blup}}{N_d}, \quad (5.11)$$

donde s_d es el conjunto de unidades muestrales del área pequeña d .

Para calcular $\hat{\bar{Y}}_d^{blup}$ en (5.11), se suponen conocidos N_d y x_{dj} , $d = 1, \dots, D$, $j = 1, \dots, N_d$. Este sería el caso de disponer de un fichero censal temporalmente próximo a la realización de la encuesta. Obsérvese que $\bar{y}_d^{wdirect}$, $\hat{\boldsymbol{\beta}}$ y $\bar{\mathbf{x}}_d^{wdirect}$ se calculan a partir del fichero de datos muestrales, mientras que las x_{dj} en (5.11) se toman del fichero de datos censales. Sin embargo, existe una expresión alternativa a (5.11) que requiere mucha menos información. La fórmula de cálculo

para \widehat{Y}_d^{blup} se obtiene de la siguiente forma

$$\begin{aligned}
 \widehat{Y}_d^{blup} &= \frac{1}{N_d} \sum_{j=1}^{N_d} \widehat{y}_{dj} + \frac{1}{N_d} \sum_{j \in s_d} (y_{dj} - \widehat{y}_{dj}) \\
 &= \widehat{Y}_d^{greg} + \frac{n_d}{N_d} \frac{1}{n_d} \sum_{j \in s_d} \left(y_{dj} - \bar{y}_d^{wdirect} - (\mathbf{x}_{dj} - \bar{\mathbf{x}}_d^{wdirect}) \widehat{\beta} \right) \\
 &= \left(1 - \frac{n_d}{N_d} \right) \widehat{Y}_d^{greg} + \frac{n_d}{N_d} \left[\widehat{Y}_d^{greg} + \bar{y}_d - \bar{y}_d^{wdirect} - (\bar{\mathbf{x}}_d - \bar{\mathbf{x}}_d^{wdirect}) \widehat{\beta} \right] \\
 &= (1 - f_d) \widehat{Y}_d^{greg} + f_d \left[\bar{y}_d^{wdirect} + (\bar{\mathbf{X}}_d - \bar{\mathbf{x}}_d^{wdirect}) \widehat{\beta} + \bar{y}_d - \bar{y}_d^{wdirect} - (\bar{\mathbf{x}}_d - \bar{\mathbf{x}}_d^{wdirect}) \widehat{\beta} \right] \\
 &= (1 - f_d) \widehat{Y}_d^{greg} + f_d \left[\bar{y}_d + (\bar{\mathbf{X}}_d - \bar{\mathbf{x}}_d) \widehat{\beta} \right], \tag{5.12}
 \end{aligned}$$

donde $f_d = n_d/N_d$.

Obsérvese además que si π_{dj} es la probabilidad de que el individuo j del área pequeña d sea seleccionado en la muestra y $w_{dj} = 1/\pi_{dj}$, entonces el modelo estadístico (5.6) tiene en cuenta estas probabilidades al incluirlas en la varianza del error. Nótese que $V(y_{dj}) = \pi_{dj}\sigma^2$, de modo que la probabilidad de pertenecer a la muestra aumenta con la variabilidad de y .

5.4 Un modelo lineal con una covariable y un factor

Si $w_{dj} = 1$, $d = 1, \dots, D$, $j = 1, \dots, n_d$, se obtiene el modelo clásico de *análisis de la covarianza*. Es un modelo a nivel individual donde u_d son constantes desconocidas en lugar de variables aleatorias normales independientes e idénticamente distribuidas (i.i.d.). Para las unidades de la muestra, el modelo es

$$y_{dj} = u_d + \beta x_{dj} + e_{dj}, \quad d = 1, \dots, D, \quad j = 1, \dots, n_d, \tag{5.13}$$

donde los residuos e_{dj} son i.i.d. $\mathcal{N}(0, \sigma^2)$ y σ^2 , β , u_d ($d = 1, \dots, D$) son parámetros desconocidos. Obsérvese que

- y_{dj} es la variable y (a ser predicha) medida en el j -ésimo individuo de la d -ésima área pequeña.
- u_d es la media de y en la d -ésima área pequeña cuando $\beta = 0$
- β es el coeficiente de regresión lineal.

Obsérvese que

$$y_{dj} \sim \mathcal{N}(u_d + \beta x_{dj}, \sigma^2), \quad d = 1, \dots, D, \quad j = 1, \dots, n_d.$$

Introducimos la siguiente notación:

$$n = \sum_{d=1}^D n_d, \quad \bar{y}_d = \frac{1}{n_d} \sum_{j=1}^{n_d} y_{dj}, \quad \bar{x}_d = \frac{1}{n_d} \sum_{j=1}^{n_d} x_{dj}$$

y

$$E_{yy} = \sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} (y_{dj} - \bar{y}_{d.})^2 = y\text{-variabilidad residual},$$

$$E_{xx} = \sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} (x_{dj} - \bar{x}_{d.})^2 = x\text{-variabilidad residual},$$

$$E_{xy} = \sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} (x_{dj} - \bar{x}_{d.})(y_{dj} - \bar{y}_{d.}) = xy\text{-variabilidad residual}$$

Los estimadores de máxima verosimilitud son

$$\hat{u}_d = \bar{y}_{d.} - \hat{\beta}\bar{x}_{d.}, \quad d = 1, \dots, D \quad (5.14)$$

$$\hat{\beta} = \frac{E_{xy}}{E_{xx}} \quad (5.15)$$

$$\hat{\sigma}^2 = MSE = \frac{SSE}{n - a - 1} = \frac{E_{yy} - (E_{xy}^2/E_{xx})}{n - a - 1}. \quad (5.16)$$

Los valores predichos son

$$\hat{y}_{dj} = \hat{u}_d + \hat{\beta}x_{dj} = \bar{y}_{d.} + \hat{\beta}(x_{dj} - \bar{x}_{d.}), \quad d = 1, \dots, D, \quad j = 1, \dots, n_d,$$

El mejor predictor lineal insesgado (estimador blup) del total Y_d . del área pequeña y de la media \bar{Y}_d . del área pequeña son

$$\hat{Y}_d^{blup} = \sum_{j \in s_d} y_{dj} + \sum_{j \notin s_d} \hat{y}_{dj} \quad \text{y} \quad \hat{\bar{Y}}_d^{blup} = \frac{\hat{Y}_d^{blup}}{N_d}. \quad (5.17)$$

donde s_d es el conjunto de las muestras individuales dentro de la área pequeña d . La formula de cálculo para el estimador de la medias es

$$\hat{\bar{Y}}_d^{blup} = (1 - f_d) \frac{1}{N_d} \sum_{j=1}^{N_d} \hat{y}_{dj} = \bar{y}_{d.}^{wdirect} + (\bar{X}_d - \bar{x}_{d.}^{wdirect}) \hat{\beta} + f_d [\bar{y}_{d.} + (\bar{X}_d - \bar{x}_{d.}) \hat{\beta}],$$

donde $f_d = n_d/N_d$.

Los estimadores (5.17) se han obtenido con un diseño muestral aleatorio simple. Las adaptaciones a diseños distintos del aleatorio simple requieren el uso de pesos. Estimadores para área pequeñas, no basados en el diseño aleatorio simple se presentan en los siguientes apartados.

5.5 El modelo GREG con una covariable

El modelo GREG más simple es un modelo lineal con una covariable, un factor con efectos fijos y pesos. El modelo (5.13) asume implícitamente un diseño muestral aleatorio simple. Una modificación del modelo (5.13) es

$$y_{dj} = u_d + \beta x_{dj} + w_{dj}^{-1/2} e_{dj}, \quad d = 1, \dots, D, \quad j = 1, \dots, n_d, \quad (5.18)$$

donde los residuos e_{dj} son v.a.i.i.d. $\mathcal{N}(0, \sigma^2)$, los parámetros σ^2 , β , u_d ($d = 1, \dots, D$) son desconocidos y los pesos w_{dj} son conocidos. Se verifica que

$$y_{dj} \sim \mathcal{N}(u_d + \beta x_{dj}, \sigma^2/w_{dj}), \quad d = 1, \dots, D, j = 1, \dots, n_d.$$

El modelo (5.18) puede ser escrito de la siguiente forma

$$w_{dj}^{1/2} y_{dj} = w_{dj}^{1/2} (u_d + \beta x_{dj}) + e_{dj}, \quad d = 1, \dots, D, j = 1, \dots, n_d, \quad (5.19)$$

Debido a las hipótesis supuestas para los residuos e_{dj} (v.a.i.i.d. Normal), los estimadores de máxima verosimilitud del modelo (5.19) se obtienen minimizando (en los argumentos u_d y β) la suma de los cuadrados de los errores

$$SSE = \sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} \left(w_{dj}^{1/2} y_{dj} - w_{dj}^{1/2} (u_d + \beta x_{dj}) \right)^2 = \sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} (y_{dj} - (u_d + \beta x_{dj}))^2.$$

Derivando parcialmente con respecto a u_d , obtenemos

$$0 = \frac{\partial \ln SSE}{\partial u_d} = -2 \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} (y_{dj} - \hat{u}_d - \hat{\beta} x_{dj}) \iff \hat{u}_d \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} = \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} y_{dj} - \hat{\beta} \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} x_{dj}$$

por lo que el estimador de mínimos cuadrados ponderado de u_d es

$$\hat{u}_d = \bar{y}_d^{w \text{direct}} - \hat{\beta} \bar{x}_d^{w \text{direct}} \quad (5.20)$$

donde

$$\bar{y}_d^{w \text{direct}} = \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj}^* y_{dj}, \quad \bar{x}_d^{w \text{direct}} = \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj}^* x_{dj} \quad \text{y} \quad w_{dj}^* = \frac{w_{dj}}{\sum_{j=1}^{n_d} w_{dj}}.$$

Derivando parcialmente con respecto a β , obtenemos

$$\begin{aligned} 0 &= -\frac{1}{2} \frac{\partial SSE}{\partial \beta} = \sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} y_{dj} x_{dj} - \sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} [\bar{y}_d^{w \text{direct}} - \hat{\beta} \bar{x}_d^{w \text{direct}}] x_{dj} - \beta \sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} x_{dj}^2 \\ &= \sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} y_{dj} x_{dj} - \sum_{d=1}^D w_d \bar{y}_d^{w \text{direct}} \bar{x}_d^{w \text{direct}} - \beta \left(\sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} x_{dj}^2 - \sum_{d=1}^D w_d (\bar{x}_d^{w \text{direct}})^2 \right) \end{aligned}$$

por lo que el estimador de mínimos cuadrados ponderado de β es

$$\begin{aligned} \hat{\beta} &= \frac{\sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} y_{dj} x_{dj} - \sum_{d=1}^D w_d \bar{y}_d^{w \text{direct}} \bar{x}_d^{w \text{direct}}}{\sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} x_{dj}^2 - \sum_{d=1}^D w_d (\bar{x}_d^{w \text{direct}})^2} \\ &= \frac{\sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} (y_{dj} - \bar{y}_d^{w \text{direct}}) (x_{dj} - \bar{x}_d^{w \text{direct}})}{\sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} (x_{dj} - \bar{x}_d^{w \text{direct}})^2} := \frac{E_{wxy}}{E_{wxx}}. \end{aligned} \quad (5.21)$$

Los valores predichos son

$$\hat{y}_{dj} = \hat{u}_d + \hat{\beta} x_{dj} = \bar{y}_d^{w \text{direct}} + \hat{\beta} (x_{dj} - \bar{x}_d^{w \text{direct}}), \quad d = 1, \dots, D, j = 1, \dots, n_d.$$

La media de los valores predichos en el área pequeña es el estimador del *modelo GREG de una covariable* (GREG1).

$$\widehat{Y}_d^{greg1} = \frac{1}{N_d} \sum_{j=1}^{N_d} \widehat{y}_{dj} = \overline{y}_d^{wdirect} + \widehat{\beta}(\overline{X}_d - \overline{x}_d^{wdirect}), \quad (5.22)$$

El *mejor predictor lineal insesgado* (estimador blup) del total del área pequeña Y_d y de la media del área pequeña \overline{Y}_d es

$$\widehat{Y}_d^{blup} = \sum_{j \in s_d} y_{dj} + \sum_{j \notin s_d} \widehat{y}_{dj} \quad y \quad \widehat{\overline{Y}}_d^{blup} = \frac{\widehat{Y}_d^{blup}}{N_d}, \quad (5.23)$$

donde s_d es el conjunto de individuos muestrales que están dentro del área pequeña d .

Para calcular \widehat{Y}_d^{blup} en (5.23), N_d y x_{dj} , $d = 1, \dots, D$, $j = 1, \dots, N_d$ se suponen conocidas. Este es el caso en el que se se usa un fichero de datos del censo temporalmente próximo a la fecha de la encuesta. Observamos que $\overline{y}_d^{wdirect}$, $\widehat{\beta}$ y $\overline{x}_d^{wdirect}$ en (5.20) y (5.21) se calculan a partir del fichero de datos de la encuesta, mientras que las x_{dj} en (5.23) se toman del fichero de datos del censo.

Además, conviene observar que:

- (1) Sea π_{dj} la probabilidad de que el j -ésimo individuo de la d -ésima área pequeña esté en la muestra. Si $w_{dj} = 1/\pi_{dj}$, entonces el modelo estadístico (5.18) tiene en cuenta las probabilidades de inclusión en la muestra para los diseños muestrales distintos del aleatorio simple. Obsérvese que $V(y_{dj}) = \pi_{dj}\sigma^2$, por lo que la probabilidad de estar en la muestra se incrementa con la variabilidad de y .
- (2) Si $w_{dj} = 1/x_{dj}$, entonces $V(y_{dj}) = x_{dj}\sigma^2$ y por ello la varianza de y se incrementa con la magnitud de los valores de x . Esta situación es bastante común en el análisis estadístico de datos.
- (3) Si $w_{dj} = \frac{1}{w_{dj}x_{dj}}$, entonces (1) y (2) se consideran a la vez.

5.6 El modelo GREG con dos covariables

En este apartado tratamos con un modelo lineal con dos covariables, un factor con efectos fijos y pesos. Consideremos el modelo

$$y_{dj} = u_d + \beta_1 x_{dj1} + \beta_2 x_{dj2} + w_{dj}^{-1/2} e_{dj}, \quad d = 1, \dots, D, \quad j = 1, \dots, n_d, \quad (5.24)$$

donde los residuos e_{dj} son v.a.i.i.d. $\mathcal{N}(0, \sigma^2)$, los parámetros σ^2 , β_1 , β_2 , u_d ($d = 1, \dots, D$) son desconocidos y los pesos w_{dj} son conocidos. Se verifica que

$$y_{dj} \sim \mathcal{N}(u_d + \beta_1 x_{dj1} + \beta_2 x_{dj2}, \sigma^2/w_{dj}), \quad d = 1, \dots, D, \quad j = 1, \dots, n_d.$$

El estimador de máxima verosimilitud (o equivalentemente, el de mínimos cuadrados) del modelo (5.24) se obtiene minimizando (en los argumentos u_d , β_1 y β_2) la suma de los errores cuadrados

$$SSE = \sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} (y_{dj} - (u_d + \beta_1 x_{dj1} + \beta_2 x_{dj2}))^2.$$

Derivando parcialmente con respecto a u_d , obtenemos

$$\begin{aligned} 0 &= -\frac{1}{2} \frac{\partial \ln SSE}{\partial u_d} = \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} (y_{dj} - \hat{u}_d - \hat{\beta}_1 x_{dj1} - \hat{\beta}_2 x_{dj2}) \\ &= \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} y_{dj} - \hat{u}_d \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} - \hat{\beta}_1 \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} x_{dj1} - \hat{\beta}_2 \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} x_{dj2} \end{aligned}$$

por lo que el estimador de mínimos cuadrados ponderados de u_d es

$$\hat{u}_d = \bar{y}_d^{wdirect} - \hat{\beta}_1 \bar{x}_{d,1}^{wdirect} - \hat{\beta}_2 \bar{x}_{d,2}^{wdirect} \quad (5.25)$$

donde

$$\bar{y}_d^{wdirect} = \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj}^* y_{dj}, \quad \bar{x}_{d,1}^{wdirect} = \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj}^* x_{dj1} \quad \text{y} \quad \bar{x}_{d,2}^{wdirect} = \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj}^* x_{dj2} \quad \text{y} \quad w_{dj}^* = \frac{w_{dj}}{\sum_{j=1}^{n_d} w_{dj}}.$$

Derivando parcialmente con respecto a β_1 , obtenemos

$$\begin{aligned} 0 &= -\frac{1}{2} \frac{\partial SSE}{\partial \beta_1} = \sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} (y_{dj} - [\bar{y}_d^{wdirect} - \hat{\beta}_1 \bar{x}_{d,1}^{wdirect} - \hat{\beta}_2 \bar{x}_{d,2}^{wdirect}] - \hat{\beta}_1 x_{dj1} - \hat{\beta}_2 x_{dj2}) x_{dj1} \\ &= \sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} y_{dj} x_{dj1} - \sum_{d=1}^D w_d \bar{y}_d^{wdirect} \bar{x}_{d,1}^{wdirect} - \hat{\beta}_1 \left(\sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} x_{dj1}^2 - \sum_{d=1}^D w_d (\bar{x}_{d,1}^{wdirect})^2 \right) \\ &\quad - \hat{\beta}_2 \left(\sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} x_{dj2}^2 - \sum_{d=1}^D w_d (\bar{x}_{d,2}^{wdirect})^2 \right) \end{aligned}$$

Después de hacer lo mismo con respecto a β_2 , obtenemos el siguiente sistema

$$\begin{aligned} E_{wyx_1} &= E_{w^*x_1x_1} \hat{\beta}_1 + E_{wx_1x_2} \hat{\beta}_2 \\ E_{wyx_2} &= E_{wx_1x_2} \hat{\beta}_1 + E_{wx_2x_2} \hat{\beta}_2, \end{aligned}$$

donde

$$\begin{aligned} E_{wx_1x_1} &= \sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} (x_{dj1} - \bar{x}_{d,1}^{wdirect})^2, & E_{wyx_1} &= \sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} (y_{dj} - \bar{y}_d^{wdirect}) (x_{dj1} - \bar{x}_{d,1}^{wdirect}) \\ E_{wx_2x_2} &= \sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} (x_{dj2} - \bar{x}_{d,2}^{wdirect})^2, & E_{wyx_2} &= \sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} (y_{dj} - \bar{y}_d^{wdirect}) (x_{dj2} - \bar{x}_{d,2}^{wdirect}). \end{aligned}$$

Por lo que los estimadores de mínimos cuadrados ponderados para β_1 y β_2 son

$$\hat{\beta}_1 = \frac{E_{wyx_1} E_{wx_2x_2} - E_{wyx_2} E_{wx_1x_2}}{E_{wx_1x_1} E_{wx_2x_2} - (E_{wx_1x_2})^2} \quad (5.26)$$

$$\hat{\beta}_2 = \frac{E_{wyx_2} E_{wx_1x_1} - E_{wyx_1} E_{wx_1x_2}}{E_{wx_1x_1} E_{wx_2x_2} - (E_{wx_1x_2})^2}. \quad (5.27)$$

Los valores predichos son

$$\hat{y}_{dj} = \hat{u}_d + \hat{\beta}_1 x_{dj1} + \hat{\beta}_2 x_{dj2} = \bar{y}_d^w + \hat{\beta}_1 (x_{dj1} - \bar{x}_{d.1}^w) + \hat{\beta}_2 (x_{dj2} - \bar{x}_{d.2}^w), \quad d = 1, \dots, D, j = 1, \dots, n_d,$$

La media de los valores predichos para el área pequeña es el estimador del *modelo de regresión generalizado de dos covariables* (GREG2).

$$\hat{Y}_d^{greg2} = \frac{1}{N_d} \sum_{j=1}^{N_d} \hat{y}_{dj} = \bar{y}_d^{wdirect} + \hat{\beta}_1 (\bar{X}_{d.1} - \bar{x}_{d.1}^{wdirect}) + \hat{\beta}_2 (\bar{X}_{d.2} - \bar{x}_{d.2}^{wdirect}), \quad (5.28)$$

El *mejor predictor lineal insesgado* (estimador blup) del total del área pequeña Y_d y de la media \bar{Y}_d es

$$\hat{Y}_d^{blup} = \sum_{j \in s_d} y_{dj} + \sum_{j \notin s_d} \hat{y}_{dj} \quad y \quad \hat{\bar{Y}}_d^{blup} = \frac{\hat{Y}_d^{blup}}{N_d}, \quad (5.29)$$

donde s_d es el conjunto de individuos de la muestra que están dentro del área pequeña d .

Para calcular \hat{Y}_d^{blup} en (5.29), N_d , x_{dj1} y x_{dj2} , $d = 1, \dots, D$, $j = 1, \dots, N_d$, se suponen conocidos. Esto ocurre cuando se usa un fichero de datos del censo provisionalmente cerrado a fecha de la encuesta. Obsérvese que $\bar{y}_d^{wdirect}$, $\hat{\beta}_1$, $\hat{\beta}_2$, $\bar{x}_{d.1}^{wdirect}$ y $\bar{x}_{d.2}^{wdirect}$ en (5.25), (5.26) y (5.27) se calculan a partir del fichero de datos de la encuesta, mientras los x_{dj} en (5.29) se toman del fichero de datos del censo. Sin embargo, hay una expresión alternativa a (5.29) que requiere menos información. La fórmula es

$$\hat{Y}_d^{blup} = (1 - f_d) \hat{Y}_d^{greg2} + f_d \left[\bar{y}_d + \hat{\beta}_1 (\bar{X}_{d.1} - \bar{x}_{d.1}) + \hat{\beta}_2 (\bar{X}_{d.2} - \bar{x}_{d.2}) \right] \quad (5.30)$$

5.7 El modelo GREG sintético

Para obtener el estimador GREG sintético, se usa el siguiente modelo

$$y_{dj} = \alpha + \beta x_{dj} + w_{dj}^{-1/2} e_{dj}, \quad d = 1, \dots, D, j = 1, \dots, n_d, \quad (5.31)$$

donde los residuos e_{dj} son v.a.i.i.d. $\mathcal{N}(0, \sigma^2)$, los parámetros σ^2 , β , α ($d = 1, \dots, D$) son desconocidos y los pesos w_{dj} son constantes conocidas. La suma de los cuadrados de los residuos es

$$SSE = \sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} (y_{dj} - \alpha - \beta x_{dj})^2.$$

Derivando parcialmente con respecto a α , obtenemos

$$0 = \frac{\partial \ln SSE}{\partial \alpha} = -2 \sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} (y_{dj} - \hat{\alpha} - \hat{\beta} x_{dj}) \iff \hat{\alpha} \sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} = \sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} y_{dj} - \hat{\beta} \sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} x_{dj}$$

por lo que estimador de mínimos cuadrados ponderado de α es

$$\hat{\alpha} = \bar{y}_{d..}^{wdirect} - \hat{\beta} \bar{x}_{d..}^{wdirect} \quad (5.32)$$

donde

$$w'_{dj} = \frac{w_{dj}}{\sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj}}, \quad \bar{y}^{wdirect} = \sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} w'_{dj} y_{dj}, \quad \bar{x}^{wdirect} = \sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} w'_{dj} x_{dj}.$$

Derivando parcialmente con respecto a β , obtenemos

$$\begin{aligned} 0 &= -\frac{1}{2} \frac{\partial \ln SSE}{\partial \beta} = \sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} (y_{dj} - \hat{\alpha} - \hat{\beta} x_{dj}) x_{dj} \\ &= \sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} w'_{dj} y_{dj} x_{dj} - \sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} w'_{dj} y_{dj} \sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} w'_{dj} x_{dj} + \hat{\beta} \left(\sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} w'_{dj} x_{dj} \right)^2 - \hat{\beta} \sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} w'_{dj} x_{dj}^2 \end{aligned}$$

por lo que estimador de mínimos cuadrados ponderado de β es

$$\hat{\beta} = \frac{\sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} (y_{dj} - \bar{y}^{wdirect}) (x_{dj} - \bar{x}^{wdirect})}{\sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} (x_{dj} - \bar{x}^{wdirect})^2}. \quad (5.33)$$

Los valores predichos son

$$\hat{y}_{dj} = \hat{\alpha} + \hat{\beta} x_{dj} = \bar{y}^{wdirect} - \hat{\beta} \bar{x}^{wdirect} + \hat{\beta} x_{dj} = \bar{y}^{wdirect} + \hat{\beta} (x_{dj} - \bar{x}^{wdirect}).$$

La media de los valores predichos para el area pequeña es el estimador de *regresión generalizada sintético* (GSYNT)

$$\hat{Y}_d^{gsynt} = \frac{1}{N_d} \sum_{j=1}^{N_d} \hat{y}_{dj} = \bar{y}^{wdirect} + \hat{\beta} (\bar{X}_d - \bar{x}^{wdirect}), \quad (5.34)$$

El estimador blup para este modelo es

$$\hat{Y}_d^{blup} = \frac{1}{N_d} \left[\sum_{j \in s_d} y_{dj} + \sum_{j \notin s_d} \hat{y}_{dj} \right]. \quad (5.35)$$

5.8 El modelo de regresión sintético

Para obtener el estimador de regresión sintético se usa el siguiente modelo

$$y_{dj} = \beta x_{dj} + w_{dj}^{-1/2} e_{dj}, \quad d = 1, \dots, D, \quad j = 1, \dots, n_d, \quad (5.36)$$

donde los residuos e_{dj} son v.a.i.i.d. $\mathcal{N}(0, \sigma^2)$, los parámetros σ^2 , β ($d = 1, \dots, D$) son desconocidos y los pesos w_{dj} son constantes conocidas. La suma de los cuadrados de los residuos es

$$SSE = \sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} (y_{dj} - \beta x_{dj})^2.$$

Derivando parcialmente con respecto a β , obtenemos

$$0 = -\frac{1}{2} \frac{\partial \ln SSE}{\partial \beta} = \sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} (y_{dj} - \hat{\beta} x_{dj}) x_{dj} = \sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} y_{dj} x_{dj} - \hat{\beta} \sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} x_{dj}^2$$

por lo que el estimador de mínimos cuadrados ponderado de β es

$$\hat{\beta} = \frac{\sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} y_{dj} x_{dj}}{\sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} x_{dj}^2}. \quad (5.37)$$

Los valores predichos son

$$\hat{y}_{dj} = \hat{\beta} x_{dj}.$$

La media de los valores predichos para el area pequeña es el estimador de *regresión sintética* (RSYNT)

$$\hat{Y}_{d.}^{rsynt} = \frac{1}{N_d} \sum_{j=1}^{N_d} \hat{y}_{dj} = \hat{\beta} \bar{X}_{d.}, \quad (5.38)$$

no obstante el estimador blup para este modelo es

$$\hat{Y}_{d.}^{blup} = \frac{1}{N_d} \left[\sum_{j \in s_d} y_{dj} + \sum_{j \notin s_d} \hat{y}_{dj} \right]. \quad (5.39)$$

5.9 Estimadores para variables continuas basados en un modelo lineal mixto

5.9.1 Introducción

En esta sección, consideramos un modelo para construir estimadores para medias y totales de áreas pequeñas de variables continuas. El modelo es

$$y_{dj} = u_d + \beta x_{dj} + w_{dj}^{-1/2} e_{dj}, \quad d = 1, \dots, D, \quad j = 1, \dots, n_d, \quad (5.40)$$

donde u_d y e_{dj} son los residuos a nivel de área y de individuo los cuales son variables aleatorias independientes con distribución $\mathcal{N}(0, \sigma_u^2)$ y $\mathcal{N}(0, \sigma_e^2)$ respectivamente. Los parámetros σ_u^2 , σ_e^2 y β son desconocidos, sin embargo, los pesos w_{dj} se suponen conocidos. En este modelo, los efectos de las comarcas son aleatorios (en vez de fijos), es decir, son realizaciones de variables aleatorias normales independientes. El modelo (5.40) es un modelo de regresión de errores anidados con la siguiente estructura de distribuciones en dos niveles:

- *Nivel de área:* $u_d \sim \mathcal{N}(0, \sigma_u^2)$, $d = 1, \dots, D$.
- *Nivel de individuo:* $y_{dj} | u_d \sim \mathcal{N}(u_d + \beta x_{dj}, w_{dj}^{-1} \sigma_e^2)$, $j = 1, \dots, n_d$.

5.9.2 Ajuste del modelo

Para obtener las predicciones de y_{dj} en el modelo (5.40), es necesario estimar realizaciones de u_d junto con los parámetros β , σ_e^2 y σ_u^2 . Dada la muestra $\{y_{dj} : d = 1, \dots, D, j = 1, \dots, n_d\}$, la función de verosimilitud conjunta es

$$\begin{aligned} L &= \prod_{d=1}^D f(u_d) \prod_{j=1}^{n_d} f(y_{dj} | u_d) \\ &= \prod_{d=1}^D \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_u^2}} \exp\left\{-\frac{1}{2} \frac{u_d^2}{\sigma_u^2}\right\} \prod_{j=1}^{n_d} \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_e^2}} \exp\left\{-\frac{w_{dj}}{2} \frac{(y_{dj} - u_d - \beta x_{dj})^2}{\sigma_e^2}\right\} \end{aligned}$$

El logaritmo de la verosimilitud es

$$\ln L = c - \frac{1}{2} \sum_{d=1}^D \ln \sigma_u^2 - \frac{1}{2} \sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} \ln \sigma_e^2 - \frac{1}{2} \sum_{d=1}^D \frac{u_d^2}{\sigma_u^2} - \frac{1}{2} \sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} \frac{w_{dj}}{\sigma_e^2} (y_{dj} - u_d - \beta x_{dj})^2.$$

Derivando parcialmente con respecto a u_d , obtenemos

$$0 = \frac{\partial \ln L}{\partial u_d} = -\frac{u_d}{\sigma_u^2} + \sum_{j=1}^{n_d} \frac{w_{dj}}{\sigma_e^2} (y_{dj} - u_d - \beta x_{dj}) = -\frac{u_d}{\sigma_u^2} + \frac{1}{\sigma_e^2} \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} y_{dj} - \frac{u_d}{\sigma_e^2} \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} - \frac{\beta}{\sigma_e^2} \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} x_{dj},$$

es decir

$$u_d \left(\frac{\sigma_e^2}{\sigma_u^2} + w_{d\cdot} \right) = \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} y_{dj} - \beta \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} x_{dj} \iff u_d \left(\frac{\sigma_e^2 + \sigma_u^2 w_{d\cdot}}{\sigma_u^2} \right) = \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} (y_{dj} - \beta x_{dj}),$$

donde $w_{d\cdot} = \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj}$. Por consiguiente

$$\hat{u}_d = \frac{\sigma_u^2}{\sigma_e^2 + \sigma_u^2 w_{d\cdot}} \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} (y_{dj} - \hat{\beta} x_{dj}) = \gamma_d^w \left(\bar{y}_d^w - \hat{\beta} \bar{x}_d^{w \text{direct}} \right), \quad (5.41)$$

donde

$$\gamma_d^w = \frac{\sigma_u^2}{\sigma_u^2 + \frac{\sigma_e^2}{w_{d\cdot}}}, \quad \bar{y}_d^{w \text{direct}} = \frac{1}{w_{d\cdot}} \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} y_{dj} \quad \text{y} \quad \bar{x}_d^{w \text{direct}} = \frac{1}{w_{d\cdot}} \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} x_{dj}.$$

Derivando parcialmente parciales con respecto a β , obtenemos

$$0 = \frac{\partial \ln L}{\partial \beta} = \sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} \frac{w_{dj}}{\sigma_e^2} (y_{dj} - u_d - \beta x_{dj}) x_{dj},$$

es decir,

$$\begin{aligned} 0 &= \sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} y_{dj} x_{dj} - \sum_{d=1}^D \hat{u}_d \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} x_{dj} - \hat{\beta} \sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} x_{dj}^2 \\ &= \sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} y_{dj} x_{dj} - \sum_{d=1}^D \frac{\gamma_d^w}{w_{d\cdot}} \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} (y_{dj} - \hat{\beta} x_{dj}) \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} x_{dj} - \hat{\beta} \sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} x_{dj}^2 \\ &= \sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} y_{dj} x_{dj} - \sum_{d=1}^D \frac{\gamma_d^w}{w_{d\cdot}} \left(\sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} y_{dj} \right) \left(\sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} x_{dj} \right) \\ &\quad + \hat{\beta} \sum_{d=1}^D \frac{\gamma_d^w}{w_{d\cdot}} \left(\sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} x_{dj} \right)^2 - \hat{\beta} \sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} x_{dj}^2. \end{aligned}$$

Entonces

$$\begin{aligned} \hat{\beta} &= \frac{\sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} y_{dj} x_{dj} - \sum_{d=1}^D \frac{\gamma_d^w}{w_{d\cdot}} \left(\sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} y_{dj} \right) \left(\sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} x_{dj} \right)}{\sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} x_{dj}^2 - \sum_{d=1}^D \frac{\gamma_d^w}{w_{d\cdot}} \left(\sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} x_{dj} \right)^2} \\ &= \frac{\sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} y_{dj} x_{dj} - \sum_{d=1}^D \gamma_d^w w_{d\cdot} \bar{y}_d^{w \text{direct}} \bar{x}_d^{w \text{direct}}}{\sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} x_{dj}^2 - \sum_{d=1}^D \gamma_d^w w_{d\cdot} \left(\bar{x}_d^{w \text{direct}} \right)^2}. \end{aligned} \quad (5.42)$$

5.9.3 Estimadores insesgados de las componentes de la varianza

Estimadores insesgados de σ_u^2 y σ_e^2 pueden obtenerse usando el método 3 de Henderson (ver Sección 10.4d en Searle (1971)). Para introducir estos estimadores, consideramos, en primer lugar, la suma de los cuadrados de los residuos obtenidos en el modelo de regresión con pesos

$$y_{dj} = bx_{dj} + w_{dj}^{-1/2}v_{dj}, \quad v_{dj} \sim iid \mathcal{N}(0, \sigma_u^2)$$

Esta suma de cuadrados es

$$\sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} \hat{v}_{dj}^2 = \sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} (y_{dj} - \hat{b}x_{dj})^2,$$

donde

$$\hat{b} = \frac{\sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} y_{dj} x_{dj}}{\sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} x_{dj}^2}.$$

Consideramos además la suma de los cuadrados de los residuos obtenidos en el modelo de regresión con pesos

$$(y_{dj} - \bar{y}_d^w) = b(x_{dj} - \bar{x}_d^w) + w_{dj}^{-1/2}\varepsilon_{dj}, \quad \varepsilon_{dj} \sim iid \mathcal{N}(0, \sigma_e^2)$$

Esta suma de cuadrados es

$$\sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} \hat{\varepsilon}_{dj}^2 = \sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} \left(y_{dj} - \bar{y}_d^{wdirect} - \hat{b}(x_{dj} - \bar{x}_d^{wdirect}) \right)^2,$$

donde

$$\hat{b} = \frac{\sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} (y_{dj} - \bar{y}_d^{wdirect})(x_{dj} - \bar{x}_d^{wdirect})}{\sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} (x_{dj} - \bar{x}_d^{wdirect})^2}.$$

Los estimadores de Henderson de las varianzas son

$$\hat{\sigma}_e^2 = \frac{1}{n - a - 1} \sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} \hat{\varepsilon}_{dj}^2, \quad (5.43)$$

y

$$\hat{\sigma}_u^2 = \max \left\{ \frac{1}{n^*} \left[\sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} \hat{v}_{dj}^2 - (n - 1)\hat{\sigma}_e^2 \right], 0 \right\}, \quad (5.44)$$

donde

$$n^* = \sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} - \frac{\sum_{d=1}^D \left(\sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} x_{dj} \right)^2}{\sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} x_{dj}^2},$$

5.9.4 Estimadores del total y de la media

Los valores predichos del modelo (5.40) son

$$\hat{y}_{dj} = \hat{u}_d + \hat{\beta}x_{dj}, \quad d = 1, \dots, D, j = 1, \dots, n_d,$$

Los estimadores EBLUE (*empirical best linear unbiased estimator*) del total de la comarca Y_d y de la media de la comarca \bar{Y}_d son

$$\hat{Y}_d^{eblue} = \sum_{j=1}^{N_d} \tilde{y}_{dj} \quad \text{and} \quad \hat{\bar{Y}}_d^{eblue} = \frac{1}{N_d} \sum_{j=1}^{N_d} \tilde{y}_{dj} = \hat{\beta}\bar{X}_d + \hat{\gamma}_d^w (\bar{y}_d^{wdirect} - \hat{\beta}\bar{x}_d^{wdirect}), \quad (5.45)$$

donde N_d y x_{dj} , $d = 1, \dots, D$, $j = 1, \dots, N_d$ se suponen conocidos. En (5.45), \tilde{y}_{dj} y $\hat{\gamma}_d^w$ se obtienen de \hat{y}_{dj} y γ_d^w mediante la sustitución de σ_e^2 y σ_u^2 por $\hat{\sigma}_e^2$ y $\hat{\sigma}_u^2$ respectivamente (cf. (5.43) y (5.44)).

Los estimadores EBLUP (*el mejor predictor lineal insesgado empírico*) del total y de la media de la comarca d , bajo el modelo (5.40), es

$$\hat{Y}_d^{eblup} = \sum_{j \in s_d} y_{dj} + \sum_{j \notin s_d} \tilde{y}_{dj} \quad \text{y} \quad \hat{\bar{Y}}_d^{eblup} = \frac{1}{N_d} \hat{Y}_d^{eblup} \quad (5.46)$$

donde s_d es el conjunto de individuos en la muestra dentro de la comarca d .

Los estimadores (5.45) y (5.46) se obtiene de los resultados de Henderson (1975) para los modelos mixtos lineales generales que involucran efectos fijos y aleatorios. El estimador (5.46) se analiza empíricamente en Rao y Choudhry (1995).

Capítulo 6

Estimadores para variables dicotómicas basados en modelos logit

6.1 Introducción

En este capítulo, proponemos algunos estimadores para proporciones de áreas pequeñas en variables binarias y . Consideramos dos formas estándar de modelos:

- *Modelos individuales* (modelos que relacionan valores individuales de proporciones de y con valores individuales de \mathbf{x}). Por ejemplo, y_{dj} son variables aleatorias independientes tal que

$$y_{dj} \sim \text{Bernoulli}(p_{dj}), \quad \text{logit}(p_{dj}) = \log \frac{p_{dj}}{1 - p_{dj}} = u_d + \mathbf{x}_{dj}\boldsymbol{\beta}, \quad (6.1)$$

donde $\boldsymbol{\beta}$, u_d , $d = 1, \dots, a$ son parámetros desconocidos.

- *Modelos de área* (modelos que relacionan los estimadores muestrales directos de la proporción de y en el área con la media de \mathbf{x} en la población del área). Por ejemplo, y_d son variables aleatorias independientes tal que

$$n_d \bar{y}_d \sim \text{Binomial}(n_d, p_d), \quad \text{logit}(p_d) = \log \frac{p_d}{1 - p_d} = u_d + \mathbf{x}_d \boldsymbol{\beta}, \quad (6.2)$$

donde $\boldsymbol{\beta}$, u_d , $d = 1, \dots, a$ son parámetros desconocidos.

6.2 El modelo ALGREG a nivel de área

El modelo ALGREG (regresión logística generalizada a nivel de área) asume que las y_d son variables aleatorias independientes tales que

$$y_d = n_d \bar{y}_d \sim \text{Binomial}(n_d, p_d), \quad \text{logit}(p_d) = \log \frac{p_d}{1 - p_d} = \alpha + \beta x_d, \quad (6.3)$$

donde α , β son desconocidas e $\bar{\mathbf{y}} = (\bar{y}_1, \dots, \bar{y}_D)$ es el vector de estimadores muestrales (directo, sintético, ...) de $\mathbf{p} = (p_1, \dots, p_D)$. La función del logaritmo de la verosimilitud es

$$l(\alpha, \beta; \mathbf{y}) = \sum_{d=1}^D \left[y_d \log p_d + (n_d - y_d) \log(1 - p_d) + \log \binom{n_d}{y_d} \right]$$

donde $\mathbf{y} = (n_1\bar{y}_1, \dots, n_D\bar{y}_D)$ y

$$p_d = \frac{\exp\{\alpha + \beta x_d\}}{1 + \exp\{\alpha + \beta x_d\}}.$$

Por consiguiente

$$\ell(\alpha, \beta; \mathbf{y}) = \sum_{d=1}^D \left[y_d(\alpha + \beta x_d) - n_d \log[1 + \exp(\alpha + \beta x_d)] + \log \binom{n_d}{y_d} \right]$$

y los vectores de puntuaciones (scores) con respecto a α y β son

$$U_1 = \frac{\partial \ell}{\partial \alpha} = \sum_{d=1}^D (y_d - n_d p_d)$$

$$U_2 = \frac{\partial \ell}{\partial \beta} = \sum_{d=1}^D x_d (y_d - n_d p_d).$$

La matriz de información de Fisher es

$$\mathcal{J} = E[\mathbf{U}\mathbf{U}^t] = \begin{bmatrix} \sum_{d=1}^D n_d p_d (1 - p_d) & \sum_{d=1}^D n_d x_d p_d (1 - p_d) \\ \sum_{d=1}^D n_d x_d p_d (1 - p_d) & \sum_{d=1}^D n_d x_d^2 p_d (1 - p_d) \end{bmatrix}$$

donde $\mathbf{U}^t = (U_1, U_2)$. Los estimadores de máxima verosimilitud se obtiene resolviendo la siguiente ecuación iterativa (ver Dobson (1990) para más detalles sobre el método de Newton-Raphson)

$$\mathbf{b}^{(m)} = \mathbf{b}^{(m-1)} + [\mathcal{J}^{(m-1)}]^{-1} \mathbf{U}^{(m-1)}$$

donde $\mathbf{b}^{(m)}$ es la m -ésima aproximación al vector $(\hat{\alpha}, \hat{\beta})^t$ de estimaciones y $\mathcal{J}^{(m)}$, $\mathbf{U}^{(m)}$ son \mathcal{J} , \mathbf{U} , respectivamente, evaluados en $\mathbf{b}^{(m)}$. El algoritmo empieza con una semilla $\mathbf{b}^{(0)}$ ($\mathbf{b}^{(0)} = (0, 0)^t$).

Existen algunas ventajas computacionales usando la estimación de mínimos cuadrados en lugar de la de máxima verosimilitud, particularmente si alguna iteración puede ser evitada.

Definimos el estadístico ji-cuadrado

$$\begin{aligned} \chi^2(\bar{\mathbf{y}}, \mathbf{p}) &= \sum_{d=1}^D \left[\frac{(y_d - n_d p_d)^2}{n_d p_d} + \frac{(n_d - y_d - n_d(1 - p_d))^2}{n_d(1 - p_d)} \right] \\ &= \sum_{d=1}^D \frac{(y_d - n_d p_d)^2}{n_d p_d (1 - p_d)} = \sum_{d=1}^D \frac{(\bar{y}_d - E[\bar{y}_d])^2}{V(\bar{y}_d)} \end{aligned}$$

y para la función continua y diferenciable ϕ , el estadístico ϕ -ji-cuadrado

$$\chi_\phi^2(\bar{\mathbf{y}}, \mathbf{p}) = \sum_{d=1}^D \frac{(\phi(\bar{y}_d) - E[\phi(\bar{y}_d)])^2}{V(\phi(\bar{y}_d))}.$$

El desarrollo en serie de Taylor de $\phi(\bar{y}_d)$ en torno a p_d es

$$\phi(\bar{y}_d) = \phi(p_d) + (\bar{y}_d - p_d)\phi'(p_d) + o\left(\frac{1}{n_d^2}\right)$$

y produce las siguientes aproximaciones de primer orden

$$E[\phi(\bar{y}_d)] \approx \phi(p_d), \quad V[\phi(\bar{y}_d)] \approx [\phi'(p_d)]^2 \frac{p_d(1-p_d)}{n_d}$$

y

$$\chi_\phi^2(\bar{\mathbf{y}}, \mathbf{p}) \approx \sum_{d=1}^D \frac{(\phi(\bar{y}_d) - \phi(p_d))^2}{[\phi'(p_d)]^2 p_d(1-p_d)/n_d}.$$

El estadístico ϕ -ji-cuadrado modificado se define como

$$\chi_{\phi,mod}^2(\bar{\mathbf{y}}, \mathbf{p}) = \chi_\phi^2(\mathbf{p}, \bar{\mathbf{y}}) \approx \sum_{d=1}^D \frac{(\phi(\bar{y}_d) - \phi(p_d))^2}{[\phi'(p_d)]^2 \bar{y}_d(1-\bar{y}_d)/n_d}.$$

Si $\phi(x) = \text{logit}(x) = \log \frac{x}{1-x}$, entonces

$$\chi_{\text{logit},mod}^2(\bar{\mathbf{y}}, \mathbf{p}) \approx \sum_{d=1}^D (z_d - \alpha - \beta x_d)^2 t_d, \quad (6.4)$$

donde

$$z_d = \log \frac{y_d}{n_d - y_d} \quad \text{y} \quad t_d = \frac{y_d(n_d - y_d)}{n_d}.$$

Los valores de α y β minimizando (6.4) se llaman estimadores de mínima logit-ji-cuadrado modificada.

Derivando parcialmente en (6.4) con respecto de α , obtenemos

$$0 = \frac{\partial \chi_{\text{logit},mod}^2(\bar{\mathbf{y}}, \mathbf{p})}{\partial \alpha} = -2 \sum_{d=1}^D (z_d - \alpha - \beta x_d) t_d \iff \sum_{d=1}^D z_d t_d = \alpha \sum_{d=1}^D t_d + \beta \sum_{d=1}^D x_d t_d.$$

Derivando parcialmente en (6.4) con respecto de β , obtenemos

$$0 = \frac{\partial \chi_{\text{logit},mod}^2(\bar{\mathbf{y}}, \mathbf{p})}{\partial \beta} = -2 \sum_{d=1}^D (z_d - \alpha - \beta x_d) x_d t_d \iff \sum_{d=1}^D z_d t_d x_d = \alpha \sum_{d=1}^D t_d x_d + \beta \sum_{d=1}^D x_d^2 t_d.$$

Finalmente

$$\hat{\alpha} = \frac{\sum_{d=1}^D z_d t_d \sum_{d=1}^D t_d x_d^2 - \sum_{d=1}^D z_d t_d x_d \sum_{d=1}^D t_d x_d}{\sum_{d=1}^D t_d \sum_{d=1}^D t_d x_d^2 - \left(\sum_{d=1}^D t_d x_d\right)^2} \quad (6.5)$$

$$\hat{\beta} = \frac{\sum_{d=1}^D t_d \sum_{d=1}^D z_d t_d x_d - \sum_{d=1}^D z_d t_d \sum_{d=1}^D t_d x_d}{\sum_{d=1}^D t_d \sum_{d=1}^D t_d x_d^2 - \left(\sum_{d=1}^D t_d x_d\right)^2}. \quad (6.6)$$

En Cox y Snell (1989) se recomienda

$$z_d = \frac{y_d + 1/2}{n_d - y_d + 1/2} \quad (6.7)$$

en lugar de

$$z_d = \frac{y_d}{n_d - y_d}.$$

El estimador ALGREG de \bar{Y}_d es

$$\widehat{Y}_d = \widehat{p}_d = \frac{\exp\{\widehat{\alpha} + \widehat{\beta}x_d\}}{1 + \exp\{\widehat{\alpha} + \widehat{\beta}x_d\}}. \quad (6.8)$$

donde $\widehat{\alpha}$ y $\widehat{\beta}$ son ambos estimadores de máxima verosimilitud o estimadores de mínima logit-ji-cuadrado modificada.

6.3 El modelo LGREG a nivel individual

La selección de un modelo lineal para un estimador GREG de \bar{Y}_d esta completamente justificada para una variable de respuesta continua. Para medidas binarias y_{dj} , un modelo lineal será poco realista. Supongamos que conocemos los valores x_{dj} de una variable auxiliar y los pesos de la muestra $w_{dj} = 1/\pi_{dj}$, donde π_{dj} es la probabilidad de inclusión del j -ésimo individuo de la d -ésima área pequeña. Consideramos el modelo logístico tal que y_{dj} son variables aleatorias independientes que verifican

$$y_{dj} \sim \text{Bernoulli}(p_{dj}), \quad \text{logit}(p_{dj}) = \log \frac{p_{dj}}{1 - p_{dj}} = \alpha + \beta x_{dj}, \quad (6.9)$$

donde α , β son parámetros conocidos. Estimamos los parámetros en el modelo (6.9) maximizando el logaritmo de la verosimilitud con pesos

$$\sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} \{I(y_{dj} = 1) \log p_{dj} + I(y_{dj} = 0) \log(1 - p_{dj})\}$$

El estimador (LGREG) *regresión logística generalizada* a nivel individual de \bar{Y}_d es

$$\widehat{Y}_d^{lgreg} = \widehat{p}_d = \frac{1}{N_d} \sum_{j=1}^{N_d} \widehat{\pi}_{dj} = \frac{1}{N_d} \sum_{j=1}^{N_d} \frac{\exp\{\widehat{\alpha} + \widehat{\beta}x_{dj}\}}{1 + \exp\{\widehat{\alpha} + \widehat{\beta}x_{dj}\}}. \quad (6.10)$$

donde $\widehat{\alpha}$ y $\widehat{\beta}$ son estimadores de máxima verosimilitud ponderada.

Lehtonen y Veijanen (1998) proponen la siguiente versión “logística eblup” de (6.10)

$$\widehat{Y}_d^{leblup} = \frac{1}{N_d} \sum_{j=1}^{N_d} \widehat{p}_{dj} + \frac{1}{N_d} \left[\sum_{j \in s_d} (y_{dj} - \widehat{p}_{dj}) \right], \quad (6.11)$$

con

$$\widehat{p}_{dj} = \frac{\exp\{\widehat{\alpha} + \widehat{\beta}x_{dj}\}}{1 + \exp\{\widehat{\alpha} + \widehat{\beta}x_{dj}\}}.$$

Algoritmo de Newton-Raphson.

A continuación se describe el algoritmo de Newton-Raphson para calcular los estimadores de máxima verosimilitud de $\hat{\alpha}$ y $\hat{\beta}$. Para simplificar la exposición denotamos $\beta_1 = \alpha$ y $\beta_2 = \beta$.

La Función de log-verosimilitud ponderada es

$$\ell = \sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} \{y_{dj}(\beta_1 + \beta_2 x_{dj}) - \log(1 + \exp\{\beta_1 + \beta_2 x_{dj}\})\}.$$

Las ecuaciones de verosimilitud son

$$0 = U_1 = \frac{\partial \ell}{\partial \beta_1} = \sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} \left\{ y_{dj} - \left[\frac{\exp\{\beta_1 + \beta_2 x_{dj}\}}{1 + \exp\{\beta_1 + \beta_2 x_{dj}\}} \right] \right\} = \sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} (y_{dj} - p_{dj})$$

$$0 = U_2 = \frac{\partial \ell}{\partial \beta_2} = \sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} \left\{ y_{dj} x_{dj} - x_{dj} \left[\frac{\exp\{\beta_1 + \beta_2 x_{dj}\}}{1 + \exp\{\beta_1 + \beta_2 x_{dj}\}} \right] \right\} = \sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} x_{dj} (y_{dj} - p_{dj}).$$

La matriz Hessiana es $H = \left(\frac{\partial^2 \ell}{\partial \beta_j \partial \beta_k} \right)_{j,k=1,2}$. Como

$$\frac{\partial p_{dj}}{\partial \beta_1} = \frac{\exp\{\beta_1 + \beta_2 x_{dj}\}}{[1 + \exp\{\beta_1 + \beta_2 x_{dj}\}]^2} \quad \text{and} \quad \frac{\partial p_{dj}}{\partial \beta_2} = x_{dj} \frac{\partial p_{dj}}{\partial \beta_1},$$

se obtiene

$$\frac{\partial^2 \ell_{dj}}{\partial \beta_1^2} = -w_{dj} p_{dj} (1 - p_{dj}), \quad \frac{\partial^2 \ell_{dj}}{\partial \beta_1 \partial \beta_2} = -w_{dj} x_{dj} p_{dj} (1 - p_{dj}), \quad \frac{\partial^2 \ell_{dj}}{\partial \beta_2^2} = -w_{dj} x_{dj}^2 p_{dj} (1 - p_{dj}).$$

Por tanto, la matriz Hessiana es

$$H(\beta) = \begin{bmatrix} -\sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} p_{dj} (1 - p_{dj}) & -\sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} x_{dj} p_{dj} (1 - p_{dj}) \\ -\sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} x_{dj} p_{dj} (1 - p_{dj}) & -\sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} x_{dj}^2 p_{dj} (1 - p_{dj}) \end{bmatrix}$$

Las siguientes ecuaciones recurrentes definen el algoritmo de Newton-Raphson:

$$\hat{\beta}^{(r)} = \hat{\beta}^{(r-1)} - H^{-1}(\hat{\beta}^{(r-1)}) U(\hat{\beta}^{(r-1)}),$$

donde

$$\begin{aligned} \hat{\beta}^{(r)} &= \begin{bmatrix} \hat{\beta}_1^{(r)} \\ \hat{\beta}_2^{(r)} \end{bmatrix} \\ -H^{-1}(\hat{\beta}^{(r)}) &= \frac{1}{d^{(r)}} \begin{pmatrix} \sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} x_{dj}^2 \hat{p}_{dj}^{(r)} (1 - \hat{p}_{dj}^{(r)}) & -\sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} x_{dj} \hat{p}_{dj}^{(r)} (1 - \hat{p}_{dj}^{(r)}) \\ -\sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} x_{dj} \hat{p}_{dj}^{(r)} (1 - \hat{p}_{dj}^{(r)}) & \sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} \hat{p}_{dj}^{(r)} (1 - \hat{p}_{dj}^{(r)}) \end{pmatrix} \\ d^{(r)} &= \left(\sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} \hat{p}_{dj}^{(r)} (1 - \hat{p}_{dj}^{(r)}) \right) \left(\sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} x_{dj}^2 \hat{p}_{dj}^{(r)} (1 - \hat{p}_{dj}^{(r)}) \right) \\ &\quad - \left[\sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} x_{dj} \hat{p}_{dj}^{(r)} (1 - \hat{p}_{dj}^{(r)}) \right]^2 \\ U(\hat{\beta}^{(r)}) &= \begin{pmatrix} \sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} (y_{dj} - \hat{p}_{dj}^{(r)}) \\ \sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} x_{dj} w_{dj} (y_{dj} - \hat{p}_{dj}^{(r)}) \end{pmatrix}. \end{aligned}$$

Finalmente, el algoritmo de Newton-Raphson es

(1) Hacer $\hat{\beta}_1^{(0)} = \hat{\beta}_2^{(0)} = 0$, $\varepsilon = 0.001$

(2) Hasta que $|\hat{\beta}_1^{(r)} - \hat{\beta}_1^{(r-1)}| < \varepsilon$ y $|\hat{\beta}_2^{(r)} - \hat{\beta}_2^{(r-1)}| < \varepsilon$, hacer

$$\begin{aligned} \hat{p}_{dj}^{(r-1)} &= \frac{\exp\left\{\hat{\beta}_1^{(r-1)} + \hat{\beta}_2^{(r-1)}x_{dj}\right\}}{1 + \exp\left\{\hat{\beta}_1^{(r-1)} + \hat{\beta}_2^{(r-1)}x_{dj}\right\}}, & 1, \dots, D, \quad j = 1, \dots, n_d \\ d^{(r-1)} &= \left(\sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} \hat{p}_{dj}^{(r-1)} (1 - \hat{p}_{dj}^{(r-1)}) \right) \left(\sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} x_{dj}^2 \hat{p}_{dj}^{(r-1)} (1 - \hat{p}_{dj}^{(r-1)}) \right) \\ &\quad - \left[\sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} x_{dj} \hat{p}_{dj}^{(r-1)} (1 - \hat{p}_{dj}^{(r-1)}) \right]^2 \\ \hat{\beta}_1^{(r)} &= \hat{\beta}_1^{(r-1)} + \frac{1}{d^{(r-1)}} \left\{ \left(\sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} x_{dj}^2 \hat{p}_{dj}^{(r-1)} (1 - \hat{p}_{dj}^{(r-1)}) \right) \left(\sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} (y_{dj} - \hat{p}_{dj}^{(r-1)}) \right) \right. \\ &\quad \left. - \left(\sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} x_{dj} \hat{p}_{dj}^{(r-1)} (1 - \hat{p}_{dj}^{(r-1)}) \right) \left(\sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} x_{dj} w_{dj} (y_{dj} - \hat{p}_{dj}^{(r-1)}) \right) \right\} \\ \hat{\beta}_2^{(r)} &= \hat{\beta}_2^{(r-1)} + \frac{1}{d^{(r-1)}} \left\{ \left(\sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} \hat{p}_{dj}^{(r-1)} (1 - \hat{p}_{dj}^{(r-1)}) \right) \left(\sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} x_{dj} w_{dj} (y_{dj} - \hat{p}_{dj}^{(r-1)}) \right) \right. \\ &\quad \left. - \left(\sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} x_{dj} \hat{p}_{dj}^{(r-1)} (1 - \hat{p}_{dj}^{(r-1)}) \right) \left(\sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} (y_{dj} - \hat{p}_{dj}^{(r-1)}) \right) \right\} \end{aligned}$$

(3) Salida: $\hat{\beta}_1^{(r_*)}$, $\hat{\beta}_2^{(r_*)}$, donde r_* es el primer entero r que verifica la condición del paso (2).

6.4 El modelo LRSYN a nivel individual

Estimador RSYN de la proporción \bar{Y}_d . es

$$\hat{Y}_d^{rsynt} = \frac{1}{N_d} \sum_{j=1}^{N_d} \hat{y}_{dj} = \hat{\beta} \bar{X}_d, \quad (6.12)$$

donde

$$\hat{\beta} = \frac{\sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} y_{dj} x_{dj}}{\sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} x_{dj}^2}$$

y $w_{dj} = 1/\pi_{dj}$ son los pesos muestrales del j -ésimo individuo de la d -ésima área pequeña.

El estimador blup para este modelo es

$$\widehat{Y}_d^{blup} = \frac{1}{N_d} \left[\sum_{j \in s_d} y_{dj} + \sum_{j \notin s_d} \widehat{y}_{dj} \right] = \frac{1}{N_d} \sum_{j=1}^{N_d} \widehat{y}_{dj} + \frac{1}{N_d} \left[\sum_{j \in s_d} (y_{dj} - \widehat{y}_{dj}) \right], \quad (6.13)$$

donde s_d es conjunto de individuos en la muestra del área pequeña d y $\widehat{y}_{dj} = \widehat{p}_{dj} = \widehat{\beta}x_{dj}$.

La selección de un modelo para un estimador RSYNT de \bar{Y}_d esta completamente justificada para una variable de respuesta continua. Para medidas binarias y_{dj} , un modelo lineal será poco realista. Supongamos que conocemos los valores x_{dj} de una variable auxiliar y los pesos $w_{dj} = 1/\pi_{dj}$, donde π_{dj} es la probabilidad de inclusión del j -ésimo individuo de la d -ésima área pequeña. Consideramos el modelo logístico tal que y_{dj} son variables aleatorias independientes que verifican

$$y_{dj} \sim \text{Bernoulli}(p_{dj}), \quad \text{logit}(p_{dj}) = \log \frac{p_{dj}}{1 - p_{dj}} = \beta x_{dj}, \quad (6.14)$$

donde β es un parámetro desconocido. Estimamos los parámetros en el modelo (6.14) maximizando el logaritmo de la verosimilitud con pesos.

$$\sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} \{ I(y_{dj} = 1) \log p_{dj} + I(y_{dj} = 0) \log(1 - p_{dj}) \}$$

El estimador (LRSYN) *regresión sintética logística* de \bar{Y}_d es

$$\widehat{Y}_d^{lrsin} = \tilde{p}_d = \frac{1}{N_d} \sum_{j=1}^{N_d} \tilde{\pi}_{dj} = \frac{1}{N_d} \sum_{j=1}^{N_d} \frac{\exp\{\tilde{\beta}x_{dj}\}}{1 + \exp\{\tilde{\beta}x_{dj}\}}. \quad (6.15)$$

donde $\tilde{\beta}$ es el estimador de máxima verosimilitud ponderada.

Una versión logística del estimador (6.13) la introdujeron Lehtonen and Veijanen (1998). Propusieron sustituir

$$\widehat{\pi}_{dj} = \widehat{y}_{dj} = \widehat{\beta}x_{dj} \quad \text{por} \quad \tilde{\pi}_{dj} = \tilde{y}_{dj} = \frac{\exp\{\tilde{\beta}x_{dj}\}}{1 + \exp\{\tilde{\beta}x_{dj}\}},$$

es decir

$$\widehat{Y}_d^{lblup} = \frac{1}{N_d} \sum_{j=1}^{N_d} \tilde{y}_{dj} + \frac{1}{N_d} \left[\sum_{j \in s_d} (y_{dj} - \tilde{y}_{dj}) \right] \quad (6.16)$$

6.5 Un estimador de áreas pequeñas más complicado

En esta sección presentamos un modelo más complicado para estimación de proporciones en áreas pequeñas. También describimos la forma de calcular los estimadores a partir de los datos.

El modelo

$$y_{dgj} \sim \text{Bernoulli}(p_{dgj}), \quad \text{logit}(p_{dgj}) = \log \frac{p_{dgj}}{1 - p_{dgj}} = u_d + A_g + \eta_1 z_{dgj}^{(1)} + \eta_2 z_{dgj}^{(2)}. \quad (6.17)$$

Los parámetros del modelo son

- u_d , $d = 1, \dots, D$ para las áreas pequeñas,
- A_g , $g = 1, \dots, G - 1$ (y $A_g = 0$) para el factor A ,
- η_1, η_2 para las covariables a nivel de individuos $Z^{(1)}$ y $Z^{(2)}$,

Los datos originales

Se dispone de datos medidos a nivel individual (microdatos). Estos datos presentan la siguiente estructura matricial:

Y	d	g	$Z^{(1)}$	$Z^{(2)}$
y_1	d_1	g_1	$z_1^{(1)}$	$z_1^{(2)}$
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
y_n	d_n	g_n	$z_n^{(1)}$	$z_n^{(2)}$

Construcción de indicadores muestrales de las áreas pequeñas

Necesitamos D indicadores muestrales, $D_1 = I(d = 1), \dots, D_D = I(d = D)$, para las áreas pequeñas. Los datos muestrales asociados a los indicadores D_1, \dots, D_D se pueden construir de la siguiente forma:

$$\begin{aligned} &\text{Para } d = 1, \dots, D, \text{ hacer} \\ &\quad \text{Para } i = 1, \dots, n, \text{ hacer} \\ &\quad \quad D_{d,i} = 1 \text{ si } d_i = d; \\ &\quad \quad D_{d,i} = 0 \text{ en caso contrario.} \end{aligned}$$

Construcción de los indicadores muestrales para el factor A

Necesitamos $G - 1$ indicadores muestrales, $G_1 = I(g = 1), \dots, G_{G-1} = I(g = G - 1)$, para los niveles del factor. Los datos muestrales asociados a los indicadores G_1, \dots, G_{G-1} se pueden construir de la siguiente forma:

$$\begin{aligned} &\text{Para } g = 1, \dots, G - 1, \text{ hacer} \\ &\quad \text{Para } i = 1, \dots, n, \text{ hacer} \\ &\quad \quad G_{g,i} = 1 \text{ si } g_i = g; \\ &\quad \quad G_{g,i} = 0 \text{ en caso contrario.} \end{aligned}$$

Datos finales

Los datos necesarios para ajustar el modelo (6.17) se clasifican en cuatro grupos: variable de respuesta (\mathbf{y}), indicadores de nivel (d, g), pesos (w) y matriz de diseño (\mathbf{X} con columnas desde D_1 hasta $Z^{(2)}$); es decir,

\mathbf{y}	d	g	w	D_1	\dots	D_D	G_1	\dots	G_{G-1}	$Z^{(1)}$	$Z^{(2)}$
y_1	d_1	g_1	w_1	$D_{1,1}$	\dots	$D_{D,1}$	$G_{1,1}$	\dots	$G_{G-1,1}$	$z_1^{(1)}$	$z_1^{(2)}$
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\dots	\vdots	\vdots	\dots	\vdots	\vdots	\vdots
y_n	d_n	g_n	w_n	$D_{1,n}$	\dots	$D_{D,n}$	$G_{1,n}$	\dots	$G_{G-1,n}$	$z_n^{(1)}$	$z_n^{(2)}$

En notación matricial, el vector de respuestas es $\mathbf{y} = \mathbf{y}_{n \times 1}$ y la matriz de diseño es $\mathbf{X} = \mathbf{X}_{n \times p}$, con $p = D + G + 1$. El vector de parámetros es

$$\boldsymbol{\beta} = (u_1, \dots, u_D, A_1, \dots, A_{G-1}, \eta_1, \eta_2).$$

La función de log-verosimilitud ponderada es

$$\ell = \ell(\boldsymbol{\beta}) = \sum_{d=1}^D \sum_{g=1}^G \sum_{j=1}^{n_{dg}} w_{dgj} \{y_{dgj} \mathbf{x}_{dgj} \boldsymbol{\beta} - \log(1 + \exp\{\mathbf{x}_{dgj} \boldsymbol{\beta}\})\},$$

donde el subíndice $_{dgj}$ representa a la fila de la matriz \mathbf{X} correspondiente a la unidad muestral j en el nivel g del factor A y en el área pequeña d .

Las ecuaciones de verosimilitud son

$$\begin{aligned} 0 &= U_d(\hat{\boldsymbol{\beta}}) = \frac{\partial \ell(\hat{\boldsymbol{\beta}})}{\partial u_d} = \sum_{g=1}^G \sum_{j=1}^{n_{dg}} w_{dgj} (y_{dgj} - \hat{p}_{dgj}), \quad d = 1, \dots, D, \\ 0 &= U_{D-1+g}(\hat{\boldsymbol{\beta}}) = \frac{\partial \ell(\hat{\boldsymbol{\beta}})}{\partial A_g} = \sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_{dg}} w_{dgj} (y_{dgj} - \hat{p}_{dgj}), \quad g = 1, \dots, G-1, \\ 0 &= U_{D+G-2+k}(\hat{\boldsymbol{\beta}}) = \frac{\partial \ell(\hat{\boldsymbol{\beta}})}{\partial \eta_k} = \sum_{d=1}^D \sum_{g=1}^G \sum_{j=1}^{n_{dg}} w_{dgj} z_{dgj}^{(k)} (y_{dgj} - \hat{p}_{dgj}), \quad k = 1, 2, \end{aligned}$$

donde

$$\hat{p}_{dgj} = p_{dgj}(\hat{\boldsymbol{\beta}}) = \frac{\exp\{\mathbf{x}_{dgj} \hat{\boldsymbol{\beta}}\}}{1 + \exp\{\mathbf{x}_{dgj} \hat{\boldsymbol{\beta}}\}}, \quad d = 1, \dots, D, \quad g = 1, \dots, G, \quad j = 1, \dots, n_{dj}.$$

El vector de puntuaciones es $U(\hat{\boldsymbol{\beta}}) = (U_1(\hat{\boldsymbol{\beta}}), \dots, U_p(\hat{\boldsymbol{\beta}}))$ y la matriz Hessiana es

$$H(\hat{\boldsymbol{\beta}}) = \left(\frac{\partial^2 \ell(\hat{\boldsymbol{\beta}})}{\partial \beta_r \partial \beta_s} \right)_{r,s=1,\dots,p},$$

donde

$$\begin{aligned} \frac{\partial^2 \ell(\hat{\boldsymbol{\beta}})}{\partial \beta_d^2} &= \frac{\partial^2 \ell(\hat{\boldsymbol{\beta}})}{\partial u_d^2} = - \sum_{g=1}^G \sum_{j=1}^{n_{dg}} w_{dgj} \hat{p}_{dgj} (1 - \hat{p}_{dgj}), \quad d = 1, \dots, D, \\ \frac{\partial^2 \ell(\hat{\boldsymbol{\beta}})}{\partial \beta_{D+g}^2} &= \frac{\partial^2 \ell(\hat{\boldsymbol{\beta}})}{\partial A_g^2} = - \sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_{dg}} w_{dgj} \hat{p}_{dgj} (1 - \hat{p}_{dgj}), \quad g = 1, \dots, G-1, \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\frac{\partial^2 \ell(\hat{\beta})}{\partial \beta_{D+G-1+k}^2} &= \frac{\partial^2 \ell(\hat{\beta})}{\partial \eta_k^2} = - \sum_{d=1}^D \sum_{g=1}^G \sum_{j=1}^{n_{dg}} w_{dgj} \left(z_{dgj}^{(k)} \right)^2 \hat{p}_{dgj} (1 - \hat{p}_{dgj}), \quad k = 1, 2, \\
\frac{\partial^2 \ell(\hat{\beta})}{\partial \beta_d \beta_{D+g}} &= \frac{\partial^2 \ell(\hat{\beta})}{\partial u_d A_g} = - \sum_{j=1}^{n_{dg}} w_{dgj} \hat{p}_{dgj} (1 - \hat{p}_{dgj}), \quad d = 1, \dots, D, \quad g = 1, \dots, G-1, \\
\frac{\partial^2 \ell(\hat{\beta})}{\partial \beta_d \partial \beta_{D+G-1+k}} &= \frac{\partial^2 \ell(\hat{\beta})}{\partial u_d \partial \eta_k} = - \sum_{g=1}^G \sum_{j=1}^{n_{dg}} w_{dgj} z_{dgj}^{(k)} \hat{p}_{dgj} (1 - \hat{p}_{dgj}), \quad d = 1, \dots, D, \quad k = 1, 2, \\
\frac{\partial^2 \ell(\hat{\beta})}{\partial \beta_{D-1+g} \partial \beta_{D+G-1+k}} &= \frac{\partial^2 \ell(\hat{\beta})}{\partial A_g \partial \eta_k} = - \sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_{dg}} w_{dgj} z_{dgj}^{(k)} \hat{p}_{dgj} (1 - \hat{p}_{dgj}), \quad g = 1, \dots, G-1, \quad k = 1, 2, \\
\frac{\partial^2 \ell(\hat{\beta})}{\partial \beta_{D+G} \partial \beta_{D+G+1}} &= \frac{\partial^2 \ell(\hat{\beta})}{\partial \eta_1 \eta_2} = - \sum_{d=1}^D \sum_{g=1}^G \sum_{j=1}^{n_{dg}} w_{dgj} z_{dgj}^{(1)} z_{dgj}^{(2)} \hat{p}_{dgj} (1 - \hat{p}_{dgj}), \quad k = 1, 2,
\end{aligned}$$

La siguiente ecuaciones de recurrencia definen el algoritmo de Newton-Raphson.

$$\hat{\beta}^{(r)} = \hat{\beta}^{(r-1)} - H^{-1}(\hat{\beta}^{(r-1)})U(\hat{\beta}^{(r-1)}),$$

donde el suprínndice (r) representa la iteración r del algoritmo.

El algoritmo de Newton-Raphson es

(1) Hacer $\hat{\beta}^{(0)} = (\hat{\beta}_1^{(0)}, \dots, \hat{\beta}_p^{(0)})^t = (0, \dots, 0)^t$, $\varepsilon = 0.001$

(2) Hasta que $|\hat{\beta}_j^{(r)} - \hat{\beta}_j^{(r-1)}| < \varepsilon$, $j = 1, \dots, p$, hacer

$$\begin{aligned}
\hat{p}_{dgj}^{(r-1)} &= \frac{\exp\{\mathbf{x}_{dgj} \hat{\beta}^{(r-1)}\}}{1 + \exp\{\mathbf{x}_{dgj} \hat{\beta}^{(r-1)}\}}, \quad d = 1, \dots, D, \quad g = 1, \dots, G, \quad j = 1, \dots, n_{dg}. \\
\hat{\beta}^{(r)} &= \hat{\beta}^{(r-1)} - H^{-1}(\hat{\beta}^{(r-1)})U(\hat{\beta}^{(r-1)})
\end{aligned}$$

(3) Salida: $\hat{\beta}^{(r_*)}$, donde r_* es el primer entero r que verifica las condiciones del paso (2).

El estimador de regresión logística generalizada (LGREG) a nivel individual de \bar{Y}_d es

$$\hat{Y}_d^{lgreg} = \hat{p}_{d..} = \frac{1}{N_d} \sum_{g=1}^G \sum_{j=1}^{n_{dg}} \hat{p}_{dgj} = \frac{1}{N_d} \sum_{g=1}^G \sum_{j=1}^{n_{dg}} \frac{\exp\{\mathbf{x}_{dgj} \hat{\beta}\}}{1 + \exp\{\mathbf{x}_{dgj} \hat{\beta}\}}. \quad (6.18)$$

donde $\hat{\beta}$ es el estimador de máxima verosimilitud ponderada.

Lehtonen y Veijanen (1998) proponen la siguiente versión “logística blup” de (6.18)

$$\hat{Y}_d^{blup} = \frac{1}{N_d} \sum_{g=1}^G \sum_{j=1}^{n_{dg}} \hat{p}_{dgj} + \frac{1}{N_d} \left[\sum_{g=1}^G \sum_{j=1}^{n_{dg}} (y_{dj} - \hat{p}_{dgj}) \right]. \quad (6.19)$$

Capítulo 7

Simulación para evaluar estimadores de la media de ingresos normalizados

7.1 Introducción

En este capítulo presentamos los experimentos de simulación Monte Carlo para evaluar los estimadores de la media de ingresos normalizados en áreas pequeñas

$$\text{Media} \left(\frac{APES502}{APES505} \right).$$

Primero consideramos todos los hogares de la comunidad Autónoma de Valencia como población objetivo. Esta comunidad está compuesta por tres provincias: Alicante, Castellón y Valencia. Como áreas pequeñas consideramos las divisiones territoriales de las provincias, denominadas *comarcas*, y las propias *provincias*. Posteriormente los experimentos de simulación se amplían al universo EURAREA para España, es decir, al siguiente conjunto de comunidades autónomas: Andalucía, Canarias, Valencia, Galicia y Madrid.

Recordamos que el fichero de población artificial EURAREA para España (**A**rtificial **P**opulation **E**URAREA **S**pain), donde se realizan las simulaciones, se llama APES. Además, todas las variables que se incluyen en este fichero se nombran con "APES" más un número. En la Sección 1.2 se describe este fichero.

El numerador del parámetro objetivo, *APES502*, es el total neto de ingresos monetarios del hogar. El objetivo de la normalización es el ajuste a los diferentes tamaños y composiciones de los hogares. La definición de número de miembros normalizado del hogar es la modificación de la escala OCDE usada por EUROSTAT. Esta escala da un peso de 1.0 al primer adulto, 0.5 al segundo y a todas las personas del hogar mayores de 14 años y 0.3 a los niños menores de 14 años. El "tamaño normalizado" de un hogar es la suma de los pesos asignados a cada persona.

Por lo que el número total normalizado de miembros del hogar es

$$APES505 = 1 + 0.5(N_{\geq 14} - 1) + 0.3N_{<14},$$

donde $N_{\geq 14}$ es el número de personas con 14 años o más (≥ 14) y $N_{<14}$ es el número de niños con menos de 14 años (< 14).

Las simulaciones se llevan a cabo en una versión reducida del fichero APES, donde solamente se consideran los registros correspondientes a la persona de referencia ($APES206=1$). En el caso de la Comunidad Autónoma de Valencia, la población objetivo se define con las restricciones $APES102=10$ y $APES206=1$.

Implementamos muestreo aleatorio simple y muestreo aleatorio simple estratificado (ambos sin reemplazamiento). Nótese que en el primer caso los pesos muestrales son los mismos para todos los hogares del universo considerado. Para obtener los estimadores de áreas pequeñas se ajustaron los modelos usando todos los datos muestrales del universo.

En la Sección 7.2 se describe la notación usada en este Capítulo. Además se definen nuevos estratos y se describen tres variables de grupo necesarias para calcular los estimadores post-estratificados y sintético básico. Estas variables no aparecen explícitamente en el fichero APES, pero se derivan de las variables APES.

En la Sección 7.3 se introducen los estimadores que serán evaluados en los experimentos de simulación. Cuando se presenta un estimador basado en modelos se dan el modelo y la fórmula del estimador.

En la Sección 7.4 se describen los *estimadores estándar*, del proyecto EURAREA. Se presentan las equivalencias entre los estimadores de la Sección 7.3 y los estimadores estándar.

En la Sección 7.5 se presentan las medidas de eficiencia usadas para evaluar los estimadores. Estas medidas son las salidas de los programas de simulación.

En la Sección 7.6, se describen los experimentos de simulación Monte Carlo. En la Comunidad Autónoma de Valencia se llevaron a cabo cuatro experimentos de simulación. En el universo EURAREA para España, que contiene el conjunto de comunidades antes descrito, se realizó un sólo experimento de simulación. También se presentan un resumen de los resultados obtenidos.

En la Sección 7.7 se presentan algunas conclusiones.

7.2 Notación y definiciones

Se usa la siguiente notación

- *Índices*: s se usa para la muestra, $d = 1, \dots, D$ para las áreas pequeñas y $j = 1, \dots, n$ para los hogares.
- *Tamaños*: N se usa para la población y n para la muestra. Cuando N o n tienen subíndices denotan el tamaño del conjunto indicado correspondiente. Por ejemplo, n_h es el tamaño muestral del estrato h .
- *Totales*: Y o X . Cuando Y o X tienen subíndices denotan el total del conjunto indicado correspondiente. Por ejemplo, Y_d denota el total del área pequeña d .
- *Medias*: \bar{Y} o \bar{X} . Cuando \bar{Y} o \bar{X} tienen subíndices denotan la media del conjunto indicado correspondiente. Por ejemplo, \bar{Y}_d denota la media del área pequeña d .
- *Pesos*: w_j se usa para el hogar j . También, cuando w tiene un subíndice denota la suma de los pesos del conjunto indicado correspondiente.

Se necesita una nueva variable de estratificación que no aparece en el fichero APES. El nuevo estrato se usa en la Encuesta del Panel de Hogares. Esta encuesta sustituye a la de presupuestos familiares y está destinada a obtener información sobre ingresos y condiciones de vida en los hogares españoles. Esta variable se calcula y se añade al fichero APES con el nombre de APES108. La variable APES108 se define de la siguiente forma:

- Estrato 6 (municipios cuya población sea menor de 10,000 habitantes): se define por la condición $APES104 = 7, 8, 9$.
- Estrato 5 (municipios cuya población este entre 10,000 y 20,000 habitantes): se define por la condición $APES104 = 6$.
- Estrato 4 (municipios cuya población este entre 20,000 y 50,000 habitantes): se define por la condición $APES104 = 5$.
- Estrato 3 (municipios cuya población este entre 50,000 y 100,000 habitantes): se define por la condición $APES104 = 4$.
- Estrato 2 (municipios cuya población sea mayor de 100,000 habitantes): se define por la condición $APES104 = 2$ en la provincia de Alicante y por la condición $APES104 = 3$ en las provincias de Castellón y Valencia.

- Estrato 1 (Capitales de provincia): se define por la condición $APES104 = 1$.

En la Sección 7.3 presentamos algunos estimadores de áreas pequeñas (numerados por 3, 4, 11 and 13) basados en post-estratificación, lo que implica la clasificación de los hogares en grupos. Los hogares son agrupados de acuerdo con los tres siguientes criterios.

Usando $APES403$ (Tipo de hogar), definimos los grupos A .

- Grupo A_1 : hogares con $APES403 = 01 - 04$ (hogar unipersonal),
- Grupo A_2 : hogares con $APES403 = 05 - 06$ (dos adultos),
- Grupo A_3 : hogares con $APES403 = 07 - 08$ (un adulto con uno o más hijos),
- Grupo A_4 : hogares con $APES403 = 09 - 12$ (dos adultos con uno o más hijos),
- Grupo A_5 : hogares con $APES403 = 13$ (tres o más adultos con uno o más hijos),
- Grupo A_6 : hogares con $APES403 = 14 - 15$ (otros casos).

Agrupando por la variable A obtenemos un *tipo de hogar simplificado*. Los tamaños poblacionales de esta variable se presentan en la Sección A.2 del Apéndice A.

Usando $APES208$ (Relación con la actividad) y $APES211$ (Condición socioeconómica) definimos los grupos B .

- Grupo B_1 : No existe nadie en el hogar que verifique $APES208 = 1$,
- Grupo B_2 : Hay miembros del hogar empleados ($APES208 = 1$), pero ninguno de ellos con actividad en $ACT = \{APES211 = 01 - 05, 14 - 17\}$,
- Grupo B_3 : Hay miembros del hogar empleados, pero solamente uno en ACT .
- Grupo B_4 : Hay miembros del hogar empleados y dos o más están en ACT .

Agrupando por la variable B obtenemos una *condición socioeconómica del hogar*. Los tamaños poblacionales de esta variable se presentan en la Sección A.2 del Apéndice A.

Usando $APES207$ (Estudios de más alto nivel completados) definimos los grupos C .

- Grupo C_1 : Todos los adultos del hogar (≥ 18 años) con estudios secundarios terminados; es decir, con $APES207 \geq 5$,
- Grupo C_2 : 50% o más (pero no todos) de los adultos del hogar con estudios secundarios terminados,

- Grupo C_3 : Menos del 50% (pero al menos uno) de los adultos del hogar con estudios secundarios terminados,
- Grupo C_4 : Ninguno de los adultos del hogar con estudios secundarios terminados.

Agrupando por la variable C obtenemos un *nivel de educación del hogar*. Los tamaños poblacionales de esta variable se presentan en la Sección A.2 del Apéndice A.

7.3 Estimadores

Se consideran los siguientes estimadores:

Estimador 1: Estimador directo (con N_d conocido - Horvitz-Thompson):

$$\widehat{Y}_d^{directo} = \frac{\sum_{j \in s \cap d} w_j Y_j}{N_d}, \quad (7.1)$$

donde j es el hogar seleccionado en la muestra s . En el caso de muestreo aleatorio simple (sin reemplazamiento), tenemos $w_j = \frac{N}{n}$, donde N y n son el número de hogares de la población y la muestra respectivamente. Recuérdese que no incluimos los individuos que componen el hogar porque el Panel de Hogares esta dirigido a los hogares. Y_j es el valor de la variable $APES502/APES505$ en el hogar j . En el fichero APES todos los individuos del hogar tienen el mismo valor de la variable $Y=APES502/APES505$.

Estimador 2: Estimador w -directo (w -directo):

$$\widehat{Y}_d^{wdirecto} = \frac{\sum_{j \in s \cap d} w_j Y_j}{\widehat{N}_d^{directo}} \quad (7.2)$$

donde $\widehat{N}_d^{directo} = \sum_{j \in s \cap d} w_j$.

Estimador 3: Estimador post-estratificado:

$$\widehat{Y}_d^{psst} = \frac{1}{N_d} \sum_{g=1}^G N_{dg} \widehat{Y}_{dg}^{wdirecto} = \frac{1}{N_d} \sum_{g=1}^G N_{dg} \left(\frac{\sum_{j \in s \cap d \cap g} w_j Y_j}{\sum_{j \in s \cap d \cap g} w_j} \right). \quad (7.3)$$

Este estimador puede calcularse con las variables de grupo A , B y C . Por lo que tenemos los estimadores 3(a), 3(b) y 3(c).

Estimador 4: Estimador sintético básico:

$$\widehat{Y}_d^{synt} = \frac{1}{N_d} \sum_{g=1}^G N_{dg} \widehat{Y}_g^{wdirecto} = \frac{1}{N_d} \sum_{g=1}^G N_{dg} \left(\frac{\sum_{j \in s \cap g} w_j Y_j}{\sum_{j \in s \cap g} w_j} \right). \quad (7.4)$$

Este estimador puede calcularse con las variables de grupo A , B y C . Por lo que tenemos los estimadores 4(a), 4(b) y 4(c).

Estimador 5: Estimador de regresión sintético con $APES409$ (número de miembros del hogar) como variable X . Para obtener el estimador de regresión sintético se ha utilizado el siguiente modelo

$$y_{dj} = \beta x_{dj} + w_{dj}^{-1/2} e_{dj}, \quad d = 1, \dots, D, \quad j = 1, \dots, n_d, \quad (7.5)$$

donde los residuos e_{dj} son i.i.d. $\mathcal{N}(0, \sigma^2)$. Su expresión es

$$\widehat{Y}_d^{rsynt} = \widehat{\beta} \overline{X}_d, \quad (7.6)$$

donde

$$\widehat{\beta} = \frac{\sum_{j \in s} w_j Y_j X_j}{\sum_{j \in s} w_j X_j^2}. \quad (7.7)$$

Estimador 6: Estimador GREG sintético con $APES409$ (número de miembros del hogar) como variable X . Para obtener el estimador GREG sintético se ha utilizado el siguiente modelo

$$y_{dj} = \alpha + \beta x_{dj} + w_{dj}^{-1/2} e_{dj}, \quad d = 1, \dots, D, \quad j = 1, \dots, n_d, \quad (7.8)$$

donde los residuos e_{dj} son i.i.d. $\mathcal{N}(0, \sigma^2)$. Su expresión es

$$\widehat{Y}_d^{gsynt} = \widehat{Y}^{wdirecto} + \widehat{\beta} \left[\overline{X}_d - \widehat{X}^{wdirecto} \right], \quad (7.9)$$

donde $\widehat{Y}^{wdirecto} = \sum_{j \in s} w_j Y_j / \sum_{j \in s} w_j$, $\widehat{X}^{wdirecto} = \sum_{j \in s} w_j X_j / \sum_{j \in s} w_j$ y

$$\widehat{\beta} = \frac{\sum_{j \in s} w_j (Y_j - \widehat{Y}^{wdirecto})(X_j - \widehat{X}^{wdirecto})}{\sum_{j \in s} w_j (X_j - \widehat{X}^{wdirecto})^2}. \quad (7.10)$$

Estimador 7: Estimador GREG con $APES409$ (número de miembros del hogar) como covariable (variable X). El modelo es

$$y_{dj} = u_d + \beta x_{dj} + w_{dj}^{-1/2} e_{dj}, \quad d = 1, \dots, D, \quad j = 1, \dots, n_d, \quad (7.11)$$

donde los residuos e_{dj} son i.i.d. $\mathcal{N}(0, \sigma^2)$. El estimador GREG1 es

$$\widehat{Y}_d^{greg1} = \widehat{Y}_d^{wdirecto} + \widehat{\beta} (\overline{X}_d - \widehat{X}_d^{wdirecto}), \quad (7.12)$$

donde

$$\hat{\beta} = \frac{\sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} \left(Y_{dj} - \hat{Y}_d^{wdirecto} \right) \left(X_{dj} - \hat{X}_d^{wdirecto} \right)}{\sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} \left(X_{dj} - \hat{X}_d^{wdirecto} \right)^2}. \quad (7.13)$$

Estimador 8: Estimador BLUP versión del estimador GREG1 con *APES409* (número de miembros del hogar) como covariable (variable X):

$$\hat{Y}_d^{blup1} = \frac{1}{N_d} \left(\sum_{j \in s_d} Y_{dj} + \sum_{j \notin s_d} \hat{Y}_{dj} \right),$$

donde s_d es el conjunto de hogares de la muestra que están dentro del área pequeña d ,

$$\hat{Y}_{dj} = \hat{Y}_d^{wdirecto} + \hat{\beta}(X_{dj} - \hat{X}_d^{wdirecto}), \quad d = 1, \dots, D, \quad j = 1, \dots, n_d,$$

y $\hat{\beta}$ esta definida en (7.13). La siguiente fórmula es más adecuada para realizar los cálculos

$$\hat{Y}_d^{blup1} = (1 - f_d) \hat{Y}_d^{greg1} + f_d \left[\hat{Y}_d + \hat{\beta}(\bar{X}_d - \hat{X}_d) \right], \quad (7.14)$$

donde $f_d = n_d/N_d$, $\hat{Y}_d = \frac{1}{n_d} \sum_{j \in s_d} Y_{dj}$ y $\hat{X}_d = \frac{1}{n_d} \sum_{j \in s_d} X_{dj}$.

Estimador 9: Estimador EBLUE con *APES409* (número de miembros del hogar) como covariable (variable X). El modelo es

$$y_{dj} = u_d + \beta x_{dj} + e_{dj}, \quad d = 1, \dots, D, \quad j = 1, \dots, n_d, \quad (7.15)$$

donde u_d y e_{dj} son los residuos a nivel de área y a nivel individual, y son variables aleatorias independientes con distribuciones $\mathcal{N}(0, \sigma_u^2)$ y $\mathcal{N}(0, w_{dj}^{-1} \sigma_e^2)$ respectivamente. El estimador EBLUE1 es

$$\hat{Y}_d^{eblue1} = \hat{\beta} \hat{X}_d + \hat{\gamma}_d^w \left(\hat{Y}_d^{wdirecto} - \hat{\beta} \hat{X}_d^{wdirecto} \right), \quad (7.16)$$

donde los componentes de la varianza se estiman usando el método 3 de Henderson, es decir,

$$\hat{\beta} = \frac{\sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} Y_{dj} X_{dj} - \sum_{d=1}^D \hat{\gamma}_d^w \hat{N}_d^{wdirecto} \hat{Y}_d^{wdirecto} \hat{X}_d^{wdirecto}}{\sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} X_{dj}^2 - \sum_{d=1}^D \hat{\gamma}_d^w \hat{N}_d^{wdirecto} \left(\hat{X}_d^{wdirecto} \right)^2}, \quad (7.17)$$

$$\hat{\gamma}_d^w = \frac{\hat{\sigma}_u^2}{\hat{\sigma}_u^2 + \frac{\hat{\sigma}_e^2}{\hat{N}_d^{wdirecto}}}, \quad (7.18)$$

$$\hat{\sigma}_e^2 = \frac{1}{n - D - 1} \sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} \left(Y_{dj} - \hat{Y}_d^{wdirecto} - \hat{b}_e(X_{dj} - \hat{X}_d^{wdirecto}) \right)^2,$$

$$\begin{aligned}
 \hat{b}_e &= \frac{\sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} (Y_{dj} - \hat{Y}_d^{wdirecto})(X_{dj} - \hat{X}_d^{wdirecto})}{\sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} (X_{dj} - \hat{X}_d^{wdirecto})^2}, \\
 \hat{\sigma}_u^2 &= \max \left\{ \frac{1}{n^*} \left[\sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} (Y_{dj} - \hat{b}_u X_{dj})^2 - (n-1)\hat{\sigma}_e^2 \right], 0 \right\}, \\
 \hat{b}_u &= \frac{\sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} Y_{dj} X_{dj}}{\sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} X_{dj}^2}, \\
 n^* &= \sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} - \frac{\sum_{d=1}^D \left(\sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} X_{dj} \right)^2}{\sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} X_{dj}^2}.
 \end{aligned} \tag{7.19}$$

Estimador 9s: El estimador SEBLUE1 es la versión sintética del estimador EBLUE1 (7.16), es decir,

$$\hat{Y}_d^{seblue1} = \bar{X}_d \hat{\beta}, \tag{7.20}$$

donde $\hat{\beta}$ está definido en (7.17) y \bar{X}_d es la media de APES409 para el área pequeña d .

Estimador 10: Versión EBLUP versión del estimador EBLUE1 con APES409 (número de miembros del hogar) como covariable (variable X):

$$\hat{Y}_d^{eblup1} = \frac{1}{N_d} \left(\sum_{j \in s_d} Y_{dj} + \sum_{j \notin s_d} \tilde{Y}_{dj} \right),$$

donde

$$\tilde{Y}_{dj} = \hat{\gamma}_d^w \left(\hat{Y}_d^{wdirecto} - \hat{\beta} \hat{X}_d^{wdirecto} \right) + \hat{\beta} X_{dj}, \quad d = 1, \dots, D, \quad j = 1, \dots, n_d,$$

y $\hat{\gamma}_d^w$, $\hat{\beta}$ han sido definidas en (7.17) y (7.18) respectivamente. La siguiente fórmula es más adecuada para realizar los cálculos

$$\hat{Y}_d^{eblup1} = (1 - f_d) \hat{Y}_d^{eblue1} + f_d \left[\hat{Y}_d + \hat{\beta} (\bar{X}_d - \hat{X}_d) \right], \tag{7.21}$$

donde $f_d = n_d/N_d$, $\hat{Y}_d = \frac{1}{n_d} \sum_{j \in s_d} Y_{dj}$ y $\hat{X}_d = \frac{1}{n_d} \sum_{j \in s_d} X_{dj}$.

Estimador 11: Estimador dependiente del tamaño de la muestra.

$$\hat{Y}_d^{ssd1} = \gamma_d \hat{Y}_d^{psst} + (1 - \gamma_d) \hat{Y}_d^{synt}, \tag{7.22}$$

donde γ_d se calcula con la siguiente fórmula

$$\gamma_d = \begin{cases} 1 & \text{si } \hat{N}_d^{directo} \geq N_d, \\ \frac{\hat{N}_d^{directo}}{N_d} & \text{en caso contrario.} \end{cases} \tag{7.23}$$

saef6.7 Este estimador puede calcularse con las variables de grupo A , B y C . Por lo que tenemos los estimadores 11(a), 11(b) y 11(c).

Estimador 12: Estimador dependiente del tamaño de la muestra con $APES409$ (número de miembros del hogar) como variable X :

$$\widehat{Y}_d^{ssd2} = \gamma_d \widehat{Y}_d^{greg1} + (1 - \gamma_d) \widehat{Y}_d^{rsynt}, \quad (7.24)$$

donde γ_d se calcula con la siguiente fórmula

$$\gamma_d = \begin{cases} 1 & \text{si } \widehat{X}_d^{directo} \geq \overline{X}_d, \\ \widehat{X}_d^{directo} / \overline{X}_d & \text{en caso contrario.} \end{cases} \quad (7.25)$$

Estimador 13: Estimador dependiente del tamaño de la muestra.

$$\widehat{Y}_d^{ssd3} = \gamma_d \widehat{Y}_d^{wdirecto} + (1 - \gamma_d) \widehat{Y}_d^{synt}, \quad (7.26)$$

donde γ_d se calcula con la siguiente fórmula

$$\gamma_d = \begin{cases} 1 & \text{si } \widehat{N}_d^{directo} \geq N_d, \\ \frac{\widehat{N}_d^{directo}}{N_d} & \text{en caso contrario.} \end{cases} \quad (7.27)$$

Este estimador puede calcularse con las variables de grupo A , B y C . Por lo que tenemos los estimadores 13(a), 13(b) y 13(c).

Estimador 14: Estimador GREG con $APES409$ (número de miembros del hogar) como variable X_1 y $APES412$ (Superficie útil de la vivienda en m^2) como variable X_2 . El modelo es

$$y_{dj} = u_d + \beta_1 x_{dj1} + \beta_2 x_{dj2} + w_{dj}^{-1/2} e_{dj}, \quad d = 1, \dots, D, \quad j = 1, \dots, n_d, \quad (7.28)$$

donde los residuos e_{dj} son *i.i.d.* $\mathcal{N}(0, \sigma^2)$. El estimador GREG2 es

$$\widehat{Y}_d^{greg2} = \widehat{Y}_d^{wdirecto} + \widehat{\beta}_1 (\overline{X}_{d1} - \widehat{X}_{d1}^{wdirecto}) + \widehat{\beta}_2 (\overline{X}_{d2} - \widehat{X}_{d2}^{wdirecto}), \quad (7.29)$$

donde

$$\widehat{\beta}_1 = \frac{E_{wyx_1} E_{wx_2x_2} - E_{wyx_2} E_{wx_1x_2}}{E_{wx_1x_1} E_{wx_2x_2} - (E_{wx_1x_2})^2} \quad (7.30)$$

$$\widehat{\beta}_2 = \frac{E_{wyx_2} E_{wx_1x_1} - E_{wyx_1} E_{wx_1x_2}}{E_{wx_1x_1} E_{wx_2x_2} - (E_{wx_1x_2})^2}. \quad (7.31)$$

$$\begin{aligned}
 E_{wx_1x_1} &= \sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} (X_{dj1} - \widehat{X}_{d1}^{wdirecto})^2, \\
 E_{wyx_1} &= \sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} (Y_{dj} - \widehat{Y}_d^{wdirecto}) (X_{dj1} - \widehat{X}_{d1}^{wdirecto}) \\
 E_{wx_2x_2} &= \sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} (X_{dj2} - \widehat{X}_{d2}^{wdirecto})^2, \\
 E_{wyx_2} &= \sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} (Y_{dj} - \widehat{Y}_d^{wdirecto}) (X_{dj2} - \widehat{X}_{d2}^{wdirecto}) \\
 E_{wx_1x_2} &= \sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} (X_{dj1} - \widehat{X}_{d1}^{wdirecto}) (X_{dj2} - \widehat{X}_{d2}^{wdirecto}).
 \end{aligned}$$

y

$$\widehat{Y}_d^{wdirecto} = \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj}^* Y_{dj}, \quad \widehat{X}_{d1}^{wdirecto} = \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj}^* X_{dj1}, \quad \widehat{X}_{d2}^{wdirecto} = \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj}^* X_{dj2}, \quad w_{dj}^* = \frac{w_{dj}}{\sum_{j=1}^{n_d} w_{dj}}.$$

Estimador 15: Versión BLUP del estimador GREG2 con *APES409* (número de miembros del hogar) como variable X_1 y *APES412* (Superficie útil de la vivienda en m^2) como variable X_2 .

$$\widehat{Y}_d^{blup2} = \frac{1}{N_d} \left(\sum_{j \in s_d} Y_{dj} + \sum_{j \notin s_d} \widehat{Y}_{dj} \right), \quad (7.32)$$

donde s_d es conjunto de hogares de la muestra que están en el área pequeña d ,

$$\widehat{Y}_{dj} = \widehat{Y}_d^{wdirect} + \widehat{\beta}_1 (X_{dj1} - \widehat{X}_{d1}^{wdirect}) + \widehat{\beta}_2 (X_{dj2} - \widehat{X}_{d2}^{wdirect}), \quad d = 1, \dots, D, \quad j = 1, \dots, n_d,$$

y $\widehat{\beta}_1$ y $\widehat{\beta}_2$ se definen en (7.30) y (7.31) respectivamente. La siguiente fórmula es más adecuada para realizar los cálculos

$$\widehat{Y}_d^{blup2} = (1 - f_d) \widehat{Y}_d^{greg2} + f_d \left[\widehat{Y}_d + \widehat{\beta}_1 (\overline{X}_{d1} - \widehat{X}_{d1}) + \widehat{\beta}_2 (\overline{X}_{d2} - \widehat{X}_{d2}) \right], \quad (7.33)$$

donde $f_d = n_d/N_d$, $\widehat{Y}_d = \frac{1}{n_d} \sum_{j \in s_d} Y_{dj}$ y $\widehat{X}_{d\ell} = \frac{1}{n_d} \sum_{j \in s_d} X_{dj\ell}$, $\ell = 1, 2$.

Estimador 16: Estimador GREG basado en el modelo

$$y_{dgj} = u_d + \alpha_g + \beta_1 X_{dgj1} + \beta_2 X_{dgj2} + w_{dgj}^{-1/2} e_{dgj}, \quad (7.34)$$

donde los residuos e_{dgj} son i.i.d $\mathcal{N}(0, \sigma^2)$ y los parámetros son

- u_d , $d = 1, \dots, D$, para áreas pequeñas,

- $\alpha_g, g = 1, \dots, G - 1$ ($\alpha_g = 0$) para grupos (definidos por A, B o C),
- β_1, β_2 para las covariables $X_1 = APES409$ (número de miembros del hogar) y $X_2 = APES412$ (Superficie útil de la vivienda).

El estimador GREG3 es

$$\widehat{Y}_d^{greg3} = \overline{Y}_d^{wdirecto} + \sum_{g=1}^{G-1} \widehat{\alpha}_g \left(\frac{N_{dg}}{N_d} - \frac{w_{dg}}{w_d} \right) + \widehat{\beta}_1 (\overline{X}_{d1} - \overline{X}_{d1}^{wdirecto}) + \widehat{\beta}_2 (\overline{X}_{d2} - \overline{X}_{d2}^{wdirecto}),$$

donde $\widehat{\alpha}_g, \widehat{\beta}_1,$ y $\widehat{\beta}_2$ son los estimadores de mínimos cuadrados ponderados de α_g, β_1 y β_2 respectivamente, $w_d = \sum_{g=1}^G \sum_{j=1}^{n_{dg}} w_{dgj}, w_{dg} = \sum_{j=1}^{n_{dg}} w_{dgj}$ y

$$\overline{Y}_d^{wdirecto} = \frac{1}{w_d} \sum_{g=1}^G \sum_{j=1}^{n_{dg}} w_{dgj} Y_{dgj}, \quad \overline{X}_{d\ell}^{wdirecto} = \frac{1}{w_d} \sum_{g=1}^G \sum_{j=1}^{n_{dg}} w_{dgj} X_{dgj\ell}, \quad \ell = 1, 2.$$

Este estimador puede calcularse con las variables de grupo A, B y C . Por lo que tenemos los estimadores 16(a), 16(b) y 16(c).

Estimador 17: Versión BLUP del estimador GREG3 con $APES409$ (número de miembros del hogar) como variable $X_1,$ $APES412$ (Superficie útil de la vivienda en m^2) como variable X_2 y un grupo como factor con efectos fijos.

$$\widehat{Y}_d^{blup3} = \frac{1}{N_d} \left(\sum_{j \in s_d} Y_{dj} + \sum_{j \notin s_d} \widehat{Y}_{dj} \right), \quad (7.35)$$

donde s_d es el conjunto de hogares de la muestra del área pequeña d y

$$\widehat{Y}_{dj} = \widehat{u}_d + \widehat{\alpha}_g + \widehat{\beta}_1 X_{dgj1} + \widehat{\beta}_2 X_{dgj2}, \quad d = 1, \dots, D, g = 1, \dots, G, j = 1, \dots, n_{dg}.$$

La siguiente fórmula es más adecuada para realizar los cálculos

$$\widehat{Y}_d^{blup3} = (1 - f_d) \widehat{Y}_d^{greg3} + f_d \left[\widehat{Y}_d + \sum_{g=1}^G \widehat{\alpha}_g \left(\frac{N_{dg}}{N_d} - \frac{n_{dg}}{n_d} \right) + \widehat{\beta}_1 (\overline{X}_{d1} - \widehat{X}_{d1}) + \widehat{\beta}_2 (\overline{X}_{d2} - \widehat{X}_{d2}) \right].$$

donde $f_d = n_d/N_d, \widehat{Y}_d = \frac{1}{n_d} \sum_{g=1}^G \sum_{j=1}^{n_{dg}} Y_{dgj}, \widehat{X}_{d\ell} = \frac{1}{n_d} \sum_{g=1}^G \sum_{j=1}^{n_{dg}} X_{dgj\ell}, \ell = 1, 2.$ Este estimador puede calcularse con las variables de grupo A, B y C . Por lo que tenemos los estimadores 17(a), 17(b) y 17(c).

Estimador 18: Estimador de Fay-Herriot con $\widehat{Y}_d^{wdirecto}$ (Estimador 2) como variable de respuesta y “ingresos anuales per capita declarados en pesetas referentes al año 1991” como variable X a nivel de área. Aquí D es el número de áreas pequeñas en el universo que se considera: Comunidad Autónoma de Valencia o universo EURAREA para España. El modelo se ajusta para

toda la información a nivel de área del correspondiente universo. El estimador de Fay-Herriot es

$$\widehat{Y}_d^{FH} = \frac{\widehat{\sigma}_u^2}{\widehat{\sigma}_u^2 + \widehat{\sigma}_d^2} \widehat{Y}_d^{wdirecto} + \frac{\widehat{\sigma}_d^2}{\widehat{\sigma}_u^2 + \widehat{\sigma}_d^2} \widehat{\beta} \overline{X}_d, \quad (7.36)$$

donde

$$\widehat{\beta} = \frac{\sum_{d=1}^D \frac{1}{\widehat{\sigma}_u^2 + \widehat{\sigma}_d^2} \overline{X}_d \widehat{Y}_d^{wdirecto}}{\sum_{d=1}^D \frac{1}{\widehat{\sigma}_u^2 + \widehat{\sigma}_d^2} \overline{X}_d^2} \quad (7.37)$$

$$\widehat{\sigma}_d^2 = V(\widehat{Y}_d^{wdirecto}) = \frac{N_d - n_d}{n_d N_d} S_d^2, \quad \text{donde} \quad S_d^2 = \frac{1}{N_d} \sum_{j=1}^{N_d} (Y_{dj} - \overline{Y}_d)^2$$

$$\widehat{\sigma}_u^2 = \max \left\{ \frac{1}{D-1} \left[\sum_{d=1}^D (\widehat{Y}_d^{wdirecto} - \widehat{b}_u \overline{X}_d)^2 - \sum_{d=1}^D \widehat{\sigma}_d^2 \left(1 - \frac{\overline{X}_d^2}{\sum_{j=1}^D \overline{X}_j^2} \right) \right], 0 \right\}$$

$$\widehat{b}_u = \frac{\sum_{d=1}^D \overline{X}_d \widehat{Y}_d^{wdirecto}}{\sum_{d=1}^D \overline{X}_d^2}$$

Estimador 18s: Es la versión sintética del estimador de Fay-Herriot (7.36)

$$\widehat{Y}_d^{SFH} = \overline{X}_d \widehat{\beta}, \quad (7.38)$$

donde $\widehat{\beta}$ se define en (7.37) y \overline{X}_d es la media de la variable “ingresos anuales per capita declarados en pesetas referentes al año 1991” para el área pequeña d .

7.4 Los estimadores estándar de EURAREA

Los *estimadores estándar* son los estimadores que se aplican y se evalúan en todos los conjuntos de datos del proyecto EURAREA.

Los estimadores estándar son:

1. El estimador directo

$$\widehat{Y}_d^{DIRECTO} = \frac{1}{\widehat{N}_d} \sum_{j \in s_d} w_j y_j, \quad \text{donde} \quad \widehat{N}_d = \sum_{j \in s_d} w_j,$$

y $w_j = \frac{1}{\pi_j}$. Aquí, s_d se refiere al conjunto de muestras del área pequeña d y π_j se refiere a la probabilidad de inclusión de una muestra.

2. Los estimadores GREG con modelos de regresión lineales estándar

$$\widehat{Y}_d^{GREG} = \frac{1}{\widehat{N}_d} \sum_{j \in s_d} w_j y_j + \left(\overline{\mathbf{X}}_d^T - \frac{1}{\widehat{N}_d} \sum_{j \in s_d} w_j \mathbf{x}_j \right)^T \widehat{\beta},$$

donde $\hat{\beta}$ es la estimación de regresión de mínimos cuadrados asumiendo un modelo lineal estándar:

$$y_{jd} = \mathbf{x}_{dj}^T \beta + e_{dj}, \quad E[e_{dj}] = 0, \quad V[e_{dj}] = \sigma_e^2.$$

3. Los estimadores de regresión sintética

$$\hat{Y}_d^{RSYNT} = \bar{\mathbf{X}}_d^T \hat{\beta}$$

considerando tres modelos diferentes:

(a) Modelos lineales con covariables a nivel individual

$$y_{dj} = u_d + \mathbf{X}_d^T \beta + \mathbf{Z}_{dj}^T \eta + e_{dj},$$

$$u_d \sim i.i.d. \mathcal{N}(0, \sigma_u^2), \quad e_{dj} \sim i.i.d. \mathcal{N}(0, \sigma_e^2) \text{ independientes.}$$

(b) Modelos lineales normales con covariables a nivel de área

$$\bar{Y}_d = u_d + \mathbf{X}_d^T \beta \quad \text{y} \quad \hat{Y}_d^{\text{directo}} = \bar{Y}_d + \varepsilon_d$$

$$u_d \sim i.i.d. \mathcal{N}(0, \sigma_u^2), \quad \varepsilon_d \sim i.i.d. \mathcal{N}(0, \sigma_\varepsilon^2) \text{ independientes.}$$

(c) Modelos logísticos con covariables a nivel de área

$$\bar{Y}_d \sim \text{Binomial} \left(n_d, \frac{p_d(1-p_d)}{n_d} \right),$$

$$\text{logit}(p_d) = u_d + \mathbf{X}_d^T \beta, \quad u_d \sim i.i.d. \mathcal{N}(0, \sigma_u^2).$$

4. Los estimadores EBLUP usando los modelos (a) y (b) anteriores

$$\hat{Y}_d^{EBLUP} = \gamma_d \hat{Y}_d^{GREG} + (1 - \gamma_d) \hat{Y}_d^{SYNTH}$$

con

$$\gamma_d = \frac{\hat{\sigma}_u^2}{\hat{\sigma}_u^2 + \frac{\hat{\sigma}_\varepsilon^2}{n_d}} \quad \text{o} \quad \gamma_d = \frac{\hat{\sigma}_u^2}{\hat{\sigma}_u^2 + \hat{\sigma}_\varepsilon^2}.$$

La siguiente tabla muestra cuales de los estimadores introducidos en la Section 7.3 son estimadores estándar de EURAREA

Estimadores Estándar	Estimadores de la Sección 7.3
1 Directo	Estimador 2 en (7.2)
2 GREG	Estimadores 7 y 14 en (7.12) y (7.28)
3(a) RSYNT	Estimador 9s en (7.20)
3(b) RSYNT	Estimador 18s en (7.38)
4(a) EBLUP	Estimador 9 en (7.16)
4(b) EBLUP	Estimador 18 en (7.36)

Estimadores estándar de EURAREA en este capítulo.

7.5 Medidas del error muestral en experimentos de simulación

Para evaluar la bondad de los estimadores de áreas pequeñas de la media del ingreso total normalizado (\bar{Y}_d , con $Y = \frac{APES502}{APES505}$), se simulan $K = 10,000$ replicaciones en la Comunidad Autónoma de Valencia y $K = 2,000$ en el universo EURAREA para España. Las muestras se obtienen de la población artificial de España restringida a los hogares ($APES206 = 1$) y los estimadores se calculan para cada muestra.

Sea $\hat{Y}_d(k)$ la estimación de la media \bar{Y}_d para el área pequeña d en la k -ésima muestra replicada. Se consideran los siguientes criterios estándar de rendimiento:

1. El porcentaje relativo de la eficiencia de la estimación para el área pequeña d (average relative efficiency):

$$ARE_d = \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K \left(\frac{\hat{Y}_d(k)}{\bar{Y}_d} \right) 100. \quad (7.39)$$

2. La media de las eficiencias relativas medias:

$$\overline{ARE} = \frac{1}{D} \sum_{d=1}^D ARE_d, \quad (7.40)$$

donde D es el número de áreas pequeñas bajo consideración.

3. El porcentaje relativo de sesgo para el área pequeña d (average relative bias):

$$ARB_d = \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K \left| \frac{\hat{Y}_d(k)}{\bar{Y}_d} - 1 \right| 100. \quad (7.41)$$

4. La media de los sesgos relativos medios:

$$\overline{ARB} = \frac{1}{D} \sum_{d=1}^D ARB_d. \quad (7.42)$$

5. El porcentaje relativo de la raíz cuadrada de la media de los errores cuadrados para el área pequeña d (relative mean squared error)

$$RMSE_d = \frac{100}{\bar{Y}_d} \sqrt{\frac{1}{K} \sum_{k=1}^K (\hat{Y}_d(k) - \bar{Y}_d)^2}. \quad (7.43)$$

6. La media de los errores cuadráticos medios relativos

$$\overline{RMSE} = \frac{1}{D} \sum_{d=1}^D RMSE_d. \quad (7.44)$$

7.6 Experimentos de simulación Monte Carlo

En esta sección se describen los experimentos de simulación. En estos experimentos se generan muestras aleatorias del fichero APES (restringido a las personas de referencia) y se evalúan los estimadores. Con este propósito se han desarrollado programas C++ para trabajar primero con la Comunidad Autónoma de Valencia y después con el universo EURAREA para España.

Para seleccionar una muestra aleatoria simple de tamaño n , sin reemplazamiento, de una población de tamaño N , se ha implementado un algoritmo para simular números aleatorios uniformes en el conjunto $\{1, 2, \dots, N\}$. Se generan número uniformes discretos hasta que obtenemos n números diferentes.

Los programas se han ejecutado en un ordenador personal con sistema operativo Windows XP Profesional y con las siguientes características: procesador PENTIUM IV - 1700 MHz , 512 Mbytes de memoria RAM y disco duro IDE de 40 Gbytes.

7.6.1 La Comunidad Autónoma de Valencia

Para la simulación se han considerado los siguientes *diseños muestrales*:

SD1 *Muestreo aleatorio simple sin reemplazamiento*. Siguiendo esta estrategia se han seleccionado conjuntos de 976 viviendas aleatoriamente (sin reemplazamiento) para la Comunidad Autónoma de Valencia. Todos los hogares (representados por la persona de referencia) en el domicilio seleccionado se incluyen en la muestra. Obsérvese que el tamaño muestral es una cantidad aleatoria.

Los pesos muestrales para los hogares seleccionados son $w_j = N^{dwe}/n^{dwe} = 1215483/976 = 1245.37$, donde n^{dwe} y N^{dwe} son los números de viviendas muestrales y poblacionales de la Comunidad Autónoma de Valencia.

SD2 *Muestreo aleatorio simple sin reemplazamiento dentro del estrato*. Los estratos son los definidos en APES108 y son los que usa la Encuesta del Panel de Hogares que viene a sustituir a la Encuesta de Presupuestos Familiares. En el caso de la Comunidad Autónoma de Valencia, el número de viviendas por estrato lo podemos encontrar en la siguiente tabla.

estratos	1	2	3	4	5	6	total
viviendas	288	48	72	232	112	224	976

Todos los hogares existentes en la vivienda seleccionada se incluyen en la muestra. Los tamaños muestrales de las provincias y de la Comunidad Autónoma son cantidades aleatorias. Los pesos muestrales de los hogares del estrato h seleccionados son $w_h = N_h^{dwe} / n_h^{dwe}$, donde n_h^{dwe} y N_h^{dwe} son los números de viviendas muestrales y poblacionales en el estrato h respectivamente. Tenemos que

estrato	1	2	3	4	5	6
N_h^{dwe}	377664	53790	87885	278641	139569	285674
n_h^{dwe}	288	48	72	232	112	224
w_h	1311.33	1120.62	1220.62	1201.04	1246.15	1275.33

Para *ajustar los modelos* y deducir los estimadores de áreas pequeñas se usan conjuntamente todos los datos muestrales de la Comunidad Autónoma. Consideramos las siguientes tipos de áreas pequeñas: *comarcas* (SA1) y *provincias* (SA2).

La siguiente tabla resume los cuatro experimentos de simulación realizados para evaluar los estimadores de la media de ingresos familiares en la Comunidad Autónoma de Valencia.

		Áreas pequeñas	
		SA1	SA2
Diseño muestral	SD1	Simulación 1	Simulación 2
	SD2	Simulación 3	Simulación 4

En cada replicación se realizan las siguientes operaciones.

1. Se genera una muestra de 976 viviendas de la Comunidad Autónoma de Valencia. Todas las personas de referencia de la vivienda seleccionada se incluyen en la muestra. La muestra se genera de acuerdo al diseño SD1 o SD2.
2. Las áreas pequeñas son de tipo SA1 o SA2.

3. Los estimadores de áreas pequeñas para la media de los ingresos familiares normalizados son evaluados y comparados con su correspondiente cantidad poblacional.

Cuando termina el proceso de $K = 10,000$ replicaciones se evalúan las medidas de eficiencia. El fichero APES de los hogares (representados por las personas de referencia, $APES206 = 1$) de la Comunidad Autónoma de Valencia tiene un tamaño de 83 Mbytes.

En las Secciones A.3–A.6 del Apéndice A, se presentan los resultados para cada medida de eficiencia y para cada área pequeña. Los mejores resultados se imprimen en negrita siguiendo las siguientes reglas:

1. En las simulaciones SA2 (las áreas pequeñas son las provincias) los caracteres en negrita aparecen cuando la media de los valores de ARE , ARB y RMS verifican que $99.99 < ARE < 100.01$, $ARB < 1.60$ y $RMS < 2.00$.
2. En las simulaciones SA1 (las áreas pequeñas son las comarcas) los caracteres en negrita aparecen cuando la media de los valores de ARE , ARB y RMS verifican $99.98 < ARE < 100.02$, $ARB < 6.00$ y $RMS < 7.00$.

Se presentan, para cada combinación área pequeña (SA) y diseño muestral (SD), en las Tablas 7.6.1–7.6.4 las medidas de eficiencia \overline{ARE} y \overline{RMSE} (definidas aplicando (7.40) y (7.44) a nivel de Comunidad Autónoma para SA2 y a nivel de Provincia para SA1).

Usamos la siguiente notación: \overline{ARE}_{ij} y \overline{RMSE}_{ij} denotan \overline{ARE} y \overline{RMSE} para el tipo de área pequeña SA_i y el diseño muestral SD_j . Además,

$$\overline{ARE}_i = \frac{1}{2} \sum_{j=1}^2 \overline{ARE}_{ij}, \quad \overline{RMSE}_i = \frac{1}{2} \sum_{j=1}^2 \overline{RMSE}_{ij}, \quad i = 1, 2.$$

En la columna 1, se enumeran los estimadores \hat{Y} . En las columnas 2-5, se presentan las medidas de eficiencia etiquetadas con ARE , $RMSE$, \overline{ARE} y \overline{RMSE} . En las columnas 6 y 7, se presentan \overline{ARE}_i y \overline{RMSE}_i .

Las Tablas 7.6.1–7.6.4 se dividen en tres partes. Dentro de cada parte las filas se ordenan de acuerdo con \overline{RMSE}_i . Los resultados para los estimadores con $\overline{ARE}_i \in (94, 106)$ se presentan en la primera y segunda parte de la tabla. Los estimadores que están en estas dos partes presentan un buen comportamiento con respecto al sesgo. En la primera parte de la tabla se pueden ver los estimadores cuyo comportamiento es similar o mejor que el estimador 2 (w -directo) y, en consecuencia, alguno de ellos se puede recomendar como una buena alternativa a los estimadores directos clásicos.

En la Tabla 7.6.1 podemos ver los resultados del caso *SA2*, es decir, con la Comunidad Autónoma de Valencia y las provincias como áreas pequeñas. La Tabla 7.6.2 se refiere a la provincia de Alicante y muestra el caso *SA1*, es decir, las áreas pequeñas son comarcas. La Tabla 7.6.3 se refiere a la provincia de Castellón y muestra el caso *SA1* (comarcas como áreas pequeñas). La Tabla 7.6.4 se refiere a la provincia de Valencia y muestra el caso *SA1* (comarcas como áreas pequeñas).

\widehat{Y}	SA2-SD1		SA2-SD2		media	
	<i>ARE</i>	<i>RMSE</i>	<i>ARE</i>	<i>RMSE</i>	<i>ARE</i>	<i>RMSE</i>
17b	99.994	1.795	100.007	1.806	100.000	1.801
16b	99.994	1.795	100.007	1.806	100.000	1.801
17c	99.979	1.826	100.017	1.833	99.998	1.829
16c	99.979	1.826	100.017	1.833	99.998	1.829
11c	99.908	1.828	99.897	1.853	99.902	1.841
3c	100.010	1.844	99.999	1.867	100.004	1.855
11b	99.914	1.892	99.923	1.915	99.918	1.904
3b	100.000	1.914	100.008	1.935	100.004	1.924
17a	99.958	2.143	99.992	2.144	99.975	2.144
16a	99.958	2.143	99.993	2.144	99.975	2.144
11a	99.834	2.155	99.828	2.182	99.831	2.169
13b	99.920	2.162	99.913	2.187	99.917	2.174
13a	99.930	2.162	99.923	2.187	99.927	2.175
13c	99.904	2.167	99.897	2.193	99.900	2.180
3a	99.906	2.181	99.900	2.206	99.903	2.194
2	100.006	2.196	99.999	2.218	100.002	2.207
18	100.006	2.196	99.999	2.218	100.002	2.207
10	100.010	2.195	100.002	2.219	100.006	2.207
9	100.010	2.195	100.002	2.219	100.006	2.207
8	100.010	2.195	100.003	2.219	100.007	2.207
15	100.010	2.195	100.003	2.219	100.007	2.207
7	100.010	2.195	100.003	2.219	100.007	2.207
14	100.010	2.195	100.003	2.219	100.007	2.207
12	99.459	2.378	99.459	2.399	99.459	2.389
4b	98.096	4.086	98.107	4.090	98.102	4.088
4a	98.377	4.094	98.381	4.092	98.379	4.093
6	98.347	4.207	98.350	4.207	98.348	4.207
18s	99.663	4.636	99.705	4.634	99.684	4.635
4c	97.737	4.770	97.734	4.774	97.736	4.772
1	100.033	5.840	99.983	5.728	100.008	5.784
5	79.099	20.982	79.084	20.998	79.091	20.990
9s	-3.807	103.836	-3.777	103.806	-3.792	103.821

Tabla 7.6.1. Comunidad Autónoma de Valencia

\widehat{Y}	SA1-SD1		SA1-SD2		media	
	<i>ARE</i>	<i>RMSE</i>	<i>ARE</i>	<i>RMSE</i>	<i>ARE</i>	<i>RMSE</i>
4c	102.767	3.574	102.751	3.562	102.759	3.568
4b	102.547	4.710	102.540	4.709	102.544	4.710
6	103.607	6.062	103.594	6.055	103.601	6.058
4a	103.473	6.066	103.454	6.055	103.464	6.061
16b	99.999	6.457	100.008	6.380	100.004	6.419
17b	99.999	6.457	100.008	6.380	100.004	6.419
16c	99.961	6.518	100.003	6.423	99.982	6.471
17c	99.961	6.518	100.003	6.423	99.982	6.471
13c	100.253	7.038	100.234	7.016	100.244	7.027
13b	100.235	7.058	100.211	7.032	100.223	7.045
13a	100.318	7.093	100.279	7.061	100.299	7.077
12	98.643	7.436	98.665	7.394	98.654	7.415
16a	99.943	7.566	99.965	7.418	99.954	7.492
17a	99.943	7.566	99.965	7.418	99.954	7.492
9	100.011	7.797	100.032	7.735	100.022	7.766
10	100.011	7.797	100.032	7.735	100.022	7.766
7	100.016	7.797	100.036	7.735	100.026	7.766
8	100.016	7.797	100.036	7.735	100.026	7.766
2	100.009	7.816	100.032	7.754	100.021	7.785
18	100.009	7.816	100.032	7.754	100.021	7.785
11b	98.659	8.036	98.729	7.940	98.694	7.988
11a	97.697	8.921	97.741	8.896	97.719	8.908
11c	96.186	9.106	96.299	9.023	96.243	9.065
3b	98.105	9.265	98.261	9.042	98.183	9.154
3a	96.877	10.388	97.029	10.245	96.953	10.316
3c	95.287	10.532	95.507	10.323	95.397	10.427
1	100.000	22.991	99.987	21.740	99.993	22.366
18s	90.762	13.389	90.767	13.391	90.765	13.390
5	85.854	15.043	85.840	15.050	85.847	15.047
15	92.136	23.296	92.136	22.960	92.136	23.128
14	92.130	23.314	92.130	22.978	92.130	23.146
9s	-2.727	102.761	-2.814	102.848	-2.770	102.805

Tabla 7.6.2. Provincia de Alicante

\widehat{Y}	SA1-SD1		SA1-SD2		media	
	<i>ARE</i>	<i>RMSE</i>	<i>ARE</i>	<i>RMSE</i>	<i>ARE</i>	<i>RMSE</i>
16b	100.011	6.200	99.999	6.237	100.005	6.219
17b	100.011	6.200	99.999	6.237	100.005	6.219
16c	100.008	6.423	100.033	6.449	100.021	6.436
17c	100.008	6.423	100.033	6.449	100.021	6.436
13a	99.439	6.637	99.429	6.616	99.434	6.627
13b	99.209	6.698	99.198	6.674	99.204	6.686
13c	99.038	6.765	99.028	6.740	99.033	6.753
16a	99.980	7.233	100.011	7.206	99.996	7.220
17a	99.980	7.233	100.011	7.206	99.996	7.220
2	99.996	7.519	100.002	7.501	99.999	7.510
18	99.996	7.519	100.002	7.501	99.999	7.510
7	100.000	7.535	100.008	7.520	100.004	7.527
8	100.000	7.535	100.008	7.520	100.004	7.527
9	99.978	7.604	99.990	7.569	99.984	7.586
10	99.978	7.604	99.990	7.569	99.984	7.586
12	96.988	8.427	96.977	8.392	96.982	8.409
11b	95.724	9.369	95.682	9.404	95.703	9.387
3b	95.461	10.941	95.384	11.026	95.423	10.983
1	100.145	24.381	99.927	24.014	100.036	24.198
4a	93.316	6.789	93.301	6.803	93.308	6.796
6	93.090	7.013	93.076	7.026	93.083	7.019
4b	91.442	8.605	91.435	8.612	91.438	8.608
11c	93.616	10.085	93.534	10.073	93.575	10.079
4c	89.619	10.414	89.608	10.424	89.614	10.419
11a	94.706	10.573	94.680	10.573	94.693	10.573
3c	93.559	10.980	93.480	10.953	93.519	10.967
15	92.523	11.445	91.536	11.912	92.029	11.678
14	92.517	11.453	91.529	11.921	92.023	11.687
3a	93.896	12.678	93.835	12.693	93.866	12.686
18s	89.058	14.016	89.063	14.015	89.061	14.016
5	71.172	28.873	71.160	28.885	71.166	28.879
9s	-2.261	102.284	-2.332	102.356	-2.297	102.320

Tabla 7.6.3. Provincia de Castellón

\hat{Y}	SA1-SD1		SA1-SD2		media	
	<i>ARE</i>	<i>RMSE</i>	<i>ARE</i>	<i>RMSE</i>	<i>ARE</i>	<i>RMSE</i>
4c	101.187	3.268	101.170	3.260	101.179	3.264
4b	101.225	5.385	101.218	5.383	101.222	5.384
16b	100.011	5.925	100.007	5.943	100.009	5.934
17b	100.011	5.925	100.007	5.943	100.009	5.934
16c	100.016	6.008	99.984	6.058	100.000	6.033
17c	100.016	6.008	99.984	6.058	100.000	6.033
13c	100.105	6.631	100.083	6.663	100.094	6.647
13b	100.104	6.671	100.082	6.701	100.093	6.686
13a	100.071	6.717	100.046	6.744	100.059	6.731
16a	100.010	7.033	99.949	7.043	99.980	7.038
17a	100.010	7.033	99.949	7.043	99.980	7.038
11b	99.114	7.099	99.056	7.194	99.085	7.146
6	100.787	7.187	100.773	7.179	100.780	7.183
4a	100.819	7.261	100.803	7.250	100.811	7.255
2	100.012	7.315	99.997	7.335	100.004	7.325
18	100.012	7.315	99.997	7.335	100.004	7.325
9	100.014	7.319	99.999	7.338	100.006	7.329
10	100.014	7.319	99.999	7.338	100.006	7.329
7	100.018	7.320	100.002	7.339	100.010	7.329
8	100.018	7.320	100.002	7.339	100.010	7.329
12	98.233	7.360	98.242	7.367	98.238	7.363
3b	98.835	7.989	98.782	8.080	98.809	8.034
11c	97.261	8.036	97.206	8.089	97.233	8.062
11a	98.222	8.136	98.132	8.240	98.177	8.188
3c	96.731	9.139	96.690	9.172	96.711	9.156
3a	97.836	9.175	97.757	9.266	97.796	9.221
18s	101.273	10.476	101.278	10.480	101.276	10.478
1	99.990	21.672	100.022	21.287	100.006	21.480
5	80.436	19.694	80.422	19.705	80.429	19.699
15	82.988	35.884	86.547	32.566	84.767	34.225
14	82.974	35.912	86.536	32.590	84.755	34.251
9s	-2.555	102.585	-2.636	102.666	-2.595	102.626

Tabla 7.6.4. Provincia de Valencia

7.6.2 El universo EURAREA para España

En el universo EURAREA para España se consideran las siguientes Comunidades Autónomas: Andalucía ($APES102 = 1$), Canarias ($APES102 = 5$), Valencia ($APES102 = 10$), Galicia ($APES102 = 12$) y Madrid ($APES102 = 13$). Este universo representa más del 50% de la población Española y el fichero APES correspondiente tiene un tamaño de 400 Mbytes. Los experimentos de simulación se han realizado con $K = 2000$ replicaciones.

Se usó el siguiente *diseño muestral*:

SD2 *Muestreo aleatorio simple sin reemplazamiento dentro del estrato*. Los estratos son los definidos en APES108 y son los que usa la Encuesta del Panel de Hogares que viene a sustituir a la Encuesta de Presupuestos Familiares.

Los pesos muestrales para las viviendas seleccionadas del estrato h son $w_h = N_h^{dwe}/n_h^{dwe}$, donde n_h^{dwe} y N_h^{dwe} son los números de viviendas muestrales y poblacionales en el estrato h respectivamente.

En el caso de la Comunidad Autónoma de Andalucía tenemos:

estrato	1	2	3	4	5	6
N_h^{dwe}	668963	48423	188258	324275	250858	498300
n_h^{dwe}	480	40	144	240	192	344
w_h	1393.67	1210.57	1307.35	1351.15	1306.55	1448.55

En el caso de la Comunidad Autónoma de Canarias tenemos:

estrato	1	2	3	4	5	6
N_h^{dwe}	153433	30362	19272	78979	47243	81119
n_h^{dwe}	208	40	32	104	64	104
w_h	737.659	759.05	602.25	759.413	738.172	779.99

En el caso de la Comunidad Autónoma de Galicia tenemos:

estrato	1	2	3	4	5	6
N_h^{dwe}	157129	80099	51651	64369	164180	281751
n_h^{dwe}	144	80	48	64	168	272
w_h	1091.17	1001.24	1076.06	1005.77	977.262	1035.85

En el caso de la Comunidad Autónoma de Madrid tenemos:

estrato	1	2	3	4	5	6
N_h^{dwe}	969518	262804	98356	110770	0	71261
n_h^{dwe}	680	216	80	88	0	64
w_h	1425.76	1216.69	1229.45	1258.750	–	1113.45

Para *ajustar los modelos* y deducir los estimadores de áreas pequeñas se usan conjuntamente todos los datos muestrales del universo EURAREA para España. Solamente se considera una clase de área pequeña: *provincias* (SA2).

En cada replicación se realizan los siguientes cálculos:

1. Se generan muestras de tamaño 1440, 552, 976, 776 y 1128 para Andalucía, Canarias, Valencia, Galicia y Madrid respectivamente. Todas las personas de referencia en el domicilio seleccionado se incluyen en la muestra. Las muestras se generan de acuerdo al diseño SD2. Las áreas pequeñas son del tipo SA2.
2. Los estimadores de áreas pequeñas para la media de los ingresos familiares normalizados son evaluados y comparados con su correspondiente cantidad poblacional.

En la Sección A.7 del Apéndice A se muestran los resultado numéricos obtenidos. En la Sección A.8 del Apéndice A, se presenta una descripción del programa C++ utilizado. En las Secciones A.9 y A.10 del Apéndice A se muestran los códigos de los programas C++ desarrollados.

Aquí presentamos los resultados obtenidos para la Comunidad Autónoma de Valencia. Para el área pequeña tipo SA2 y el diseño muestral tipo SD2, en la Tabla 7.6.5 se presenta las medidas de eficiencia ARE_d , $RMSE_d$, \overline{ARE} y \overline{RMSE} de la Comunidad Autónoma de Valencia. En la Tabla 7.6.5 las tres provincias valencianas (Alicante, Castellón y Valencia) se numeran con $d = 1$, $d = 2$ y $d = 3$ respectivamente.

\widehat{Y}	Alicante		Castellón		Valencia		mean	
	ARE_1	$RMSE_1$	ARE_2	$RMSE_2$	ARE_3	$RMSE_3$	\overline{ARE}	\overline{RMSE}
3c	99.941	1.602	99.976	2.709	100.087	1.272	100.001	1.861
3b	99.953	1.760	100.029	2.818	100.085	1.365	100.022	1.981
11c	100.487	1.876	100.474	2.724	100.426	1.415	100.462	2.005
16c	99.960	1.843	99.938	2.888	100.133	1.407	100.010	2.046
17c	99.976	1.843	99.952	2.888	100.148	1.409	100.025	2.046
11b	100.517	2.005	100.717	2.955	100.448	1.522	100.561	2.161
3a	99.898	1.889	99.787	3.144	100.057	1.563	99.914	2.198
12	100.001	1.873	99.610	3.195	100.022	1.575	99.878	2.214
10	99.932	1.901	100.070	3.188	100.057	1.598	100.019	2.229
8	99.932	1.901	100.070	3.188	100.057	1.598	100.020	2.229
9	99.932	1.901	100.070	3.188	100.057	1.598	100.020	2.229
15	99.932	1.901	100.070	3.188	100.057	1.598	100.020	2.229
7	99.933	1.901	100.070	3.188	100.057	1.598	100.020	2.229
14	99.933	1.901	100.070	3.188	100.057	1.598	100.020	2.229
2	99.923	1.929	100.060	3.173	100.060	1.588	100.014	2.230
18	99.923	1.929	100.060	3.173	100.060	1.588	100.014	2.230
16a	99.903	1.946	100.037	3.213	100.085	1.559	100.008	2.239
17a	99.932	1.944	100.063	3.213	100.113	1.561	100.036	2.240
16b	100.044	2.095	100.017	3.091	100.105	1.589	100.055	2.258

\widehat{Y}	Alicante		Castellón		Valencia		mean	
	ARE_1	$RMSE_1$	ARE_2	$RMSE_2$	ARE_3	$RMSE_3$	\overline{ARE}	\overline{RMSE}
17b	100.064	2.096	100.035	3.091	100.124	1.590	100.074	2.259
13c	100.470	2.130	100.554	3.171	100.399	1.688	100.475	2.330
13b	100.487	2.144	100.747	3.274	100.424	1.705	100.553	2.374
11a	100.550	2.174	100.619	3.274	100.431	1.695	100.534	2.381
13a	100.574	2.221	100.881	3.367	100.434	1.713	100.630	2.434
18s	98.223	1.906	103.636	3.708	110.688	10.716	104.182	5.443
1	99.887	4.745	100.104	9.576	100.074	3.206	100.022	5.842
5	103.378	3.632	88.053	12.001	97.142	3.121	96.191	6.251
4c	131.729	31.743	113.925	13.948	130.959	30.974	125.538	25.555
4b	132.718	32.731	119.417	19.435	133.195	33.210	128.443	28.459
4a	137.759	37.778	123.172	23.197	134.136	34.156	131.689	31.710
6	137.972	37.991	123.298	23.323	134.434	34.454	131.901	31.923
9s	-8.254	108.280	-7.030	107.050	-7.756	107.779	-7.680	107.703

Tabla 7.6.5. Comunidad Autónoma de Valencia bajo SA2–SD2

Obsérvese que las columnas 8–9 de la Tabla 7.6.5 difieren de las columnas 4–5 de la Tabla 7.6.1 solamente en el universo de regresión, es decir, los datos de las Tablas 7.6.1 y 7.6.5 han sido obtenidos ajustando los modelos a la Comunidad Autónoma de Valencia y al universo EURAREA para España respectivamente. Obsérvese que los estimadores 1, 2, 3, 4, 11 y 13 no dependen de modelos y por este motivo deberían tener los mismos valores en las columnas antes mencionadas de las Tablas 7.6.1 y 7.6.5.

Para el área pequeña de tipo SA2 y el diseño muestral de tipo SD2, en la Tabla 7.6.6 se presentan las medidas de eficiencia \overline{ARE} , \overline{ARB} y \overline{RMSE} (definidas aplicando (7.40), (7.42) y (7.44) a nivel de Universo EURAREA para España).

\widehat{Y}	\overline{ARE}	\overline{ARB}	\overline{RMSE}
3c	100.033	2.120	2.660
16c	100.025	2.151	2.701
17c	100.041	2.151	2.701
3b	100.046	2.178	2.742
16b	100.024	2.283	2.871
17b	100.045	2.283	2.872
16a	100.040	2.356	2.951
17a	100.071	2.356	2.951
3a	99.902	2.413	3.016
11c	100.942	2.440	3.099
10	100.056	2.473	3.103
9	100.056	2.473	3.103
8	100.056	2.473	3.103

\widehat{Y}	\overline{ARE}	\overline{ARB}	\overline{RMSE}
15	100.056	2.473	3.103
7	100.056	2.473	3.103
14	100.056	2.473	3.103
2	100.057	2.487	3.116
18	100.057	2.487	3.116
12	100.462	2.513	3.159
11b	100.975	2.503	3.188
13c	100.965	2.759	3.492
13b	100.985	2.770	3.508
11a	100.998	2.782	3.533
13a	101.147	2.885	3.671
1	100.038	5.382	6.748
18s	105.198	11.062	11.125
5	111.473	19.727	19.808
4c	134.591	39.146	39.159
4b	135.254	39.887	39.899
4a	140.216	45.371	45.387
6	140.352	45.521	45.537
9s	-8.900	108.900	108.931

Tabla 7.6.6. Universo EURAREA-España

7.7 Conclusiones

El fichero APES contiene toda las características geográficas necesarias para calcular todos los estimadores estándar de áreas pequeñas. Más concretamente, en el fichero APES encontramos información de la Comunidad Autónoma (NUT II) en APES102, Provincias (NUT III) en APES103, Comarcas (NUT IV) en APES105 y estratos en APES108. El fichero APES también contiene la variable objetivo (ingresos totales del hogar) y variables explicativas tanto a nivel individual como familiar.

A nivel familiar se han usado las siguientes variables auxiliares:

- $X_1 = APES409$, número de miembros del hogar.
- $X_2 = APES412$, Superficie útil de la vivienda en m^2 .
- A (derivado de $APES403$), tipo de hogar simplificado.
- B (derivado de $APES280$ y $APES211$), condición socioeconómica del hogar.
- C (derivado de $APES207$), nivel de estudios del hogar.

A nivel de área pequeña (comarca o provincia) se han usado las siguientes variables auxiliares:

- X_0 (obtenido de fuentes externas), ingresos per capita declarados en el año 1991.

Los resultados de la simulación muestran que muchas de la variables explicativas arriba citadas producen una mejora de la eficiencia en las estimaciones en áreas pequeñas. Más concretamente:

1. X_1 se usa en los estimadores 5, 6, 7, 8, 9, 9s, 10, 12, 14, 15, 16, 17. Podemos analizar el comportamiento de X_1 comprobando el valor del estimador 9 (EBLUE). Observamos que el estimador 9 siempre está en el conjunto de los mejores estimadores (primera parte de las Tablas 7.6.1–7.6.6). Se puede concluir que, en general, el uso de X_1 es positivo.
2. X_2 se usa en los estimadores 14, 15, 16, 17. Podemos analizar el comportamiento de X_2 comparando los estimadores 7 y 14. Observamos que el estimador 7 siempre es más eficiente que el estimador 14. Por lo que no recomendamos el uso de X_2 como variable explicativa.
3. A , B y C se usan en los estimadores 3, 4, 11, 13, 16 y 17. Como los estimadores 16 y 17 son siempre más eficientes que el estimador 9, recomendamos el uso de estas variables de agrupamiento. También observamos que las variables de grupo B y C producen mejores resultados que la variable de grupo A .
4. X_0 se usa en el estimador 18 y 18s. Obsérvese que el estimador 18 está siempre en el conjunto de los mejores estimadores. Por lo que podemos concluir que, generalmente, el uso de X_0 es positivo.

Se han usado dos diseños muestrales:

- Muestreo aleatorio simple sin reemplazamiento (SD1),
- Muestreo aleatorio simple sin reemplazamiento dentro de cada estrato (SD2).

Los resultados numéricos son muy similares en ambos diseños muestrales.

Se han considerado dos clases de áreas pequeñas:

- comarcas (SA1),
- provincias (SA2).

Observamos que algunos estimadores tienen una alta dependencia de las características geográficas, es decir, sus resultados difieren significativamente en las Tablas 7.6.1–7.6.6. Este factor debe ser tenido en cuenta en futuras investigaciones.

Se han estudiado treinta y dos estimadores. El estimador 2 se ha seleccionado como el estimador de referencia. Buscamos estimadores mejores que el estimador 2. El estimador 1 ha sido considerado para analizar el papel del denominador (N_d o \hat{N}_d) en el estimador directo. El estimador 1 presenta (como se esperaba) peores resultados que el estimador 2 y por ello su uso no se recomienda.

Los estimadores 3a–3c y 4a–4c son bastante simples y fáciles de implementar. En algunos casos producen mejores resultados que el estimador 2 y en otros no. Estos estimadores son de interés potencial y su aplicabilidad merece posteriores investigaciones.

El estimador 5 está basado en un modelo muy simple y por ello produce malos resultados. El uso del estimador 5 no se recomienda para la Encuesta de Presupuestos Familiares Española (EPF).

El estimador 6 mejora los resultados del estimador 5. Se basa en un modelo bastante simple. Como el tamaño muestral de la Encuesta de Presupuestos Familiares es bastante grande para ajustar modelos con más parámetros, nos es difícil justificar su uso en el futuro.

Los estimadores 7,8,9 y 10 se basan en modelos de regresión lineal. Estos estimadores presentan mejores resultados que el estimador 2. Su uso está altamente recomendado. Sin embargo, el estimador 9s no se recomienda. Este estimador puede considerarse como una modificación del estimador 5 o como una simplificación del estimador 9. Por una parte, ambos estimadores, 5 y 9s, obtienen muy malos resultados. Por otra parte, la simplificación de la fórmula (7.16) del estimador 9 para obtener la fórmula (7.20) del estimador 9s difícilmente puede ser justificada desde un punto de vista teórico.

El conjunto de estimadores dependientes del tamaño de la muestra, estimadores 12 y 13a–13c se comportan tan bien o mejor que el estimador 2. Los resultados del estimador 11 son en general peores que los del estimador 2. Sin embargo, no se recomienda excluirlo de investigaciones futuras.

Los estimadores 14–15 están basados en un modelo con más variables explicativas que los estimadores 7–10. Sin embargo, los resultados no mejoran al añadir $APES412$ (superficie útil del hogar en m^2) como nueva variable explicativa continua.

Los resultados de los estimadores 16a–16c y 17a–17c están siempre localizados en la primera parte de las Tablas 7.6.1–7.6.6. Estos estimadores están basados en un modelo razonablemente bueno y este es el motivo por el que producen buenos resultados. El problema de encontrar modelos con alto poder explicativo para $Y = \frac{APES502}{APES505}$ es un asunto para una investigación futura.

El estimador 18 usa información auxiliar a nivel de área, esta es la base de sus buenos resultados por lo que puede ser recomendado. Sin embargo, el estimador 18s no puede ser recomendado.

Las conclusiones pueden resumirse en los siguientes comentarios. Se han estudiado treinta y dos estimadores. En las Tablas 7.6.1–7.6.5, los estimadores 7, 8, 9, 10, 13a, 13b, 13c, 16a, 16b, 16c, 17a, 17b, 17c y 18 siempre presentan mejores resultados que el estimador 2, es decir, ellos siempre están colocados en la primera parte de las tablas. Obsérvese que, cuando comparamos con el estimador 2, los peores resultados se obtienen en la provincia de Castellón.

De entre los estimadores que usan información auxiliar a nivel familiar se recomiendan los estimadores 12, 13a, 13b, 13c, 16a, 16b, 16c, 17a, 17b y 17c. Con respecto a los estimadores que usan información a nivel de área se puede recomendar la utilización del estimador 18. Finalmente, podemos afirmar que los estimadores 16a, 16b, 16c, 17a, 17b y 17c son los que obtienen los mejores resultados.

En la Figura 7.1 se representan los valores de \overline{RMSE} de la columna 5 de la Tabla 7.6.1 y la columna 9 de la Tabla 7.6.5. Observamos que los estimadores basados en modelos claramente dependen del universo de regresión (Comunidad Autónoma de Valencia o universo EURAREA para España). Para los modelos considerados, los mejores resultados se obtienen cuando se ajustan usando solamente los datos muestrales de la Comunidad Autónoma de Valencia.

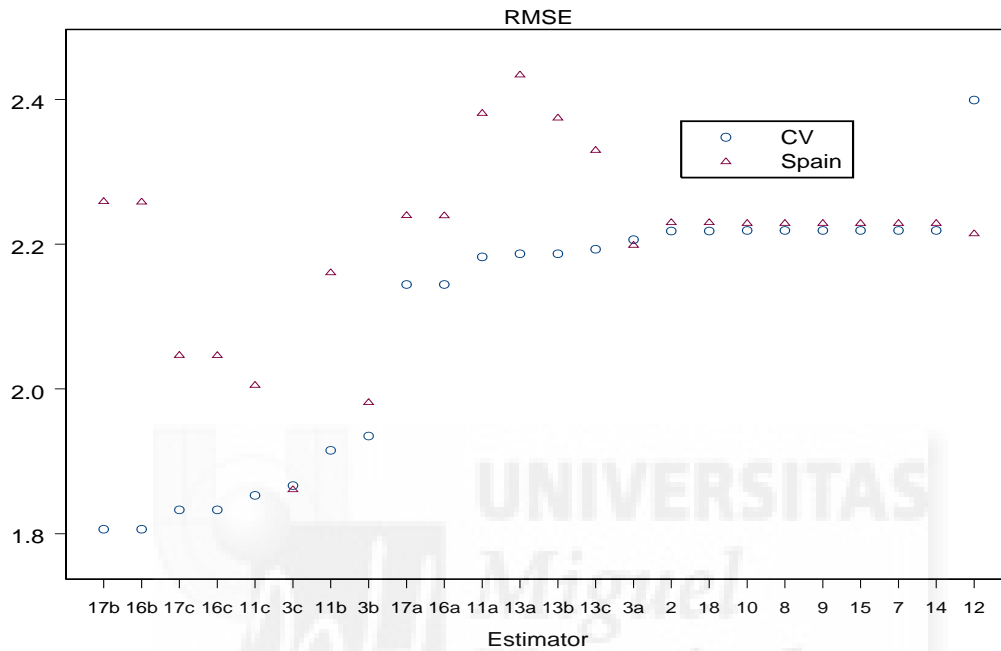


Figura 7.1: RMSE de los estimadores para las simulaciones en la Comunidad Autónoma de Valencia (CV) y en el universo EURAREA para España (Spain).

Capítulo 8

Simulación para evaluar estimadores de la tasa de desempleo

8.1 Introducción

En este capítulo presentamos los experimentos de Simulación Monte Carlo para evaluar los estimadores del porcentaje de desempleo OIT (Organización Internacional de Trabajo)

$$R = \frac{\text{Total de APES503}}{\text{Total de APES208} \in \{1, 2\}},$$

en la población española mayor de 16 años.

Consideramos como población objetivo la definida por las condiciones $APES102 = 10$ y $APES203 \geq 16$, es decir, por las personas residentes en las Comunidad Autónoma de Valencia con 16 o más años. Esta comunidad Autónoma tiene tres provincias: Alicante, Castellón y Valencia. Como áreas pequeñas consideramos las divisiones territoriales de las provincias, denominadas *comarcas*. Posteriormente los experimentos de simulación se amplían al universo EURAREA para España, es decir, al siguiente conjunto de comunidades autónomas : Andalucía, Canarias, Valencia, Galicia y Madrid.

Recordamos que el fichero de población artificial EURAREA para España (**A**rtificial **P**opulation **E**URAREA **S**pain), donde se realizan las simulaciones, se llama APES. Además, todas las variables que se incluyen en este fichero se nombran con "APES" más un número. En la Sección 1.2 se describe este fichero.

Recuérdese que APES503 (desempleo OIT) toma el valor 1 si $APES208 = 2$ y toma el valor 0 en otro caso. También conviene recordar que APES208 (relación con la actividad) toma valor 1 (empleado), 2 (desempleado), 3 (económicamente inactivo), 4 (Servicio militar) y 5 (menor de 16 años).

En la Sección 8.2 se describe la notación usada en este Capítulo. Se introducen dos variables

de grupo necesarias para calcular los estimadores post-estratificados y sintético básico. Estas variables no aparecen explícitamente en el fichero APES, pero se derivan de las variables APES.

En la Sección 8.3 se introducen los estimadores que serán evaluados en los experimentos de simulación. Cuando se presenta un estimador basado en modelos se dan el modelo y la fórmula del estimador.

En la Sección 8.4 se describen los *estimadores estándar*, del proyecto EURAREA. Se presentan las equivalencias entre los estimadores de la Sección 8.3 y los estimadores estándar.

En la Sección 8.5 se presentan las medidas de eficiencia usadas para evaluar los estimadores. Estas medidas son las salidas de los programas de simulación.

En la Sección 8.6, se describen los experimentos de simulación Monte Carlo. En la Comunidad Autónoma de Valencia se llevaron a cabo cuatro experimentos de simulación. En el universo EURAREA para España, que contiene el conjunto de comunidades antes descrito, se realizó un sólo experimento de simulación. También se presenta un resumen de los resultados obtenidos.

En la Sección 8.7 se presentan algunas conclusiones.

8.2 Notación y definiciones

Se usa la siguiente notación

- *Índices*: s se usa para la muestra, $d = 1, \dots, D$ para las áreas pequeñas y $j = 1, \dots, N$ para los individuos, $g = 1, \dots, G$ para los grupos y $h = 1, \dots, H$ para los estratos.
- *Tamaños*: N para la población y n para la muestra. Cuando N o n tienen subíndices denotan el tamaño del conjunto indicado correspondiente. Por ejemplo, n_h es el tamaño muestral del estrato h .
- *Totales*: Y o X . Cuando Y o X tienen subíndices denotan el total del conjunto indicado correspondiente. Por ejemplo, Y_d denota el total del área pequeña d .
- *Medias*: \bar{Y} o \bar{X} . Cuando \bar{Y} o \bar{X} tienen subíndices denotan la media del conjunto indicado correspondiente. Por ejemplo, \bar{Y}_d denota la media del área pequeña d .
- *Pesos*: w_j se usa para el hogar j . También, cuando w tiene un subíndice denota la suma de los pesos del conjunto indicado correspondiente.

Para estimar R_d usamos la siguiente descomposición

$$R_d = \frac{Y_d}{M_d} = \frac{N_d}{M_d} \frac{Y_d}{N_d} = \frac{N_d}{M_d} \bar{Y}_d.$$

Para un estimador \widehat{Y}_d de \bar{Y}_d , el estimador correspondiente de R_d es

$$\widehat{R}_d = \frac{N_d}{\widehat{M}_d^{directo}} \widehat{Y}_d,$$

donde $\widehat{M}_d^{directo} = \sum_{j \in s \cap d} w_j I_{\{APES208=1 \text{ or } 2\}}(j)$.

En la Sección 8.3 presentamos algunos estimadores de áreas pequeñas (numerados por 3, 4, 11 y 13) basados en post-estratificación, lo que implica la clasificación de los individuos en grupos. Los individuos que consideramos (personas con 16 o más años) son agrupados usando la variable APES203 (edad) y APES202 (sexo). Se define los siguientes G -grupos:

		APES203 (edad)		
		16-24	25-54	>55
APES202 (sexo)	Hombre	G_1	G_2	G_3
	Mujer	G_4	G_5	G_6

Tabla 8.2.1. Grupos G .

Se define los siguientes H -grupos:

		APES203 (edad)			
		16-24	25-39	40-54	> 55
APES202 (sexo)	Hombre	H_1	H_2	H_3	H_4
	Mujer	H_5	H_6	H_7	H_8

Tabla 8.2.2. Grupos H .

8.3 Estimadores

Se consideran los siguientes estimadores:

Estimador 1: Estimador directo (con N_d conocido):

$$\widehat{Y}_d^{directo} = \frac{\sum_{j \in s \cap d} w_j Y_j}{N_d}, \quad \widehat{R}_d^{directo} = \frac{N_d}{\widehat{M}_d^{directo}} \widehat{Y}_d^{directo}, \quad (8.1)$$

donde j es el hogar seleccionado en la muestra s . Los registros j corresponden a individuos que verifican la restricción $APES203 \geq 16$. Se hace un muestreo aleatorio simple (sin reemplazamiento) en los domicilios y se seleccionan todos los individuos con 16 o más años. Tenemos que $w_j = \frac{N^{dwe}}{n^{dwe}}$, donde N^{dwe} y n^{dwe} son el número de de domicilios hogares de la población y de la muestra respectivamente.

Estimador 2: Estimador directo (Horvitz-Thompson o w -directo)

$$\widehat{Y}_d^{wdirecto} = \frac{\sum_{j \in s \cap d} w_j Y_j}{\widehat{N}_d^{directo}}, \quad \widehat{R}_d^{wdirecto} = \frac{\widehat{N}_d^{directo}}{\widehat{M}_d^{directo}} \widehat{Y}_d^{wdirecto}, \quad (8.2)$$

donde $\widehat{N}_d^{directo} = \sum_{j \in s \cap d} w_j$.

Obsérvese que los estimadores $\widehat{Y}_d^{directo}$ y $\widehat{Y}_d^{wdirecto}$ (es decir 1 y 2) son diferentes, pero los estimadores $\widehat{R}_d^{directo}$ y $\widehat{R}_d^{wdirecto}$ son iguales. Por ello los resultados numéricos de las simulaciones para el estimador 1 y 2 de R_d serán exactamente los mismos. Sin embargo, el estimador 1 no ha sido omitido de este capítulo con la finalidad de mantener la correspondencia entre los estimadores de la tasa de desempleo OIT y de la media de los ingresos normalizados. De esta forma, se hace más fácil la interpretación de los resultados de las simulaciones.

Estimador 3: Estimador post-estratificado.

$$\widehat{Y}_d^{psst} = \frac{1}{N_d} \sum_{g=1}^G N_{dg} \widehat{Y}_{dg}^{wdirecto} = \frac{1}{N_d} \sum_{g=1}^G N_{dg} \left(\frac{\sum_{i \in s \cap d \cap g} w_j Y_j}{\sum_{j \in s \cap d \cap g} w_j} \right), \quad \widehat{R}_d^{psst} = \frac{N_d}{\widehat{M}_d^{directo}} \widehat{Y}_d^{psst}. \quad (8.3)$$

Este estimador puede calcularse con las variables de grupo G y H . Por lo que tenemos los estimadores 3(g) y 3(h).

Estimador 4: Estimador sintético básico:

$$\widehat{Y}_d^{synt} = \frac{1}{N_d} \sum_{g=1}^G N_{dg} \widehat{Y}_g^{wdirecto} = \frac{1}{N_d} \sum_{g=1}^G N_{dg} \left(\frac{\sum_{j \in s \cap g} w_j Y_j}{\sum_{j \in s \cap g} w_j} \right), \quad \widehat{R}_d^{synt} = \frac{N_d}{\widehat{M}_d^{directo}} \widehat{Y}_d^{synt}. \quad (8.4)$$

Este estimador puede calcularse con las variables de grupo G y H . Por lo que tenemos los estimadores 4(g) y 4(h).

Estimador 5: Estimador de regresión sintético con 2 – APES501 (registrado en una oficina de empleo público) como variable X . Para obtener el estimador de regresión sintético se ha utilizado el siguiente modelo

$$y_{dj} = \beta x_{dj} + w_{dj}^{-1/2} e_{dj}, \quad d = 1, \dots, D, \quad j = 1, \dots, n_d, \quad (8.5)$$

donde los residuos e_{dj} son i.i.d. $\mathcal{N}(0, \sigma^2)$. Su expresión es

$$\widehat{Y}_d^{rsynt} = \widehat{\beta} \overline{X}_d, \quad \widehat{R}_d^{rsynt} = \frac{N_d}{\widehat{M}_d^{directo}} \widehat{Y}_d^{rsynt}, \quad (8.6)$$

donde

$$\widehat{\beta} = \frac{\sum_{j \in s} w_j Y_j X_j}{\sum_{j \in s} w_j X_j^2}. \quad (8.7)$$

Estimador 6: Estimador GREG sintético con 2 – APES501 (registrado en una oficina de empleo público) como variable X . Para obtener el estimador GREG sintético se ha utilizado el siguiente modelo

$$y_{dj} = \alpha + \beta x_{dj} + w_{dj}^{-1/2} e_{dj}, \quad d = 1, \dots, D, \quad j = 1, \dots, n_d, \quad (8.8)$$

donde los residuos e_{dj} son i.i.d. $\mathcal{N}(0, \sigma^2)$. Su expresión es

$$\widehat{Y}_d^{gsynt} = \widehat{Y}^{wdirecto} + \widehat{\beta} \left[\bar{X}_d - \widehat{X}^{wdirecto} \right], \quad \widehat{R}_d^{gsynt} = \frac{N_d}{\widehat{M}_d^{directo}} \widehat{Y}_d^{gsynt}, \quad (8.9)$$

donde

$$\widehat{Y}^{wdirecto} = \sum_{j \in s} w_j Y_j / \sum_{j \in s} w_j, \quad \widehat{X}^{wdirecto} = \sum_{j \in s} w_j X_j / \sum_{j \in s} w_j$$

y

$$\widehat{\beta} = \frac{\sum_{j \in s} w_j (Y_j - \widehat{Y}^{wdirecto})(X_j - \widehat{X}^{wdirecto})}{\sum_{j \in s} w_j (X_j - \widehat{X}^{wdirecto})^2}. \quad (8.10)$$

Estimador 7: Estimador GREG con 2–APES501 (registrado en una oficina de empleo público) como covariable (variable X). El modelo es

$$y_{dj} = u_d + \beta x_{dj} + w_{dj}^{-1/2} e_{dj}, \quad d = 1, \dots, D, \quad j = 1, \dots, n_d, \quad (8.11)$$

donde los residuos e_{dj} son i.i.d. $\mathcal{N}(0, \sigma^2)$. El estimador GREG1 es

$$\widehat{Y}_d^{greg1} = \widehat{Y}_d^{wdirecto} + \widehat{\beta} (\bar{X}_d - \widehat{X}_d^{wdirecto}), \quad \widehat{R}_d^{greg1} = \frac{N_d}{\widehat{M}_d^{directo}} \widehat{Y}_d^{greg1}, \quad (8.12)$$

donde

$$\widehat{\beta} = \frac{\sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} \left(Y_{dj} - \widehat{Y}_d^{wdirecto} \right) \left(X_{dj} - \widehat{X}_d^{wdirecto} \right)}{\sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} \left(X_{dj} - \widehat{X}_d^{wdirecto} \right)^2}. \quad (8.13)$$

Estimador 8: Versión BLUP del estimador GREG1 con 2 – APES501 (registrado en una oficina de empleo público) como covariable (variable X).

$$\widehat{Y}_d^{blup1} = \frac{1}{N_d} \left(\sum_{j \in s_d} Y_{dj} + \sum_{j \notin s_d} \widehat{Y}_{dj} \right), \quad \widehat{R}_d^{blup1} = \frac{N_d}{\widehat{M}_d^{directo}} \widehat{Y}_d^{blup1}, \quad (8.14)$$

donde s_d es el conjunto de hogares de la muestra que están dentro del área pequeña d ,

$$\widehat{Y}_{dj} = \widehat{Y}_d^{wdirecto} + \widehat{\beta} (X_{dj} - \widehat{X}_d^{wdirecto}), \quad d = 1, \dots, D, \quad j = 1, \dots, n_d,$$

y $\hat{\beta}$ esta definida en (8.13). La siguiente fórmula es más adecuada para realizar los cálculos

$$\hat{Y}_d^{blup1} = (1 - f_d)\hat{Y}_d^{greg1} + f_d \left[\hat{Y}_d + \hat{\beta}(\bar{X}_d - \hat{X}_d) \right], \quad (8.15)$$

donde $f_d = n_d/N_d$, $\hat{Y}_d = \frac{1}{n_d} \sum_{j \in s_d} Y_{dj}$ y $\hat{X}_d = \frac{1}{n_d} \sum_{j \in s_d} X_{dj}$.

Estimador 9: Estimador EBLUE con 2 – APESS01 (registrado en una oficina de empleo público) como covariable (variable X). El modelo es

$$y_{dj} = u_d + \beta x_{dj} + e_{dj}, \quad d = 1, \dots, D, \quad j = 1, \dots, n_d, \quad (8.16)$$

donde u_d y e_{dj} son los residuos a nivel de área y a nivel individual, y son variables aleatorias independientes con distribuciones $\mathcal{N}(0, \sigma_u^2)$ y $\mathcal{N}(0, w_{dj}^{-1} \sigma_e^2)$ respectivamente. El estimador EBLUE1 es

$$\hat{Y}_d^{ebblue} = \bar{X}_d \hat{\beta} + \hat{\gamma}_d^w (\hat{Y}_d^{wdirecto} - \hat{X}_d^{wdirecto} \hat{\beta}), \quad \hat{R}_d^{ebblue} = \frac{N_d}{\hat{M}_d^{directo}} \hat{Y}_d^{ebblue}, \quad (8.17)$$

donde los componentes de la varianza se estiman usando el método 3 de Henderson, es decir,

$$\hat{\beta} = \frac{\sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} Y_{dj} X_{dj} - \sum_{d=1}^D \hat{\gamma}_d^w \hat{N}_d^{directo} \hat{Y}_d^{wdirecto} \hat{X}_d^{wdirecto}}{\sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} X_{dj}^2 - \sum_{d=1}^D \hat{\gamma}_d^w \hat{N}_d^{directo} \left(\hat{X}_d^{wdirecto} \right)^2}, \quad (8.18)$$

$$\hat{\gamma}_d^w = \frac{\hat{\sigma}_u^2}{\hat{\sigma}_u^2 + \frac{\hat{\sigma}_e^2}{\hat{N}_d^{directo}}}, \quad (8.19)$$

$$\hat{\sigma}_e^2 = \frac{1}{n - D - 1} \sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} \left(Y_{dj} - \hat{Y}_d^{wdirecto} - \hat{b}_e (X_{dj} - \hat{X}_d^{wdirecto}) \right)^2,$$

$$\hat{b}_e = \frac{\sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} (Y_{dj} - \hat{Y}_d^{wdirecto}) (X_{dj} - \hat{X}_d^{wdirecto})}{\sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} (X_{dj} - \hat{X}_d^{wdirecto})^2},$$

$$\hat{\sigma}_u^2 = \max \left\{ \frac{1}{n^*} \left[\sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} (Y_{dj} - \hat{b}_u X_{dj})^2 - (n - 1) \hat{\sigma}_e^2 \right], 0 \right\},$$

$$\hat{b}_u = \frac{\sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} Y_{dj} X_{dj}}{\sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} X_{dj}^2},$$

$$n^* = \sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} - \frac{\sum_{d=1}^D \left(\sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} X_{dj} \right)^2}{\sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} X_{dj}^2}. \quad (8.20)$$

Estimador 9s: El estimador SEBLUE1 es la versión sintética del estimador EBLUE1 (8.17), es decir,

$$\hat{Y}_d^{seblue} = \bar{X}_d \hat{\beta}, \quad \hat{R}_d^{seblue} = \frac{N_d}{\hat{M}_d^{directo}} \hat{Y}_d^{seblue}, \quad (8.21)$$

donde $\hat{\beta}$ está definido en (8.18) y \bar{X}_d es la media de 2 – APES501 en el área pequeña.

Estimador 10: Versión EBLUP del estimador EBLUE1 con 2 – APES501 (registrado en una oficina de empleo público) como covariable (variable X).

$$\hat{Y}_d^{eblup} = \frac{1}{N_d} \left(\sum_{j \in s_d} Y_{dj} + \sum_{j \notin s_d} \tilde{Y}_{dj} \right), \quad \hat{R}_d^{eblup} = \frac{N_d}{\hat{M}_d^{directo}} \hat{Y}_d^{eblup}, \quad (8.22)$$

donde

$$\tilde{Y}_{dj} = \hat{\gamma}_d^w \left(\hat{Y}_d^{wdirecto} - \hat{\beta} \hat{X}_d^{wdirecto} \right) + \hat{\beta} X_{dj}, \quad d = 1, \dots, a, j = 1, \dots, n_d,$$

y $\hat{\gamma}_d^w$, $\hat{\beta}$ han sido definidos en (8.18) y (8.19) respectivamente. La siguiente fórmula es más adecuada para realizar los cálculos

$$\hat{Y}_d^{eblup} = (1 - \hat{\gamma}_d^w) \bar{X}_d \hat{\beta} + \hat{\gamma}_d^w \left[\hat{Y}_d^{wdirecto} - (\bar{X}_d - \hat{X}_d^{wdirecto}) \hat{\beta} \right].$$

Estimador 11: Estimador dependiente del tamaño de la muestra.

$$\hat{Y}_d^{ssd1} = \gamma_d \hat{Y}_d^{psst} + (1 - \gamma_d) \hat{Y}_d^{synt}, \quad \hat{R}_d^{ssd1} = \frac{N_d}{\hat{M}_d^{directo}} \hat{Y}_d^{ssd1}, \quad (8.23)$$

donde γ_d se calcula con la siguiente fórmula

$$\gamma_d = \begin{cases} 1 & \text{si } \hat{N}_d^{directo} \geq N_d, \\ \frac{\hat{N}_d^{directo}}{N_d} & \text{en caso contrario.} \end{cases} \quad (8.24)$$

Este estimador puede calcularse con las variables de grupo G y H . Por lo que tenemos los estimadores 11(g) y 11(h).

Estimador 12: Estimador dependiente del tamaño de la muestra con 2 – APES501 (registrado en una oficina de empleo público) como covariable (variable X).

$$\hat{Y}_d^{ssd2} = \gamma_d \hat{Y}_d^{greg1} + (1 - \gamma_d) \hat{Y}_d^{rsynt}, \quad \hat{R}_d^{ssd2} = \frac{N_d}{\hat{M}_d^{directo}} \hat{Y}_d^{ssd2}, \quad (8.25)$$

donde γ_d se calcula con la siguiente fórmula

$$\gamma_d = \begin{cases} 1 & \text{si } \hat{X}_d^{directo} \geq \bar{X}_d. \\ \hat{X}_d^{directo} / \bar{X}_d & \text{en caso contrario.} \end{cases} \quad (8.26)$$

Estimador 13: Estimador dependiente del tamaño de la muestra.

$$\hat{Y}_d^{ssd3} = \gamma_d \hat{Y}_d^{wdirecto} + (1 - \gamma_d) \hat{Y}_d^{synt}, \quad (8.27)$$

y

$$\widehat{R}_d^{ssd3} = \frac{1}{\widehat{M}_d^{\text{directo}}} \left[\gamma_d \widehat{N}_d \widehat{Y}_d^{\text{wdirecto}} + (1 - \gamma_d) N_d \widehat{Y}_d^{\text{synt}} \right], \quad (8.28)$$

donde γ_d se calcula con la siguiente fórmula

$$\gamma_d = \begin{cases} 1 & \text{si } \widehat{N}_d^{\text{directo}} \geq N_d, \\ \frac{\widehat{N}_d^{\text{directo}}}{N_d} & \text{en caso contrario.} \end{cases} \quad (8.29)$$

Este estimador puede calcularse con las variables de grupo G y H , por lo que tenemos los estimadores 13(g) and 13(h).

Estimador 14: Estimador GREG con 2 – APES501 (registrado en una oficina de empleo público) como variable X_1 y APES203 (edad) como variable X_2 . El modelo es

$$y_{dj} = u_d + \beta_1 x_{dj1} + \beta_2 x_{dj2} + w_{dj}^{-1/2} e_{dj}, \quad d = 1, \dots, D, \quad j = 1, \dots, n_d, \quad (8.30)$$

donde los residuos e_{dj} son *i.i.d.* $\mathcal{N}(0, \sigma^2)$. El estimador GREG2 es

$$\widehat{Y}_d^{\text{greg2}} = \widehat{Y}_d^{\text{wdirecto}} + \widehat{\beta}_1 (\overline{X}_{d1} - \widehat{X}_{d1}^{\text{wdirecto}}) + \widehat{\beta}_2 (\overline{X}_{d2} - \widehat{X}_{d2}^{\text{wdirecto}}), \quad \widehat{R}_d^{\text{greg2}} = \frac{N_d}{\widehat{M}_d^{\text{directo}}} \widehat{Y}_d^{\text{greg2}}, \quad (8.31)$$

donde

$$\widehat{\beta}_1 = \frac{E_{wyx_1} E_{wx_2x_2} - E_{wyx_2} E_{wx_1x_2}}{E_{wx_1x_1} E_{wx_2x_2} - (E_{wx_1x_2})^2} \quad (8.32)$$

$$\widehat{\beta}_2 = \frac{E_{wyx_2} E_{wx_1x_1} - E_{wyx_1} E_{wx_1x_2}}{E_{wx_1x_1} E_{wx_2x_2} - (E_{wx_1x_2})^2}. \quad (8.33)$$

$$\begin{aligned} E_{wx_1x_1} &= \sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} (X_{dj1} - \widehat{X}_{d1}^{\text{wdirecto}})^2, \\ E_{wyx_1} &= \sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} (Y_{dj} - \widehat{Y}_d^{\text{wdirecto}}) (X_{dj1} - \widehat{X}_{d1}^{\text{wdirecto}}) \\ E_{wx_2x_2} &= \sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} (X_{dj2} - \widehat{X}_{d2}^{\text{wdirecto}})^2, \\ E_{wyx_2} &= \sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} (Y_{dj} - \widehat{Y}_d^{\text{wdirecto}}) (X_{dj2} - \widehat{X}_{d2}^{\text{wdirecto}}) \\ E_{wx_1x_2} &= \sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} (X_{dj1} - \widehat{X}_{d1}^{\text{wdirecto}}) (X_{dj2} - \widehat{X}_{d2}^{\text{wdirecto}}). \end{aligned}$$

y

$$\widehat{Y}_d^{\text{wdirecto}} = \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj}^* Y_{dj}, \quad \widehat{X}_{d1}^{\text{wdirecto}} = \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj}^* X_{dj1}, \quad \widehat{X}_{d2}^{\text{wdirecto}} = \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj}^* X_{dj2}, \quad w_{dj}^* = \frac{w_{dj}}{\sum_{j=1}^{n_d} w_{dj}}.$$

Estimador 15: Versión BLUP del estimador GREG2 con 2 – APES501 (registrado en una oficina de empleo público) como variable X_1 y APES203 (edad) como variable X_2 .

$$\widehat{Y}_d^{blup2} = \frac{1}{N_d} \left(\sum_{j \in s_d} Y_{dj} + \sum_{j \notin s_d} \widehat{Y}_{dj} \right), \quad \widehat{R}_d^{blup2} = \frac{N_d}{\widehat{M}_d^{directo}} \widehat{Y}_d^{blup2}, \quad (8.34)$$

donde s_d es el conjunto de hogares de la muestra que están en el área pequeña d ,

$$\widehat{Y}_{dj} = \widehat{Y}_d^{wdirecto} + \widehat{\beta}_1 (X_{dj1} - \widehat{X}_{d1}^{wdirecto}) + \widehat{\beta}_2 (X_{dj2} - \widehat{X}_{d2}^{wdirecto}), \quad d = 1, \dots, D, j = 1, \dots, n_d,$$

y $\widehat{\beta}_1, \widehat{\beta}_2$ se definen en (8.32) y (8.33) respectivamente. La siguiente fórmula es más adecuada para realizar los cálculos

$$\widehat{Y}_d^{blup2} = (1 - f_d) \widehat{Y}_d^{greg2} + f_d \left[\widehat{Y}_d + \widehat{\beta}_1 (\overline{X}_{d1} - \widehat{X}_{d1}) + \widehat{\beta}_2 (\overline{X}_{d2} - \widehat{X}_{d2}) \right], \quad (8.35)$$

donde $f_d = n_d/N_d$, $\widehat{Y}_d = \frac{1}{n_d} \sum_{j \in s_d} Y_{dj}$ y $\widehat{X}_{d\ell} = \frac{1}{n_d} \sum_{j \in s_d} X_{dj\ell}$, $\ell = 1, 2$.

Estimador 16: Estimador logístico de regresión generalizada (LGREG1) con 2 – APES501 (registrado en una oficina de empleo público) como variable X . El modelo es

$$y_{dj} \sim \text{Bernoulli}(p_{dj}), \quad \text{logit}(p_{dj}) = \log \frac{p_{dj}}{1 - p_{dj}} = \alpha + \beta x_{dj}, \quad d = 1, \dots, D, j = 1, \dots, n_d,$$

y el estimador LGRE1 es

$$\widehat{Y}_d^{lgreg1} = \frac{1}{N_d} \left[N_{d,0} \frac{\exp\{\widehat{\beta}_1^{r*}\}}{1 + \exp\{\widehat{\beta}_1^{r*}\}} + N_{d,1} \frac{\exp\{\widehat{\beta}_1^{r*} + \widehat{\beta}_2^{r*}\}}{1 + \exp\{\widehat{\beta}_1^{r*} + \widehat{\beta}_2^{r*}\}} \right], \quad \widehat{R}_d^{lgreg1} = \frac{N_d}{\widehat{M}_d^{directo}} \widehat{Y}_d^{lgreg1}, \quad (8.36)$$

donde $N_{d,0}$ y $N_{d,1}$ son el número de individuos en el área pequeña d tal que $X = 0$ y $X = 1$ respectivamente, y $\widehat{\beta}_1^{r*}$ y $\widehat{\beta}_2^{r*}$ son las salidas del siguiente algoritmo de Newton-Raphson:

(1) Hacer $\widehat{\beta}_1^{(0)} = \widehat{\beta}_2^{(0)} = 0$, $\varepsilon = 0.001$

(2) Repetir hasta que $|\widehat{\beta}_1^{(r)} - \widehat{\beta}_1^{(r-1)}| < \varepsilon$ y $|\widehat{\beta}_2^{(r)} - \widehat{\beta}_2^{(r-1)}| < \varepsilon$

$$\widehat{p}_{dj}^{(r-1)} = \frac{\exp\{\widehat{\beta}_1^{(r-1)} + \widehat{\beta}_2^{(r-1)} x_{dj}\}}{1 + \exp\{\widehat{\beta}_1^{(r-1)} + \widehat{\beta}_2^{(r-1)} x_{dj}\}}, \quad d = 1, \dots, D, j = 1, \dots, n_d$$

$$\begin{aligned}
d^{(r-1)} &= \left(\sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} \hat{p}_{dj}^{(r-1)} (1 - \hat{p}_{dj}^{(r-1)}) \right) \left(\sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} x_{dj}^2 \hat{p}_{dj}^{(r-1)} (1 - \hat{p}_{dj}^{(r-1)}) \right) \\
&\quad - \left[\sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} x_{dj} \hat{p}_{dj}^{(r-1)} (1 - \hat{p}_{dj}^{(r-1)}) \right]^2 \\
\hat{\beta}_1^{(r)} &= \hat{\beta}_1^{(r-1)} + \frac{1}{d^{(r-1)}} \left\{ \left(\sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} x_{dj}^2 \hat{p}_{dj}^{(r-1)} (1 - \hat{p}_{dj}^{(r-1)}) \right) \left(\sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} (y_{dj} - \hat{p}_{dj}^{(r-1)}) \right) \right. \\
&\quad \left. - \left(\sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} x_{dj} \hat{p}_{dj}^{(r-1)} (1 - \hat{p}_{dj}^{(r-1)}) \right) \left(\sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} x_{dj} w_{dj} (y_{dj} - \hat{p}_{dj}^{(r-1)}) \right) \right\} \\
\hat{\beta}_2^{(r)} &= \hat{\beta}_2^{(r-1)} + \frac{1}{d^{(r-1)}} \left\{ \left(\sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} \hat{p}_{dj}^{(r-1)} (1 - \hat{p}_{dj}^{(r-1)}) \right) \left(\sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} x_{dj} w_{dj} (y_{dj} - \hat{p}_{dj}^{(r-1)}) \right) \right. \\
&\quad \left. - \left(\sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} x_{dj} \hat{p}_{dj}^{(r-1)} (1 - \hat{p}_{dj}^{(r-1)}) \right) \left(\sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^{n_d} w_{dj} (y_{dj} - \hat{p}_{dj}^{(r-1)}) \right) \right\}
\end{aligned}$$

(3) Salida: $\hat{\beta}_1^{(r_*)}$, $\hat{\beta}_2^{(r_*)}$, donde r_* es el primer entero r que verifica las condiciones del paso (2).

Estimador 17: Versión LBLUP (blup logístico) del estimador LGREG1 con 2 – APES501 (registrado en una oficina de empleo público) como variable X . El estimador LBLUP1 es

$$\hat{Y}_d^{lblup1} = \hat{Y}_d^{lgreg1} + \frac{1}{N_d} \left[\sum_{j=1}^{n_d} (y_{dj} - \hat{p}_{dj}) \right], \quad \hat{R}_d^{lblup1} = \frac{N_d}{\widehat{M}_d^{directo}} \hat{Y}_d^{lblup1}, \quad (8.37)$$

donde

$$\hat{p}_{dj} = \frac{\exp \{ \hat{\beta}_1 + \hat{\beta}_2 x_{dj} \}}{1 + \exp \{ \hat{\beta}_1 + \hat{\beta}_2 x_{dj} \}}, \quad d = 1, \dots, D, \quad j = 1, \dots, n_d.$$

Estimador 18: Estimador LGREG basado en el modelo

$$y_{dgj} \sim \text{Bernoulli}(p_{dgj}), \quad \text{logit}(p_{dgj}) = \log \frac{p_{dgj}}{1 - p_{dgj}} = u_d + A_g + \beta x_{dgj}, \quad (8.38)$$

con parámetros

- u_d , $d = 1, \dots, D$, para las áreas pequeñas,
- A_g , $g = 1, \dots, G - 1$ (y $A_g = 0$), para las variable de grupo G o H ,
- β para la covariable $X = 2 - APES501$ (registrado en una oficina de empleo público).

Los datos necesarios para ajustar el modelo (8.38) se clasifican en cuatro grupos: variables de respuesta (\mathbf{y}), indicadores de nivel (d, g), pesos (w) y matriz de diseño (\mathbf{X} con columnas desde D_1 a X), es decir,

\mathbf{y}	d	g	w	D_1	\dots	D_D	G_1	\dots	G_{G-1}	X
y_1	d_1	g_1	w_1	$D_{1,1}$	\dots	$D_{D,1}$	$G_{1,1}$	\dots	$G_{G-1,1}$	x_1
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\dots	\vdots	\vdots	\dots	\vdots	\vdots
y_n	d_n	g_n	w_n	$D_{1,n}$	\dots	$D_{D,n}$	$G_{1,n}$	\dots	$G_{G-1,n}$	x_n

En notación matricial, el vector de respuestas es $\mathbf{y} = \mathbf{y}_{n \times 1}$ y la matriz de diseño es $\mathbf{X} = \mathbf{X}_{n \times p}$, con $p = D + G$. El vector de parámetros es

$$\boldsymbol{\beta} = (u_1, \dots, u_D, A_1, \dots, A_{G-1}, \beta).$$

El logaritmo de la función de verosimilitud ponderada es

$$\ell = \ell(\boldsymbol{\beta}) = \sum_{d=1}^D \sum_{g=1}^G \sum_{x=0}^1 \sum_{j=1}^{n_{dg}} w_{dgxj} \{y_{dgxj} \mathbf{x}_{dgxj} \boldsymbol{\beta} - \log(1 + \exp\{\mathbf{x}_{dgxj} \boldsymbol{\beta}\})\},$$

donde el subíndice $dgxj$ representa a la fila de la matriz \mathbf{X} que se corresponde con la unidad muestral j , el nivel g del factor A , el valor x de la covariable X y el área pequeña d .

Para calcular el estimador de máxima verosimilitud de $\boldsymbol{\beta}$, se usa el algoritmo de Newton-Raphson. La ecuación de recurrencia es

$$\hat{\boldsymbol{\beta}}^{(r)} = \hat{\boldsymbol{\beta}}^{(r-1)} - H^{-1}(\hat{\boldsymbol{\beta}}^{(r-1)}) U(\hat{\boldsymbol{\beta}}^{(r-1)}),$$

donde el superíndice (r) se pone para la iteración r del algoritmo, $U(\hat{\boldsymbol{\beta}})$ es el vector de puntuaciones (scores) con las derivadas parciales primeras $\frac{\partial \ell(\hat{\boldsymbol{\beta}})}{\partial \boldsymbol{\beta}_i}$ y $H(\hat{\boldsymbol{\beta}})$ es la matriz Hessiana con las derivadas parciales segundas $\frac{\partial^2 \ell(\hat{\boldsymbol{\beta}})}{\partial \boldsymbol{\beta}_i \partial \boldsymbol{\beta}_j}$.

El estimador *logístico de regresión generalizada a nivel individual* (LGREG2) de \bar{Y}_d es

$$\hat{Y}_d^{lgreg2} = \hat{p}_{d\cdot} = \frac{1}{N_d} \sum_{g=1}^G \sum_{x=0}^1 \sum_{j=1}^{N_{dgx}} \hat{p}_{dgxj} = \frac{1}{N_d} \sum_{g=1}^G \sum_{x=0}^1 \sum_{j=1}^{N_{dgx}} \frac{\exp\{\mathbf{x}_{dgxj} \hat{\boldsymbol{\beta}}\}}{1 + \exp\{\mathbf{x}_{dgxj} \hat{\boldsymbol{\beta}}\}} \quad (8.39)$$

y

$$\hat{R}_d^{lgreg2} = \frac{N_d}{\widehat{M}_d^{directo}} \hat{Y}_d^{lgreg2},$$

donde $\hat{\boldsymbol{\beta}}$ son las estimaciones de máxima verosimilitud ponderadas.

Sin embargo, este estimador se calcula más eficientemente usando la fórmula

$$\hat{Y}_d^{lgreg2} = \frac{1}{N_d} \sum_{g=1}^G \sum_{x=0}^1 N_{g,x} \frac{\exp\{\mathbf{x}_{dgx} \hat{\boldsymbol{\beta}}\}}{1 + \exp\{\mathbf{x}_{dgx} \hat{\boldsymbol{\beta}}\}},$$

donde $N_{g,x}$ es el número de individuos del área pequeña d de la población objetivo que cumplen que $G = g$ y $X = x$. Este estimador puede calcularse con las variables de grupo G y H , por lo que tenemos los estimadores 18(g) and 18(h).

Estimador 19: Versión LBLUP (blup logístico) del estimador LGREG2, con 2 – APES501 (registrado en una oficina de empleo público) como variable X . El estimador LBLUP2 es

$$\widehat{Y}_d^{lblup2} = \widehat{Y}_d^{lgreg2} + \frac{1}{N_d} \left[\sum_{g=1}^G \sum_{x=0}^1 \sum_{j=1}^{n_{dgx}} (y_{dgxj} - \widehat{p}_{dgxj}) \right], \quad \widehat{R}_d^{lblup2} = \frac{N_d}{\widehat{M}_d^{directo}} \widehat{Y}_d^{lblup2}. \quad (8.40)$$

Este estimador puede calcularse con las variables de grupo G y H , por lo que tenemos los estimadores 19(g) and 19(h).

Estimador 20: Estimador logístico de regresión generalizada a nivel de área (ALGREG) con $n_d \widehat{Y}_d^{wdirecto}$ (Estimador 2) como variable de respuesta y “registrados en una oficina de empleo público (fuente INEM: Instituto Nacional de Empleo)” como variable X a nivel de área. El modelo es

$$y_d = n_d \widehat{Y}_d^{wdirecto} \sim Binomial(n_d, p_d), \quad logit(p_d) = \log \frac{p_d}{1 - p_d} = \alpha + \beta x_d, \quad d = 1, \dots, D,$$

y el estimador ALGREG es

$$\widehat{Y}_d^{algreg} = \widehat{p}_d = \frac{\exp\{\widehat{\alpha} + \widehat{\beta} X_d\}}{1 + \exp\{\widehat{\alpha} + \widehat{\beta} X_d\}}, \quad \widehat{R}_d^{algreg} = \frac{N_d}{\widehat{M}_d^{directo}} \widehat{Y}_d^{algreg}, \quad (8.41)$$

donde

$$\widehat{\alpha} = \frac{\sum_{d=1}^D Z_d T_d \sum_{d=1}^D T_d X_d^2 - \sum_{d=1}^D Z_d T_d X_d \sum_{d=1}^D T_d X_d}{\sum_{d=1}^D T_d \sum_{d=1}^D T_d X_d^2 - \left(\sum_{d=1}^D T_d X_d \right)^2},$$

$$\widehat{\beta} = \frac{\sum_{d=1}^D T_d \sum_{d=1}^D Z_d T_d X_d - \sum_{d=1}^D Z_d T_d \sum_{d=1}^D T_d X_d}{\sum_{d=1}^D T_d \sum_{d=1}^D T_d X_d^2 - \left(\sum_{d=1}^D T_d X_d \right)^2},$$

$$Z_d = \log \frac{\widehat{Y}_d^{wdirecto}}{1 - \widehat{Y}_d^{wdirecto}},$$

$$T_d = n_d \widehat{Y}_d^{wdirecto} (1 - \widehat{Y}_d^{wdirecto}).$$

Estimador 21(a): Estimador de Fay-Herriot con $\widehat{Y}_d^{wdirecto}$ (Estimador 2) como variable de respuesta y “registrados en una oficina de empleo público (fuente INEM: Instituto Nacional de Empleo)” como variable X a nivel de área.

$$\widehat{Y}_d^{FH} = \frac{\widehat{\sigma}_u^2}{\widehat{\sigma}_u^2 + \widehat{\sigma}_d^2} \widehat{N}_d \widehat{Y}_d^{wdirecto} + \frac{\widehat{\sigma}_d^2}{\widehat{\sigma}_u^2 + \widehat{\sigma}_d^2} \widehat{\beta} X_d, \quad \widehat{R}_d^{FH} = \frac{1}{\widehat{M}_d^{directo}} \widehat{Y}_d^{FH}, \quad (8.42)$$

donde

$$\begin{aligned}\hat{\beta} &= \frac{\sum_{d=1}^D \frac{1}{\hat{\sigma}_u^2 + \hat{\sigma}_d^2} X_d \hat{N}_d \hat{Y}_d^{wdirecto}}{\sum_{d=1}^D \frac{1}{\hat{\sigma}_u^2 + \hat{\sigma}_d^2} X_d^2} \quad (8.43) \\ \hat{\sigma}_d^2 &= V(\hat{N}_d \hat{Y}_d^{wdirecto}) = \frac{N_d(N_d - n_d)}{n_d} S_d^2, \quad \text{donde } S_d^2 = \frac{1}{N_d} \sum_{j=1}^{N_d} (Y_{dj} - \bar{Y}_d)^2 \\ \hat{\sigma}_u^2 &= \max \left\{ \frac{1}{D-1} \left[\sum_{d=1}^D (\hat{N}_d \hat{Y}_d^{wdirecto} - \hat{b}_u X_d)^2 - \sum_{d=1}^D \hat{\sigma}_d^2 \left(1 - \frac{X_d^2}{\sum_{j=1}^D X_j^2} \right) \right], 0 \right\} \\ \hat{b}_u &= \frac{\sum_{d=1}^D X_d \hat{N}_d \hat{Y}_d^{wdirecto}}{\sum_{d=1}^D X_d^2}\end{aligned}$$

Estimador 21(b): Estimador de Fay-Herriot con $\hat{Y}_d^{wdirecto}$ (Estimador 2) como variable de respuesta y con 2 - APES501 (registrados en una oficina de empleo público) como variable X .

$$\hat{Y}_d^{FH} = \frac{\hat{\sigma}_u^2}{\hat{\sigma}_u^2 + \hat{\sigma}_d^2} \hat{Y}_d^{wdirecto} + \frac{\hat{\sigma}_d^2}{\hat{\sigma}_u^2 + \hat{\sigma}_d^2} \hat{\beta} \bar{X}_d, \quad \hat{R}_d^{FH} = \frac{N_d}{\hat{M}_d^{directo}} \hat{Y}_d^{FH}, \quad (8.44)$$

donde

$$\begin{aligned}\hat{\beta} &= \frac{\sum_{d=1}^D \frac{1}{\hat{\sigma}_u^2 + \hat{\sigma}_d^2} \bar{X}_d \hat{Y}_d^{wdirecto}}{\sum_{d=1}^D \frac{1}{\hat{\sigma}_u^2 + \hat{\sigma}_d^2} \bar{X}_d^2} \quad (8.45) \\ \hat{\sigma}_d^2 &= V(\hat{Y}_d^{wdirecto}) = \frac{N_d - n_d}{n_d N_d} S_d^2, \quad \text{donde } S_d^2 = \frac{1}{N_d} \sum_{j=1}^{N_d} (Y_{dj} - \bar{Y}_d)^2 \\ \hat{\sigma}_u^2 &= \max \left\{ \frac{1}{D-1} \left[\sum_{d=1}^D (\hat{Y}_d^{wdirecto} - \hat{b}_u \bar{X}_d)^2 - \sum_{d=1}^D \hat{\sigma}_d^2 \left(1 - \frac{\bar{X}_d^2}{\sum_{j=1}^D \bar{X}_j^2} \right) \right], 0 \right\} \\ \hat{b}_u &= \frac{\sum_{d=1}^D \bar{X}_d \hat{Y}_d^{wdirecto}}{\sum_{d=1}^D \bar{X}_d^2}\end{aligned}$$

Estimador 21(a) sintético: Versión sintética del estimador de Fay-Herriot (8.42)

$$\hat{Y}_d^{SFH} = X_d \hat{\beta}, \quad \hat{R}_d^{SFH} = \frac{1}{\hat{M}_d^{directo}} \hat{Y}_d^{SFH}, \quad (8.46)$$

donde $\hat{\beta}$ se define en (8.43) y X_d es el total del área pequeña d para la variable “registrados en una oficina de empleo público(fuente INEM: Instituto Nacional de Empleo)”.

Estimador 21(b) sintético: Versión sintética del estimador de Fay-Herriot (8.44)

$$\hat{Y}_d^{SFH} = \bar{X}_d \hat{\beta}, \quad \hat{R}_d^{SFH} = \frac{N_d}{\hat{M}_d^{directo}} \hat{Y}_d^{SFH}, \quad (8.47)$$

donde $\hat{\beta}$ se define en (8.45) y \bar{X}_d es la media del área pequeña d de la variable 2 – APES501.

Estimador 22: Estimador logístico a nivel de área con modelo mixto (LAMIX), con $n_d \hat{Y}_d^{wdirecto}$ (Estimador 2) como variable de respuesta y “registrados en una oficina de empleo público (fuente INEM: Instituto Nacional de Empleo)” como variable X a nivel de área. El modelo es

$$y_d = n_d \bar{Y}_d^{wdirecto} \sim Binomial(n_d, p_d), \quad \text{logit}(p_d) = \log \frac{p_d}{1 - p_d} = u_d + \beta x_d, \quad (8.48)$$

donde β es un parámetro desconocido y los u_d , $d = 1, \dots, D$, son i.i.d. $\mathcal{N}(0, \sigma_u^2)$.

El estimador es

$$\hat{Y}_d^{lamix} = \frac{\exp\{\hat{u}_d + \hat{\beta} X_d\}}{1 + \exp\{\hat{u}_d + \hat{\beta} X_d\}}, \quad \hat{R}_d^{lamix} = \frac{N_d}{\hat{M}_d^{directo}} \hat{Y}_d^{lamix}, \quad (8.49)$$

donde

$$\hat{u}_d = \frac{n_d(\bar{Y}_d^{wdirecto} - p_d^0)}{\frac{1}{\sigma_u^2} + n_d p_d^0(1 - p_d^0)}, \quad p_d^0 = \frac{\exp\{\hat{\beta} X_d\}}{1 + \exp\{\hat{\beta} X_d\}}$$

y $\hat{\beta}$ y $\hat{\sigma}_u^2$ son los estimadores de máxima verosimilitud de β y σ_u^2 respectivamente.

Los estimadores de máxima verosimilitud pueden calcularse aplicando el método de Newton-Raphson para aproximar la función de verosimilitud

$$\ell_d = h_d(\beta) - \frac{1}{2} \log \left(\frac{1}{\sigma_u^2} + n_d p_d^0(1 - p_d^0) \right) + \frac{1}{2} \frac{(y_d - n_d p_d^0)^2}{\frac{1}{\sigma_u^2} + n_d p_d^0(1 - p_d^0)} - \frac{1}{2} \log \sigma_u^2,$$

donde

$$h_d(\beta) = \log \binom{n_d}{y_d} + y_d \beta X_d - n_d \log [1 + \exp\{\beta X_d\}].$$

Con esta finalidad definimos

$$\begin{aligned} p_d^1 &= \frac{\partial p_d^0}{\partial \beta} = p_d^0(1 - p_d^0)x_d, & p_d^2 &= \frac{\partial^2 p_d^0}{\partial \beta^2} = p_d^0(1 - p_d^0)(1 - 2p_d^0)x_d^2, \\ h_d^1 &= \frac{\partial h_d}{\partial \beta} = (y_d - n_d p_d^0)x_d, & h_d^2 &= \frac{\partial^2 h_d}{\partial \beta^2} = -n_d p_d^0(1 - p_d^0)x_d^2, \\ z_d &= y_d - n_d p_d^0, & v_d &= \frac{1}{\sigma_u^2} + n_d p_d^0(1 - p_d^0), \\ r_d &= 1 - 2p_d^0 & s_d &= 1 + 2y_d - 2(1 + n_d)p_d^0. \end{aligned}$$

Las derivadas primeras parciales de ℓ_d y las puntuaciones (scores) son

$$\begin{aligned} U_{1,d} &= \frac{\partial \ell_d}{\partial \beta} = h_d^1 - p_d^1 \frac{n_d}{2} \left[\frac{s_d}{v_d} + \frac{r_d z_d^2}{v_d^2} \right], & U_1 &= \sum_{d=1}^D U_{1,d}, \\ U_{2,d} &= \frac{\partial \ell_d}{\partial \sigma_u^2} = \frac{1}{2\sigma_u^4 v_d} + \frac{z_d^2}{2\sigma_u^4 v_d^2} - \frac{1}{2\sigma_u^2}, & U_2 &= \sum_{d=1}^D U_{2,d}. \end{aligned}$$

Las derivadas segundas parciales de ℓ_d son

$$\begin{aligned} h_{11,d} &= \frac{\partial^2 \ell_d}{\partial \beta \partial \beta} = h_d^2 + \frac{n_d [2(1+n_d)v_d + n_d s_d r_d] (p_d^1)^2}{2v_d^2} - \frac{n_d s_d p_d^2}{2v_d} \\ &\quad + \frac{n_d z_d (z_d + n_d r_d) (p_d^1)^2}{v_d^2} + \frac{n_d^2 r_d^2 z_d^2 (p_d^1)^2}{v_d^3} - \frac{n_d r_d z_d^2 p_d^2}{2v_d^2}, \\ h_{12} &= \frac{\partial^2 \ell_d}{\partial \beta \partial \sigma_u^2} = -\frac{n_d r_d p_d^1}{2\sigma_u^4 v_d^2} - \frac{z_d n_d p_d^1}{\sigma_u^4 v_d^2} - \frac{z_d^2 n_d r_d p_d^1}{\sigma_u^4 v_d^3} \\ h_{22} &= \frac{\partial^2 \ell_d}{\partial \sigma_u^2 \partial \sigma_u^2} = -\frac{1 + 2n_d p_d^0 (1 - p_d^0) \sigma_u^2}{2\sigma_u^8 v_d^2} - \frac{n_d p_d^0 (1 - p_d^0) z_d^2}{\sigma_u^6 v_d^3} + \frac{1}{2\sigma_u^4}. \end{aligned}$$

Los elementos de la matriz Hessiana son

$$h_{11} = \sum_{d=1}^D h_{11,d}, \quad h_{12} = \sum_{d=1}^D h_{12,d}, \quad h_{22} = \sum_{d=1}^D h_{22,d}.$$

El vector de parámetros, el vector de puntuaciones y la matriz Hessiana son

$$\mathbf{b} = \begin{pmatrix} \beta \\ \sigma_u^2 \end{pmatrix}, \quad \mathbf{U} = \begin{pmatrix} U_1 \\ U_2 \end{pmatrix}, \quad \mathbf{H} = \begin{pmatrix} h_{11} & h_{12} \\ h_{12} & h_{22} \end{pmatrix}.$$

Las estimaciones de máxima verosimilitud se obtienen resolviendo la siguiente ecuación iterativa

$$\mathbf{b}^{(m)} = \mathbf{b}^{(m-1)} - [\mathbf{H}^{(m-1)}]^{-1} \mathbf{U}^{(m-1)},$$

donde $\mathbf{b}^{(m)}$ es la aproximación m -ésima al vector $(\hat{\beta}, \hat{\sigma}_u^2)^t$ de estimaciones y $\mathbf{H}^{(m)}$, $\mathbf{U}^{(m)}$ son \mathbf{H} , \mathbf{U} , respectivamente, evaluados en $\mathbf{b}^{(m)}$. El algoritmo empieza con la semilla $\mathbf{b}^{(0)}$; por ejemplo $\mathbf{b}^{(0)} = (0, 1)^t$. El algoritmo termina cuando $|\hat{\beta}^{(m)} - \hat{\beta}^{(m-1)}| < \varepsilon$ y $|\hat{\sigma}_u^{2(m)} - \hat{\sigma}_u^{2(m-1)}| < \varepsilon$ para algún $\varepsilon > 0$ dado (por ejemplo $\varepsilon = 0.001$).

Si no se selecciona ningún individuo de una determinada área pequeña d , algunos de los estimadores no pueden ser calculados. Por este motivo, se han adoptado los siguientes criterios para completar las definiciones cuando el tamaño muestral $n_{pd} = 0$ para alguna área pequeña d en la provincia p .

1. $\widehat{Y}_{pd}^{wdirecto} \triangleq \widehat{Y}_p^{wdirecto}$, donde $\widehat{Y}_{pd}^{wdirecto}$ y $\widehat{Y}_p^{wdirecto}$ son los estimadores *wdirecto* (Estimador 2) de \bar{Y} del área pequeña d de la provincia p y de la provincia p respectivamente. El mismo criterio se usa para el denominador, es decir, $\widehat{M}_{pd}^{wdirecto} \triangleq \widehat{M}_p^{wdirecto}$.
2. $\widehat{\gamma}_d^w = 0$ en el estimador 9.

La fórmula de Z_d en el estimador 20 no puede calcularse si $\widehat{Y}_d^{wdirecto} = 0$ o 1 para estos casos, sustituimos el estimador *wdirecto* del área pequeña (comarca) por el estimador *wdirecto* de su provincia.

8.4 Los estimadores estándar de EURAREA

Los *estimadores estándar* son los estimadores que se aplican y se evalúan en todos los conjuntos de datos del proyecto EURAREA.

Los estimadores estándar son:

1. El estimador directo

$$\widehat{Y}_d^{\text{directo}} = \frac{1}{\widehat{N}_d} \sum_{j \in s_d} w_j y_j, \quad \text{donde} \quad \widehat{N}_d = \sum_{j \in s_d} w_j,$$

y $w_j = \frac{1}{\pi_j}$. Aquí, s_d se refiere al conjunto de muestras del área pequeña d y π_j se refiere a la probabilidad de inclusión de una muestra.

2. Los estimadores GREG con modelos de regresión lineales estándar

$$\widehat{Y}_d^{\text{GREG}} = \frac{1}{\widehat{N}_d} \sum_{j \in s_d} w_j y_j + \left(\overline{\mathbf{X}}_d^T - \frac{1}{\widehat{N}_d} \sum_{j \in s_d} w_j \mathbf{x}_j \right)^T \widehat{\boldsymbol{\beta}},$$

donde $\widehat{\boldsymbol{\beta}}$ es la estimación de regresión de mínimos cuadrados asumiendo un modelo lineal estándar:

$$y_{jd} = \mathbf{x}_{dj}^T \boldsymbol{\beta} + e_{dj}, \quad E[e_{dj}] = 0, \quad V[e_{dj}] = \sigma_e^2.$$

3. Los estimadores de regresión sintética

$$\widehat{Y}_d^{\text{RSYNT}} = \overline{\mathbf{X}}_d^T \widehat{\boldsymbol{\beta}}$$

considerando tres modelos diferentes:

- (a) Modelos lineales con covariables a nivel individual

$$y_{dj} = u_d + \mathbf{X}_d^T \boldsymbol{\beta} + \mathbf{Z}_{dj}^T \boldsymbol{\eta} + e_{dj},$$

$$u_d \sim i.i.d. \mathcal{N}(0, \sigma_u^2), \quad e_{dj} \sim i.i.d. \mathcal{N}(0, \sigma_e^2) \text{ independientes.}$$

- (b) Modelos lineales normales con covariables a nivel de área

$$\overline{Y}_d = u_d + \mathbf{X}_d^T \boldsymbol{\beta} \quad \text{and} \quad \widehat{Y}_d^{\text{DIRECTO}} = \overline{Y}_d + \varepsilon_d$$

$$u_d \sim i.i.d. \mathcal{N}(0, \sigma_u^2), \quad \varepsilon_d \sim i.i.d. \mathcal{N}(0, \sigma_\varepsilon^2) \text{ independientes.}$$

- (c) Modelos logísticos con covariables a nivel de área

$$\overline{Y}_d \sim \text{Binomial} \left(n_d, \frac{p_d(1-p_d)}{n_d} \right),$$

$$\text{logit}(p_d) = u_d + \mathbf{X}_d^T \boldsymbol{\beta}, \quad u_d \sim i.i.d. \mathcal{N}(0, \sigma_u^2).$$

4. Los estimadores EBLUP usando los modelos (a) y (b) anteriores

$$\widehat{Y}_d^{EBLUP} = \gamma_d \widehat{Y}_d^{GREG} + (1 - \gamma_d) \widehat{Y}_d^{SYNTH}$$

con

$$\gamma_d = \frac{\widehat{\sigma}_u^2}{\widehat{\sigma}_u^2 + \frac{\widehat{\sigma}_\varepsilon^2}{n_d}} \quad \text{o} \quad \gamma_d = \frac{\widehat{\sigma}_u^2}{\widehat{\sigma}_u^2 + \widehat{\sigma}_\varepsilon^2}.$$

En la Tabla 8.4.1. muestra cuales de los estimadores introducidos en la Section 8.2 son estimadores estándar de EURAREA

Estimadores Estándar	Estimadores de la Sección 8.2
1 Directo	Estimador 2 en (8.2)
2 GREG	Estimadores 7 y 14 en (8.12) y (8.31)
3(a) RSYNT	Estimadores 9 sintético en (8.21)
3(b) RSYNT	Estimadores sintéticos 21(a) y 21(b) en (8.46) y (8.47)
3(c) RSYNT	Estimador sintético 22 en (8.49)
4(a) EBLUP	Estimador 9 en (8.17)
4(b) EBLUP	Estimadores 21(a) y 21(b) en (8.42) y (8.44)

Tabla 8.4.1. Estimadores estándar de EURAREA en este capítulo.

8.5 Medidas del error muestral en experimentos de simulación

Para evaluar la bondad de los estimadores de áreas pequeñas propuestos es necesario calcular el porcentaje de desempleo OIT. Se realizan $K = 10,000$ replicaciones en la Comunidad Autónoma de Valencia y $K = 2,000$ en el universo EURAREA para España. En cada replicación se obtiene una muestra de la población artificial y los estimadores se calculan por cada replicación y muestra.

Sea $\widehat{R}_d(k)$ la estimación del porcentaje de desempleo OIT para el área pequeña d en la k -ésima replicación de la muestra. Se consideran los siguientes criterios estándar de rendimiento:

1. El porcentaje relativo de la eficiencia de la estimación para el área pequeña d (average relative efficiency):

$$ARE_d = \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K \left(\frac{\widehat{R}_d(k)}{R_d} \right) 100 \tag{8.50}$$

2. La media de las eficiencias relativas medias:

$$\overline{ARE} = \frac{1}{D} \sum_{d=1}^D ARE_d, \tag{8.51}$$

donde D es el número de áreas pequeñas consideradas.

3. El porcentaje relativo de sesgo para el área pequeña d (average relative bias):

$$ARB_d = \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K \left| \frac{\widehat{R}_d(k)}{R_d} - 1 \right| 100. \quad (8.52)$$

4. La media de los sesgos relativos medios:

$$\overline{ARB} = \frac{1}{D} \sum_{d=1}^D ARB_d. \quad (8.53)$$

5. El porcentaje relativo de la raíz cuadrada de la media de los errores cuadráticos para el área pequeña d (relative mean squared error)

$$RMSE_d = \frac{100}{R_d} \sqrt{\frac{1}{K} \sum_{k=1}^K (\widehat{R}_d(k) - R_d)^2}. \quad (8.54)$$

6. La media de los errores cuadráticos medios relativos

$$\overline{RMSE} = \frac{1}{D} \sum_{d=1}^D RMSE_d, \quad (8.55)$$

8.6 Experimentos de simulación Monte Carlo

En esta sección se describen los experimentos de simulación. En estos experimentos se generan muestras aleatorias del fichero APES (restringido a las personas de 16 o más años) y se evalúan los estimadores. Con este propósito se han desarrollado programas C++ para trabajar primero con la Comunidad Autónoma de Valencia y después con el universo EURAREA para España.

8.6.1 La Comunidad Autónoma de Valencia

Para la simulación se han considerado los siguientes *diseños muestrales*:

SD1 *Diseño aleatorio simple sin reemplazamiento dentro de cada provincia*. Siguiendo esta estrategia se han seleccionado aleatoriamente conjuntos de 1440, 1440 y 2160 viviendas de las provincias de Alicante, Castellón y Valencia respectivamente. Todos los individuos con 16 o más años del domicilio seleccionado se incluyen en la muestra. Obsérvese que los tamaños muestrales de las provincias y de las comunidades autónomas son cantidades aleatorias a nivel individual.

Los pesos muestrales para los individuos seleccionados de la provincia p son $w_p = N_p^{dwe} / n_p^{dwe}$, donde n_p^{dwe} y N_p^{dwe} son el número de de domicilios muestral y poblacional de la provincia p respectivamente. En el caso de la Comunidad Autónoma de Valencia tenemos:

provincia	Alicante	Castellón	Valencia
N_p^{dwe}	398280	143659	673544
n_p^{dwe}	1440	1440	2160
w_p	276.58	99.76	311.83

SD2 *Diseño aleatorio simple sin reemplazamiento dentro del estrato de cada provincia de la comunidad autónoma.* Los estratos se toman de la Encuesta de Población Activa (EPA) y sus valores vienen definidos por la variable APES104 del fichero APES. En el caso de la Comunidad Autónoma de Valencia el número de domicilio por estrato lo podemos ver en la siguiente tabla.

estrato	1	2	3	4	5	6	7	8	9	total
Alicante	360	180	0	240	240	120	180	60	60	1440
Castellón	480	0	0	0	300	240	60	180	180	1440
Valencia	960	0	0	120	480	180	180	120	120	2160

Como todos los individuos con 16 o más años del domicilio seleccionado se incluyen en la muestra, los tamaños muestrales de las provincias y de las comunidades autónomas son cantidades aleatorias a nivel individual.

Los pesos de los individuos seleccionados del estrato h de la provincia p son $w_{ph} = N_{ph}^{dwe}/n_{ph}^{dwe}$, donde n_{ph}^{dwe} y N_{ph}^{dwe} son el número de domicilios muestral y poblacional del estrato h de la provincia p respectivamente. Para la provincia de Alicante ($p = 1$) tenemos

estrato	1	2	3	4	5	6	7	8	9
N_{1h}^{dwe}	82777	53506	0	37745	95402	47866	48200	13598	19186
n_{1h}^{dwe}	360	180	0	240	240	120	180	60	60
w_{1h}	229.94	297.26	0.00	157.27	397.51	398.88	267.78	226.63	319.77

Para la provincia de Castellón ($p = 2$) tenemos

estrato	1	2	3	4	5	6	7	8	9
N_{2h}^{dwe}	41668	0	0	0	34705	19645	10347	14059	23232
n_{2h}^{dwe}	480	0	0	0	300	240	60	180	180
w_{2h}	86.81	0.00	0.00	0.00	115.68	81.85	172.45	78.11	129.07

Para la provincia de Valencia ($p = 3$) tenemos

estrato	1	2	3	4	5	6	7	8	9
N_{3h}^{dwe}	252173	0	0	49793	146936	71358	63743	48841	40700
n_{3h}^{dwe}	960	0	0	120	480	180	180	120	120
w_{3h}	262.68	0.00	0.00	414.94	306.12	396.43	354.13	407.01	339.17

Para *ajustar los modelos* y deducir los estimadores se han considerado los siguientes casos:

FM1 *Un modelo por provincia*, es decir, para cada provincia solamente sus datos muestrales se utilizan para ajustar los modelos. En este caso, ajustamos tres modelos uno por cada provincia de la comunidad autónoma.

FM2 *Un modelo para la Comunidad Autónoma*, es decir, todos los datos muestrales de la Comunidad Autónoma se utilizan para ajustar el modelo. Este modelo se usa para todas sus provincias.

La siguiente tabla resume las cuatro simulaciones que se han realizado para evaluar los estimadores de la tasa de paro OIT en la Comunidad Autónoma de Valencia.

		Modelo ajustado	
		FM1	FM2
Diseño muestral	SD1	Simulación 1	Simulación 2
	SD2	Simulación 3	Simulación 4

Se han realizado un preproceso previo antes de realizar la simulaciones:

1. Se ordena ascendentemente el fichero APES de acuerdo al contenido de las variables *APES103*, *APES104*, *APES106*, *APES401*, *APES402* y *APES201*.

2. Se crea un fichero auxiliar de índices. La fila i de este fichero es la posición del domicilio i en el fichero APES.
3. Se generan ficheros auxiliares que contienen la siguiente información: Comunidad Autónoma, provincia, área pequeña d y las variables N_d , M_d , \bar{Y}_d , S_Y , R_d , \bar{X}_{d0} , \bar{X}_{d1} , \bar{X}_{d2} definidas en la Sección B.2 del Apéndice B.

Para seleccionar una muestra aleatoria simple de tamaño n^{dwe} , sin reemplazamiento, de una población de tamaño N^{dwe} , se ha implementado un algoritmo para simular números aleatorios uniformes en el conjunto $\{1, 2, \dots, N^{dwe}\}$. Se generan números uniformes discretos hasta que obtenemos n^{dwe} números diferentes.

Para cada número aleatorio uniforme u generado, la posición de la vivienda u -ésima en el fichero APES se toma del fichero auxiliar. De esta forma tenemos acceso directo a la citada posición en el fichero APES. Partiendo de esa posición del fichero APES (primer individuo del primer hogar del domicilio) seleccionamos a todos aquellos individuos que viven en ese domicilio y cuya edad es de 16 o más años. Todos los individuos del domicilio tienen los mismos valores en las variables $APES103$, $APES104$, $APES106$ y $APES401$.

Recuérdese que la simulación se realiza sobre una versión reducida del fichero APES, es decir, las personas con 15 o menos años no se consideran. Como el fichero APES está ordenado secuencialmente la búsqueda empieza en la persona de referencia del primer hogar del domicilio y termina cuando se encuentra un nuevo domicilio, es decir, cuando se obtiene un nuevo valor de la variable $APES401$.

En cada replicación se realizan las siguientes operaciones.

1. Se genera una muestra de 5040 viviendas de la Comunidad Autónoma de Valencia. Todos los individuos de la vivienda seleccionada se incluyen en la muestra. La muestra se genera de acuerdo al diseño SD1 o SD2.
2. Los modelos se ajustan de acuerdo a las estrategias FM1 o FM2.
3. Los estimadores de áreas pequeñas para el porcentaje de desempleo OIT son evaluados y comparados con su correspondiente cantidad poblacional.

Cuando termina el proceso de $K = 10,000$ replicaciones se evalúan las medidas de eficiencia. El fichero APES restringido a las personas con 16 o más años de la Comunidad Autónoma de Valencia tiene un tamaño de 126.301 Mbytes.

En las Secciones B.3–B.6 del Apéndice B se presentan los resultados numéricos. Los mejores resultados se imprimen en **negrita** siguiendo las siguientes reglas:

1. En Alicante y Valencia los resultados en negrita aparecen cuando la media de los valores de ARE , ARB y RMS verifican que $98.75 < ARE < 101.25$, $ARB < 16.00$ y $RMS < 20.00$.
2. En Castellón los resultados en negrita aparecen cuando la media de los valores de ARE , ARB y RMS verifican que $99.00 < ARE < 101.00$, $ARB < 14.00$ y $RMS < 17.00$.

Para cada combinación de diseño muestral (SD) y ajuste del modelo (FM), en las Tablas 8.6.1–8.6.3 se presentan las medidas de eficiencia \overline{ARE} y \overline{RMSE} (definidas aplicando (8.51) y (8.55) a nivel de provincia).

Se usa la siguiente notación: \overline{ARE}_{ij} y \overline{RMSE}_{ij} denotan \overline{ARE} y \overline{RMSE} para el diseño muestral SD_i y el modelo ajustado FM_j . Además,

$$\overline{ARE}_{..} = \frac{1}{4} \sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^2 \overline{ARE}_{ij} \quad \text{y} \quad \overline{RMSE}_{..} = \frac{1}{4} \sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^2 \overline{RMSE}_{ij}.$$

En la columna 1, se enumeran los estimadores \hat{R} . En las columnas 2-9, con las etiquetas ARE y $RMSE$, se presentan las medidas de eficiencia \overline{ARE} y \overline{RMSE} . En las columnas 10 y 11 se presentan $\overline{ARE}_{..}$ y $\overline{RMSE}_{..}$.

La Tablas 8.6.1–8.6.3 se dividen en tres partes. Dentro de cada parte, las filas se ordenan de acuerdo a $\overline{RMSE}_{..}$ (columna 11). Los resultados de los estimadores con $\overline{ARE}_{..} \in (94, 106)$ se presentan en la primera y segunda parte de las tablas. Los estimadores de estas dos partes presentan un buen comportamiento respecto al sesgo. En la primera parte de la tabla se pueden ver los estimadores cuyo comportamiento es similar o mejor que el estimador 2 (w -directo) y, en consecuencia, alguno de ellos se pueden recomendar como una buena alternativa a los estimadores directos clásicos. En la Tabla 8.6.1 se presentan los resultados de la provincia de Alicante, en la Tabla 8.6.3 se presentan los resultados de la provincia de Castellón y en la Tabla 8.6.3 se presentan los resultados de la provincia de Valencia.

\hat{R}	SD1-MF1		SD2-MF1		SD1-MF2		SD2-MF2		media	
	ARE	RMSE	ARE	RMSE	ARE	RMSE	ARE	RMSE	ARE	RMSE
20	104.69	17.40	105.44	17.75	102.56	15.89	102.36	15.873	103.76	16.73
21b	107.86	20.89	109.78	22.08	101.74	14.26	101.76	14.256	105.29	17.87
21bs	107.86	20.89	109.78	22.08	101.74	14.26	101.76	14.256	105.29	17.87
12	98.89	18.14	98.83	18.67	99.25	18.14	99.08	18.633	99.01	18.39
21a	102.54	20.24	101.37	20.07	94.71	19.43	95.27	19.215	98.47	19.74
21as	102.54	20.24	101.37	20.07	94.71	19.43	95.27	19.215	98.47	19.74
10	101.19	20.12	101.14	20.65	101.27	20.14	101.08	20.630	101.17	20.39
8	101.19	20.12	101.14	20.65	101.27	20.14	101.08	20.630	101.17	20.39
9	101.19	20.12	101.14	20.65	101.27	20.14	101.08	20.632	101.17	20.39
7	101.19	20.12	101.14	20.65	101.27	20.14	101.08	20.632	101.17	20.39
1	99.78	19.98	99.75	21.08	99.86	19.92	99.71	21.082	99.78	20.51
2	99.78	19.98	99.75	21.08	99.86	19.92	99.71	21.082	99.78	20.51
19h	101.10	20.40	100.93	21.00	101.03	20.45	100.93	20.865	101.00	20.68
18h	101.10	20.40	100.93	21.00	101.03	20.45	100.92	20.865	100.99	20.68
19g	101.08	20.46	101.02	21.05	101.20	20.51	100.99	21.073	101.07	20.77
18g	101.08	20.46	101.02	21.06	101.20	20.51	100.99	21.074	101.07	20.77
15	101.32	20.57	101.29	21.14	101.40	20.61	101.24	21.155	101.31	20.87
14	101.32	20.57	101.29	21.14	101.40	20.61	101.24	21.156	101.31	20.87
13g	101.94	21.80	101.99	22.66	102.05	21.76	101.96	22.675	101.99	22.22
13h	101.99	21.85	101.99	22.74	101.89	21.74	101.98	22.779	101.96	22.28
11h	101.90	23.67	101.87	24.60	101.81	23.67	101.81	24.450	101.85	24.10
11g	101.90	23.70	101.93	24.59	101.97	23.70	101.89	24.632	101.92	24.16
3h	101.19	24.27	101.08	25.24	101.08	24.25	101.02	25.069	101.09	24.70
3g	101.21	24.29	101.14	25.20	101.27	24.28	101.10	25.241	101.18	24.75
22	94.99	19.01	95.01	19.36	92.46	19.31	92.47	19.663	93.73	19.33
6	109.84	25.01	109.93	25.26	109.60	24.55	109.64	24.786	109.75	24.90
17	109.84	25.01	110.07	25.33	114.29	27.13	114.45	27.386	112.16	26.21
16	109.84	25.01	109.93	25.26	114.57	27.32	114.60	27.488	112.23	26.27
5	74.02	28.89	74.06	29.12	77.90	25.97	77.91	26.202	75.97	27.54
4h	113.37	31.89	113.43	32.15	113.32	31.89	113.36	32.106	113.37	32.01
4g	113.52	32.14	113.59	32.41	113.50	32.13	113.61	32.478	113.55	32.29
9s	67.00	34.73	67.07	34.88	71.25	31.11	71.28	31.241	69.15	32.99

Tabla 8.6.1. Medidas de eficiencia para la provincia de Alicante

\hat{R}	SD1-MF1		SD2-MF1		SD1-MF2		SD2-MF2		media	
	ARE	RMSE	ARE	RMSE	ARE	RMSE	ARE	RMSE	ARE	RMSE
21b	104.60	14.15	105.02	14.55	100.77	9.20	101.02	9.39	102.85	11.82
21bs	104.60	14.15	105.02	14.55	100.77	9.20	101.02	9.39	102.85	11.82
21a	96.67	13.46	95.71	13.57	94.98	12.64	95.77	12.52	95.78	13.05
21as	96.67	13.46	95.71	13.57	94.98	12.64	95.77	12.52	95.78	13.05
12	96.37	15.70	96.21	16.59	96.40	15.73	96.20	16.45	96.29	16.12
4h	105.62	16.30	105.51	16.50	105.44	16.11	105.85	16.70	105.60	16.40
10	100.46	16.19	100.51	17.09	100.54	16.16	100.48	16.92	100.50	16.59
8	100.46	16.19	100.51	17.09	100.54	16.16	100.48	16.92	100.50	16.59
9	100.46	16.19	100.50	17.10	100.54	16.16	100.47	16.92	100.49	16.59
7	100.46	16.19	100.50	17.10	100.54	16.16	100.47	16.92	100.49	16.59
4g	105.85	16.57	105.80	16.81	105.79	16.47	105.98	16.80	105.86	16.66
19h	100.49	16.42	100.43	17.34	100.42	16.35	100.64	17.49	100.50	16.90
18h	100.49	16.42	100.41	17.35	100.42	16.35	100.62	17.49	100.49	16.90
19g	100.48	16.57	100.55	17.59	100.53	16.49	100.51	17.30	100.52	16.99
18g	100.48	16.57	100.52	17.60	100.53	16.49	100.49	17.31	100.51	16.99
15	100.60	16.58	100.67	17.57	100.69	16.62	100.67	17.40	100.66	17.04
14	100.60	16.58	100.67	17.58	100.67	17.74	100.67	17.41	100.65	17.33
1	99.86	17.01	99.85	18.21	99.86	17.05	99.90	18.15	99.87	17.60
2	99.86	17.01	99.85	18.21	99.86	17.05	99.90	18.15	99.87	17.60
13h	100.70	17.69	100.62	18.49	100.68	17.61	100.78	18.76	100.69	18.14
13g	100.69	17.70	100.66	18.61	100.67	17.74	100.76	18.64	100.69	18.17
11h	100.76	18.50	100.68	19.57	100.68	18.47	100.88	19.75	100.75	19.07
11g	100.77	18.69	100.82	19.78	100.73	18.66	100.88	19.64	100.80	19.19
3h	100.54	18.97	100.46	20.15	100.48	18.93	100.66	20.32	100.53	19.59
3g	100.55	19.16	100.60	20.37	100.52	19.13	100.64	20.19	100.58	19.71
20	102.30	14.32	102.54	14.63	114.65	18.64	115.68	19.60	108.79	16.80
6	107.90	18.05	107.90	18.32	107.93	18.04	108.04	18.33	107.94	18.18
22	113.25	18.46	113.27	18.58	113.67	18.55	113.93	18.91	113.53	18.62
17	107.90	18.05	107.95	18.34	113.33	19.46	113.46	19.64	110.66	18.87
16	107.90	18.05	107.90	18.32	113.77	19.82	113.86	19.96	110.86	19.04
9s	46.37	53.91	46.40	53.90	45.67	54.52	45.80	54.42	46.06	54.19
5	50.12	50.21	50.11	50.25	49.94	50.31	49.98	50.29	50.04	50.26

Tabla 8.6.2. Medidas de eficiencia para la provincia de Castellón

\hat{R}	SD1-MF1		SD2-MF1		SD1-MF2		SD2-MF2		media	
	ARE	RMSE	ARE	RMSE	ARE	RMSE	ARE	RMSE	ARE	RMSE
21b	102.86	16.69	103.63	16.62	101.73	14.11	101.70	13.79	102.48	15.30
21bs	102.86	16.69	103.63	16.62	101.73	14.11	101.70	13.79	102.48	15.30
20	104.39	17.19	105.23	17.26	101.66	14.63	101.74	14.47	103.26	15.89
22	95.26	17.25	95.18	17.14	95.05	17.05	95.03	17.00	95.13	17.11
16	103.55	18.08	103.54	17.92	99.53	17.32	99.42	17.21	101.51	17.63
17	103.55	18.08	103.62	17.94	99.84	17.35	99.80	17.24	101.70	17.65
6	103.55	18.08	103.54	17.92	103.66	18.19	103.52	17.99	103.56	18.04
12	96.76	19.10	96.77	19.07	96.58	19.28	96.46	19.22	96.64	19.17
4h	103.79	19.63	103.68	19.45	103.73	19.63	103.74	19.51	103.74	19.56
4g	103.72	19.65	103.71	19.50	103.81	19.65	103.66	19.47	103.73	19.57
10	101.16	20.98	101.15	20.90	101.22	21.01	101.04	20.80	101.14	20.92
9	101.16	20.98	101.15	20.90	101.22	21.01	101.04	20.80	101.14	20.92
8	101.16	20.98	101.15	20.90	101.22	21.01	101.04	20.80	101.14	20.92
7	101.16	20.98	101.15	20.90	101.22	21.01	101.04	20.80	101.14	20.92
1	99.72	21.18	99.74	21.33	99.76	21.17	99.68	21.38	99.72	21.26
2	99.72	21.18	99.74	21.33	99.76	21.17	99.68	21.38	99.72	21.26
18h	101.19	21.39	101.06	21.29	101.12	21.31	101.08	21.22	101.11	21.31
19h	101.19	21.39	101.08	21.29	101.12	21.31	101.09	21.23	101.12	21.31
18g	101.15	21.51	101.14	21.43	101.20	21.48	101.02	21.29	101.13	21.43
19g	101.15	21.51	101.15	21.44	101.20	21.48	101.04	21.29	101.13	21.43
15	101.30	21.50	101.31	21.43	101.36	21.49	101.20	21.30	101.29	21.43
14	101.30	21.50	101.31	21.43	101.36	21.49	101.20	21.30	101.29	21.43
13g	101.38	22.78	101.31	22.79	101.42	22.78	101.29	22.88	101.35	22.81
13h	101.47	22.83	101.31	22.86	101.41	22.77	101.39	22.80	101.39	22.82
11h	101.40	24.26	101.30	24.24	101.34	24.17	101.35	24.17	101.35	24.21
11g	101.31	24.31	101.31	24.34	101.39	24.28	101.23	24.26	101.31	24.30
21a	100.18	23.55	102.34	24.08	107.30	25.51	107.97	25.84	104.45	24.75
21as	100.18	23.55	102.34	24.08	107.30	25.51	107.97	25.84	104.45	24.75
3h	101.23	25.37	101.10	25.31	101.17	25.28	101.14	25.22	101.16	25.30
3g	101.15	25.44	101.14	25.43	101.23	25.41	101.05	25.34	101.14	25.40
5	59.07	41.81	59.02	41.86	56.46	44.27	56.41	44.32	57.74	43.06
9s	54.38	46.30	54.29	46.37	51.65	48.90	51.65	48.90	52.99	47.62

Tabla 8.6.3. Medidas de eficiencia para la provincia de Valencia

8.6.2 El universo EURAREA para España

En el universo EURAREA para España se consideran las siguientes Comunidades Autónomas: Andalucía ($APES102 = 1$), Canarias ($APES102 = 5$), Valencia ($APES102 = 10$), Galicia ($APES102 = 12$) y Madrid ($APES102 = 13$). Este universo representa más del 50% de la población Española y el fichero APES correspondiente tiene un tamaño de 650 Mbytes. Los experimentos de simulación se han realizado con $K = 2000$ replicaciones que ha tardado en ejecutarse 2 días, 10 horas, 22 minutos y 20 segundos.

Se usó el siguiente *diseño muestral*:

SD2 *Muestreo aleatorio simple sin reemplazamiento dentro del estrato de la provincia de la comunidad autónoma*. Los estratos son los definidos en la Encuesta de Población Activa (EPA) y vienen dados por la variable $APES104$ del fichero APES.

En la siguiente tablas se presentan los tamaños muestrales y poblacionales de los domicilios (N_h^{dwe} y n_h^{dwe}) y los pesos muestrales (w_h) de los individuos del estrato h .

provincia		estrato								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Almería	N_h^{dwe}	44687	0	0	0	23881	16692	12418	34591	0
	n_h^{dwe}	300	0	0	0	60	120	60	180	0
	w_h	148.96	0.00	0.00	0.00	398.02	139.10	206.97	192.17	0.00
Cádiz	N_h^{dwe}	42607	47571	22370	74480	43016	30179	23643	0	0
	n_h^{dwe}	300	240	120	240	240	180	120	0	0
	w_h	142.02	198.21	186.42	310.33	179.23	167.66	197.03	0.00	0.00
Córdoba	N_h^{dwe}	85386	0	0	0	39500	23601	35711	29877	0
	n_h^{dwe}	600	0	0	0	240	180	240	180	0
	w_h	142.31	0.00	0.00	0.00	164.58	131.12	148.80	165.98	0.00
Granada	N_h^{dwe}	75311	0	0	0	35794	24878	32986	61699	0
	n_h^{dwe}	480	0	0	0	240	120	240	360	0
	w_h	156.90	0.00	0.00	0.00	149.14	207.32	137.44	171.39	0.00
Huelva	N_h^{dwe}	38710	0	0	0	34221	20150	29730	0	0
	n_h^{dwe}	240	0	0	0	180	120	180	0	0
	w_h	161.29	0.00	0.00	0.00	190.12	167.92	165.17	0.00	0.00
Jaén	N_h^{dwe}	29340	16267	0	0	31778	30360	36000	43062	0
	n_h^{dwe}	300	120	0	0	240	240	240	300	0
	w_h	97.80	135.56	0.00	0.00	132.41	126.50	150.00	143.54	0.00
Málaga	N_h^{dwe}	150333	0	0	39017	67888	32748	0	48357	0
	n_h^{dwe}	720	0	0	120	240	120	0	240	0
	w_h	208.80	0.00	0.00	325.14	282.87	272.90	0.00	201.49	0.00
Sevilla	N_h^{dwe}	196840	0	0	34080	78806	54690	39097	39295	0
	n_h^{dwe}	960	0	0	120	360	240	240	240	0
	w_h	205.04	0.00	0.00	284.00	218.91	227.88	162.90	163.73	0.00

Comunidad Autónoma de Andalucía

provincia		estrato								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Las Palmas	N_h^{dwe}	95783	0	0	18987	40289	17418	23811	5324	0
	n_h^{dwe}	720	0	0	120	240	180	120	60	0
	w_h	133.03	0.00	0.00	158.23	167.87	96.77	198.43	88.73	0.00
Tenerife	N_h^{dwe}	56186	30001	0	0	36330	28519	32434	15637	0
	n_h^{dwe}	480	240	0	0	240	180	180	120	0
	w_h	117.05	125.00	0.00	0.00	151.38	158.44	180.19	130.31	0.00

Comunidad Autónoma de Canarias

provincia		estrato								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
La Coruña	N_h^{dwe}	77947	0	0	51134	23405	67839	69058	24923	0
	n_h^{dwe}	420	0	0	240	120	240	300	120	0
	w_h	185.59	0.00	0.00	213.06	195.04	282.66	230.19	207.69	0.00
Lugo	N_h^{dwe}	26042	0	0	0	0	26438	23269	40873	0
	n_h^{dwe}	240	0	0	0	0	120	180	180	0
	w_h	108.51	0.00	0.00	0.00	0.00	220.32	129.27	227.07	0.00
Orense	N_h^{dwe}	32020	0	0	0	0	10397	10270	62874	0
	n_h^{dwe}	240	0	0	0	0	60	180	240	0
	w_h	133.42	0.00	0.00	0.00	0.00	173.28	57.06	261.98	0.00
Pontevedra	N_h^{dwe}	19623	78979	0	0	40195	57476	30035	15934	0
	n_h^{dwe}	240	480	0	0	180	300	180	60	0
	w_h	81.76	164.54	0.00	0.00	223.31	191.59	166.86	265.57	0.00

Comunidad Autónoma de Galicia

provincia		estrato								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Madrid	N_h^{dwe}	965532	0	261941	97971	110015	0	70080	0	0
	n_h^{dwe}	1980	0	420	180	180	0	120	0	0
	w_h	487.64	0.00	623.67	544.28	611.19	0.00	584.00	0.00	0.00

Comunidad Autónoma de Madrid

Recuérdese que los tamaños muestrales a nivel individual son cantidades aleatorias. Para *ajustar los modelos* y deducir los estimadores de áreas pequeñas se usan conjuntamente todos los datos muestrales del universo EURAREA para España (aproximación FM3).

En cada replicación se realizan los siguientes cálculos:

1. Se generan muestras aleatorias para Andalucía, Canarias, Valencia, Galicia y Madrid. Los tamaños muestrales se han presentado en las tablas anteriores junto con los pesos muestrales. Todos los individuos con 16 o más años del domicilio seleccionado se incluye en la muestra.
2. Los estimadores de áreas pequeñas para el porcentaje de desempleo OIT son evaluados y comparados con su correspondiente cantidad poblacional.

En la Sección B.7 del Apéndice B, se presenta una descripción del programa C++ utilizado. En la Sección B.8 y B.9 el Apéndice B se muestran los códigos de los programas C++ desarrollados. En las Tablas 8.6.4–8.6.8 con las medidas de eficiencia \overline{ARE} , \overline{ARB} y \overline{RMSE} (definidas aplicando (8.51), (8.53) y (8.55) a nivel de comunidad autónoma y a nivel de universo EURAREA para España). Los resultados completos de la simulación están disponibles en fichero de texto previa petición.

\hat{R}	Almería		Cádiz		Córdoba		Granada		Huelva	
	ARE	$RMSE$	ARE	$RMSE$	ARE	$RMSE$	ARE	$RMSE$	ARE	$RMSE$
21b	100.84	10.053	101.19	10.992	100.83	8.995	100.85	9.402	100.88	8.395
21bs	100.84	10.053	101.19	10.992	100.83	8.995	100.85	9.402	100.88	8.395
20	99.88	10.370	101.64	11.763	99.70	9.828	100.33	9.849	98.24	8.367
12	100.13	14.342	100.02	11.743	101.55	12.755	100.55	11.461	102.13	14.171
10	100.75	15.179	100.87	12.686	100.87	12.383	100.67	11.750	100.88	13.367
8	100.75	15.179	100.87	12.686	100.87	12.383	100.67	11.750	100.88	13.367
9	100.75	15.182	100.87	12.686	100.87	12.383	100.67	11.751	100.88	13.367
7	100.75	15.182	100.87	12.686	100.87	12.383	100.67	11.751	100.88	13.367
15	100.77	15.393	100.89	12.835	100.89	12.543	100.69	11.905	100.92	13.564
14	100.76	15.396	100.90	12.836	100.89	12.543	100.69	11.906	100.92	13.565
1	100.12	16.893	99.74	13.632	99.94	11.973	99.66	12.126	100.01	13.236
2	100.12	16.893	99.74	13.632	99.94	11.973	99.66	12.126	100.01	13.236
6	102.78	16.419	101.62	12.043	102.14	17.238	102.81	13.203	102.97	17.986
13	101.04	18.162	100.93	16.139	100.62	13.606	100.50	13.940	100.41	14.410
11	101.06	18.924	100.71	15.721	100.62	13.958	100.37	14.221	100.69	14.809
3	100.87	19.319	100.56	16.186	100.53	14.228	100.23	14.477	100.71	15.139
5	90.78	16.545	87.18	16.345	114.01	20.271	96.94	13.293	125.75	28.314
9s	87.76	17.854	84.28	18.478	110.22	18.513	93.71	13.941	121.57	24.887
4	104.19	20.508	103.77	18.311	102.97	16.928	105.08	23.751	100.88	15.389
22	89.56	16.548	81.43	21.580	82.95	19.366	82.63	19.805	86.25	16.400
17	111.73	18.664	100.42	11.658	127.03	29.756	111.09	16.103	142.40	44.121
16	111.89	18.756	100.38	11.661	128.42	31.028	111.59	16.462	143.38	45.077
21a	108.43	17.258	80.55	26.704	114.96	28.078	104.00	35.796	125.27	32.556
21as	108.43	17.259	80.55	26.710	114.96	28.084	104.00	35.804	125.28	32.563

Tabla 8.6.4. Comunidad Autónoma de Andalucía (primera parte).

\hat{R}	Jaén		Málaga		Sevilla		Andalucía	
	ARE	RMSE	ARE	RMSE	ARE	RMSE	ARE	RMSE
21b	100.656	8.408	101.615	12.948	101.349	11.929	101.025	10.140
21bs	100.656	8.408	101.615	12.948	101.349	11.929	101.025	10.140
20	98.914	8.474	101.785	13.449	101.766	12.614	100.283	10.589
12	100.255	11.229	100.355	13.874	100.821	13.905	100.727	12.935
10	100.583	11.686	101.355	15.010	101.090	14.523	100.883	13.323
8	100.583	11.686	101.355	15.010	101.091	14.523	100.883	13.323
9	100.581	11.686	101.355	15.010	101.093	14.523	100.883	13.323
7	100.581	11.686	101.356	15.010	101.093	14.523	100.883	13.324
15	100.604	11.867	101.384	15.203	101.124	14.697	100.909	13.501
14	100.601	11.867	101.384	15.203	101.126	14.697	100.909	13.502
1	99.769	13.365	99.981	15.034	99.739	14.280	99.870	13.817
2	99.769	13.365	99.981	15.034	99.739	14.280	99.870	13.817
6	101.760	12.017	101.493	14.099	102.336	14.647	102.238	14.706
13	100.277	14.782	101.293	17.278	101.108	16.676	100.772	15.624
11	100.231	14.732	101.305	18.472	100.963	17.381	100.743	16.027
3	100.267	15.133	101.224	19.114	100.752	17.829	100.642	16.428
5	93.520	13.463	86.826	17.976	96.379	14.721	98.923	17.616
9s	90.408	14.842	83.937	19.827	93.172	15.422	95.632	17.970
4	102.261	19.035	102.874	19.198	104.638	25.175	103.332	19.787
22	87.291	15.606	82.057	22.216	83.562	20.462	84.467	18.998
17	112.565	16.220	100.354	13.760	110.220	17.786	114.476	21.008
16	113.143	16.690	100.270	13.759	111.140	18.360	115.026	21.474
21a	113.600	20.765	88.283	19.923	111.995	22.178	105.885	25.407
21as	113.604	20.767	88.281	19.926	111.998	22.183	105.887	25.412

Tabla 8.6.4. Comunidad Autónoma de Andalucía (segunda parte).

\hat{R}	Las Palmas		Tenerife		Canarias	
	ARE	RMSE	ARE	RMSE	ARE	RMSE
21b	100.920	9.864	100.819	8.584	100.870	9.224
21bs	100.920	9.864	100.819	8.584	100.870	9.224
20	99.819	9.846	98.370	8.626	99.095	9.236
12	98.778	12.137	97.717	10.910	98.248	11.523
1	99.951	12.980	99.800	11.954	99.876	12.467
2	99.951	12.980	99.800	11.954	99.876	12.467
10	100.684	13.501	100.635	11.908	100.660	12.704
8	100.684	13.501	100.636	11.908	100.660	12.705
9	100.685	13.504	100.635	11.908	100.660	12.706
7	100.686	13.505	100.636	11.908	100.661	12.706
15	100.711	13.597	100.655	12.009	100.683	12.803
14	100.712	13.601	100.655	12.009	100.684	12.805
6	103.806	15.745	100.637	11.435	102.222	13.590
13	101.216	15.038	100.418	13.748	100.817	14.393
11	101.050	15.498	100.317	13.479	100.684	14.488
3	100.691	15.680	100.319	13.829	100.505	14.755
4	106.760	20.548	100.575	12.298	103.668	16.423
22	82.851	20.313	82.716	19.415	82.783	19.864
17	88.777	16.455	76.617	24.317	82.697	20.386
16	87.580	16.865	75.140	25.703	81.360	21.284
21a	79.335	24.086	69.871	30.858	74.603	27.472
21as	79.329	24.093	69.863	30.866	74.596	27.479
5	71.807	29.240	58.172	42.121	64.990	35.681
9s	69.418	31.476	56.237	44.026	62.827	37.751

Tabla 8.6.5. Comunidad Autónoma de Canarias.

\hat{R}	Alicante		Castellón		Valencia		C. Valencia	
	ARE	RMSE	ARE	RMSE	ARE	RMSE	ARE	RMSE
21b	101.777	13.973	100.867	8.758	101.693	13.612	101.446	12.114
21bs	101.777	13.973	100.867	8.758	101.693	13.612	101.446	12.114
12	100.680	19.889	96.661	15.435	97.728	18.621	98.356	17.982
22	92.536	19.792	113.540	18.418	95.087	17.031	100.388	18.414
17	117.266	27.635	100.202	14.850	95.786	16.643	104.418	19.709
16	117.685	27.951	99.582	14.623	95.079	16.727	104.116	19.767
10	101.399	21.632	100.347	17.133	101.363	21.170	101.036	19.978
8	101.399	21.632	100.348	17.133	101.364	21.170	101.037	19.978
9	101.399	21.634	100.342	17.138	101.363	21.170	101.035	19.980
7	101.399	21.634	100.343	17.138	101.363	21.170	101.035	19.981
1	99.792	21.324	99.397	17.917	99.928	21.340	99.706	20.194
2	99.792	21.324	99.397	17.917	99.928	21.340	99.706	20.194
15	101.486	21.865	100.398	17.331	101.440	21.407	101.108	20.201
14	101.486	21.866	100.395	17.336	101.439	21.407	101.107	20.203
13	102.064	22.851	100.315	18.465	101.532	22.846	101.304	21.387
11	101.917	24.733	100.132	19.051	101.477	24.296	101.175	22.693
3	101.121	25.348	99.843	19.594	101.287	25.347	100.750	23.430
20	104.078	15.922	116.180	19.517	103.061	14.538	107.773	16.659
6	108.278	22.292	107.066	17.192	103.529	17.536	106.291	19.007
21as	85.948	21.535	86.246	16.005	97.341	22.654	89.845	20.064
21a	85.950	21.531	86.240	16.013	97.342	22.649	89.844	20.064
4	113.516	32.164	105.279	16.286	103.846	19.573	107.547	22.674
5	95.750	18.160	61.412	39.103	69.355	32.230	75.505	29.831
9s	92.565	18.743	59.368	41.088	67.047	34.317	72.993	31.383

Tabla 8.6.6. Comunidad Autónoma de Valencia (C. Valencia).

\hat{R}	La Coruña		Lugo		Orense		Pontevedra		Galicia	
	ARE	RMSE	ARE	RMSE	ARE	RMSE	ARE	RMSE	ARE	RMSE
21b	101.48	12.222	101.00	10.446	101.08	10.249	101.06	10.17	101.15	10.772
21bs	101.48	12.222	101.00	10.446	101.08	10.249	101.06	10.171	101.15	10.772
21a	90.58	16.295	103.70	15.019	105.76	13.563	93.59	16.641	98.41	15.380
21as	90.58	16.298	103.70	15.023	105.76	13.566	93.58	16.644	98.41	15.383
17	90.90	18.989	96.03	16.575	102.88	15.689	90.48	17.070	95.07	17.081
12	96.53	19.139	94.88	20.762	97.11	18.352	97.97	14.618	96.62	18.218
6	106.26	19.500	103.90	20.364	103.51	18.152	103.44	16.556	104.28	18.643
10	101.17	21.285	100.80	22.044	100.86	20.446	101.06	16.226	100.97	20.000
8	101.17	21.285	100.80	22.045	100.86	20.446	101.06	16.226	100.97	20.001
9	101.17	21.286	100.81	22.050	100.85	20.462	101.06	16.228	100.97	20.006
7	101.17	21.287	100.81	22.050	100.85	20.462	101.06	16.228	100.97	20.007
15	101.25	21.475	100.83	22.179	100.96	20.727	101.10	16.337	101.04	20.180
14	101.25	21.477	100.84	22.185	100.95	20.743	101.10	16.339	101.04	20.186
1	99.89	21.135	99.87	23.300	99.71	20.972	99.99	16.098	99.87	20.376
2	99.89	21.135	99.87	23.300	99.71	20.972	99.99	16.098	99.87	20.376
4	107.69	23.646	103.32	22.410	102.70	17.070	103.53	18.606	104.31	20.433
13	101.49	22.154	101.05	24.055	100.62	21.637	100.90	17.586	101.01	21.358
11	101.50	23.804	100.69	24.809	100.72	22.517	100.94	18.117	100.96	22.312
3	101.00	24.483	100.45	25.457	100.52	23.017	100.83	18.644	100.70	22.901
16	89.79	19.208	95.69	16.567	102.78	15.656	89.72	17.376	94.49	17.202
20	108.84	16.852	124.53	28.087	115.95	20.160	102.62	11.555	112.98	19.163
22	103.49	18.323	124.06	28.865	113.24	20.308	94.25	14.923	108.76	20.605
5	58.14	42.650	51.14	49.208	65.06	35.677	64.20	36.461	59.63	40.999
9s	56.20	44.489	49.44	50.874	62.90	37.75	62.07	38.511	57.65	42.906

Tabla 8.6.7. Comunidad Autónoma de Galicia.

\widehat{R}	Madrid		\widehat{R}	Spain	
	<i>ARE</i>	<i>RMSE</i>		<i>ARE</i>	<i>RMSE</i>
21b	102.852	17.937	21b	101.469	12.037
21bs	102.852	17.937	21bs	101.469	12.037
16	101.798	18.482	12	98.540	16.343
17	101.991	18.536	6	103.770	17.023
6	103.818	19.169	10	101.174	17.726
12	98.747	21.060	8	101.175	17.727
9	102.320	22.626	9	101.174	17.729
10	102.320	22.626	7	101.174	17.729
8	102.321	22.627	15	101.236	17.970
7	102.321	22.627	14	101.235	17.972
14	102.443	23.164	17	99.730	19.344
15	102.443	23.164	1	99.778	19.479
1	99.574	30.541	2	99.778	19.479
2	99.574	30.541	16	99.359	19.642
13	102.530	31.753	22	96.528	20.337
11	102.210	34.281	4	104.924	20.628
3	101.822	37.028	13	101.287	20.903
20	110.825	22.604	11	101.155	21.960
22	106.243	23.806	3	100.884	22.908
4	105.765	23.824	20	106.192	15.650
21a	88.418	26.270	21a	91.431	22.919
21as	88.416	26.273	21as	91.430	22.922
5	69.323	33.098	5	73.675	31.445
9s	67.017	35.098	9s	71.224	33.022

Tabla 8.6.8. Madrid y universo EURAREA para España.

8.7 Conclusiones

El fichero contiene información de los domicilios, hogares e individuos del censo de 1991 y es una excelente herramienta para simular diseños muestrales y evaluar estimadores.

El fichero APES contiene todas las características geográficas necesarias para calcular todos los estimadores estándar de áreas pequeñas. Más concretamente, en el fichero APES encontramos información de la Comunidad Autónoma (NUT II) en APES102, Provincias (NUT III) en APES103, Comarcas (NUT IV) en APES105 y estratos en APES104. El fichero APES también contiene la variable objetivo (APES503, desempleo OIT) y variables explicativas tanto a nivel individual como familiar.

A nivel individual se han usado las siguientes variables explicativas:

- $X_1 = 2 - APES501$, que toma los valores 1 o 0 si el individuo en la EPA ha contestado SI o NO a la pregunta: ¿Está registrado en una Oficina de Empleo Público?

- $X_2 = APES203$, edad.
- G , da lugar a 6 grupos por sexo y edad (derivado de $APES202$ y $APES203$).
- H , da lugar a 8 grupos por sexo y edad (derivado de $APES202$ y $APES203$).

A nivel de área pequeña (comarca o provincia) se han usado las siguiente variables auxiliares:

- X_0 , registro de desempleo del INEM: Instituto Nacional de Empleo (obtenido de fuente externa).
- \bar{X}_{0b} , media a nivel de área de 2 – $APES501$ (solamente para los estimadores 21b y 21bs).

Los resultados de la simulación muestran que muchas de las variables explicativas citadas producen una mejora de la eficiencia en la estimación del área pequeña. En concreto:

1. X_1 se usa en los estimadores 5, 6, 7, 8, 9, 9s, 10, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19. Analizamos el valor de X_1 comprobando el comportamiento del estimador 9 (EBLUE). Observamos que el estimador 9 está siempre en el conjunto de los mejores estimadores (primera parte de la Tabla 8.6.1–8.6.8). Concluimos que, en general, el uso de X_1 es positivo.
2. X_2 se usa en los estimadores 14 y 15. Podemos analizar el valor de X_2 comparando los estimadores 7 y 14. Observamos que el estimador 7 es siempre más eficiente que el estimador 14. Para el futuro, no recomendamos el uso conjunto de X_1 y X_2 en estimadores basados en modelos.
3. G y H se usan en los estimadores 3, 4, 11, 13, 18 y 19. Para la Comunidad Autónoma de Valencia observamos que el estimador 18 y 19 están siempre en el conjunto de los mejores estimadores. Además, el estimador 13 tiene un comportamiento bastante similar al estimador 2. En lo referente a los resultados numéricos no hay diferencias significativas entre G y H . Consideramos que merece la pena utilizar la variable H en investigaciones futuras.
4. X_0 (Registro a nivel de área del INEM: Instituto Nacional de Empleo) se usa en los estimadores 20, 21a, 21as y 22. Como el estimador 21a no presenta buenos resultados numéricos, en este punto de la investigación no está claro como usar eficientemente el registro de desempleo para estimar el porcentaje de desempleo OIT
5. \bar{X}_{0b} (medias a nivel de área de 2 – $APES501$) se usan en los estimadores 21b y 21bs. Como variable a nivel de área no está disponible en el mundo real. Su inclusión esta

motivada por la necesidad de comprobación de todo el proceso (imputación de $APES501$ en el fichero de datos y simulación de los estimadores) y mejorar las interpretaciones. Obsérvese que la variable $APES501$ ha sido obtenida básicamente de la $APES208$ usando un modelo de regresión logit. Por ello, $APES501$ y $APES503$ están muy correlacionadas a nivel individual y a nivel de área. Este hecho explica el comportamiento artificialmente excelente de \bar{X}_{0b} .

Se han usado dos diseños muestrales:

- Muestreo aleatorio simple sin reemplazamiento (SD1),
- Muestreo aleatorio simple sin reemplazamiento dentro del estrato (SD2).

En la Comunidad Autónoma de Valencia los resultados numéricos son muy similares para ambos diseños muestrales.

Se han considerado tres tipos de aproximaciones para ajustar los modelos

FM1 Un modelo por provincia,

FM2 Un modelo por Comunidad autónoma,

FM3 Un modelo para el universo EURAREA para España.

En la Figura 8.1 se representan los siguientes valores:

FM1 para la media de los valores de \overline{RMSE} que están en la columna 5 de las Tablas 8.6.1–8.6.3.

FM2 para la media de los valores de \overline{RMSE} que están en la columna 9 de las Tablas 8.6.1–8.6.3.

FM3 para los valores de \overline{RMSE} que están en la columna 9 de la Tabla 8.6.6.

En la Comunidad Autónoma de Valencia los resultados numéricos son muy similares en ambas aproximaciones (FM1 y FM2) cuando se usan modelos a nivel individual. Sin embargo, para modelos a nivel de área se recomienda la aproximación FM2.

Treinta y dos estimadores se han considerado en la Comunidad Autónoma de Valencia. Sin embargo, solamente veinticuatro de ellos han sido utilizados para el universo EURAREA para España. En el último caso no se han usado el grupo G y los estimadores 18 y 19. Obsérvese que los estimadores 18 y 19 requieren la inversión de una matriz de dimensión $D + G$ y el número de áreas pequeñas es muy grande en el universo EURAREA para España.

Los estimadores 1–2 (recordar que son el mismo) se seleccionan como estimador de referencia. Buscamos estimadores con mejores resultados que los estimadores 1–2.

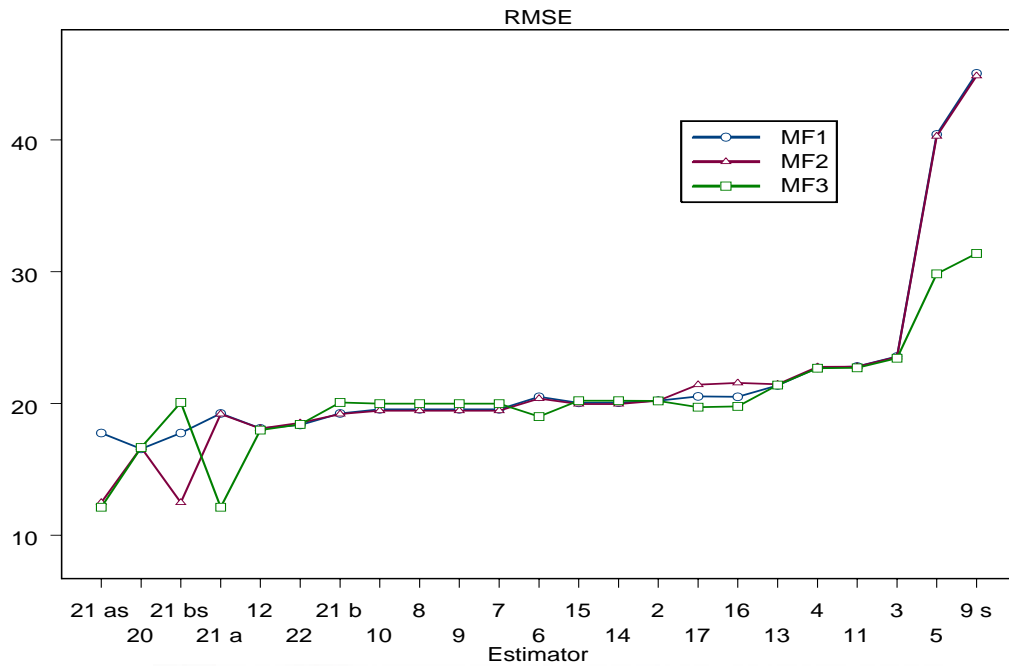


Figura 8.1: RMSE de los estimadores para las simulaciones FM1–FM3 de la Comunidad Autónoma de Valencia.

Los estimadores 3h–3g y 4h–4g obtienen, en general, peores resultados que los estimadores 1–2. El uso eficiente de los estimadores 3h–3g y 4g–4h requiere investigaciones adicionales.

Obsérvese que los estimadores 1–2, 3h–3g y 4h–4g no están basados en modelos, por lo que sus resultados deberían ser independientes de la aproximación utilizada para ajustar los modelos (FM1, FM2 o FM3 si el modelo es ajustado a la provincia, comunidad autónoma o universo EURAREA para España). Si comparamos los resultados del estimador 1–2 y 3h para Alicante con el diseño SD2 obtenemos

Estimador		FM1	FM2	FM3
2	\overline{ARE}	99.754	99.706	99.792
	\overline{RMSE}	21.079	21.082	21.324
3h	\overline{ARE}	101.078	101.018	101.121
	\overline{RMSE}	25.236	25.069	25.348

Tabla 8.6.9. Medidas de eficiencia para Alicante.

Los resultados de las tres columnas de la Tabla 8.6.9 deberían coincidir en el límite, es decir, si el número de replicaciones en los experimentos de simulación fuera infinitamente grande. Los resultados de las columnas FM1 y FM2 han sido obtenidos con 10,000 replicaciones y los

resultados de la columna FM3 con 2,000. La precisión de los resultados puede ser estimada mirando sus diferencias.

El estimador 5 está basado en un modelo muy simple y por ello sus resultados son malos. El uso del estimador 5 no se recomienda para la EPA. El estimador 6 claramente mejora los resultados del estimador 5. Está basado en un modelo bastante simple. Como los tamaños muestrales de la EPA son bastante grandes para ajustar modelos con más parámetros, será difícil justificar su uso en el futuro.

Los estimadores 7, 8, 9 y 10 están basados en modelos de regresión lineal. Presentan mejores resultados que los estimadores 1–2. Su uso está muy recomendado.

El estimador 9s no se recomienda. Este estimador puede ser considerado como una modificación del estimador 5 o como una simplificación del estimador 9. Por una parte, los estimadores 5 y 9s obtienen muy malos resultados. Por otra parte, simplificar la fórmula (8.17) del estimador 9 para obtener la fórmula (8.21) del estimador 9s, difícilmente se puede justificar desde un punto de vista teórico.

Del conjunto de estimadores dependientes del tamaño muestral, solamente podemos incluir el estimador 12 en el conjunto de los estimadores que obtienen los mejores resultados (aquellos que siempre están en la primera parte de las Tablas 8.6.1–8.6.8). Es interesante observar que el estimador 12 produce mejores resultados que los estimadores 5 y 7. Los resultados de los estimadores 11 y 13 son en general peores que el del estimador 2. Sin embargo, no recomendamos su exclusión en posteriores investigaciones.

Los estimadores 14–15 están basados en un modelo con más variables explicativas que los estimadores 7–10. Sin embargo, los resultados no mejoran al añadir la *APES203* (edad) como nueva variable explicativa continua.

Los estimadores 16–17 están basados en la misma ecuación de regresión que el estimador 6. La diferencia es que el estimador 6 usan un nexo lineal y los estimadores 16-17 usan un nexo logit. Los resultados son bastante similares para estos tres estimadores. Por ello los comentarios del estimador 6 son también válidos para los estimadores 16-17.

Los estimadores 18–19 han sido solamente implementados en la Comunidad Autónoma de Valencia. En cada una de las tres provincias han sido incluidos en el conjunto de mejores estimadores.

En el mundo real, los estimadores 21a y 21as se pueden usar pero no los estimadores 21b y 21bs. Obsérvese que la variable a nivel de área “registrado en una oficina de empleo público” está disponible de una fuente externa como el INEM: Instituto Nacional de Empleo. Sin embargo, la *APES501* está solamente registrada en la EPA y por este motivo no se puede disponer de

las medias y de los totales de las áreas pequeñas. Para poder compararlos se ha incluido los estimadores 21b y 21bs en la simulación. Desafortunadamente el estimador 21b presenta los mejores resultados y el estimador 21a presenta un comportamiento muy decepcionante.

El estimador 22 puede considerarse como la versión logit del estimador 21a. Su comportamiento no es regular

Las conclusiones pueden resumirse en los siguientes comentarios:

1. Para la simulación en la Comunidad Autónoma de Valencia, con las Tablas 8.6.1–8.6.3 podemos concluir que
 - Los estimadores 21b y 21bs (Fay–Herriot con 2-*APES501*) son los más adecuados. Sin embargo, no son aplicables en el mundo real.
 - Los estimadores 7, 8, 9, 10, 12, 14, 15, 18 y 19 presentan resultados tan buenos como los del estimador 2, es decir, siempre están localizados en la primera parte de las tablas
 - El estimador 13 puede incluirse en este conjunto de buenos estimadores.
 - Obsérvese también que, cuando comparamos con el estimador 2, los peores resultados se obtienen en la provincia de Alicante.
2. Para la simulación en el universo EURAREA para España, con las Tablas 8.6.4–8.6.8 podemos concluir que
 - Los estimadores 21b y 21bs ((Fay–Herriot con 2-*APES501*) son los más adecuados. Sin embargo, no son aplicables en el mundo real.
 - Los estimadores 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14 y 15 presentan resultados tan buenos como los del estimador 2, es decir, siempre están localizados en la primera parte de las tablas
 - Obsérvese también que, cuando comparamos con el estimador 2, los peores resultados se obtienen en Andalucía y Canarias.

Para finalizar, recordamos que los estimadores 7, 8, 9, 10, 12, 14, 15, 18 y 19 han sido implementados usando valores a nivel de área de 2 – *APES501*. Esto es debido a que los estimadores basados en modelo para áreas pequeñas se han usado utilizando estrictamente la teoría desarrollada para los mismos. En el mundo real los valores de 2 – *APES501* a nivel de área no están disponibles y deberían ser sustituidos por valores a nivel de área de X_0 (registrado en la oficina de empleo del INEM: Instituto Nacional de Empleo). Nuestra recomendación es concentrar futuras investigaciones en estimadores que puedan ser aplicados en el mundo real.

Capítulo 9

Conclusiones

Generación del Universo Artificial

Para generar la variable APES501 se han probado modelos de regresión lineal generalizados para respuesta binaria con las funciones de nexos que aparecen en la Tabla 9.1.

Nombre	Función de nexos
logit	$g(\pi) = \log\left(\frac{\pi}{1-\pi}\right)$
probit	$g(\pi) = \phi^{-1}(\pi)$
cloglog	$g(\pi) = \log(-\log(\pi))$

Tabla 9.1: Funciones de nexos para modelos con respuesta binaria

Con el primer nexos el porcentaje de ajuste del modelo fue del 70.072%, con el segundo del 69.95% y con el tercero del 69.97%. Los análisis han demostrado que los tres modelos se comportan de forma similar, como puede verse en la Tabla 9.2. Sin embargo, se ha utilizado el modelo logit por la simplicidad de su función de nexos.

	Valores			
	1 (registrado)		2 (no registrado)	
	frec. abs.	frec. rel.	frec. abs.	frec. rel.
APES501	140	0.078	1655	0.922
logit	151	0.082	1644	0.916
probit	141	0.078	1654	0.921
cloglog	149	0.083	1646	0.917

Tabla 9.2: Tabla comparativa de la frecuencia de APES501 con sus predicciones en La Rioja

En el caso de la variable APES502, empezamos el análisis comprobando su normalidad y observamos que está lejos de verificar la citada hipótesis. En lugar de buscar una función de distribución que se ajuste a los datos de la APES502, se ha preferido una transformación de APES502 que se aproxime a la normal. El logaritmo neperiano, ha sido una buena opción. Esta circunstancia puede comprobarse mirando los gráficos de normalidad que se presentan en las Figuras 9.1 y 9.2.

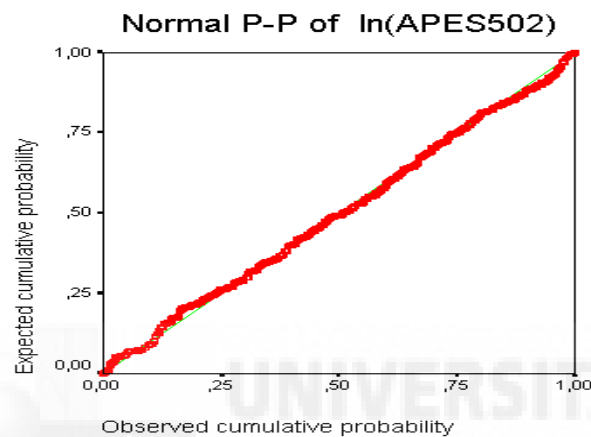


Figura 9.1: Gráfico estándar para la normalidad de $\ln(\text{APES502})$ en La Rioja

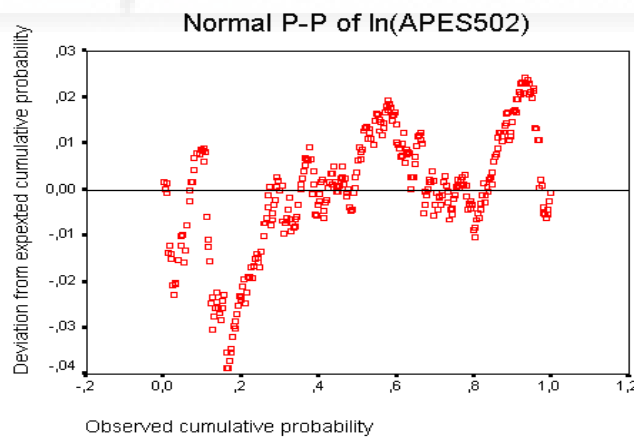


Figura 9.2: Gráfico del tipo desviación para la normalidad de $\ln(\text{APES502})$ en La Rioja

El ajuste de los valores predichos a los valores observados de $\ln(\text{APES502})$ y APES502 puede analizarse en las Figuras 9.3 y 9.4 respectivamente. Los gráficos de dispersión llevan a la misma conclusión que el test del error de ajuste. El ajuste en este caso es aceptable.

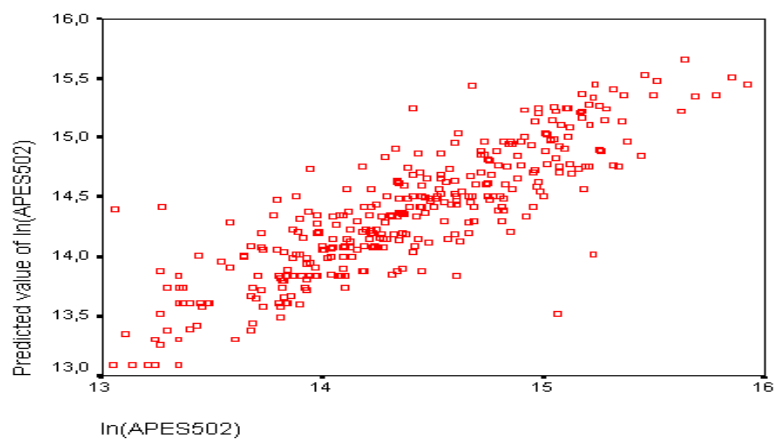


Figura 9.3: Gráfico de dispersión para $\ln(\text{APES502})$ en La Rioja

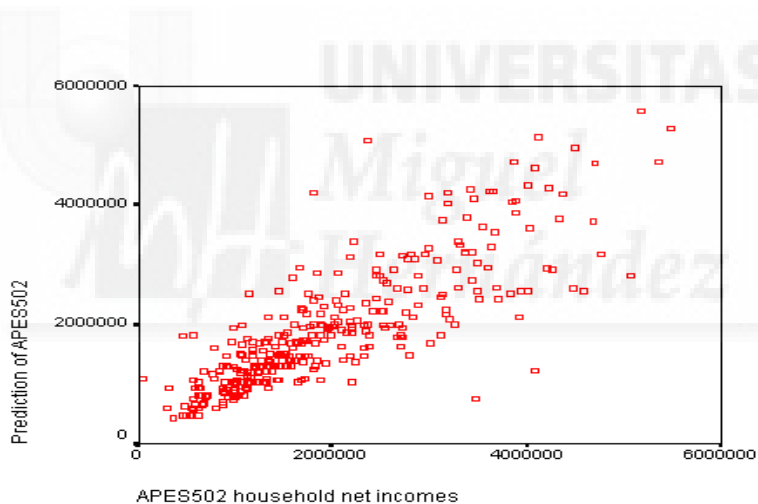


Figura 9.4: Gráfico de dispersión para APES502 en La Rioja

Una vez generado el fichero APES realizamos las comprobaciones descritas en el Capítulo 2 dando como resultado que la variable APES501 del fichero APES (Población Artificial) se comporta de manera similar a la variable APES501 del fichero EPA (Encuesta de Población Activa) y la variable APES502 del fichero APES se comporta de forma similar a la variable APES502 de la EPF (Encuesta de Población Activa)

Media de los ingresos familiares normalizados

Las simulaciones realizadas nos muestran que muchas de las variables explicativas utilizadas producen una mejora de la eficiencia en las estimaciones en áreas pequeñas. Más concretamente, utilizando la notación introducida en el capítulo 7, se puede concluir que:

1. X_1 se usa en los estimadores 5, 6, 7, 8, 9, 9s, 10, 12, 14, 15, 16, 17. Podemos analizar el comportamiento de X_1 comprobando el valor del estimador 9 (EBLUE). Observamos que el estimador 9 siempre está en el conjunto de los mejores estimadores (primera parte de las Tablas 7.6.1–7.6.6). Se puede concluir que, en general, el uso de X_1 es positivo.
2. X_2 se usa en los estimadores 14, 15, 16, 17. Podemos analizar el comportamiento de X_2 comparando los estimadores 7 y 14. Observamos que el estimador 7 siempre es más eficiente que el estimador 14. Por lo que no recomendamos el uso de X_2 como variable explicativa.
3. A , B y C se usan en los estimadores 3, 4, 11, 13, 16 y 17. Como los estimadores 16 y 17 son siempre más eficientes que el estimador 9, recomendamos el uso de estas variables de agrupamiento. También observamos que las variables de grupo B y C producen mejores resultados que la variable de grupo A .
4. X_0 se usa en el estimador 18 y 18s. Obsérvese que el estimador 18 está siempre en el conjunto de los mejores estimadores. Por lo que podemos concluir que, generalmente, el uso de X_0 es positivo.

Observamos que algunos estimadores tiene una alta dependencia de las características geográficas, es decir, sus resultados difieren significativamente en las Tablas 7.6.1–7.6.6. Este factor debe ser tenido en cuenta en futuras investigaciones.

Se han estudiado treinta y dos estimadores. En las Tablas 7.6.1–7.6.6, los estimadores 7, 8, 9, 10, 13a, 13b, 13c, 16a, 16b, 16c, 17a, 17b, 17c y 18 siempre presentan mejores resultados que el estimador 2, es decir, ellos siempre están colocados en la primera parte de las tablas. Obsérvese que, cuando comparamos con el estimador 2, los peores resultados se obtienen en la provincia de Castellón.

De entre los estimadores que usan información auxiliar a nivel familiar se recomiendan los estimadores 13a, 13b, 13c, 16a, 16b, 16c, 17a, 17b y 17c. Con respecto a los estimadores que usan información a nivel de área se puede recomendar la utilización del estimador 18. Finalmente, podemos afirmar que los estimadores 16a, 16b, 16c, 17a, 17b y 17c son los que obtienen los mejores resultados.

Tasa de desempleo OIT

Los resultados de la simulación muestran que muchas de las variables explicativas citadas producen una mejora de la eficiencia en la estimación del área pequeña. En concreto:

1. X_1 se usa en los estimadores 5, 6, 7, 8, 9, 9s, 10, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19. Analizamos el valor de X_1 comprobando el comportamiento del estimador 9 (EBLUE). Observamos que el estimador 9 está siempre en el conjunto de los mejores estimadores (primera parte de la Tabla 8.6.1–8.6.8). Concluimos que, en general, el uso de X_1 es positivo.
2. X_2 se usa en los estimadores 14 y 15. Podemos analizar el valor de X_2 comparando los estimadores 7 y 14. Observamos que el estimador 7 es siempre más eficiente que el estimador 14. Para el futuro, no recomendamos el uso conjunto de X_1 y X_2 en estimadores basados en modelos.
3. G y H se usan en los estimadores 3, 4, 11, 13, 18 y 19. Para la Comunidad Autónoma de Valencia observamos que el estimador 18 y 19 están siempre en el conjunto de los mejores estimadores. Además, el estimador 13 tiene un comportamiento bastante similar al estimador 2. En lo referente a los resultados numéricos no hay diferencias significativas entre G y H . Consideramos que merece la pena utilizar la variable H en investigaciones futuras.
4. X_0 (Registro a nivel de área del INEM: Instituto Nacional de Empleo) se usa en los estimadores 20, 21a, 21as y 22. Como el estimador 21a no presenta buenos resultados numéricos, en este punto de la investigación no está claro como usar eficientemente el registro de desempleo para estimar el porcentaje de desempleo OIT
5. \overline{X}_{0b} (medias a nivel de área de 2 – $APES501$) se usan en los estimadores 21b y 21bs. Como variable a nivel de área no está disponible en el mundo real. Su inclusión esta motivada por la necesidad de comprobación de todo el proceso (imputación de $APES501$ en el fichero de datos y simulación de los estimadores) y mejorar las interpretaciones. Obsérvese que la variable $APES501$ ha sido obtenida básicamente de la $APES208$ usando un modelo de regresión logit. Por ello, $APES501$ y $APES503$ están muy correlacionadas a nivel individual y a nivel de área. Este hecho explica el comportamiento artificialmente excelente de \overline{X}_{0b} .

Treinta y dos estimadores se han considerado en la Comunidad Autónoma de Valencia. Sin embargo, solamente veinticuatro de ellos han sido utilizados para el universo EURAREA para España. En el último caso no se han usado el grupo G y los estimadores 18 y 19. Obsérvese que

los estimadores 18 y 19 requieren la inversión de una matriz de dimensión $D + G$ y el número de áreas pequeñas es muy grande en el universo EURAREA para España.

Los estimadores 1-2 (recordar que son el mismo) se seleccionan como estimador de referencia. Buscamos estimadores con mejores resultados que los estimadores 1-2.

Los estimadores 3h-3g y 4h-4g obtienen, en general, peores resultados que los estimadores 1-2. El uso eficiente de los estimadores 3h-3g y 4g-4h requiere investigaciones adicionales.

Obsérvese que los estimadores 1-2, 3h-3g y 4h-4g no están basados en modelos, por lo que sus resultados deberían ser independientes de la aproximación utilizada para ajustar los modelos (FM1, FM2 o FM3 si el modelo es ajustado a la provincia, comunidad autónoma o universo EURAREA para España). Si comparamos los resultados del estimador 1-2 y 3h para Alicante con el diseño SD2 obtenemos

Estimator		FM1	FM2	FM3
2	\overline{ARE}	99.754	99.706	99.792
	\overline{RMSE}	21.079	21.082	21.324
3h	\overline{ARE}	101.078	101.018	101.121
	\overline{RMSE}	25.236	25.069	25.348

Table 8.6.9. Medidas de eficiencia para Alicante.

Los resultados de las tres columnas de la Tabla 8.6.9 deberían coincidir en el límite, es decir, si el número de replicaciones en los experimentos de simulación fuera infinitamente grande. Los resultados de las columnas FM1 y FM2 han sido obtenidos con 10,000 replicaciones y los resultados de la columna FM3 con 2,000. La precisión de los resultados puede ser estimada mirando sus diferencias.

El estimador 5 está basado en un modelo muy simple y por ello sus resultados son malos. El uso del estimador 5 no se recomienda para la EPA. El estimador 6 claramente mejora los resultados del estimador 5. Está basado en un modelo bastante simple. Como los tamaños muestrales de la EPA son bastante grandes para ajustar modelos con más parámetros, será difícil justificar su uso en el futuro.

Los estimadores 7, 8, 9 y 10 están basados en modelos de regresión lineal. Presentan mejores resultados que los estimadores 1-2. Su uso está muy recomendado.

El estimador 9s no se recomienda. Este estimador puede ser considerado como una modificación del estimador 5 o como una simplificación del estimador 9. Por una parte, los estimadores 5 y 9s obtienen muy malos resultados. Por otra parte, simplificar la fórmula (8.17) del estimador 9 para obtener la fórmula (8.21) del estimador 9s, difícilmente se puede justificar desde un punto de vista teórico.

Del conjunto de estimadores dependientes del tamaño muestral, solamente podemos incluir el estimador 12 en el conjunto de los estimadores que obtienen los mejores resultados (aquellos que siempre están en la primera parte de las Tablas 8.6.1–8.6.8). Es interesante observar que el estimador 12 produce mejores resultados que los estimadores 5 y 7. Los resultados de los estimadores 11 y 13 son en general peores que el del estimador 2. Sin embargo, no recomendamos su exclusión en posteriores investigaciones.

Los estimadores 14–15 están basados en un modelo con más variables explicativas que los estimadores 7–10. Sin embargo, los resultados no mejoran al añadir la *APES203* (edad) como nueva variable explicativa continua.

Los estimadores 16–17 están basados en la misma ecuación de regresión que el estimador 6. La diferencia es que el estimador 6 usan un nexo lineal y los estimadores 16-17 usan un nexo logit. Los resultados son bastante similares para estos tres estimadores. Por ello los comentarios del estimador 6 son también válidos para los estimadores 16-17.

Los estimadores 18–19 han sido solamente implementados en la Comunidad Autónoma de Valencia. En cada una de las tres provincias han sido incluidos en el conjunto de mejores estimadores.

En el mundo real, los estimadores 21a y 21as se pueden usar pero no los estimadores 21b y 21bs. Obsérvese que la variable a nivel de área “registrado en una oficina de empleo público” está disponible de una fuente externa como el INEM: Instituto Nacional de Empleo. Sin embargo, la *APES501* está solamente registrada en la EPA y por este motivo no se puede disponer de las medias y de los totales de las áreas pequeñas. Para poder compararlos se han incluido los estimadores 21b y 21bs en la simulación. Desafortunadamente el estimador 21b presenta los mejores resultados y el estimador 21a presenta un comportamiento muy decepcionante.

El estimador 22 puede considerarse como la versión logit del estimador 21a. Su comportamiento no es regular

La conclusiones pueden resumirse en los siguiente comentarios:

1. Para la simulación en la Comunidad Autónoma de Valencia, con las Tablas 8.6.1–8.6.3 podemos concluir que
 - Los estimadores 21b y 21bs (Fay–Herriot con 2-*APES501*) son los más adecuados. Sin embargo, no son aplicables en el mundo real.
 - Los estimadores 7, 8, 9, 10, 12, 14, 15, 18 y 19 presentan resultados tan buenos como los del estimador 2, es decir, siempre están localizados en la primera parte de las tablas

- El estimador 13 puede incluirse en este conjunto de buenos estimadores.
 - Obsérvese también que, cuando comparamos con el estimador 2, los peores resultados se obtienen en la provincia de Alicante.
2. Para la simulación en el universo EURAREA para España, con las Tablas 8.6.4–8.6.8 podemos concluir que
- Los estimadores 21b y 21bs ((Fay–Herriot con 2-*APES501*) son los más adecuados. Sin embargo, no son aplicables en el mundo real.
 - Los estimadores 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14 y 15 presentan resultados tan buenos como los del estimador 2, es decir, siempre están localizados en la primera parte de las tablas
 - Obsérvese también que, cuando comparamos con el estimador 2, los peores resultados se obtienen en Andalucía y Canarias.

Para finalizar, recordamos que los estimadores 7, 8, 9, 10, 12, 14, 15, 18 y 19 han sido implementados usando valores a nivel de área de 2 – *APES501*. Esto es debido a que teóricamente los estimadores basados en modelo para áreas pequeñas se han usado utilizando estrictamente la teoría desarrollada para los mismos. En el mundo real los valores de 2 – *APES501* a nivel de área no están disponibles y deberían ser sustituidos por valores a nivel de área de X_0 (registrado en la oficina de empleo del INEM: Instituto Nacional de Empleo). Nuestra recomendación es concentrar futuras investigaciones en estimadores que puedan ser aplicados en el mundo real.

Apéndice A

Datos y resultados para la media de ingresos normalizados

A.1 Introducción

En este Apéndice se describe:

En la Sección A.2 se muestran algunas de las características de las variables del fichero APES que se han usado en la simulación.

En la Sección A.3–A.6 se muestran los resultados de la simulación en la Comunidad Autónoma de Valencia

En la Sección A.7 se presentan los resultados obtenidos en la simulación con el universo EURAREA para España.

En la Sección A.8 se describe el programa C++ con el cual se realizó la simulación en el universo EURAREA para España.

En la Sección A.9–A.10 se presenta el listado del programa C++.

A.2 Datos del fichero APES

Para un área pequeña d dada, sea N_d el número de hogares, X_{d0} el valor de X_0 , sea \bar{Y}_d , \bar{X}_{d1} y \bar{X}_{d2} la media de Y , X_1 y X_2 respectivamente y sea $S_{Y,d}$ la desviación estándar de Y .

A.2.1 La Comunidad Autónoma de Valencia

En la Comunidad Autónoma de Valencia la variable objetivo $Y = \frac{APES502}{APES505}$ y las variables auxiliares X_0 (Ingresos per capita declarados en 1991), $X_1 = APES409$ (número de miembros del hogar) y $X_2 = APES412$ (superficie útil de la vivienda en m^2) presentan las siguientes características.

área pequeña (d)	N_d	\bar{Y}_d	$S_{Y,d}$	X_{d0}	\bar{X}_{d1}	\bar{X}_{d2}
Alicante (1)	400627	788682	282727	855844	3.21	96.93
Castellón (2)	144505	886237	291660	1014705	3.08	98.99
Valencia (3)	678091	812006	296993	992978	3.11	98.26
total	1223223	813136	293178	950332	3.14	97.91

Datos de las tres provincias que forman la Comunidad Autónoma de Valencia

En Alicante las variables Y , X_0 , X_1 y X_2 presentan las siguientes características

área pequeña (d)	N_d	\bar{Y}_d	$S_{Y,d}$	X_{d0}	\bar{X}_{d1}	\bar{X}_{d2}
1	34738	896473	366921	1164681	3.01	93.94
2	20678	815217	325160	1053349	3.33	81.98
3	27680	830397	301374	1002486	3.30	88.12
4	30643	841046	301600	951939	3.00	91.03
5	23844	795386	285153	972182	3.28	98.68
6	22878	825941	291030	887032	2.82	110.08
7	20125	818401	266026	860925	2.97	108.89
8	38447	780939	260163	522473	3.08	97.88
9	27620	750869	235669	723962	3.33	92.85
10	29169	762216	240001	836223	3.29	102.72
11	22767	724433	234565	717475	3.41	100.17
12	29900	701424	241618	655633	3.52	90.31
13	23890	743325	252060	753723	3.45	103.69
14	25974	747712	250439	1012311	3.42	100.62
15	22273	773939	260714	829318	3.07	98.29
total	400627	788682	282727	855844	3.21	96.93

Datos de la provincia de Alicante

En Castellón las variables Y , X_0 , X_1 y X_2 presentan las siguientes características

área pequeña (d)	N_d	\bar{Y}_d	$S_{Y,d}$	X_{d0}	\bar{X}_{d1}	\bar{X}_{d2}
1	48624	929898	342132	1202326	3.19	96.52
2	23098	851240	238612	950546	2.91	103.04
3	9174	858311	250011	722151	2.72	90.70
4	40751	866278	262963	967385	3.19	102.07
5	22858	875514	276484	864708	2.95	97.97
total	144505	886237	291660	1014705	3.08	98.99

Datos de la provincia de Castellón

En Valencia las variables Y , X_0 , X_1 y X_2 presentan las siguientes características

área pequeña (d)	N_d	\bar{Y}_d	$S_{Y,d}$	X_{d0}	$\bar{X}_d^{(1)}$	$\bar{X}_d^{(2)}$
1	29827	769707	245229	792292	3.05	97.95
2	32705	797011	260759	844516	3.14	107.83
3	30682	781191	256914	1011939	3.08	101.57
4	33004	774975	254176	1044522	3.22	98.88
5	25985	773383	252561	886736	3.05	108.53
6	35334	759017	245524	876575	3.27	87.87
7	26622	791165	300336	1029249	3.35	98.19
8	34011	735472	236453	823077	3.42	95.22
9	34125	745199	234198	853849	3.26	94.34
10	31619	779752	247060	856629	3.12	106.48
11	33251	758913	240291	882423	3.22	105.20
12	29374	762809	242193	756724	3.16	106.08
13	24827	762061	238427	855386	3.26	109.14
14	24300	750680	237080	796280	3.08	106.77
15	27546	821474	292417	1040222	3.13	91.39
16	30106	894216	343867	1236321	2.95	89.46
17	27336	1072360	454643	1733609	2.83	115.41
18	25889	883398	332777	1241092	2.93	88.60
19	25744	796691	257360	901717	3.14	83.00
20	28990	970631	384870	1327899	2.87	100.40
21	27836	901562	372537	1293793	2.79	93.47
22	33185	858775	301219	1045400	3.09	91.01
23	25793	782662	263164	903705	2.97	84.87
total	678091	812006	296993	992978	3.11	98.26

Datos de la provincia de Valencia

Para la agrupación A obtenemos los siguientes resultados en la Comunidad Autónoma de Valencia.

área pequeña (d)	N_{dA_1}	N_{dA_2}	N_{dA_3}	N_{dA_4}	N_{dA_5}	N_{dA_6}	total
Alicante (1)	50618	98394	4877	97003	61144	88590	400626
Castellón (2)	20464	36279	1233	32419	18885	35225	144505
Valencia (3)	102410	155403	7780	154945	91805	165748	678091
total	173492	290076	13890	284367	171834	289563	1223222

Datos de las tres provincias que forman la Comunidad Autónoma de Valencia

En la provincia de Alicante obtenemos los siguientes resultados

área pequeña (d)	N_{dA_1}	N_{dA_2}	N_{dA_3}	N_{dA_4}	N_{dA_5}	N_{dA_6}	total
1	6007	9042	491	5791	4515	8892	34738
2	2524	4514	351	5323	3486	4480	20678
3	2994	6173	393	7367	4469	6284	27680
4	4818	8448	505	7141	3951	5780	30643
5	2597	5552	269	6278	3657	5491	23844
6	4156	7420	279	4313	2403	4307	22878
7	3280	5415	215	4168	2496	4551	20125
8	5410	9549	348	8888	5184	9068	38447
9	2610	6378	274	7457	4607	6294	27620
10	3170	7094	245	7714	4500	6446	29169
11	2329	5165	215	5921	4073	5064	22767
12	2548	6223	482	9070	5530	6047	29900
13	2170	5393	292	6171	4439	5425	23890
14	2879	5613	193	6389	4745	6155	25974
15	3126	6415	325	5012	3089	4306	22273
total	50618	98394	4877	97003	61144	88590	400627

Datos de la provincia de Alicante

En la provincia de Castellón obtenemos los siguientes resultados

área pequeña (d)	N_{dA_1}	N_{dA_2}	N_{dA_3}	N_{dA_4}	N_{dA_5}	N_{dA_6}	total
1	5891	11424	543	12023	7006	11737	48624
2	3830	6474	126	4346	2521	5801	23098
3	2010	2609	60	1441	783	2271	9174
4	4921	9577	317	10103	5873	9960	40751
5	3812	6195	187	4506	2702	5456	22858
total	20464	36279	1233	32419	18885	35225	144505

Datos de la provincia de Castellón

En la provincia de Valencia obtenemos los siguientes resultados

área pequeña (d)	N_{dA_1}	N_{dA_2}	N_{dA_3}	N_{dA_4}	N_{dA_5}	N_{dA_6}	total
1	4757	7132	249	6589	3898	7202	29827
2	4728	7687	347	7440	4579	7924	32705
3	4268	7314	284	7267	3947	7602	30682
4	4129	7335	363	8348	4699	8130	33004
5	4077	6518	248	5541	3241	6360	25985
6	3994	7409	425	9634	5551	8321	35334
7	2992	5424	346	7322	4396	6142	26622
8	3115	7132	368	9363	5877	8156	34011
9	3928	7247	320	8790	5288	8552	34125
10	4712	7404	306	7615	4317	7265	31619
11	4353	7208	312	8576	4931	7871	33251
12	4148	6874	234	6796	4102	7220	29374
13	2876	5804	132	6123	3715	6177	24827
14	3503	6294	172	5152	3103	6076	24300
15	4121	6275	374	5897	3890	6989	27546
16	5575	6678	534	6750	3638	6931	30106
17	6743	6371	362	3704	2656	7500	27336
18	4890	6066	360	5157	2979	6437	25889
19	3471	5753	335	6065	3686	6434	25744
20	6120	6937	472	4975	2970	7516	28990
21	6505	7098	370	3696	2829	7338	27836
22	4711	7349	547	8778	4316	7484	33185
23	4694	6094	320	5367	3197	6121	25793
total	102410	155403	7780	154945	91805	165748	678091

Datos de la provincia de Valencia

Para la agrupación B obtenemos los siguientes resultados en la Comunidad Autónoma de Valencia.

área pequeña (d)	N_{dB_1}	N_{dB_2}	N_{dB_3}	N_{dB_4}	total
Alicante (1)	140357	113250	98486	48533	400626
Castellón (2)	43598	48122	34700	18085	144505
Valencia (3)	203495	201521	178499	94576	678091
total	387450	362893	311685	161194	1223222

Datos de la Comunidad Autónoma de Valencia

En la provincia de Alicante obtenemos los siguientes resultados

área pequeña (d)	N_{dB_1}	N_{dB_2}	N_{dB_3}	N_{dB_4}	total
1	13587	4730	9279	7142	34738
2	6792	5308	5482	3096	20678
3	8024	6100	8333	5223	27680
4	10706	8176	7899	3862	30643
5	7322	7317	6073	3132	23844
6	9534	4920	5760	2664	22878
7	6925	5393	5204	2603	20125
8	14271	10905	9092	4179	38447
9	10967	8223	5912	2518	27620
10	9354	10530	6751	2534	29169
11	7429	8305	5220	1813	22767
12	11120	9966	6352	2462	29900
13	8066	7073	5978	2773	23890
14	7677	9764	6031	2502	25974
15	8583	6540	5120	2030	22273
total	140357	113250	98486	48533	400627

Datos de la provincia de Alicante

En la provincia de Castellón obtenemos los siguientes resultados

área pequeña (d)	N_{dB_1}	N_{dB_2}	N_{dB_3}	N_{dB_4}	total
1	12618	13135	13952	8919	48624
2	8305	8623	4344	1826	23098
3	3813	2611	1971	779	9174
4	11282	16337	9139	3993	40751
5	7580	7416	5294	2568	22858
total	43598	48122	34700	18085	144505

Datos de la provincia de Castellón

En la provincia de Valencia obtenemos los siguientes resultados

área pequeña (d)	N_{dB_1}	N_{dB_2}	N_{dB_3}	N_{dB_4}	total
1	9324	11362	6586	2555	29827
2	9814	10045	8462	4384	32705
3	10074	10422	7137	3049	30682
4	8961	11717	8492	3834	33004
5	8316	8999	6201	2469	25985
6	9329	12493	9529	3983	35334
7	7168	8280	7128	4046	26622
8	8902	13450	8275	3384	34011
9	9138	12608	8801	3578	34125
10	10297	11316	6913	3093	31619
11	9277	13438	7420	3116	33251
12	8952	11022	6699	2701	29374
13	7093	9337	6061	2336	24827
14	8154	8904	5267	1975	24300
15	8062	6503	8239	4742	27546
16	8643	5951	9432	6080	30106
17	9853	2033	8117	7333	27336
18	7801	4670	8022	5396	25889
19	7019	7546	7727	3452	25744
20	9478	3059	8831	7622	28990
21	10449	4302	7775	5310	27836
22	8445	7009	10815	6916	33185
23	8946	7055	6570	3222	25793
total	203495	201521	178499	94576	678091

Datos de la provincia de Valencia

Para la agrupación C obtenemos los siguientes resultados en la Comunidad Autónoma de Valencia.

área pequeña (d)	N_{dC_1}	N_{dC_2}	N_{dC_3}	N_{dC_4}	total
Alicante (1)	38452	52856	35524	273794	400626
Castellón (2)	10876	17429	13774	102426	144505
Valencia (3)	71988	101209	69133	435761	678091
total	121316	171494	118431	811981	1223222

Datos de la Comunidad Autónoma de Valencia

En la provincia de Alicante obtenemos los siguientes resultados

área pequeña (d)	N_{dC_1}	N_{dC_2}	N_{dC_3}	N_{dC_4}	total
1	6708	7446	3559	17025	34738
2	2998	3178	2025	12477	20678
3	3856	5168	2997	15659	27680
4	4739	4371	2247	19286	30643
5	2512	3397	2270	15665	23844
6	3459	2933	1535	14951	22878
7	1737	2284	1657	14447	20125
8	2494	5123	3763	27067	38447
9	1174	2566	2150	21730	27620
10	1180	2788	2315	22886	29169
11	1061	2175	1946	17585	22767
12	1443	2992	2423	23042	29900
13	1480	2994	2486	16930	23890
14	1558	2802	2435	19179	25974
15	2053	2639	1716	15865	22273
total	38452	52856	35524	273794	400627

Datos de la provincia de Alicante

En la provincia de Castellón obtenemos los siguientes resultados

área pequeña (d)	N_{dC_1}	N_{dC_2}	N_{dC_3}	N_{dC_4}	total
1	6244	8116	5124	29140	48624
2	771	1624	1830	18873	23098
3	384	805	836	7149	9174
4	2170	4542	3915	30124	40751
5	1307	2342	2069	17140	22858
total	10876	17429	13774	102426	144505

Datos de la provincia de Castellón

En la provincia de Valencia obtenemos los siguientes resultados

área pequeña (d)	N_{dC_1}	N_{dC_2}	N_{dC_3}	N_{dC_4}	total
1	1854	3423	2911	21639	29827
2	2513	4531	3433	22228	32705
3	2518	4714	3387	20063	30682
4	2257	4413	3611	22723	33004
5	1751	2959	2424	18851	25985
6	2163	5045	4013	24113	35334
7	2977	4150	2696	16799	26622
8	1554	3678	3344	25435	34011
9	1685	4144	3724	24572	34125
10	1699	3437	2789	23694	31619
11	1737	3975	3272	24267	33251
12	1402	2925	2677	22370	29374
13	1053	2869	2344	18561	24827
14	1322	2804	2421	17753	24300
15	3377	4768	3162	16239	27546
16	5995	5547	3053	15511	30106
17	9665	6371	1894	9406	27336
18	4841	5067	2884	13097	25889
19	2048	4102	3303	16291	25744
20	7590	6691	2715	11994	28990
21	5057	5296	2904	14579	27836
22	5048	6881	3546	17710	33185
23	1882	3419	2626	17866	25793
total	71988	101209	69133	435761	678091

Datos de la provincia de Valencia

A.2.2 El universo EURAREA para España

En la Comunidad Autónoma de Andalucía la variable objetivo $Y = \frac{APES502}{APES505}$ y las variables auxiliares X_0 (Ingresos per capita declarados en 1991), $X_1 = APES409$ (número de miembros del hogar) y $X_2 = APES412$ (superficie útil de la vivienda en m^2) presentan las siguientes características.

área pequeña (d)	N_d	\bar{Y}_d	$S_{Y,d}$	X_{d0}	\bar{X}_{d1}	\bar{X}_{d2}
Almería (1)	135824	752848	318476	803497	3.34	94.82
Cádiz (2)	287075	713337	335433	848294	3.74	81.71
Cordoba (3)	218169	712452	314526	828212	3.44	94.86
Granada (4)	235848	712585	342878	806133	3.33	96.48
Huelva (5)	123921	818702	339825	818878	3.57	90.11
Jáen (6)	188834	711165	302944	782770	3.36	98.24
Málaga (7)	341444	779040	359004	853329	3.38	88.66
Sevilla (8)	447962	767134	358074	996310	3.60	92.83
total	1979080	745764	341459	865566	3.49	91.64

Datos de la Comunidad Autónoma de Andalucía

La Comunidad Autónoma de Canarias presenta las siguientes características

área pequeña (d)	N_d	\bar{Y}_d	$S_{Y,d}$	X_{d0}	\bar{X}_{d1}	\bar{X}_{d2}
Las Palmas (1)	206470	785705	427592	1246451	3.70	94.85
Santa Cruz de Tenerife (2)	203938	708307	391428	971706	3.54	91.74
total	410408	747245	411843	1111988	3.62	93.30

Datos de la Comunidad Autónoma de Canarias

La Comunidad Autónoma de Galicia presenta las siguientes características

área pequeña (d)	N_d	\bar{Y}_d	$S_{Y,d}$	X_{d0}	\bar{X}_{d1}	\bar{X}_{d2}
La Coruña (1)	317999	690852	298604	957648	3.43	88.33
Lugo (2)	117883	689669	281845	743394	3.24	94.09
Orense (3)	116693	622864	267937	727951	3.01	89.71
Pontevedra (4)	246604	780632	338596	842834	3.62	89.34
total	799179	708454	309691	858958	3.40	89.69

Datos de la Comunidad Autónoma de Galicia

La Comunidad Autónoma de Madrid presenta las siguientes características

área pequeña (d)	N_d	\bar{Y}_d	$S_{Y,d}$	X_{d0}	\bar{X}_{d1}	\bar{X}_{d2}
Madrid(1)	1512710	2032640	1103370	1526169	3.25	83.30
total	1512710	2032640	1103370	1526169	3.25	83.30

Datos de la Comunidad Autónoma de Madrid

Para la agrupación A obtenemos los siguientes resultados.

área pequeña (d)	N_{dA_1}	N_{dA_2}	N_{dA_3}	N_{dA_4}	N_{dA_5}	N_{dA_6}	total
Almería (1)	17240	28114	1479	34922	23595	30474	135824
Cádiz (2)	27825	48449	2977	78695	62579	66550	287075
Cordoba (3)	24372	47650	1673	53201	37112	54161	218169
Granada (4)	32692	51364	2715	54873	38515	55689	235848
Huelva (5)	13264	24427	1121	30187	25096	29826	123921
Jáen (6)	22421	43940	1159	46041	29898	45375	188834
Málaga (7)	44692	71103	4704	84272	60065	76608	341444
Sevilla (8)	45989	85416	4509	113502	89630	108916	447962
total	228495	400463	20337	495693	366490	467599	1979080

Datos de la Comunidad Autónoma de Andalucía

área pequeña (d)	N_{dA_1}	N_{dA_2}	N_{dA_3}	N_{dA_4}	N_{dA_5}	N_{dA_6}	total
Las Palmas (1)	21771	35532	3670	51612	45784	48101	206470
Santa Cruz de Tenerife (2)	23809	39528	3239	46758	42770	47834	203938
total	45580	75060	6909	98370	88554	95935	410408

Datos de la Comunidad Autónoma de Canarias

área pequeña (d)	N_{dA_1}	N_{dA_2}	N_{dA_3}	N_{dA_4}	N_{dA_5}	N_{dA_6}	total
La Coruña (1)	39465	64922	3138	56019	66900	87555	317999
Lugo (2)	17816	28210	787	15318	21551	34201	117883
Orense (3)	20097	31136	1006	16043	17332	31079	116693
Pontevedra (4)	26441	44676	2915	48440	59658	64474	246604
total	103819	168944	7846	135820	165441	217309	799179

Datos de la Comunidad Autónoma de Galicia

área pequeña (d)	N_{dA_1}	N_{dA_2}	N_{dA_3}	N_{dA_4}	N_{dA_5}	N_{dA_6}	total
Madrid(1)	201453	327923	19317	334698	223876	405442	1512710
total	201453	327923	19317	334698	223876	405442	1512710

Datos de la Comunidad Autónoma de Madrid

Para la agrupación B obtenemos los siguientes resultados.

área pequeña (d)	N_{dB_1}	N_{dB_2}	N_{dB_3}	N_{dB_4}	total
Almería (1)	44490	48874	28987	13473	135824
Cádiz (2)	96163	95396	66585	28931	287075
Cordoba (3)	73824	73937	48291	22117	218169
Granada (4)	89766	68936	52124	25022	235848
Huelva (5)	39349	45834	27204	11534	123921
Jáen (6)	69356	64415	38784	16279	188834
Málaga (7)	122463	93073	84782	41126	341444
Sevilla (8)	140432	144304	109552	53674	447962
total	675843	634769	456309	212156	1979080

Datos de la Comunidad Autónoma de Andalucía

área pequeña (d)	N_{dB_1}	N_{dB_2}	N_{dB_3}	N_{dB_4}	total
Las Palmas (1)	58858	60653	57075	29884	206470
Santa Cruz de Tenerife (2)	63224	58652	52704	29358	203938
total	122082	119305	109779	59242	410408

Datos de la Comunidad Autónoma de Canarias

área pequeña (d)	N_{dB_1}	N_{dB_2}	N_{dB_3}	N_{dB_4}	total
La Coruña (1)	88171	114747	75899	39182	317999
Lugo (2)	34045	48988	23262	11588	117883
Orense (3)	42121	40289	22675	11608	116693
Pontevedra (4)	65689	90460	59287	31168	246604
total	230026	294484	181123	93546	799179

Datos de la Comunidad Autónoma de Galicia

área pequeña (d)	N_{dB_1}	N_{dB_2}	N_{dB_3}	N_{dB_4}	total
Madrid(1)	363283	348795	479229	321402	1512710
total	363283	348795	479229	321402	1512710

Datos de la Comunidad Autónoma de Madrid

Para la agrupación C obtenemos los siguientes resultados.

área pequeña (d)	N_{dC_1}	N_{dC_2}	N_{dC_3}	N_{dC_4}	total
Almería (1)	10918	15954	12360	96592	135824
Cádiz (2)	25397	42193	30443	189042	287075
Cordoba (3)	16388	27468	21364	152949	218169
Granada (4)	26076	31442	22955	155375	235848
Huelva (5)	8416	15799	12853	86853	123921
Jáen (6)	11943	21453	17768	137670	188834
Málaga (7)	39719	48325	31975	221425	341444
Sevilla (8)	42684	64019	45105	296154	447962
total	181541	266653	194823	11336060	1979080

Datos de la Comunidad Autónoma de Andalucía

área pequeña (d)	N_{dC_1}	N_{dC_2}	N_{dC_3}	N_{dC_4}	total
Las Palmas (1)	23902	32428	22919	127221	206470
Santa Cruz de Tenerife (2)	25478	30318	22332	125810	203938
total	49380	62746	45251	253031	410408

Datos de la Comunidad Autónoma de Canarias

área pequeña (d)	N_{dC_1}	N_{dC_2}	N_{dC_3}	N_{dC_4}	total
La Coruña (1)	31706	44195	39399	202699	317999
Lugo (2)	8013	11663	13577	84630	117883
Orense (3)	7707	11305	12004	85677	116693
Pontevedra (4)	21972	32693	29748	162191	246604
total	69398	99856	94728	535197	799179

Datos de la Comunidad Autónoma de Galicia

área pequeña (d)	N_{dC_1}	N_{dC_2}	N_{dC_3}	N_{dC_4}	total
Madrid (1)	291463	311909	168540	740797	1512710
total	291463	311909	168540	740797	1512710

Datos de la Comunidad Autónoma de Madrid

A.3 Resultados de la simulación SA2–SD1 en Valencia

El tiempo de ejecución de 10000 replicaciones ha sido de 1 hora, 55 minutos y 54 segundos. En este apartado las áreas pequeñas son las provincias: $d = 1$ para Alicante, $d = 2$ para Castellón y $d = 3$ para Valencia. Para cada medida de eficiencia los mejores resultados se imprimen en negrita.

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	100.112	3.972	5.004	99.997	1.582	1.985
2	100.050	7.401	9.247	100.007	2.437	3.059
3	99.936	2.612	3.269	100.013	1.233	1.542
media	100.033	4.662	5.840	100.006	1.751	2.196

Estimador 1

Estimador 2

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	99.980	1.567	1.967	100.006	1.397	1.753
2	99.733	2.437	3.045	99.987	2.117	2.654
3	100.006	1.223	1.531	100.007	1.064	1.335
media	99.906	1.742	2.181	100.000	1.526	1.914

Estimador 3a

Estimador 3b

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	100.001	1.330	1.666	102.886	2.889	3.108
2	100.022	2.078	2.618	92.038	7.962	8.029
3	100.007	0.992	1.248	100.206	0.913	1.146
media	100.010	1.467	1.844	98.377	3.922	4.094

Estimador 3c

Estimador 4a

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	102.077	2.091	2.307	102.498	2.500	2.672
2	91.393	8.607	8.652	89.754	10.246	10.278
3	100.819	1.050	1.298	100.960	1.114	1.361
media	98.096	3.916	4.086	97.737	4.620	4.770

Estimador 4b

Estimador 4c

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	85.009	14.991	15.109	103.014	3.016	3.233
2	72.407	27.593	27.639	91.837	8.163	8.230
3	79.881	20.119	20.197	100.189	0.923	1.158
media	79.099	20.901	20.982	98.347	4.034	4.207

Estimador 5

Estimador 6

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	100.002	1.578	1.979	100.002	1.578	1.979
2	100.012	2.443	3.065	100.012	2.443	3.065
3	100.017	1.233	1.542	100.017	1.233	1.542
media	100.010	1.751	2.195	100.010	1.751	2.195

Estimador 7

Estimador 8

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	100.002	1.578	1.979	-4.091	104.091	104.125
2	100.011	2.443	3.065	-3.485	103.485	103.509
3	100.017	1.233	1.542	-3.844	103.844	103.874
media	100.010	1.751	2.195	-3.807	103.807	103.836

Estimador 9

Estimador 9 sintético

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	100.002	1.578	1.979	100.033	1.548	1.943
2	100.011	2.443	3.065	99.461	2.412	3.001
3	100.017	1.233	1.542	100.008	1.216	1.522
media	100.010	1.751	2.195	99.834	1.725	2.155

Estimador 10

Estimador 11a

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	100.044	1.381	1.733	100.047	1.314	1.646
2	99.682	2.096	2.615	99.658	2.073	2.598
3	100.017	1.058	1.328	100.019	0.986	1.241
media	99.914	1.512	1.892	99.908	1.458	1.828

Estimador 11b

Estimador 11c

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	99.704	1.613	2.020	100.050	1.563	1.962
2	98.942	2.799	3.508	99.724	2.394	2.992
3	99.731	1.286	1.607	100.016	1.226	1.533
media	99.459	1.900	2.378	99.930	1.728	2.162

Estimador 12

Estimador 13a

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	100.036	1.561	1.958	100.044	1.560	1.958
2	99.701	2.398	2.995	99.643	2.414	3.014
3	100.023	1.224	1.531	100.025	1.223	1.530
media	99.920	1.727	2.162	99.904	1.732	2.167

Estimador 13b

Estimador 13c

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	100.002	1.578	1.979	100.002	1.578	1.979
2	100.012	2.443	3.065	100.012	2.443	3.065
3	100.017	1.233	1.542	100.017	1.233	1.542
media	100.010	1.751	2.195	100.010	1.751	2.195

Estimador 14

Estimador 15

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	99.974	1.536	1.920	99.990	1.308	1.644
2	99.931	2.383	2.981	99.994	1.983	2.484
3	99.969	1.225	1.527	99.998	1.003	1.257
media	99.958	1.715	2.143	99.994	1.431	1.795

Estimador 16a

Estimador 16b

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	100.010	1.309	1.634	99.974	1.536	1.920
2	99.960	2.056	2.590	99.931	2.383	2.981
3	99.967	0.997	1.254	99.969	1.225	1.527
media	99.979	1.454	1.826	99.958	1.715	2.143

Estimador 16c

Estimador 17a

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	99.990	1.308	1.644	100.010	1.309	1.634
2	99.994	1.983	2.484	99.960	2.056	2.590
3	99.998	1.003	1.257	99.967	0.997	1.254
media	99.994	1.431	1.795	99.979	1.454	1.826

Estimador 17b

Estimador 17c

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	99.997	1.582	1.985	93.962	6.038	6.183
2	100.007	2.437	3.059	99.140	1.341	1.648
3	100.013	1.233	1.542	105.887	5.887	6.075
media	100.006	1.751	2.196	99.663	4.422	4.636

Estimador 18

Estimador 18 sintético

A.4 Resultados de la simulación SA2–SD2 en Valencia

El tiempo de ejecución de 10000 replicaciones ha sido de 2 horas, 1 minuto y 16 segundos. En este apartado las áreas pequeñas son las provincias: $d = 1$ para Alicante, $d = 2$ para Castellón y $d = 3$ para Valencia. Para cada medida de eficiencia los mejores resultados se imprimen en negrita.

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	100.050	3.878	4.855	99.986	1.585	1.987
2	99.884	7.301	9.196	99.976	2.478	3.105
3	100.017	2.500	3.134	100.034	1.241	1.563
media	99.983	4.560	5.728	99.999	1.768	2.218

Estimador 1

Estimador 2

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	99.964	1.562	1.959	100.004	1.390	1.749
2	99.705	2.495	3.120	99.990	2.151	2.699
3	100.031	1.222	1.540	100.029	1.080	1.357
media	99.900	1.760	2.206	100.008	1.540	1.935

Estimador 3a

Estimador 3b

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	99.991	1.319	1.655	102.890	2.893	3.110
2	99.991	2.121	2.669	92.043	7.957	8.023
3	100.015	1.016	1.276	100.209	0.910	1.143
media	99.999	1.485	1.867	98.381	3.920	4.092

Estimador 3c

Estimador 4a

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	102.088	2.098	2.317	102.494	2.496	2.672
2	91.403	8.597	8.643	89.749	10.251	10.283
3	100.831	1.059	1.309	100.958	1.119	1.367
media	98.107	3.918	4.090	97.734	4.622	4.774

Estimador 4b

Estimador 4c

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	84.992	15.008	15.127	103.017	3.019	3.235
2	72.393	27.607	27.654	91.840	8.160	8.227
3	79.865	20.135	20.213	100.193	0.922	1.158
media	79.084	20.917	20.998	98.350	4.034	4.207

Estimador 5

Estimador 6

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	99.989	1.581	1.982	99.988	1.581	1.982
2	99.981	2.486	3.113	99.981	2.486	3.113
3	100.039	1.241	1.563	100.039	1.241	1.563
media	100.003	1.769	2.219	100.003	1.769	2.219

Estimador 7

Estimador 8

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	99.988	1.581	1.982	-4.060	104.060	104.093
2	99.980	2.486	3.113	-3.458	103.458	103.482
3	100.039	1.241	1.563	-3.815	103.815	103.844
media	100.002	1.769	2.219	-3.777	103.777	103.806

Estimador 9

Estimador 9 sintético

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	99.988	1.581	1.982	100.016	1.541	1.932
2	99.980	2.486	3.113	99.434	2.475	3.084
3	100.039	1.241	1.563	100.033	1.216	1.531
media	100.002	1.769	2.219	99.828	1.744	2.182

Estimador 10

Estimador 11a

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	100.042	1.372	1.725	100.036	1.303	1.633
2	99.687	2.137	2.670	99.629	2.123	2.656
3	100.039	1.075	1.350	100.026	1.011	1.270
media	99.923	1.528	1.915	99.897	1.479	1.853

Estimador 11b

Estimador 11c

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	99.701	1.617	2.022	100.038	1.563	1.960
2	98.911	2.853	3.568	99.695	2.441	3.046
3	99.766	1.280	1.608	100.036	1.234	1.554
media	99.459	1.916	2.399	99.923	1.746	2.187

Estimador 12

Estimador 13a

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	100.024	1.561	1.958	100.031	1.561	1.957
2	99.673	2.445	3.050	99.615	2.461	3.070
3	100.043	1.233	1.553	100.044	1.232	1.553
media	99.913	1.746	2.187	99.897	1.751	2.193

Estimador 13b

Estimador 13c

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	99.989	1.581	1.982	99.988	1.581	1.982
2	99.981	2.486	3.113	99.981	2.486	3.113
3	100.039	1.241	1.563	100.039	1.241	1.563
media	100.003	1.769	2.219	100.003	1.769	2.219

Estimador 14

Estimador 15

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	99.978	1.559	1.952	100.000	1.300	1.641
2	99.969	2.365	2.975	100.003	1.999	2.510
3	100.031	1.196	1.507	100.020	1.008	1.268
media	99.993	1.707	2.144	100.007	1.435	1.806

Estimador 16a

Estimador 16b

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	100.040	1.312	1.644	99.977	1.559	1.952
2	99.973	2.071	2.608	99.969	2.365	2.974
3	100.037	0.996	1.246	100.031	1.196	1.507
media	100.017	1.460	1.833	99.992	1.707	2.144

Estimador 16c

Estimador 17a

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	100.000	1.300	1.641	100.040	1.312	1.644
2	100.003	1.999	2.510	99.973	2.071	2.608
3	100.020	1.008	1.268	100.037	0.996	1.246
media	100.007	1.435	1.806	100.017	1.460	1.833

Estimador 17b

Estimador 17c

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	99.986	1.585	1.987	94.001	5.999	6.147
2	99.976	2.478	3.105	99.182	1.324	1.635
3	100.034	1.241	1.563	105.931	5.931	6.121
media	99.999	1.768	2.218	99.705	4.418	4.634

Estimador 18

Estimador 18 sintético

A.5 Resultados de la simulación SA1–SD1 en Valencia

El tiempo de ejecución de 10000 replicaciones ha sido de 9 horas, 11 minutos y 7 segundos. En este apartado las áreas pequeñas son las "comarcas". Hay 15 áreas pequeñas en la provincia de Alicante, 5 en la provincia de Castellón y 23 en la provincia de Valencia. Para cada medida de eficiencia los mejores resultados se imprimen en negrita.

A.5.1 Resultados SA1–SD1 para Alicante

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	100.354	16.312	20.521	100.026	6.277	7.900
2	99.843	20.721	26.136	99.887	7.921	10.051
3	100.081	17.897	22.464	99.904	6.217	7.846
4	100.357	16.920	21.214	99.971	5.878	7.434
5	100.223	19.124	24.057	100.103	6.704	8.516
6	99.869	19.450	24.377	100.031	6.672	8.477
7	100.183	20.612	25.966	100.069	6.561	8.378
8	99.851	15.023	18.822	100.013	4.803	6.093
9	100.239	17.628	22.004	100.067	5.430	6.894
10	99.948	16.966	21.265	100.113	5.257	6.692
11	100.289	19.614	24.592	99.969	6.149	7.814
12	99.964	17.070	21.346	99.933	5.614	7.133
13	99.686	19.225	24.139	100.069	6.325	8.034
14	99.965	18.488	23.144	99.982	5.987	7.616
15	99.154	19.861	24.821	100.003	6.596	8.361
media	100.000	18.327	22.991	100.009	6.159	7.816

Estimador 1

Estimador 2

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	98.579	7.100	9.033	99.560	5.922	7.619
2	94.442	11.029	14.267	97.360	9.137	12.330
3	97.268	7.701	9.920	99.361	6.162	8.182
4	97.927	6.913	9.019	99.085	6.327	8.263
5	96.539	8.842	11.448	98.258	7.446	9.995
6	95.874	9.121	11.882	97.498	8.206	10.886
7	95.020	9.687	12.820	97.013	8.399	11.371
8	99.085	5.258	6.761	99.470	4.761	6.304
9	97.555	6.845	9.031	98.063	6.355	8.338
10	98.000	6.367	8.421	98.385	5.933	7.860
11	96.145	8.464	11.285	96.872	7.565	9.926
12	97.398	6.840	8.891	98.061	6.257	8.165
13	96.402	8.361	10.991	98.030	7.248	9.616
14	97.399	7.502	9.967	97.811	6.896	9.170
15	95.521	9.211	12.082	96.750	8.284	10.948
media	96.877	7.949	10.388	98.105	6.993	9.265

Estimador 3a

Estimador 3b

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	99.183	5.943	7.821	91.154	8.846	8.909
2	94.600	10.005	13.218	99.133	1.160	1.432
3	97.739	7.008	9.330	97.607	2.408	2.639
4	97.809	6.509	8.615	96.261	3.739	3.906
5	95.291	8.747	11.429	102.110	2.141	2.408
6	95.316	8.626	11.400	98.540	1.589	1.881
7	92.238	10.390	13.074	99.529	0.991	1.240
8	97.892	5.620	7.324	104.281	4.281	4.441
9	94.451	7.870	9.962	108.075	8.075	8.168
10	94.802	7.543	9.557	106.512	6.512	6.623
11	92.705	9.509	11.859	111.802	11.802	11.870
12	95.070	7.710	9.732	114.842	14.842	14.902
13	94.249	9.010	11.452	108.994	8.994	9.079
14	94.459	8.513	10.864	108.452	8.452	8.540
15	93.496	9.637	12.340	104.804	4.804	4.956
media	95.287	8.176	10.532	103.473	5.909	6.066

Estimador 3c

Estimador 4a

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	93.306	6.694	6.777	98.426	1.685	1.976
2	100.643	0.968	1.208	103.193	3.194	3.371
3	101.560	1.634	1.911	102.072	2.095	2.342
4	96.156	3.845	3.961	99.929	0.841	1.058
5	102.332	2.338	2.540	102.707	2.709	2.883
6	96.680	3.320	3.461	101.008	1.193	1.456
7	99.039	1.137	1.376	97.503	2.499	2.653
8	102.108	2.119	2.330	101.587	1.619	1.840
9	104.616	4.616	4.724	102.399	2.402	2.566
10	104.013	4.013	4.132	100.842	1.007	1.230
11	108.954	8.954	9.013	106.668	6.668	6.735
12	111.790	11.791	11.838	110.366	10.366	10.412
13	108.289	8.289	8.356	106.370	6.370	6.443
14	106.809	6.809	6.885	104.854	4.854	4.944
15	101.904	1.922	2.142	103.576	3.576	3.703
media	102.547	4.563	4.710	102.767	3.405	3.574

Estimador 4b

Estimador 4c

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	69.942	30.059	30.099	90.880	9.120	9.181
2	85.095	14.905	15.027	99.525	0.996	1.249
3	82.848	17.152	17.252	97.740	2.282	2.528
4	74.292	25.708	25.761	96.880	3.122	3.319
5	85.906	14.094	14.225	102.072	2.109	2.386
6	71.277	28.723	28.767	98.871	1.345	1.633
7	75.768	24.232	24.291	99.590	0.986	1.235
8	82.204	17.796	17.891	104.226	4.226	4.396
9	92.422	7.578	7.855	108.052	8.052	8.150
10	89.927	10.073	10.272	106.500	6.500	6.616
11	98.260	2.276	2.805	111.872	11.872	11.943
12	104.736	4.776	5.284	115.378	15.378	15.439
13	96.855	3.289	3.820	108.974	8.974	9.064
14	95.510	4.518	4.973	108.373	8.373	8.469
15	82.774	17.226	17.325	105.178	5.178	5.320
media	85.854	14.827	15.043	103.607	5.901	6.062

Estimador 5

Estimador 6

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	100.033	6.285	7.912	100.033	6.285	7.912
2	99.906	7.872	9.997	99.906	7.872	9.997
3	99.905	6.206	7.831	99.905	6.206	7.831
4	99.976	5.852	7.400	99.976	5.852	7.400
5	100.109	6.683	8.495	100.109	6.683	8.495
6	100.036	6.656	8.458	100.036	6.656	8.458
7	100.071	6.562	8.383	100.071	6.562	8.383
8	100.019	4.808	6.097	100.019	4.808	6.097
9	100.077	5.416	6.871	100.077	5.416	6.871
10	100.114	5.248	6.679	100.114	5.248	6.679
11	99.973	6.124	7.784	99.973	6.124	7.784
12	99.940	5.594	7.105	99.940	5.594	7.105
13	100.079	6.309	8.012	100.079	6.309	8.012
14	99.987	5.975	7.602	99.987	5.975	7.602
15	100.010	6.574	8.333	100.010	6.574	8.333
media	100.016	6.144	7.797	100.016	6.144	7.797

Estimador 7

Estimador 8

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	100.030	6.284	7.911	-2.222	102.222	102.244
2	99.900	7.872	9.997	-2.703	102.703	102.736
3	99.901	6.206	7.831	-2.632	102.632	102.663
4	99.972	5.853	7.400	-2.360	102.360	102.385
5	100.104	6.683	8.494	-2.729	102.729	102.762
6	100.031	6.656	8.458	-2.264	102.264	102.287
7	100.066	6.562	8.383	-2.407	102.407	102.433
8	100.017	4.808	6.097	-2.611	102.611	102.642
9	100.073	5.416	6.871	-2.936	102.936	102.975
10	100.110	5.248	6.679	-2.856	102.856	102.893
11	99.968	6.124	7.784	-3.121	103.121	103.165
12	99.936	5.594	7.105	-3.327	103.327	103.377
13	100.074	6.309	8.012	-3.076	103.076	103.119
14	99.983	5.975	7.601	-3.034	103.034	103.075
15	100.005	6.574	8.333	-2.629	102.629	102.661
media	100.011	6.144	7.797	-2.727	102.727	102.761

Estimador 9

Estimador 9 sintético

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	100.030	6.284	7.911	98.084	6.682	8.383
2	99.900	7.872	9.997	95.337	9.622	12.129
3	99.901	6.206	7.831	97.450	6.968	8.827
4	99.972	5.853	7.400	97.916	6.333	8.099
5	100.104	6.683	8.494	97.302	7.748	9.854
6	100.031	6.656	8.458	96.456	8.055	10.232
7	100.066	6.562	8.383	95.898	8.381	10.779
8	100.017	4.808	6.097	99.498	4.783	6.121
9	100.073	5.416	6.871	98.602	5.937	7.671
10	100.110	5.248	6.679	98.816	5.609	7.279
11	99.968	6.124	7.784	97.922	7.074	9.215
12	99.936	5.594	7.105	98.945	5.988	7.700
13	100.074	6.309	8.012	97.858	7.076	9.099
14	99.983	5.975	7.601	98.572	6.486	8.438
15	100.005	6.574	8.333	96.795	7.789	9.984
media	100.011	6.144	7.797	97.697	6.969	8.921

Estimador 10

Estimador 11a

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	99.120	5.516	7.005	99.171	5.446	7.081
2	97.997	7.928	10.445	95.834	8.570	11.158
3	99.617	5.527	7.198	98.282	6.216	8.151
4	98.910	5.792	7.469	98.103	5.875	7.658
5	98.796	6.551	8.656	96.229	7.633	9.863
6	97.669	7.311	9.460	96.157	7.531	9.785
7	97.537	7.298	9.588	93.098	9.253	11.488
8	99.696	4.355	5.712	98.246	5.105	6.585
9	98.745	5.609	7.265	95.310	6.934	8.696
10	98.942	5.282	6.888	95.457	6.747	8.485
11	98.183	6.479	8.346	94.272	8.025	10.006
12	99.257	5.589	7.216	96.483	6.600	8.323
13	99.157	6.308	8.218	95.678	7.639	9.655
14	98.766	6.000	7.824	95.625	7.332	9.279
15	97.499	7.165	9.257	94.848	8.193	10.379
media	98.659	6.181	8.036	96.186	7.140	9.106

Estimador 11b

Estimador 11c

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	97.556	6.810	8.447	99.362	5.874	7.330
2	98.250	7.312	9.064	99.824	7.048	8.888
3	98.304	6.061	7.512	99.706	5.658	7.110
4	97.667	6.083	7.565	99.676	5.389	6.771
5	98.674	6.277	7.832	100.258	6.026	7.627
6	97.007	7.182	8.924	99.907	5.981	7.556
7	97.415	6.933	8.570	100.003	5.825	7.378
8	98.616	4.895	6.083	100.320	4.442	5.631
9	99.382	4.986	6.248	100.744	4.984	6.327
10	99.168	4.893	6.122	100.620	4.830	6.137
11	99.803	5.452	6.907	101.075	5.656	7.196
12	100.363	5.095	6.479	101.138	5.357	6.804
13	99.761	5.639	7.125	100.913	5.758	7.319
14	99.566	5.390	6.790	100.735	5.440	6.924
15	98.111	6.352	7.865	100.483	5.858	7.399
media	98.643	5.957	7.436	100.318	5.608	7.093

Estimador 12

Estimador 13a

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	99.522	5.835	7.292	99.902	5.781	7.248
2	99.969	7.035	8.882	100.218	7.030	8.894
3	100.037	5.637	7.103	100.081	5.635	7.104
4	99.668	5.389	6.771	99.965	5.358	6.753
5	100.277	6.025	7.626	100.311	6.025	7.629
6	99.735	6.002	7.570	100.139	5.960	7.547
7	99.952	5.827	7.376	99.803	5.844	7.381
8	100.163	4.428	5.608	100.125	4.427	5.605
9	100.455	4.930	6.251	100.269	4.918	6.226
10	100.413	4.792	6.082	100.153	4.771	6.044
11	100.815	5.577	7.097	100.606	5.534	7.039
12	100.889	5.256	6.681	100.774	5.219	6.635
13	100.847	5.738	7.293	100.669	5.701	7.244
14	100.590	5.407	6.878	100.419	5.385	6.841
15	100.197	5.841	7.363	100.363	5.844	7.376
media	100.235	5.581	7.058	100.253	5.562	7.038

Estimador 13b

Estimador 13c

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	92.175	10.885	12.801	92.182	10.878	12.792
2	95.857	7.745	9.484	95.860	7.740	9.479
3	95.472	8.179	9.945	95.475	8.174	9.938
4	95.192	7.662	9.244	95.196	7.658	9.238
5	98.361	7.361	9.183	98.362	7.357	9.178
6	88.298	15.015	29.555	88.307	15.005	29.532
7	90.092	15.121	29.322	90.100	15.111	29.299
8	87.601	14.786	29.632	87.611	14.775	29.609
9	89.309	14.466	30.073	89.318	14.456	30.049
10	90.868	14.478	29.611	90.875	14.468	29.588
11	92.114	15.107	29.756	92.120	15.097	29.732
12	92.734	15.480	30.199	92.740	15.469	30.176
13	90.851	15.130	29.697	90.858	15.120	29.674
14	88.757	15.660	30.619	88.766	15.649	30.595
15	94.272	16.898	30.589	94.276	16.886	30.565
media	92.130	12.932	23.314	92.136	12.923	23.296

Estimador 14

Estimador 15

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	99.789	6.029	7.631	99.972	5.109	6.434
2	99.726	7.630	9.715	99.965	6.120	7.802
3	100.010	6.234	7.868	99.928	4.947	6.241
4	99.988	5.585	7.106	99.931	5.140	6.504
5	100.001	6.269	8.046	100.137	5.312	6.773
6	99.977	6.557	8.388	99.966	5.865	7.461
7	99.765	6.385	8.092	100.025	5.612	7.206
8	99.944	4.664	5.906	99.962	3.865	4.888
9	100.203	5.090	6.472	100.003	4.539	5.742
10	99.928	4.929	6.295	100.054	4.283	5.485
11	100.093	6.193	7.985	100.006	5.117	6.509
12	99.984	5.199	6.631	99.946	4.594	5.809
13	99.860	5.987	7.629	100.053	5.149	6.552
14	100.163	5.933	7.528	99.976	4.833	6.177
15	99.716	6.412	8.193	100.061	5.693	7.263
media	99.943	5.940	7.566	99.999	5.079	6.457

Estimador 16a

Estimador 16b

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	99.893	5.019	6.351	99.789	6.029	7.631
2	99.993	6.145	7.834	99.726	7.630	9.715
3	99.882	5.248	6.646	100.010	6.234	7.868
4	99.912	4.803	6.154	99.988	5.585	7.106
5	100.005	5.439	7.000	100.001	6.269	8.046
6	100.037	5.591	7.190	99.977	6.557	8.388
7	99.883	5.410	6.893	99.765	6.385	8.092
8	99.953	4.063	5.157	99.944	4.664	5.906
9	100.094	4.755	5.995	100.203	5.090	6.472
10	99.893	4.498	5.713	99.928	4.929	6.295
11	100.057	5.380	6.888	100.093	6.193	7.985
12	100.070	4.645	5.894	99.984	5.199	6.631
13	99.821	5.301	6.767	99.860	5.987	7.629
14	100.182	5.010	6.397	100.163	5.933	7.528
15	99.741	5.407	6.889	99.716	6.412	8.193
media	99.961	5.114	6.518	99.943	5.940	7.566

Estimador 16c

Estimador 17a

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	99.972	5.109	6.434	99.893	5.019	6.351
2	99.965	6.120	7.802	99.993	6.145	7.834
3	99.928	4.947	6.241	99.882	5.248	6.646
4	99.931	5.140	6.504	99.912	4.803	6.154
5	100.137	5.312	6.773	100.005	5.439	7.000
6	99.966	5.865	7.461	100.037	5.591	7.190
7	100.025	5.612	7.206	99.883	5.410	6.893
8	99.962	3.865	4.888	99.953	4.063	5.157
9	100.003	4.539	5.742	100.094	4.755	5.995
10	100.054	4.283	5.485	99.893	4.498	5.713
11	100.006	5.117	6.509	100.057	5.380	6.888
12	99.946	4.594	5.809	100.070	4.645	5.894
13	100.053	5.149	6.552	99.821	5.301	6.767
14	99.976	4.833	6.177	100.182	5.010	6.397
15	100.061	5.693	7.263	99.741	5.407	6.889
media	99.999	5.079	6.457	99.961	5.114	6.518

Estimador 17b

Estimador 17c

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	100.026	6.277	7.900	108.028	8.028	8.142
2	99.887	7.921	10.051	107.437	7.437	7.559
3	99.904	6.217	7.846	100.380	1.062	1.318
4	99.971	5.878	7.434	94.112	5.888	6.006
5	100.103	6.704	8.516	101.631	1.738	2.072
6	100.031	6.672	8.477	89.299	10.701	10.760
7	100.069	6.561	8.378	87.469	12.531	12.579
8	100.013	4.803	6.093	55.629	44.371	44.376
9	100.067	5.430	6.894	80.169	19.831	19.857
10	100.113	5.257	6.692	91.222	8.778	8.853
11	99.969	6.149	7.814	82.350	17.650	17.680
12	99.933	5.614	7.133	77.720	22.280	22.301
13	100.069	6.325	8.034	84.312	15.688	15.724
14	99.982	5.987	7.616	112.573	12.573	12.652
15	100.003	6.596	8.361	89.098	10.902	10.959
media	100.009	6.159	7.816	90.762	13.297	13.389

Estimador 18

Estimador 18 sintético

A.5.2 Resultados SA1–SD1 para Castellón

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	100.129	13.492	16.973	99.961	4.735	5.935
2	100.180	19.186	23.942	100.055	5.294	6.743
3	100.442	30.604	38.500	99.971	9.022	11.833
4	99.890	14.497	18.130	100.012	4.290	5.427
5	100.084	19.451	24.361	99.978	6.024	7.658
media	100.145	19.446	24.381	99.996	5.873	7.519

Estimador 1

Estimador 2

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	99.197	5.084	6.418	99.985	4.230	5.371
2	96.607	7.539	10.159	96.781	6.828	9.143
3	78.199	23.838	29.628	83.666	19.017	24.721
4	99.143	4.709	6.111	99.408	4.323	5.687
5	96.335	8.301	11.074	97.465	7.238	9.783
media	93.896	9.894	12.678	95.461	8.327	10.941

Estimador 3a

Estimador 3b

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	99.661	4.295	5.653	87.529	12.471	12.510
2	92.927	8.669	10.709	96.274	3.727	3.889
3	84.342	16.826	19.935	95.467	4.533	4.677
4	97.775	5.235	6.875	94.032	5.968	6.062
5	93.087	9.359	11.728	93.279	6.721	6.807
media	93.559	8.877	10.980	93.316	6.684	6.789

Estimador 3c

Estimador 4a

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	90.552	9.448	9.497	89.962	10.038	10.080
2	91.706	8.294	8.338	89.127	10.873	10.902
3	91.079	8.921	8.964	89.607	10.393	10.424
4	92.322	7.678	7.728	90.221	9.779	9.812
5	91.548	8.452	8.497	89.177	10.823	10.852
media	91.442	8.559	8.605	89.619	10.381	10.414

Estimador 4b

Estimador 4c

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	71.474	28.526	28.571	87.408	12.592	12.633
2	71.311	28.689	28.733	95.825	4.176	4.325
3	65.968	34.033	34.065	95.274	4.726	4.866
4	76.862	23.139	23.202	93.820	6.180	6.274
5	70.246	29.754	29.796	93.122	6.878	6.964
media	71.172	28.828	28.873	93.090	6.910	7.013

Estimador 5

Estimador 6

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	99.965	4.731	5.933	99.965	4.731	5.933
2	100.065	5.306	6.760	100.065	5.306	6.760
3	99.969	9.066	11.883	99.969	9.066	11.883
4	100.017	4.289	5.429	100.017	4.289	5.429
5	99.984	6.036	7.672	99.984	6.036	7.672
media	100.000	5.886	7.535	100.000	5.886	7.535

Estimador 7

Estimador 8

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	99.963	4.731	5.933	-2.270	102.270	102.294
2	100.060	5.305	6.759	-2.265	102.265	102.288
3	99.873	9.146	12.226	-2.095	102.095	102.115
4	100.015	4.289	5.428	-2.441	102.441	102.469
5	99.980	6.036	7.671	-2.231	102.231	102.254
media	99.978	5.902	7.604	-2.261	102.261	102.284

Estimador 9

Estimador 9 sintético

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	99.963	4.731	5.933	98.487	4.985	6.217
2	100.060	5.305	6.759	96.843	6.750	8.839
3	99.873	9.146	12.226	83.005	18.882	22.387
4	100.015	4.289	5.428	98.826	4.446	5.703
5	99.980	6.036	7.671	96.368	7.534	9.721
media	99.978	5.902	7.604	94.706	8.519	10.573

Estimador 10

Estimador 11a

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	99.402	4.066	5.113	99.074	4.139	5.388
2	96.500	6.404	8.357	92.790	8.489	10.275
3	86.628	15.664	19.237	85.850	15.016	17.104
4	98.960	4.111	5.352	97.347	5.113	6.625
5	97.130	6.683	8.787	93.021	8.989	11.030
media	95.724	7.385	9.369	93.616	8.349	10.085

Estimador 11b

Estimador 11c

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	97.984	5.222	6.510	99.189	4.598	5.715
2	97.190	6.246	7.823	99.707	4.794	6.044
3	94.543	10.765	13.344	99.348	7.494	9.494
4	98.272	4.703	5.873	99.604	4.038	5.067
5	96.952	6.894	8.586	99.348	5.475	6.867
media	96.988	6.766	8.427	99.439	5.280	6.637

Estimador 12

Estimador 13a

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	99.379	4.532	5.638	99.343	4.543	5.650
2	99.285	4.917	6.152	99.047	5.012	6.250
3	98.713	7.733	9.683	98.498	7.834	9.774
4	99.483	4.070	5.101	99.336	4.119	5.157
5	99.186	5.523	6.914	98.966	5.602	6.996
media	99.209	5.355	6.698	99.038	5.422	6.765

Estimador 13b

Estimador 13c

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	89.058	12.533	14.668	89.066	12.524	14.657
2	96.143	7.378	9.044	96.146	7.373	9.037
3	93.615	8.972	10.681	93.620	8.966	10.673
4	94.104	8.081	9.676	94.108	8.075	9.668
5	89.668	11.505	13.198	89.677	11.497	13.188
media	92.517	9.694	11.453	92.523	9.687	11.445

Estimador 14

Estimador 15

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	99.985	4.599	5.769	99.963	3.797	4.767
2	100.055	5.185	6.586	100.063	4.395	5.624
3	99.808	8.578	11.324	100.033	7.437	9.823
4	99.797	3.958	5.009	99.999	3.506	4.423
5	100.257	5.860	7.475	99.995	4.986	6.362
media	99.980	5.636	7.233	100.011	4.824	6.200

Estimador 16a

Estimador 16b

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	99.978	3.762	4.717	99.985	4.599	5.769
2	100.001	4.740	5.996	100.055	5.185	6.586
3	99.973	7.859	10.287	99.808	8.578	11.324
4	99.855	3.558	4.514	99.797	3.958	5.009
5	100.233	5.106	6.599	100.257	5.860	7.475
media	100.008	5.005	6.423	99.980	5.636	7.233

Estimador 16c

Estimador 17a

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	99.963	3.797	4.767	99.978	3.762	4.717
2	100.063	4.395	5.624	100.001	4.740	5.996
3	100.033	7.437	9.823	99.973	7.859	10.287
4	99.999	3.506	4.423	99.855	3.558	4.514
5	99.995	4.986	6.362	100.233	5.106	6.599
media	100.011	4.824	6.200	100.008	5.005	6.423

Estimador 17b

Estimador 17c

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	99.961	4.735	5.935	107.508	7.508	7.629
2	100.055	5.294	6.743	92.849	7.151	7.246
3	99.971	9.022	11.833	69.958	30.042	30.055
4	100.012	4.290	5.427	92.853	7.147	7.242
5	99.978	6.024	7.658	82.122	17.878	17.908
media	99.996	5.873	7.519	89.058	13.945	14.016

Estimador 18

Estimador 18 sintético

A.5.3 Resultados SA1–SD1 para Valencia

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	100.069	16.850	21.052	100.023	5.268	6.668
2	100.065	16.279	20.422	100.140	5.247	6.642
3	99.918	16.775	21.047	100.059	5.320	6.762
4	100.179	16.113	20.238	100.006	5.188	6.564
5	100.187	18.372	23.104	99.985	5.785	7.324
6	99.801	15.421	19.373	99.977	4.963	6.271
7	99.758	18.339	23.124	100.009	6.653	8.418
8	99.875	15.948	19.937	100.008	5.014	6.356
9	100.216	16.042	20.090	100.007	4.879	6.148
10	99.851	16.444	20.593	100.006	5.070	6.455
11	100.187	16.032	20.099	100.059	4.985	6.316
12	99.951	17.077	21.415	100.055	5.319	6.729
13	99.742	18.374	23.006	99.987	5.690	7.217
14	100.130	18.708	23.456	99.993	5.836	7.428
15	100.032	17.741	22.155	99.984	6.120	7.687
16	99.793	16.924	21.342	100.005	6.469	8.117
17	99.911	18.303	22.924	99.892	7.298	9.232
18	100.020	18.613	23.267	99.927	6.739	8.503
19	100.102	18.508	23.266	100.006	5.776	7.357
20	100.136	17.665	22.192	100.104	6.763	8.545
21	100.066	18.334	22.963	100.115	7.056	8.934
22	100.154	16.197	20.237	100.011	5.554	7.006
23	99.627	18.427	23.149	99.921	5.937	7.571
media	99.990	17.282	21.672	100.012	5.779	7.315

Estimador 1

Estimador 2

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	98.281	6.288	8.293	98.249	5.874	7.715
2	98.626	6.020	7.800	99.459	5.175	6.894
3	98.227	6.417	8.414	98.792	5.653	7.485
4	98.495	5.973	7.812	99.275	5.259	6.991
5	97.346	7.445	9.833	97.919	6.572	8.627
6	98.639	5.696	7.333	99.330	5.035	6.633
7	97.193	8.295	10.778	99.089	6.767	9.080
8	98.256	5.813	7.545	99.080	5.259	6.882
9	98.587	5.604	7.287	99.145	5.042	6.627
10	98.389	5.951	7.827	98.791	5.396	7.162
11	98.649	5.815	7.602	98.944	5.359	7.034
12	98.195	6.313	8.271	98.448	5.908	7.855
13	97.101	7.492	9.940	97.607	6.774	8.965
14	96.918	7.760	10.313	97.133	6.981	9.178
15	97.710	7.545	9.822	99.249	6.218	8.337
16	98.004	7.758	9.937	99.663	6.203	8.134
17	96.860	8.825	11.340	98.521	7.085	9.130
18	97.100	8.582	11.091	99.125	6.755	8.929
19	97.172	7.564	10.019	98.609	6.400	8.576
20	97.628	8.099	10.434	99.230	6.473	8.358
21	97.335	8.571	10.957	99.253	7.186	9.457
22	98.293	6.403	8.264	99.866	5.228	6.768
23	97.224	7.683	10.120	98.437	6.643	8.918
media	97.836	7.040	9.175	98.835	6.054	7.989

Estimador 3a

Estimador 3b

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	95.996	7.067	9.171	105.801	5.801	5.925
2	97.300	6.350	8.393	102.118	2.148	2.414
3	97.204	6.523	8.658	104.389	4.389	4.546
4	97.115	6.333	8.311	104.997	4.997	5.136
5	94.545	8.349	10.721	105.488	5.488	5.619
6	97.467	5.938	7.731	106.839	6.839	6.946
7	96.544	7.856	10.467	102.318	2.339	2.595
8	96.454	6.477	8.335	110.309	10.309	10.385
9	96.868	6.154	8.043	109.142	9.142	9.225
10	95.998	6.828	8.801	104.177	4.177	4.342
11	96.607	6.365	8.279	106.973	6.973	7.077
12	95.122	7.451	9.558	106.780	6.780	6.886
13	94.103	8.304	10.576	106.960	6.960	7.063
14	94.161	8.590	10.957	108.882	8.882	8.968
15	97.394	7.100	9.524	99.156	1.142	1.411
16	98.597	6.216	8.226	90.693	9.307	9.368
17	98.337	6.799	8.785	76.263	23.737	23.755
18	97.927	7.161	9.599	92.226	7.774	7.848
19	96.016	7.671	10.101	102.164	2.192	2.456
20	98.891	6.269	8.151	84.115	15.885	15.917
21	98.252	7.144	9.506	90.732	9.268	9.335
22	98.876	5.642	7.551	94.410	5.590	5.696
23	95.047	8.335	10.743	103.907	3.908	4.089
media	96.731	6.997	9.139	100.819	7.132	7.261

Estimador 3c

Estimador 4a

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	102.843	2.844	3.004	102.292	2.296	2.471
2	102.394	2.399	2.599	100.623	0.904	1.125
3	102.027	2.039	2.249	103.583	3.583	3.715
4	104.724	4.724	4.832	102.825	2.826	2.979
5	103.042	3.043	3.197	102.067	2.074	2.263
6	107.060	7.060	7.136	104.844	4.844	4.941
7	104.495	4.495	4.617	104.207	4.208	4.332
8	109.347	9.347	9.406	105.648	5.648	5.727
9	108.388	8.388	8.453	105.161	5.161	5.248
10	101.926	1.941	2.155	100.047	0.715	0.896
11	105.127	5.127	5.223	103.214	3.215	3.346
12	104.302	4.302	4.414	101.607	1.633	1.844
13	105.011	5.011	5.110	101.902	1.913	2.110
14	104.895	4.895	4.994	104.389	4.389	4.488
15	101.841	1.877	2.135	101.793	1.829	2.076
16	95.085	4.915	5.029	98.202	1.867	2.149
17	80.833	19.167	19.194	90.311	9.689	9.802
18	96.336	3.664	3.823	99.135	1.184	1.457
19	103.437	3.438	3.594	101.872	1.892	2.113
20	89.500	10.500	10.559	94.991	5.010	5.183
21	92.492	7.508	7.578	96.570	3.432	3.609
22	99.817	0.913	1.144	100.060	0.891	1.121
23	103.250	3.251	3.406	101.964	1.976	2.177
media	101.225	5.254	5.385	101.187	3.095	3.268

Estimador 4b

Estimador 4c

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	82.511	17.489	17.586	105.792	5.792	5.921
2	82.030	17.970	18.063	102.050	2.088	2.366
3	82.126	17.874	17.968	104.195	4.195	4.366
4	86.571	13.429	13.568	104.841	4.841	4.990
5	82.245	17.755	17.850	105.283	5.283	5.423
6	89.960	10.040	10.240	106.966	6.966	7.076
7	88.278	11.722	11.887	102.521	2.535	2.788
8	96.844	3.298	3.829	110.189	10.190	10.271
9	91.272	8.728	8.964	108.968	8.968	9.056
10	83.482	16.518	16.623	104.327	4.327	4.492
11	88.611	11.389	11.560	107.049	7.049	7.157
12	86.291	13.709	13.844	106.596	6.596	6.710
13	89.232	10.768	10.951	106.557	6.557	6.672
14	85.572	14.428	14.555	108.425	8.425	8.518
15	79.388	20.612	20.689	99.021	1.231	1.507
16	68.741	31.259	31.297	91.176	8.824	8.888
17	55.074	44.927	44.943	76.143	23.858	23.875
18	69.268	30.732	30.771	92.309	7.691	7.767
19	82.317	17.684	17.779	102.078	2.114	2.390
20	61.743	38.257	38.282	84.078	15.922	15.953
21	64.526	35.474	35.504	90.617	9.383	9.446
22	74.925	25.075	25.131	94.771	5.229	5.343
23	79.008	20.992	21.066	104.148	4.148	4.324
media	80.436	19.571	19.694	100.787	7.053	7.187

Estimador 5

Estimador 6

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	100.026	5.274	6.671	100.026	5.274	6.671
2	100.147	5.254	6.657	100.147	5.254	6.657
3	100.059	5.331	6.778	100.059	5.331	6.778
4	100.014	5.185	6.563	100.014	5.185	6.563
5	99.995	5.796	7.338	99.995	5.796	7.338
6	99.986	4.952	6.255	99.986	4.952	6.255
7	100.009	6.641	8.401	100.009	6.641	8.401
8	100.010	5.004	6.342	100.010	5.004	6.342
9	100.016	4.878	6.146	100.016	4.878	6.146
10	100.013	5.076	6.461	100.013	5.076	6.461
11	100.064	4.985	6.314	100.064	4.985	6.314
12	100.062	5.326	6.740	100.062	5.326	6.740
13	99.994	5.685	7.214	99.994	5.685	7.214
14	99.997	5.844	7.441	99.997	5.844	7.441
15	99.987	6.112	7.677	99.987	6.112	7.677
16	100.009	6.465	8.110	100.009	6.465	8.110
17	99.892	7.333	9.277	99.892	7.333	9.277
18	99.935	6.742	8.509	99.935	6.742	8.509
19	100.016	5.770	7.352	100.016	5.770	7.352
20	100.106	6.788	8.575	100.106	6.788	8.575
21	100.118	7.073	8.955	100.118	7.073	8.955
22	100.014	5.545	6.997	100.014	5.545	6.997
23	99.936	5.949	7.581	99.936	5.949	7.581
media	100.018	5.783	7.320	100.018	5.783	7.320

Estimador 7

Estimador 8

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	100.022	5.274	6.670	-2.621	102.621	102.652
2	100.144	5.254	6.657	-2.606	102.606	102.636
3	100.056	5.330	6.777	-2.609	102.609	102.640
4	100.011	5.184	6.562	-2.750	102.750	102.784
5	99.991	5.796	7.337	-2.612	102.612	102.643
6	99.983	4.952	6.255	-2.858	102.857	102.894
7	100.005	6.641	8.401	-2.804	102.804	102.840
8	100.007	5.004	6.342	-3.076	103.076	103.119
9	100.012	4.878	6.146	-2.899	102.899	102.937
10	100.010	5.076	6.461	-2.652	102.652	102.684
11	100.060	4.985	6.314	-2.815	102.815	102.851
12	100.059	5.326	6.739	-2.741	102.741	102.775
13	99.990	5.685	7.214	-2.834	102.834	102.871
14	99.993	5.844	7.440	-2.718	102.718	102.752
15	99.983	6.112	7.677	-2.522	102.522	102.551
16	100.006	6.465	8.110	-2.183	102.183	102.205
17	99.888	7.333	9.276	-1.749	101.749	101.763
18	99.931	6.742	8.508	-2.200	102.200	102.222
19	100.012	5.770	7.352	-2.615	102.615	102.646
20	100.102	6.788	8.574	-1.961	101.961	101.979
21	100.114	7.072	8.955	-2.050	102.050	102.069
22	100.011	5.545	6.997	-2.380	102.380	102.406
23	99.931	5.949	7.581	-2.510	102.510	102.538
media	100.014	5.783	7.319	-2.555	102.555	102.585

Estimador 9

Estimador 9 sintético

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	100.022	5.274	6.670	99.007	5.564	7.203
2	100.144	5.254	6.657	98.991	5.415	6.923
3	100.056	5.330	6.777	98.840	5.686	7.316
4	100.011	5.184	6.562	99.086	5.348	6.899
5	99.991	5.796	7.337	98.267	6.452	8.356
6	99.983	4.952	6.255	99.324	5.117	6.531
7	100.005	6.641	8.401	97.840	7.302	9.310
8	100.007	5.004	6.342	99.265	5.161	6.660
9	100.012	4.878	6.146	99.458	5.031	6.470
10	100.010	5.076	6.461	98.935	5.316	6.894
11	100.060	4.985	6.314	99.353	5.205	6.742
12	100.059	5.326	6.739	99.043	5.542	7.173
13	99.990	5.685	7.214	98.212	6.425	8.309
14	99.993	5.844	7.440	98.237	6.632	8.634
15	99.983	6.112	7.677	97.973	6.760	8.594
16	100.006	6.465	8.110	97.537	7.257	9.139
17	99.888	7.333	9.276	95.310	8.950	11.244
18	99.931	6.742	8.508	96.891	7.905	10.009
19	100.012	5.770	7.352	97.824	6.627	8.585
20	100.102	6.788	8.574	96.662	7.843	9.914
21	100.114	7.072	8.955	96.945	7.998	10.034
22	100.011	5.545	6.997	98.083	5.944	7.567
23	99.931	5.949	7.581	98.035	6.683	8.632
media	100.014	5.783	7.319	98.222	6.355	8.136

Estimador 10

Estimador 11a

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	98.692	5.262	6.838	96.669	6.279	8.055
2	99.744	4.684	6.155	97.706	5.727	7.487
3	99.132	5.071	6.623	97.883	5.769	7.545
4	99.744	4.762	6.263	97.689	5.659	7.320
5	98.524	5.792	7.490	95.462	7.315	9.293
6	99.960	4.585	5.966	98.134	5.305	6.818
7	99.677	5.975	7.849	97.440	6.842	8.951
8	99.932	4.765	6.156	97.285	5.709	7.303
9	99.902	4.596	5.967	97.620	5.452	7.060
10	99.105	4.869	6.399	96.463	6.164	7.867
11	99.479	4.844	6.286	97.245	5.673	7.291
12	99.034	5.251	6.881	95.844	6.610	8.397
13	98.412	5.932	7.715	95.021	7.280	9.186
14	97.974	6.100	7.920	95.318	7.420	9.409
15	99.553	5.548	7.275	97.953	6.295	8.294
16	99.362	5.662	7.283	98.681	5.644	7.340
17	97.089	7.047	8.854	97.744	6.432	8.149
18	98.993	6.090	7.885	98.190	6.393	8.428
19	99.162	5.650	7.457	96.766	6.732	8.735
20	98.485	6.107	7.715	98.655	5.764	7.382
21	98.770	6.574	8.499	98.248	6.475	8.481
22	99.884	4.770	6.111	99.055	5.114	6.740
23	99.012	5.838	7.694	95.923	7.294	9.287
media	99.114	5.469	7.099	97.261	6.232	8.036

Estimador 11b

Estimador 11c

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	98.463	5.265	6.526	100.474	4.833	6.097
2	98.610	5.297	6.609	100.294	4.806	6.077
3	98.479	5.338	6.647	100.394	4.848	6.136
4	98.904	5.009	6.243	100.391	4.768	6.024
5	98.343	5.811	7.206	100.481	5.228	6.614
6	99.180	4.664	5.828	100.500	4.584	5.793
7	98.864	6.156	7.657	100.199	5.977	7.519
8	99.757	4.584	5.775	100.805	4.683	5.961
9	99.310	4.585	5.710	100.704	4.554	5.744
10	98.560	5.080	6.329	100.324	4.641	5.900
11	99.101	4.751	5.933	100.579	4.619	5.852
12	98.842	5.148	6.404	100.608	4.860	6.157
13	98.941	5.336	6.658	100.602	5.173	6.553
14	98.615	5.664	7.064	100.781	5.344	6.802
15	98.061	6.128	7.581	99.908	5.551	6.941
16	97.220	6.973	8.679	99.275	6.019	7.496
17	95.632	9.065	11.432	97.906	7.262	9.025
18	96.982	7.387	9.145	99.261	6.204	7.755
19	98.314	5.711	7.105	100.188	5.197	6.588
20	96.616	7.913	9.890	98.793	6.453	8.048
21	96.746	8.006	9.977	99.306	6.512	8.167
22	97.910	5.803	7.220	99.584	5.146	6.441
23	97.914	6.151	7.658	100.287	5.338	6.803
media	98.233	5.905	7.360	100.071	5.330	6.717

Estimador 12

Estimador 13a

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	100.234	4.796	6.045	100.189	4.791	6.037
2	100.316	4.804	6.076	100.178	4.801	6.066
3	100.202	4.828	6.103	100.328	4.837	6.121
4	100.370	4.762	6.017	100.225	4.750	5.996
5	100.270	5.212	6.581	100.185	5.211	6.574
6	100.516	4.585	5.794	100.351	4.561	5.759
7	100.390	5.982	7.538	100.366	5.980	7.535
8	100.732	4.661	5.932	100.447	4.605	5.851
9	100.647	4.536	5.719	100.402	4.493	5.656
10	100.144	4.622	5.872	99.996	4.619	5.862
11	100.438	4.590	5.813	100.293	4.572	5.785
12	100.402	4.827	6.107	100.181	4.817	6.078
13	100.428	5.140	6.506	100.149	5.113	6.462
14	100.427	5.271	6.703	100.383	5.264	6.694
15	100.133	5.541	6.944	100.128	5.540	6.942
16	99.625	5.940	7.412	99.873	5.906	7.383
17	98.288	7.070	8.787	99.087	6.763	8.444
18	99.618	6.123	7.682	99.862	6.094	7.661
19	100.300	5.202	6.600	100.163	5.195	6.585
20	99.233	6.296	7.877	99.684	6.190	7.774
21	99.456	6.472	8.129	99.807	6.408	8.075
22	99.996	5.090	6.397	100.015	5.087	6.394
23	100.228	5.333	6.791	100.114	5.330	6.782
media	100.104	5.291	6.671	100.105	5.258	6.631

Estimador 13b

Estimador 13c

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	108.090	10.981	14.307	108.083	10.974	14.297
2	103.277	7.043	9.339	103.275	7.040	9.334
3	104.443	7.780	10.402	104.440	7.777	10.396
4	104.525	7.570	9.690	104.521	7.566	9.684
5	103.444	7.566	9.930	103.441	7.563	9.924
6	90.926	15.461	30.852	90.933	15.450	30.828
7	90.579	15.493	30.054	90.586	15.484	30.031
8	91.933	14.600	29.689	91.939	14.591	29.666
9	90.397	14.379	29.906	90.405	14.370	29.883
10	89.807	14.316	29.365	89.815	14.307	29.342
11	89.229	14.658	29.432	89.237	14.649	29.409
12	88.986	14.595	29.119	88.995	14.585	29.097
13	90.000	14.905	29.321	90.009	14.896	29.299
14	90.188	15.349	30.018	90.196	15.339	29.994
15	87.455	16.402	30.957	87.465	16.391	30.933
16	60.206	43.178	59.665	60.238	43.146	59.618
17	61.737	42.230	57.985	61.768	42.200	57.939
18	60.105	43.475	59.783	60.137	43.444	59.736
19	59.581	43.538	60.196	59.614	43.506	60.148
20	61.042	42.682	58.869	61.074	42.650	58.823
21	61.001	42.853	58.994	61.032	42.822	58.947
22	60.679	42.350	59.124	60.710	42.319	59.077
23	60.773	42.399	58.974	60.804	42.368	58.928
media	82.974	23.209	35.912	82.988	23.193	35.884

Estimador 14

Estimador 15

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	100.152	4.966	6.325	100.002	4.284	5.433
2	100.090	5.066	6.402	100.067	4.128	5.250
3	99.918	5.339	6.740	99.986	4.336	5.496
4	100.275	4.988	6.321	99.986	4.153	5.270
5	99.851	5.675	7.185	99.999	4.675	5.954
6	100.288	4.704	5.942	99.967	4.018	5.059
7	100.191	6.310	7.896	100.053	5.103	6.490
8	99.943	4.651	5.872	99.990	4.088	5.183
9	99.902	4.639	5.821	100.038	3.948	4.976
10	99.947	4.894	6.246	100.008	4.119	5.251
11	100.122	4.787	6.052	100.087	4.063	5.136
12	99.976	5.223	6.625	100.060	4.377	5.571
13	99.876	5.531	7.013	100.016	4.608	5.870
14	99.772	5.654	7.172	100.008	4.762	6.061
15	99.825	5.853	7.387	100.004	4.887	6.179
16	100.233	6.031	7.632	100.018	5.101	6.420
17	100.280	6.968	8.841	99.863	6.035	7.629
18	99.742	6.558	8.396	99.953	5.355	6.785
19	100.081	5.488	7.009	99.943	4.814	6.149
20	100.142	6.655	8.432	100.096	5.486	6.974
21	99.818	6.551	8.389	100.114	5.745	7.272
22	99.742	5.460	6.895	100.016	4.453	5.633
23	100.070	5.653	7.169	99.990	4.896	6.225
media	100.010	5.550	7.033	100.011	4.671	5.925

Estimador 16a

Estimador 16b

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	100.084	4.308	5.488	100.152	4.966	6.325
2	100.101	4.306	5.454	100.090	5.066	6.402
3	99.869	4.505	5.709	99.918	5.339	6.740
4	100.157	4.353	5.475	100.275	4.988	6.321
5	99.963	4.890	6.142	99.851	5.675	7.185
6	100.227	4.151	5.239	100.288	4.704	5.942
7	100.124	5.205	6.597	100.191	6.310	7.896
8	100.021	4.159	5.255	99.943	4.651	5.872
9	99.964	4.158	5.238	99.902	4.639	5.821
10	99.991	4.359	5.529	99.947	4.894	6.246
11	100.157	4.288	5.385	100.122	4.787	6.052
12	99.952	4.486	5.712	99.976	5.223	6.625
13	99.935	4.835	6.135	99.876	5.531	7.013
14	99.812	4.819	6.153	99.772	5.654	7.172
15	99.875	4.847	6.139	99.825	5.853	7.387
16	100.097	4.840	6.131	100.233	6.031	7.632
17	100.155	5.954	7.549	100.280	6.968	8.841
18	99.893	5.157	6.535	99.742	6.558	8.396
19	100.052	4.806	6.106	100.081	5.488	7.009
20	100.083	5.481	7.043	100.142	6.655	8.432
21	99.817	5.542	7.045	99.818	6.551	8.389
22	99.896	4.509	5.743	99.742	5.460	6.895
23	100.143	5.037	6.375	100.070	5.653	7.169
media	100.016	4.739	6.008	100.010	5.550	7.033

Estimador 16c

Estimador 17a

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	100.002	4.284	5.433	100.084	4.308	5.488
2	100.067	4.128	5.250	100.101	4.306	5.454
3	99.986	4.336	5.496	99.869	4.505	5.709
4	99.986	4.153	5.270	100.157	4.353	5.475
5	99.999	4.675	5.954	99.963	4.890	6.142
6	99.967	4.018	5.059	100.227	4.151	5.239
7	100.053	5.103	6.490	100.124	5.205	6.597
8	99.990	4.088	5.183	100.021	4.159	5.255
9	100.038	3.948	4.976	99.964	4.158	5.238
10	100.008	4.119	5.251	99.991	4.359	5.529
11	100.087	4.063	5.136	100.157	4.288	5.385
12	100.060	4.377	5.571	99.952	4.486	5.712
13	100.016	4.608	5.870	99.935	4.835	6.135
14	100.008	4.762	6.061	99.812	4.819	6.153
15	100.004	4.887	6.179	99.875	4.847	6.139
16	100.018	5.101	6.420	100.097	4.840	6.131
17	99.863	6.035	7.629	100.155	5.954	7.549
18	99.953	5.355	6.785	99.893	5.157	6.535
19	99.943	4.814	6.149	100.052	4.806	6.106
20	100.096	5.486	6.974	100.083	5.481	7.043
21	100.114	5.745	7.272	99.817	5.542	7.045
22	100.016	4.453	5.633	99.896	4.509	5.743
23	99.990	4.896	6.225	100.143	5.037	6.375
media	100.011	4.671	5.925	100.016	4.739	6.008

Estimador 17b

Estimador 17c

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	100.023	5.268	6.668	85.588	14.412	14.452
2	100.140	5.247	6.642	88.105	11.895	11.947
3	100.059	5.320	6.762	107.709	7.709	7.827
4	100.006	5.188	6.564	112.069	12.069	12.151
5	99.985	5.785	7.324	95.336	4.664	4.816
6	99.977	4.963	6.271	96.027	3.973	4.153
7	100.009	6.653	8.418	108.170	8.170	8.283
8	100.008	5.014	6.356	93.053	6.947	7.045
9	100.007	4.879	6.148	95.272	4.728	4.878
10	100.006	5.070	6.455	91.346	8.654	8.730
11	100.059	4.985	6.316	96.681	3.322	3.535
12	100.055	5.319	6.729	82.485	17.515	17.545
13	99.987	5.690	7.217	93.331	6.669	6.771
14	99.993	5.836	7.428	88.199	11.801	11.853
15	99.984	6.120	7.687	105.290	5.290	5.453
16	100.005	6.469	8.117	114.959	14.959	15.029
17	99.892	7.298	9.232	134.420	34.420	34.462
18	99.927	6.739	8.503	116.816	16.816	16.880
19	100.006	5.776	7.357	94.110	5.890	6.008
20	100.104	6.763	8.545	113.754	13.754	13.828
21	100.115	7.056	8.934	119.323	19.323	19.381
22	100.011	5.554	7.006	101.218	1.434	1.761
23	99.921	5.937	7.571	96.008	3.992	4.170
media	100.012	5.779	7.315	101.273	10.366	10.476

Estimador 18

Estimador 18 sintético

A.6 Resultados de la simulación SA1–SD2 en Valencia

El tiempo de ejecución de 10000 replicaciones ha sido de 5 horas, 11 minutos y 16 segundos. En este apartado las áreas pequeñas son las "comarcas". Hay 15 áreas pequeñas en la provincia de Alicante, 5 en la provincia de Castellón y 23 en la provincia de Valencia. Para cada medida de eficiencia los mejores resultados se imprimen en negrita.

A.6.1 Resultados SA1–SD2 para Alicante

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	99.821	16.173	20.239	99.988	6.473	8.163
2	100.394	21.305	26.655	100.046	8.176	10.326
3	99.785	17.866	22.454	99.903	6.357	8.047
4	99.963	16.527	20.734	100.236	5.911	7.482
5	99.934	19.182	23.979	100.108	6.748	8.573
6	100.638	19.315	24.182	100.257	6.609	8.428
7	99.819	20.555	25.845	99.876	6.568	8.368
8	99.991	14.012	17.478	99.860	4.767	5.973
9	100.033	16.658	20.880	99.954	5.343	6.717
10	99.763	16.651	20.849	100.039	5.189	6.562
11	100.153	19.010	23.804	100.063	6.151	7.844
12	99.891	11.625	14.580	99.996	5.321	6.716
13	100.154	14.123	17.739	100.023	5.894	7.444
14	99.735	17.930	22.497	100.130	5.823	7.390
15	99.725	19.313	24.187	100.001	6.480	8.278
media	99.987	17.350	21.740	100.032	6.121	7.754

Estimador 1

Estimador 2

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	98.467	7.386	9.422	99.575	6.125	7.915
2	94.240	11.557	14.881	97.249	9.378	12.488
3	96.884	8.106	10.505	99.189	6.369	8.543
4	98.113	6.825	8.874	99.441	6.305	8.238
5	96.695	8.791	11.457	98.272	7.461	9.995
6	96.128	8.961	11.701	97.765	8.051	10.564
7	94.766	9.776	13.034	97.027	8.246	11.122
8	98.904	5.217	6.629	99.412	4.681	6.137
9	97.696	6.567	8.608	98.165	6.171	8.082
10	98.082	6.273	8.290	98.408	5.802	7.591
11	96.391	8.364	11.136	96.862	7.607	9.834
12	98.162	6.101	7.824	98.729	5.727	7.403
13	97.469	7.321	9.451	98.709	6.426	8.462
14	97.716	7.353	9.750	98.160	6.677	8.772
15	95.724	9.203	12.106	96.952	8.011	10.490
media	97.029	7.854	10.245	98.261	6.869	9.042

Estimador 3a

Estimador 3b

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	99.171	6.142	7.953	91.140	8.860	8.923
2	94.191	10.445	13.710	99.115	1.171	1.431
3	97.429	7.247	9.654	97.590	2.422	2.649
4	98.055	6.397	8.376	96.243	3.757	3.921
5	95.321	8.643	11.427	102.091	2.117	2.383
6	95.530	8.493	11.150	98.520	1.609	1.895
7	92.278	10.357	13.178	99.512	0.999	1.240
8	97.943	5.562	7.250	104.263	4.263	4.420
9	94.602	7.803	9.788	108.054	8.054	8.144
10	95.008	7.306	9.291	106.491	6.491	6.599
11	93.013	9.316	11.564	111.780	11.780	11.846
12	96.088	6.922	8.777	114.819	14.819	14.878
13	95.463	7.934	10.104	108.972	8.972	9.054
14	94.748	8.255	10.527	108.432	8.432	8.517
15	93.768	9.429	12.090	104.783	4.783	4.933
media	95.507	8.017	10.323	103.454	5.902	6.055

Estimador 3c

Estimador 4a

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	93.299	6.701	6.786	98.401	1.705	1.996
2	100.637	0.968	1.211	103.172	3.172	3.349
3	101.554	1.631	1.914	102.050	2.071	2.320
4	96.150	3.850	3.968	99.910	0.846	1.056
5	102.325	2.332	2.536	102.690	2.691	2.863
6	96.675	3.326	3.467	100.989	1.177	1.440
7	99.033	1.145	1.384	97.489	2.512	2.662
8	102.101	2.112	2.325	101.573	1.603	1.821
9	104.608	4.609	4.717	102.390	2.391	2.551
10	104.006	4.006	4.126	100.833	0.994	1.212
11	108.947	8.947	9.006	106.657	6.657	6.722
12	111.783	11.783	11.831	110.354	10.354	10.399
13	108.282	8.282	8.350	106.356	6.356	6.427
14	106.802	6.802	6.878	104.841	4.841	4.929
15	101.898	1.915	2.137	103.561	3.561	3.686
media	102.540	4.561	4.709	102.751	3.396	3.562

Estimador 4b

Estimador 4c

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	69.930	30.070	30.110	90.867	9.133	9.194
2	85.080	14.920	15.039	99.513	0.998	1.240
3	82.834	17.166	17.264	97.728	2.291	2.533
4	74.280	25.720	25.773	96.865	3.136	3.331
5	85.891	14.109	14.237	102.059	2.092	2.367
6	71.265	28.735	28.779	98.855	1.365	1.646
7	75.756	24.244	24.303	99.575	0.995	1.238
8	82.190	17.810	17.903	104.211	4.211	4.380
9	92.406	7.594	7.865	108.039	8.039	8.134
10	89.912	10.088	10.283	106.486	6.486	6.600
11	98.244	2.275	2.799	111.858	11.858	11.928
12	104.718	4.761	5.258	115.365	15.365	15.424
13	96.838	3.296	3.822	108.961	8.961	9.049
14	95.494	4.532	4.979	108.360	8.360	8.453
15	82.760	17.240	17.338	105.162	5.162	5.303
media	85.840	14.837	15.050	103.594	5.897	6.055

Estimador 5

Estimador 6

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	99.992	6.479	8.172	99.992	6.479	8.172
2	100.060	8.132	10.273	100.060	8.132	10.273
3	99.908	6.340	8.025	99.908	6.340	8.025
4	100.233	5.884	7.449	100.233	5.884	7.449
5	100.119	6.730	8.551	100.119	6.730	8.551
6	100.259	6.593	8.405	100.259	6.593	8.405
7	99.885	6.558	8.363	99.885	6.558	8.363
8	99.862	4.775	5.982	99.862	4.775	5.982
9	99.957	5.338	6.708	99.957	5.338	6.708
10	100.040	5.181	6.552	100.040	5.181	6.552
11	100.073	6.133	7.818	100.073	6.133	7.818
12	99.992	5.299	6.687	99.992	5.299	6.687
13	100.032	5.872	7.420	100.032	5.872	7.420
14	100.129	5.804	7.367	100.129	5.804	7.367
15	100.006	6.469	8.260	100.006	6.469	8.260
media	100.036	6.106	7.735	100.036	6.106	7.735

Estimador 7

Estimador 8

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	99.989	6.479	8.171	-2.292	102.292	102.314
2	100.055	8.132	10.273	-2.789	102.789	102.822
3	99.904	6.340	8.025	-2.715	102.715	102.746
4	100.229	5.884	7.449	-2.435	102.435	102.460
5	100.114	6.730	8.551	-2.815	102.815	102.849
6	100.254	6.593	8.404	-2.336	102.336	102.359
7	99.880	6.558	8.363	-2.483	102.483	102.509
8	99.859	4.775	5.982	-2.694	102.694	102.725
9	99.953	5.338	6.708	-3.029	103.029	103.068
10	100.036	5.181	6.552	-2.947	102.947	102.984
11	100.068	6.133	7.818	-3.220	103.220	103.264
12	99.988	5.299	6.687	-3.432	103.432	103.482
13	100.028	5.872	7.419	-3.174	103.174	103.217
14	100.125	5.804	7.367	-3.130	103.130	103.171
15	100.001	6.469	8.260	-2.713	102.713	102.744
media	100.032	6.106	7.735	-2.814	102.814	102.848

Estimador 9

Estimador 9 sintético

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	99.989	6.479	8.171	97.996	6.939	8.731
2	100.055	8.132	10.273	95.223	10.073	12.665
3	99.904	6.340	8.025	97.124	7.305	9.285
4	100.229	5.884	7.449	98.075	6.249	7.979
5	100.114	6.730	8.551	97.423	7.672	9.800
6	100.254	6.593	8.404	96.615	7.950	10.156
7	99.880	6.558	8.363	95.693	8.430	10.877
8	99.859	4.775	5.982	99.269	4.795	6.055
9	99.953	5.338	6.708	98.645	5.786	7.454
10	100.036	5.181	6.552	98.902	5.525	7.183
11	100.068	6.133	7.818	98.060	7.039	9.162
12	99.988	5.299	6.687	99.067	5.649	7.223
13	100.028	5.872	7.419	98.288	6.632	8.507
14	100.125	5.804	7.367	98.818	6.380	8.282
15	100.001	6.469	8.260	96.918	7.858	10.082
media	100.032	6.106	7.735	97.741	6.952	8.896

Estimador 10

Estimador 11a

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	99.139	5.694	7.256	99.174	5.629	7.219
2	97.921	8.142	10.646	95.495	8.935	11.523
3	99.477	5.678	7.463	98.011	6.407	8.405
4	99.251	5.758	7.408	98.321	5.777	7.460
5	98.805	6.552	8.606	96.276	7.504	9.756
6	97.862	7.220	9.289	96.247	7.497	9.717
7	97.550	7.162	9.375	93.176	9.174	11.457
8	99.606	4.322	5.625	98.250	5.105	6.611
9	98.781	5.508	7.105	95.386	6.946	8.672
10	98.951	5.183	6.716	95.650	6.535	8.234
11	98.126	6.563	8.361	94.485	7.921	9.840
12	99.442	5.354	6.891	96.907	6.304	7.971
13	99.365	5.917	7.731	96.259	7.172	9.108
14	99.046	5.865	7.622	95.854	7.145	9.051
15	97.616	7.000	9.000	94.995	8.118	10.321
media	98.729	6.128	7.940	96.299	7.078	9.023

Estimador 11b

Estimador 11c

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	97.445	6.969	8.646	99.327	6.053	7.557
2	98.395	7.486	9.314	99.989	7.274	9.151
3	98.298	6.101	7.586	99.707	5.748	7.217
4	97.892	6.124	7.579	99.921	5.422	6.809
5	98.661	6.273	7.823	100.270	6.031	7.620
6	97.250	7.025	8.737	100.075	5.936	7.517
7	97.241	6.897	8.549	99.840	5.823	7.360
8	98.569	4.843	5.999	100.140	4.438	5.558
9	99.314	4.981	6.203	100.601	4.941	6.221
10	99.140	4.893	6.094	100.565	4.762	6.028
11	99.860	5.451	6.892	101.105	5.679	7.244
12	100.285	4.970	6.278	100.769	5.123	6.477
13	99.767	5.425	6.828	100.581	5.530	6.992
14	99.662	5.226	6.566	100.845	5.327	6.777
15	98.197	6.303	7.815	100.449	5.795	7.381
media	98.665	5.931	7.394	100.279	5.592	7.061

Estimador 12

Estimador 13a

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	99.489	6.012	7.518	99.875	5.949	7.466
2	100.135	7.265	9.147	100.382	7.262	9.159
3	100.043	5.728	7.209	100.083	5.727	7.209
4	99.915	5.421	6.807	100.214	5.391	6.793
5	100.294	6.029	7.620	100.328	6.030	7.622
6	99.911	5.949	7.521	100.300	5.925	7.520
7	99.795	5.827	7.359	99.642	5.848	7.370
8	99.998	4.429	5.541	99.964	4.426	5.538
9	100.329	4.895	6.160	100.155	4.883	6.140
10	100.364	4.730	5.982	100.107	4.722	5.957
11	100.850	5.600	7.137	100.642	5.552	7.070
12	100.609	5.079	6.420	100.536	5.065	6.399
13	100.538	5.522	6.979	100.415	5.502	6.950
14	100.705	5.295	6.731	100.535	5.270	6.691
15	100.184	5.782	7.347	100.338	5.783	7.360
media	100.211	5.571	7.032	100.234	5.556	7.016

Estimador 13b

Estimador 13c

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	90.527	11.846	13.596	90.534	11.838	13.586
2	95.203	7.807	9.384	95.206	7.803	9.379
3	94.300	8.678	10.410	94.304	8.673	10.403
4	94.135	8.086	9.619	94.140	8.080	9.612
5	97.705	7.403	9.186	97.707	7.398	9.180
6	88.625	14.271	28.614	88.634	14.261	28.592
7	89.879	15.165	29.352	89.887	15.154	29.329
8	87.342	14.584	29.207	87.352	14.573	29.183
9	89.841	13.731	29.064	89.850	13.721	29.041
10	91.341	14.120	29.072	91.348	14.110	29.049
11	92.488	14.741	29.402	92.494	14.730	29.378
12	93.863	15.128	29.533	93.868	15.115	29.507
13	91.672	14.331	28.644	91.679	14.319	28.619
14	89.490	14.764	29.307	89.499	14.753	29.284
15	95.538	17.022	30.284	95.541	17.010	30.260
media	92.130	12.778	22.978	92.136	12.769	22.960

Estimador 14

Estimador 15

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	99.973	6.017	7.698	99.962	5.251	6.625
2	99.859	7.712	9.797	99.999	6.232	7.966
3	99.713	6.115	7.651	99.905	5.066	6.433
4	99.901	5.548	6.996	100.203	5.113	6.485
5	100.076	6.266	7.896	100.098	5.318	6.756
6	100.186	6.460	8.289	100.183	5.840	7.425
7	100.228	6.309	8.090	99.925	5.573	7.123
8	100.111	4.545	5.818	99.964	3.785	4.767
9	99.912	5.052	6.383	99.898	4.501	5.673
10	100.022	4.845	6.178	99.982	4.252	5.366
11	99.798	6.028	7.683	99.968	5.143	6.515
12	100.013	4.984	6.293	99.993	4.281	5.415
13	99.780	5.728	7.193	100.067	4.763	6.011
14	99.834	5.631	7.132	100.025	4.747	6.040
15	100.072	6.407	8.173	99.947	5.563	7.106
media	99.965	5.843	7.418	100.008	5.029	6.380

Estimador 16a

Estimador 16b

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	100.028	5.049	6.424	99.973	6.017	7.698
2	100.034	6.202	7.939	99.859	7.712	9.797
3	99.838	5.284	6.538	99.713	6.115	7.651
4	99.953	4.748	6.083	99.901	5.548	6.996
5	99.951	5.384	6.815	100.076	6.266	7.896
6	100.210	5.534	7.038	100.186	6.460	8.289
7	100.083	5.272	6.785	100.228	6.309	8.090
8	100.142	4.050	5.123	100.111	4.545	5.818
9	99.962	4.544	5.781	99.912	5.052	6.383
10	100.025	4.244	5.431	100.022	4.845	6.178
11	99.865	5.167	6.609	99.798	6.028	7.683
12	100.223	4.702	5.932	100.013	4.984	6.293
13	99.859	5.061	6.362	99.780	5.728	7.193
14	99.838	4.899	6.247	99.834	5.631	7.132
15	100.040	5.646	7.241	100.072	6.407	8.173
media	100.003	5.052	6.423	99.965	5.843	7.418

Estimador 16c

Estimador 17a

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	99.962	5.251	6.625	100.028	5.049	6.424
2	99.999	6.232	7.966	100.034	6.202	7.939
3	99.905	5.066	6.433	99.838	5.284	6.538
4	100.203	5.113	6.485	99.953	4.748	6.083
5	100.098	5.318	6.756	99.951	5.384	6.815
6	100.183	5.840	7.425	100.210	5.534	7.038
7	99.925	5.573	7.123	100.083	5.272	6.785
8	99.964	3.785	4.767	100.142	4.050	5.123
9	99.898	4.501	5.673	99.962	4.544	5.780
10	99.982	4.252	5.366	100.025	4.244	5.431
11	99.968	5.143	6.515	99.865	5.167	6.609
12	99.993	4.281	5.415	100.223	4.702	5.932
13	100.067	4.763	6.011	99.859	5.061	6.362
14	100.025	4.747	6.040	99.839	4.899	6.247
15	99.947	5.563	7.106	100.040	5.646	7.241
media	100.008	5.029	6.380	100.003	5.052	6.423

Estimador 17b

Estimador 17c

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	99.988	6.473	8.163	108.034	8.034	8.152
2	100.046	8.176	10.326	107.443	7.443	7.569
3	99.903	6.357	8.047	100.386	1.075	1.339
4	100.236	5.911	7.482	94.117	5.883	6.004
5	100.108	6.748	8.573	101.637	1.767	2.089
6	100.257	6.609	8.428	89.304	10.696	10.757
7	99.876	6.568	8.368	87.474	12.526	12.576
8	99.860	4.767	5.973	55.632	44.368	44.373
9	99.954	5.343	6.717	80.174	19.826	19.853
10	100.039	5.189	6.562	91.227	8.773	8.850
11	100.063	6.151	7.844	82.355	17.645	17.677
12	99.996	5.321	6.716	77.725	22.275	22.297
13	100.023	5.894	7.444	84.317	15.683	15.720
14	100.130	5.823	7.390	112.580	12.580	12.661
15	100.001	6.480	8.278	89.103	10.897	10.956
media	100.032	6.121	7.754	90.767	13.298	13.391

Estimador 18

Estimador 18 sintético

A.6.2 Resultados SA1–SD2 para Castellón

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	100.055	13.279	16.673	99.945	4.838	6.095
2	100.008	18.890	23.654	99.995	5.280	6.700
3	99.830	30.568	38.324	100.268	9.059	11.962
4	100.163	14.061	17.561	99.938	4.150	5.237
5	99.578	19.063	23.858	99.866	5.901	7.511
media	99.927	19.172	24.014	100.002	5.846	7.501

Estimador 1

Estimador 2

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	99.174	5.196	6.571	99.930	4.301	5.476
2	96.492	7.610	10.232	96.722	6.969	9.306
3	77.959	24.163	30.038	83.436	19.265	25.102
4	99.158	4.537	5.806	99.406	4.222	5.574
5	96.393	8.140	10.820	97.429	7.171	9.670
media	93.835	9.929	12.693	95.384	8.386	11.026

Estimador 3a

Estimador 3b

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	99.515	4.420	5.783	87.514	12.486	12.524
2	92.617	8.900	10.907	96.257	3.743	3.902
3	84.361	16.806	19.901	95.454	4.546	4.691
4	97.873	5.005	6.558	94.015	5.985	6.076
5	93.033	9.256	11.618	93.263	6.737	6.821
media	93.480	8.877	10.953	93.301	6.699	6.803

Estimador 3c

Estimador 4a

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	90.545	9.455	9.505	89.944	10.056	10.098
2	91.699	8.301	8.346	89.121	10.880	10.907
3	91.073	8.927	8.970	89.598	10.402	10.431
4	92.316	7.685	7.734	90.211	9.789	9.822
5	91.542	8.458	8.504	89.167	10.833	10.861
media	91.435	8.565	8.612	89.608	10.392	10.424

Estimador 4b

Estimador 4c

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	71.462	28.538	28.582	87.396	12.604	12.644
2	71.299	28.701	28.744	95.810	4.190	4.340
3	65.956	34.044	34.075	95.258	4.742	4.883
4	76.848	23.152	23.214	93.808	6.192	6.285
5	70.234	29.766	29.807	93.108	6.892	6.978
media	71.160	28.840	28.885	93.076	6.924	7.026

Estimador 5

Estimador 6

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	99.954	4.841	6.100	99.954	4.841	6.100
2	100.001	5.300	6.722	100.001	5.300	6.722
3	100.273	9.094	12.007	100.273	9.094	12.007
4	99.946	4.152	5.241	99.946	4.152	5.241
5	99.867	5.917	7.529	99.867	5.917	7.529
media	100.008	5.861	7.520	100.008	5.861	7.520

Estimador 7

Estimador 8

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	99.951	4.841	6.100	-2.342	102.342	102.366
2	99.996	5.300	6.721	-2.337	102.337	102.360
3	100.196	9.151	12.257	-2.162	102.162	102.182
4	99.944	4.152	5.241	-2.519	102.519	102.546
5	99.863	5.917	7.528	-2.302	102.302	102.325
media	99.990	5.872	7.569	-2.332	102.332	102.356

Estimador 9

Estimador 9 sintético

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	99.951	4.841	6.100	98.463	5.071	6.323
2	99.996	5.300	6.721	96.752	6.834	8.923
3	100.196	9.151	12.257	82.980	19.004	22.587
4	99.944	4.152	5.241	98.837	4.295	5.440
5	99.863	5.917	7.528	96.370	7.423	9.594
media	99.990	5.872	7.569	94.680	8.525	10.573

Estimador 10

Estimador 11a

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	99.348	4.128	5.186	98.944	4.259	5.502
2	96.463	6.534	8.483	92.509	8.711	10.464
3	86.559	15.750	19.405	85.850	14.986	17.053
4	98.959	4.028	5.259	97.436	4.911	6.366
5	97.079	6.620	8.689	92.930	8.916	10.982
media	95.682	7.412	9.404	93.534	8.356	10.073

Estimador 11b

Estimador 11c

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	98.036	5.304	6.605	99.173	4.691	5.833
2	97.155	6.281	7.848	99.659	4.794	6.037
3	94.623	10.662	13.312	99.537	7.452	9.530
4	98.267	4.554	5.670	99.540	3.913	4.912
5	96.801	6.834	8.524	99.235	5.401	6.766
media	96.977	6.727	8.392	99.429	5.250	6.616

Estimador 12

Estimador 13a

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	99.360	4.628	5.765	99.322	4.638	5.775
2	99.245	4.913	6.147	99.009	5.011	6.247
3	98.884	7.677	9.704	98.664	7.774	9.792
4	99.428	3.942	4.942	99.289	3.989	4.992
5	99.073	5.450	6.812	98.853	5.533	6.896
media	99.198	5.322	6.674	99.028	5.389	6.740

Estimador 13b

Estimador 13c

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	87.470	13.745	15.666	87.480	13.735	15.655
2	95.533	7.409	8.911	95.537	7.404	8.905
3	92.483	9.634	11.299	92.489	9.628	11.291
4	93.086	8.615	10.134	93.091	8.609	10.126
5	89.072	11.966	13.594	89.081	11.957	13.584
media	91.529	10.274	11.921	91.536	10.266	11.912

Estimador 14

Estimador 15

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	99.928	4.660	5.899	99.929	3.875	4.877
2	100.035	5.250	6.627	100.006	4.451	5.671
3	100.024	8.549	11.247	100.216	7.533	9.992
4	100.033	4.055	5.085	99.940	3.452	4.357
5	100.036	5.605	7.175	99.901	4.926	6.290
media	100.011	5.624	7.206	99.999	4.847	6.237

Estimador 16a

Estimador 16b

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	99.890	3.941	4.991	99.928	4.660	5.899
2	100.084	4.786	6.050	100.035	5.250	6.627
3	100.108	7.952	10.352	100.024	8.549	11.247
4	100.049	3.682	4.578	100.033	4.055	5.085
5	100.034	4.943	6.276	100.036	5.605	7.175
media	100.033	5.061	6.449	100.011	5.624	7.206

Estimador 16c

Estimador 17a

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	99.929	3.875	4.877	99.890	3.941	4.991
2	100.006	4.451	5.671	100.084	4.786	6.050
3	100.216	7.533	9.992	100.108	7.952	10.352
4	99.940	3.452	4.357	100.049	3.682	4.578
5	99.901	4.926	6.290	100.034	4.943	6.276
media	99.999	4.847	6.237	100.033	5.061	6.449

Estimador 17b

Estimador 17c

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	99.945	4.838	6.095	107.514	7.514	7.639
2	99.995	5.280	6.700	92.854	7.146	7.244
3	100.268	9.059	11.962	69.962	30.038	30.051
4	99.938	4.150	5.237	92.859	7.141	7.239
5	99.866	5.901	7.511	82.127	17.873	17.904
media	100.002	5.846	7.501	89.063	13.943	14.015

Estimador 18

Estimador 18 sintético

A.6.3 Resultados SA1–SD2 para Valencia

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	99.978	16.704	20.951	100.038	5.194	6.566
2	99.954	15.513	19.414	99.965	5.056	6.422
3	100.096	15.918	20.024	100.013	5.378	6.799
4	99.845	15.795	19.717	100.019	5.117	6.480
5	100.176	17.815	22.355	99.914	5.858	7.415
6	99.977	14.595	18.279	99.914	4.768	6.011
7	100.407	17.913	22.378	100.078	6.605	8.399
8	99.984	14.922	18.733	100.069	4.913	6.221
9	100.155	15.638	19.611	100.040	4.760	5.992
10	100.015	16.077	20.134	99.972	4.996	6.315
11	99.721	15.295	19.197	99.872	4.919	6.195
12	99.974	16.824	21.085	100.030	5.322	6.759
13	100.430	18.435	23.171	100.080	5.658	7.205
14	100.009	18.581	23.273	99.926	5.748	7.297
15	99.810	17.838	22.377	100.019	6.308	8.013
16	99.995	17.394	21.849	100.031	6.536	8.230
17	100.471	18.293	22.910	99.948	7.538	9.487
18	99.632	18.576	23.377	99.832	6.922	8.759
19	99.991	18.346	23.020	100.040	5.945	7.529
20	99.813	17.717	22.256	99.990	6.815	8.623
21	100.107	18.123	22.709	100.018	7.139	9.068
22	100.024	15.925	19.940	100.099	5.670	7.154
23	99.948	18.263	22.850	100.018	6.118	7.767
media	100.022	16.978	21.287	99.997	5.795	7.335

Estimador 1

Estimador 2

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	98.327	6.173	8.099	98.338	5.786	7.611
2	98.600	5.871	7.596	99.400	5.091	6.790
3	98.281	6.389	8.283	98.813	5.609	7.479
4	98.413	6.020	7.792	99.244	5.223	6.923
5	97.151	7.569	9.978	97.806	6.613	8.709
6	98.638	5.457	7.059	99.326	4.814	6.315
7	97.517	8.177	10.638	99.069	6.630	8.955
8	98.565	5.589	7.267	99.127	5.161	6.840
9	98.681	5.476	7.116	99.175	4.907	6.553
10	98.474	5.755	7.587	98.785	5.359	7.126
11	98.478	5.697	7.447	98.794	5.314	7.038
12	98.329	6.498	8.538	98.535	5.861	7.723
13	97.364	7.385	9.839	97.911	6.625	8.760
14	96.653	7.873	10.483	97.117	7.140	9.390
15	97.470	7.924	10.377	99.196	6.423	8.594
16	97.781	7.850	10.061	99.526	6.251	8.222
17	96.833	9.091	11.621	98.348	7.380	9.568
18	96.665	8.908	11.504	98.809	7.142	9.522
19	96.863	7.985	10.594	98.591	6.763	9.100
20	97.302	8.391	10.770	99.024	6.686	8.640
21	96.935	8.778	11.232	99.016	7.306	9.643
22	98.110	6.719	8.657	99.799	5.410	7.062
23	96.981	8.052	10.593	98.243	6.884	9.271
media	97.757	7.114	9.266	98.782	6.103	8.080

Estimador 3a

Estimador 3b

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	96.066	6.959	9.038	105.784	5.784	5.906
2	97.419	6.133	8.089	102.101	2.126	2.393
3	97.313	6.401	8.490	104.372	4.372	4.526
4	97.072	6.339	8.304	104.980	4.980	5.116
5	94.469	8.369	10.697	105.471	5.471	5.600
6	97.756	5.594	7.278	106.821	6.821	6.925
7	96.837	7.627	10.140	102.301	2.317	2.571
8	96.684	6.230	8.076	110.289	10.289	10.362
9	96.999	5.966	7.753	109.124	9.124	9.204
10	96.107	6.722	8.698	104.159	4.160	4.322
11	96.537	6.361	8.227	106.955	6.955	7.057
12	95.284	7.396	9.446	106.762	6.762	6.866
13	94.266	8.177	10.424	106.941	6.941	7.041
14	93.836	8.639	10.993	108.864	8.864	8.948
15	97.167	7.297	9.684	99.140	1.153	1.412
16	98.468	6.411	8.527	90.681	9.320	9.380
17	98.284	7.156	9.167	76.256	23.744	23.763
18	97.572	7.531	10.142	92.214	7.786	7.860
19	95.650	8.082	10.559	102.148	2.171	2.435
20	98.617	6.505	8.459	84.105	15.895	15.927
21	97.948	7.465	9.960	90.721	9.279	9.346
22	98.805	5.761	7.685	94.395	5.605	5.708
23	94.711	8.637	11.129	103.892	3.892	4.072
media	96.690	7.033	9.172	100.803	7.122	7.250

Estimador 3c

Estimador 4a

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	102.836	2.836	2.997	102.280	2.282	2.454
2	102.387	2.393	2.595	100.608	0.888	1.106
3	102.020	2.032	2.243	103.566	3.566	3.696
4	104.717	4.717	4.826	102.810	2.810	2.961
5	103.036	3.036	3.192	102.054	2.060	2.246
6	107.054	7.054	7.131	104.829	4.829	4.923
7	104.488	4.488	4.612	104.189	4.189	4.311
8	109.340	9.340	9.399	105.637	5.637	5.713
9	108.382	8.382	8.447	105.148	5.148	5.233
10	101.919	1.934	2.149	100.035	0.703	0.881
11	105.119	5.119	5.216	103.202	3.202	3.330
12	104.295	4.295	4.407	101.597	1.620	1.827
13	105.004	5.004	5.104	101.890	1.901	2.093
14	104.888	4.888	4.987	104.377	4.377	4.473
15	101.835	1.874	2.136	101.773	1.806	2.054
16	95.079	4.921	5.037	98.177	1.889	2.170
17	80.826	19.174	19.202	90.280	9.720	9.834
18	96.330	3.670	3.832	99.110	1.199	1.470
19	103.433	3.433	3.591	101.854	1.872	2.092
20	89.493	10.507	10.568	94.962	5.038	5.212
21	92.486	7.515	7.586	96.546	3.454	3.631
22	99.811	0.925	1.160	100.037	0.892	1.115
23	103.244	3.244	3.402	101.950	1.960	2.159
media	101.218	5.251	5.383	101.170	3.089	3.260

Estimador 4b

Estimador 4c

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	82.497	17.503	17.598	105.776	5.776	5.905
2	82.017	17.984	18.075	102.036	2.070	2.349
3	82.112	17.888	17.980	104.180	4.180	4.350
4	86.557	13.444	13.580	104.827	4.827	4.974
5	82.231	17.769	17.863	105.268	5.268	5.406
6	89.945	10.055	10.251	106.952	6.952	7.059
7	88.263	11.737	11.899	102.508	2.520	2.770
8	96.828	3.305	3.831	110.176	10.176	10.255
9	91.257	8.743	8.974	108.953	8.953	9.040
10	83.468	16.532	16.635	104.312	4.312	4.476
11	88.596	11.404	11.572	107.035	7.035	7.141
12	86.277	13.723	13.856	106.582	6.582	6.694
13	89.217	10.783	10.963	106.543	6.543	6.656
14	85.557	14.443	14.567	108.409	8.409	8.502
15	79.375	20.626	20.701	99.007	1.242	1.510
16	68.729	31.271	31.308	91.162	8.838	8.902
17	55.064	44.936	44.952	76.130	23.870	23.887
18	69.256	30.744	30.782	92.295	7.706	7.781
19	82.303	17.698	17.791	102.064	2.097	2.374
20	61.732	38.268	38.292	84.065	15.936	15.967
21	64.515	35.485	35.514	90.602	9.398	9.461
22	74.912	25.088	25.143	94.757	5.243	5.355
23	78.995	21.005	21.078	104.132	4.133	4.308
media	80.422	19.584	19.705	100.773	7.046	7.179

Estimador 5

Estimador 6

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	100.039	5.199	6.573	100.039	5.199	6.573
2	99.974	5.062	6.431	99.974	5.062	6.432
3	100.019	5.386	6.811	100.019	5.386	6.811
4	100.026	5.114	6.478	100.026	5.114	6.478
5	99.915	5.869	7.426	99.915	5.869	7.426
6	99.919	4.758	5.995	99.919	4.758	5.995
7	100.079	6.596	8.383	100.079	6.596	8.383
8	100.074	4.903	6.212	100.074	4.903	6.212
9	100.051	4.757	5.988	100.051	4.757	5.988
10	99.979	5.001	6.326	99.979	5.001	6.326
11	99.877	4.912	6.187	99.877	4.912	6.187
12	100.041	5.330	6.770	100.041	5.330	6.771
13	100.090	5.656	7.205	100.090	5.656	7.205
14	99.925	5.758	7.308	99.925	5.758	7.308
15	100.024	6.302	8.004	100.024	6.302	8.004
16	100.037	6.533	8.228	100.037	6.533	8.228
17	99.951	7.574	9.535	99.951	7.574	9.535
18	99.834	6.921	8.761	99.834	6.921	8.761
19	100.041	5.930	7.512	100.041	5.930	7.512
20	100.002	6.830	8.642	100.002	6.830	8.642
21	100.022	7.153	9.089	100.022	7.153	9.089
22	100.105	5.666	7.147	100.105	5.666	7.147
23	100.032	6.126	7.780	100.032	6.126	7.780
media	100.002	5.797	7.339	100.002	5.797	7.339

Estimador 7

Estimador 8

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	100.036	5.199	6.572	-2.704	102.704	102.735
2	99.970	5.062	6.431	-2.688	102.688	102.719
3	100.015	5.386	6.811	-2.691	102.691	102.722
4	100.023	5.114	6.477	-2.837	102.837	102.871
5	99.911	5.869	7.425	-2.695	102.695	102.726
6	99.916	4.758	5.995	-2.948	102.948	102.985
7	100.075	6.596	8.382	-2.893	102.893	102.928
8	100.071	4.903	6.212	-3.174	103.174	103.216
9	100.048	4.757	5.988	-2.991	102.991	103.029
10	99.976	5.001	6.326	-2.736	102.736	102.768
11	99.874	4.912	6.187	-2.904	102.904	102.940
12	100.037	5.330	6.770	-2.828	102.828	102.862
13	100.086	5.656	7.204	-2.924	102.924	102.960
14	99.921	5.757	7.307	-2.804	102.804	102.838
15	100.020	6.302	8.004	-2.602	102.602	102.630
16	100.033	6.533	8.228	-2.253	102.253	102.274
17	99.947	7.574	9.534	-1.805	101.805	101.819
18	99.830	6.921	8.761	-2.270	102.270	102.292
19	100.037	5.930	7.512	-2.698	102.698	102.729
20	99.998	6.830	8.641	-2.023	102.023	102.041
21	100.018	7.153	9.088	-2.115	102.115	102.134
22	100.102	5.666	7.147	-2.455	102.455	102.481
23	100.028	6.126	7.780	-2.589	102.589	102.618
media	99.999	5.797	7.338	-2.636	102.636	102.666

Estimador 9

Estimador 9 sintético

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	100.036	5.199	6.572	99.048	5.458	7.026
2	99.970	5.062	6.431	98.919	5.314	6.807
3	100.015	5.386	6.811	98.828	5.735	7.361
4	100.023	5.114	6.477	98.987	5.405	6.898
5	99.911	5.869	7.425	98.027	6.612	8.574
6	99.916	4.758	5.995	99.254	4.942	6.327
7	100.075	6.596	8.382	98.071	7.281	9.325
8	100.071	4.903	6.212	99.469	5.036	6.482
9	100.048	4.757	5.988	99.522	4.915	6.331
10	99.976	5.001	6.326	98.991	5.159	6.686
11	99.874	4.912	6.187	99.186	5.107	6.589
12	100.037	5.330	6.770	99.129	5.730	7.392
13	100.086	5.656	7.204	98.391	6.396	8.319
14	99.921	5.757	7.307	97.988	6.705	8.722
15	100.020	6.302	8.004	97.791	7.092	9.105
16	100.033	6.533	8.228	97.329	7.343	9.229
17	99.947	7.574	9.534	95.324	9.174	11.497
18	99.830	6.921	8.761	96.501	8.193	10.323
19	100.037	5.930	7.512	97.600	6.978	9.025
20	99.998	6.830	8.641	96.369	8.137	10.235
21	100.018	7.153	9.088	96.591	8.168	10.234
22	100.102	5.666	7.147	97.919	6.228	7.908
23	100.028	6.126	7.780	97.803	7.046	9.117
media	99.999	5.797	7.338	98.132	6.441	8.240

Estimador 10

Estimador 11a

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	98.786	5.180	6.742	96.754	6.159	7.894
2	99.657	4.636	6.089	97.767	5.570	7.284
3	99.129	5.071	6.662	97.919	5.724	7.493
4	99.712	4.736	6.202	97.648	5.669	7.343
5	98.385	5.854	7.597	95.328	7.393	9.366
6	99.890	4.423	5.742	98.330	5.048	6.508
7	99.618	5.913	7.819	97.650	6.713	8.778
8	99.905	4.725	6.151	97.440	5.558	7.122
9	99.914	4.463	5.867	97.716	5.305	6.824
10	99.091	4.850	6.373	96.562	6.085	7.804
11	99.316	4.816	6.306	97.147	5.700	7.305
12	99.078	5.232	6.802	95.970	6.580	8.322
13	98.651	5.831	7.590	95.141	7.198	9.114
14	97.977	6.219	8.054	95.032	7.431	9.365
15	99.497	5.739	7.563	97.754	6.458	8.449
16	99.215	5.710	7.370	98.551	5.795	7.556
17	96.992	7.331	9.268	97.697	6.767	8.520
18	98.745	6.402	8.335	97.920	6.684	8.780
19	99.162	5.962	7.854	96.437	7.098	9.140
20	98.316	6.304	7.991	98.407	5.977	7.647
21	98.573	6.723	8.698	97.977	6.779	8.900
22	99.844	4.918	6.319	98.990	5.220	6.853
23	98.825	6.074	8.060	95.596	7.586	9.668
media	99.056	5.527	7.194	97.206	6.282	8.089

Estimador 11b

Estimador 11c

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	98.480	5.232	6.486	100.498	4.752	6.011
2	98.509	5.114	6.388	100.110	4.648	5.888
3	98.566	5.407	6.739	100.347	4.939	6.240
4	98.915	4.957	6.168	100.395	4.712	5.958
5	98.258	5.847	7.234	100.366	5.324	6.734
6	99.153	4.518	5.634	100.394	4.430	5.594
7	98.998	6.161	7.674	100.264	5.990	7.580
8	99.839	4.508	5.673	100.803	4.622	5.850
9	99.357	4.484	5.589	100.716	4.451	5.614
10	98.608	5.014	6.234	100.292	4.589	5.791
11	98.969	4.705	5.862	100.398	4.556	5.742
12	98.833	5.170	6.426	100.567	4.872	6.173
13	99.055	5.334	6.678	100.661	5.173	6.603
14	98.540	5.593	6.933	100.714	5.248	6.653
15	98.056	6.311	7.836	99.941	5.718	7.230
16	97.204	7.084	8.770	99.261	6.068	7.565
17	95.850	9.154	11.518	98.007	7.416	9.236
18	96.853	7.535	9.360	99.178	6.360	7.942
19	98.312	5.822	7.238	100.220	5.360	6.764
20	96.511	7.935	9.922	98.682	6.513	8.112
21	96.688	8.042	10.009	99.228	6.595	8.277
22	98.004	5.898	7.326	99.667	5.235	6.552
23	98.016	6.242	7.747	100.356	5.524	7.005
media	98.242	5.916	7.367	100.046	5.352	6.744

Estimador 12

Estimador 13a

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	100.262	4.725	5.966	100.218	4.723	5.960
2	100.133	4.647	5.887	100.001	4.642	5.878
3	100.172	4.929	6.221	100.289	4.933	6.231
4	100.377	4.706	5.951	100.231	4.691	5.929
5	100.162	5.301	6.696	100.080	5.297	6.686
6	100.410	4.430	5.594	100.256	4.410	5.563
7	100.444	5.996	7.596	100.420	5.994	7.592
8	100.735	4.601	5.823	100.471	4.548	5.750
9	100.663	4.437	5.594	100.422	4.389	5.527
10	100.120	4.572	5.767	99.977	4.572	5.762
11	100.264	4.536	5.712	100.123	4.522	5.691
12	100.369	4.841	6.126	100.152	4.828	6.098
13	100.495	5.141	6.558	100.227	5.115	6.512
14	100.364	5.179	6.556	100.319	5.174	6.548
15	100.169	5.712	7.234	100.162	5.709	7.231
16	99.618	5.989	7.488	99.868	5.958	7.467
17	98.377	7.238	9.022	99.146	6.974	8.719
18	99.538	6.272	7.864	99.781	6.237	7.839
19	100.332	5.366	6.776	100.190	5.355	6.757
20	99.125	6.347	7.931	99.579	6.234	7.820
21	99.374	6.557	8.240	99.712	6.497	8.190
22	100.078	5.189	6.518	100.093	5.186	6.516
23	100.297	5.516	6.993	100.181	5.513	6.979
media	100.082	5.314	6.701	100.083	5.283	6.663

Estimador 13b

Estimador 13c

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	106.173	9.612	12.932	106.168	9.607	12.924
2	102.630	6.454	8.651	102.628	6.451	8.646
3	103.209	7.254	9.803	103.207	7.251	9.797
4	103.384	6.880	8.940	103.381	6.877	8.935
5	102.778	7.228	9.565	102.776	7.225	9.561
6	91.262	14.513	29.831	91.269	14.504	29.807
7	90.350	15.505	30.070	90.358	15.495	30.047
8	91.655	14.078	29.166	91.662	14.069	29.142
9	90.935	13.633	28.897	90.942	13.625	28.874
10	90.273	13.942	28.824	90.281	13.934	28.801
11	89.590	14.271	29.066	89.598	14.262	29.044
12	90.038	13.990	28.381	90.046	13.981	28.360
13	90.806	14.109	28.272	90.814	14.101	28.250
14	90.925	14.450	28.724	90.932	14.442	28.702
15	88.642	15.937	30.413	88.651	15.928	30.391
16	70.080	34.210	51.977	70.103	34.187	51.939
17	71.699	33.171	50.061	71.721	33.149	50.024
18	70.706	33.683	51.336	70.728	33.660	51.298
19	71.314	32.643	50.869	71.336	32.621	50.830
20	70.797	33.595	51.060	70.819	33.573	51.021
21	71.320	33.309	50.692	71.342	33.287	50.655
22	70.890	32.904	51.035	70.912	32.882	50.997
23	70.873	33.207	51.009	70.896	33.185	50.971
media	86.536	19.503	32.590	86.547	19.491	32.566

Estimador 14

Estimador 15

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	100.275	5.030	6.420	99.956	4.217	5.373
2	100.102	5.046	6.408	99.979	4.110	5.219
3	99.803	5.201	6.575	100.053	4.314	5.480
4	99.886	5.073	6.380	100.053	4.125	5.227
5	99.910	5.523	7.015	99.880	4.685	5.946
6	99.644	4.490	5.665	99.929	3.863	4.855
7	100.047	6.022	7.630	100.004	5.060	6.459
8	99.987	4.461	5.681	100.086	3.961	5.051
9	99.918	4.547	5.769	100.053	3.835	4.855
10	100.011	4.833	6.138	100.051	4.040	5.141
11	100.211	4.700	5.934	99.901	3.955	5.020
12	99.547	5.009	6.358	100.055	4.373	5.546
13	99.897	5.492	7.028	100.091	4.666	5.947
14	99.802	5.719	7.295	100.019	4.789	6.067
15	100.159	6.264	7.847	99.998	5.068	6.427
16	100.105	6.159	7.832	100.018	5.143	6.512
17	99.800	7.222	9.134	99.926	6.161	7.821
18	100.313	6.708	8.520	99.886	5.488	6.912
19	100.056	5.606	7.119	100.067	4.936	6.262
20	99.801	6.586	8.343	100.017	5.583	7.046
21	99.861	6.867	8.644	99.979	5.816	7.367
22	99.691	5.457	6.826	100.097	4.604	5.811
23	100.002	5.846	7.431	100.060	4.997	6.348
media	99.949	5.559	7.043	100.007	4.687	5.943

Estimador 16a

Estimador 16b

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	100.194	4.389	5.560	100.275	5.030	6.420
2	100.258	4.339	5.553	100.102	5.046	6.408
3	99.864	4.437	5.651	99.803	5.201	6.575
4	99.983	4.305	5.452	99.886	5.073	6.380
5	100.053	4.768	6.094	99.910	5.523	7.015
6	99.770	4.132	5.207	99.644	4.490	5.665
7	99.975	5.004	6.353	100.047	6.022	7.630
8	100.085	4.093	5.195	99.987	4.461	5.681
9	99.881	4.125	5.173	99.918	4.547	5.769
10	100.057	4.248	5.338	100.011	4.833	6.138
11	100.089	4.145	5.232	100.211	4.700	5.934
12	99.685	4.341	5.509	99.548	5.009	6.358
13	99.979	4.944	6.249	99.898	5.492	7.028
14	99.869	5.020	6.367	99.802	5.719	7.295
15	100.034	5.164	6.519	100.159	6.264	7.847
16	99.969	5.026	6.391	100.105	6.159	7.832
17	100.039	6.155	7.784	99.800	7.222	9.134
18	100.303	5.358	6.875	100.313	6.708	8.520
19	99.985	4.937	6.238	100.056	5.606	7.119
20	99.933	5.564	7.061	99.801	6.586	8.343
21	99.803	5.676	7.250	99.861	6.867	8.644
22	99.738	4.484	5.665	99.691	5.457	6.826
23	100.085	5.207	6.617	100.002	5.846	7.431
media	99.984	4.777	6.058	99.949	5.559	7.043

Estimador 16c

Estimador 17a

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	99.956	4.217	5.373	100.194	4.389	5.560
2	99.979	4.110	5.219	100.258	4.339	5.553
3	100.053	4.314	5.480	99.864	4.437	5.651
4	100.053	4.125	5.227	99.983	4.305	5.452
5	99.880	4.685	5.946	100.053	4.768	6.094
6	99.929	3.863	4.855	99.770	4.132	5.207
7	100.004	5.060	6.459	99.975	5.004	6.353
8	100.086	3.961	5.051	100.085	4.093	5.195
9	100.053	3.835	4.855	99.881	4.125	5.173
10	100.051	4.040	5.141	100.057	4.248	5.338
11	99.901	3.955	5.020	100.089	4.145	5.232
12	100.055	4.374	5.546	99.685	4.341	5.509
13	100.091	4.666	5.947	99.979	4.944	6.249
14	100.019	4.789	6.067	99.869	5.020	6.367
15	99.998	5.068	6.427	100.034	5.164	6.519
16	100.018	5.143	6.512	99.969	5.026	6.391
17	99.926	6.161	7.821	100.039	6.155	7.784
18	99.886	5.488	6.912	100.303	5.358	6.875
19	100.067	4.936	6.262	99.985	4.937	6.238
20	100.017	5.583	7.046	99.933	5.564	7.061
21	99.979	5.816	7.367	99.803	5.676	7.250
22	100.097	4.604	5.811	99.738	4.484	5.665
23	100.060	4.997	6.348	100.085	5.207	6.617
media	100.007	4.687	5.943	99.984	4.777	6.058

Estimador 17b

Estimador 17c

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	100.038	5.194	6.566	85.593	14.407	14.448
2	99.965	5.056	6.422	88.110	11.890	11.943
3	100.013	5.378	6.799	107.715	7.715	7.837
4	100.019	5.117	6.480	112.075	12.075	12.160
5	99.914	5.858	7.415	95.341	4.659	4.815
6	99.914	4.768	6.011	96.032	3.969	4.153
7	100.078	6.605	8.399	108.177	8.177	8.292
8	100.069	4.913	6.221	93.058	6.942	7.043
9	100.040	4.760	5.992	95.277	4.723	4.877
10	99.972	4.996	6.315	91.352	8.648	8.727
11	99.872	4.919	6.195	96.686	3.319	3.536
12	100.030	5.322	6.759	82.490	17.510	17.542
13	100.080	5.658	7.205	93.337	6.663	6.769
14	99.926	5.748	7.297	88.205	11.795	11.849
15	100.019	6.308	8.013	105.296	5.296	5.464
16	100.031	6.536	8.230	114.966	14.966	15.038
17	99.948	7.538	9.487	134.428	34.428	34.471
18	99.832	6.922	8.759	116.823	16.823	16.889
19	100.040	5.945	7.529	94.115	5.885	6.006
20	99.990	6.815	8.623	113.760	13.760	13.837
21	100.018	7.139	9.068	119.330	19.330	19.390
22	100.099	5.670	7.154	101.224	1.468	1.780
23	100.018	6.118	7.767	96.014	3.987	4.171
media	99.997	5.795	7.335	101.278	10.367	10.480

Estimador 18

Estimador 18 sintético

A.7 Resultados de la simulación SA2–SD2 en España

El tiempo de ejecución de 2000 replicaciones ha sido de 5 días, 10 horas, 0 minutos y 28 segundos. En esta simulación las áreas pequeñas son las "provincias". Hay 18 áreas pequeñas en el universo EURAREA para España.

área pequeña (d)	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
Almería (1)	100.148	8.085	10.222	100.287	3.567	4.412
Cádiz (2)	99.917	4.989	6.222	99.913	2.487	3.117
Cordoba (3)	99.999	6.521	8.179	100.070	2.856	3.599
Granada (4)	99.693	6.388	7.943	99.864	2.780	3.526
Huelva (5)	99.813	8.854	11.075	99.966	3.576	4.497
Jáen (6)	100.031	7.134	8.938	100.017	2.923	3.663
Málaga (7)	100.275	5.167	6.420	100.120	2.348	2.928
Sevilla (8)	100.242	4.197	5.259	100.161	2.105	2.636
Las Palmas (1)	99.965	4.071	5.112	100.111	2.577	3.225
Tenerife (2)	100.293	4.236	5.327	100.140	2.681	3.390
Alicante(1)	99.887	3.780	4.745	99.923	1.530	1.929
Castellón (2)	100.104	7.646	9.576	100.060	2.553	3.173
Valencia (3)	100.074	2.542	3.206	100.060	1.270	1.588
La Coruña (1)	100.084	3.377	4.280	100.022	1.907	2.396
Lugo (2)	100.090	7.493	9.352	100.125	2.959	3.708
Orense (3)	100.095	7.454	9.381	100.148	3.155	3.930
Pontevedra (4)	99.975	3.674	4.632	100.046	2.213	2.773
Madrid (1)	99.995	1.272	1.591	99.995	1.272	1.591
media	100.038	5.382	6.748	100.057	2.487	3.116

Estimador 1

Estimador 2

área pequeña (d)	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
Almería (1)	99.858	3.457	4.260	100.300	3.135	3.910
Cádiz (2)	99.876	2.421	3.029	100.011	2.192	2.767
Cordoba (3)	99.908	2.734	3.410	100.019	2.661	3.343
Granada (4)	99.768	2.773	3.495	99.870	2.474	3.118
Huelva (5)	99.668	3.444	4.316	100.086	3.240	4.083
Jáen (6)	99.809	2.783	3.501	99.982	2.552	3.194
Málaga (7)	100.090	2.284	2.839	100.131	2.048	2.595
Sevilla (8)	100.132	1.990	2.483	100.163	1.852	2.343
Las Palmas (1)	100.058	2.492	3.117	100.064	2.310	2.890
Tenerife (2)	100.087	2.590	3.275	100.105	2.387	3.022
Alicante(1)	99.898	1.505	1.889	99.953	1.390	1.760
Castellón (2)	99.787	2.526	3.144	100.029	2.229	2.818
Valencia (3)	100.057	1.252	1.563	100.085	1.085	1.365
La Coruña (1)	99.937	1.847	2.312	100.032	1.621	2.017
Lugo (2)	99.602	2.892	3.608	100.070	2.580	3.278
Orense (3)	99.744	3.025	3.795	99.974	2.610	3.304
Pontevedra (4)	99.957	2.162	2.695	99.973	1.854	2.304
Madrid (1)	99.997	1.251	1.563	99.984	0.978	1.237
media	99.902	2.413	3.016	100.046	2.178	2.742

Estimador 3a

Estimador 3b

área pequeña (d)	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
Almería (1)	100.179	3.081	3.876	143.623	43.623	43.640
Cádiz (2)	99.961	2.134	2.686	150.590	50.590	50.606
Cordoba (3)	100.071	2.587	3.234	152.361	52.361	52.377
Granada (4)	99.925	2.462	3.066	152.049	52.049	52.065
Huelva (5)	99.931	3.243	4.029	131.659	31.659	31.678
Jáen (6)	99.956	2.567	3.203	152.870	52.870	52.886
Málaga (7)	100.025	2.002	2.490	138.682	38.682	38.700
Sevilla (8)	100.097	1.837	2.287	140.633	40.633	40.650
Las Palmas (1)	100.052	2.104	2.624	136.517	36.517	36.535
Tenerife (2)	100.079	2.190	2.834	151.740	51.740	51.755
Alicante(1)	99.941	1.270	1.602	137.759	37.759	37.778
Castellón (2)	99.976	2.164	2.709	123.172	23.172	23.197
Valencia (3)	100.087	1.003	1.272	134.136	34.136	34.156
La Coruña (1)	99.989	1.554	1.923	155.922	55.922	55.937
Lugo (2)	100.160	2.538	3.223	156.959	56.959	56.976
Orense (3)	100.013	2.557	3.223	174.484	74.484	74.501
Pontevedra (4)	100.105	1.787	2.243	137.123	37.123	37.140
Madrid (1)	100.040	1.081	1.362	53.602	46.398	46.400
media	100.033	2.120	2.660	140.216	45.371	45.387

Estimador 3c

Estimador 4a

área pequeña (d)	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
Almería (1)	135.152	35.152	35.164	134.568	34.568	34.581
Cádiz (2)	143.668	43.668	43.678	146.070	46.070	46.082
Cordoba (3)	143.238	43.238	43.249	142.170	42.170	42.182
Granada (4)	142.609	42.609	42.620	148.625	48.625	48.637
Huelva (5)	124.112	24.112	24.126	122.935	22.935	22.951
Jáen (6)	139.725	39.725	39.735	139.386	39.386	39.398
Málaga (7)	134.182	34.182	34.195	137.286	37.286	37.300
Sevilla (8)	137.202	37.202	37.215	136.445	36.445	36.458
Las Palmas (1)	139.357	39.357	39.371	137.598	37.598	37.613
Tenerife (2)	152.746	52.746	52.758	153.498	53.498	53.511
Alicante(1)	132.718	32.718	32.731	131.729	31.729	31.743
Castellón (2)	119.417	19.417	19.435	113.925	13.925	13.948
Valencia (3)	133.195	33.195	33.210	130.959	30.959	30.974
La Coruña (1)	153.564	53.564	53.575	152.741	52.742	52.753
Lugo (2)	147.638	47.638	47.649	144.114	44.114	44.126
Orense (3)	161.080	61.080	61.089	158.572	58.572	58.582
Pontevedra (4)	136.668	36.668	36.681	133.017	33.017	33.031
Madrid (1)	58.307	41.693	41.696	59.005	40.995	40.999
media	135.254	39.887	39.899	134.591	39.146	39.159

Estimador 4b

Estimador 4c

área pequeña (d)	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
Almería (1)	112.540	12.541	12.624	143.988	43.988	44.005
Cádiz (2)	133.014	33.014	33.058	150.112	50.112	50.128
Cordoba (3)	122.281	22.281	22.337	151.715	51.715	51.731
Granada (4)	118.590	18.590	18.653	152.164	52.164	52.180
Huelva (5)	110.444	10.444	10.541	131.502	31.502	31.520
Jáen (6)	119.931	19.931	19.991	152.324	52.324	52.340
Málaga (7)	110.176	10.176	10.275	138.962	38.962	38.980
Sevilla (8)	118.871	18.871	18.933	140.211	40.211	40.228
Las Palmas (1)	119.423	19.423	19.484	136.460	36.460	36.477
Tenerife (2)	126.838	26.838	26.888	152.104	52.104	52.119
Alicante(1)	103.378	3.382	3.632	137.972	37.972	37.991
Castellón (2)	88.053	11.947	12.001	123.298	23.298	23.323
Valencia (3)	97.142	2.872	3.121	134.434	34.434	34.454
La Coruña (1)	126.081	26.081	26.132	156.462	56.462	56.477
Lugo (2)	119.095	19.096	19.157	157.666	57.667	57.682
Orense (3)	122.422	22.422	22.478	175.805	75.805	75.822
Pontevedra (4)	117.706	17.706	17.771	137.671	37.671	37.688
Madrid (1)	40.537	59.463	59.465	53.479	46.521	46.523
media	111.473	19.727	19.808	140.352	45.521	45.537

Estimador 5

Estimador 6

área pequeña (d)	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
Almería (1)	100.263	3.520	4.365	100.263	3.520	4.365
Cádiz (2)	99.909	2.422	3.050	99.909	2.422	3.050
Cordoba (3)	100.091	2.809	3.549	100.091	2.809	3.549
Granada (4)	99.856	2.746	3.483	99.857	2.746	3.483
Huelva (5)	99.940	3.545	4.457	99.940	3.545	4.457
Jáen (6)	100.029	2.897	3.640	100.029	2.897	3.641
Málaga (7)	100.116	2.312	2.889	100.116	2.312	2.889
Sevilla (8)	100.152	2.080	2.596	100.152	2.080	2.596
Las Palmas (1)	100.113	2.529	3.161	100.113	2.529	3.161
Tenerife (2)	100.141	2.616	3.315	100.141	2.616	3.315
Alicante(1)	99.933	1.508	1.901	99.932	1.508	1.901
Castellón (2)	100.070	2.563	3.188	100.070	2.563	3.188
Valencia (3)	100.057	1.276	1.598	100.057	1.276	1.598
La Coruña (1)	100.006	1.942	2.440	100.006	1.942	2.440
Lugo (2)	100.144	3.009	3.780	100.143	3.009	3.780
Orense (3)	100.146	3.236	4.033	100.146	3.236	4.033
Pontevedra (4)	100.050	2.239	2.820	100.050	2.239	2.819
Madrid (1)	99.999	1.275	1.593	99.998	1.275	1.593
media	100.056	2.473	3.103	100.056	2.473	3.103

Estimador 7

Estimador 8

área pequeña (d)	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
Almería (1)	100.263	3.520	4.365	-8.985	108.985	109.016
Cádiz (2)	99.909	2.422	3.050	-10.620	110.620	110.663
Cordoba (3)	100.090	2.809	3.549	-9.763	109.763	109.799
Granada (4)	99.856	2.746	3.483	-9.468	109.468	109.503
Huelva (5)	99.939	3.545	4.456	-8.818	108.818	108.848
Jáen (6)	100.029	2.897	3.640	-9.575	109.575	109.610
Málaga (7)	100.116	2.312	2.889	-8.797	108.797	108.826
Sevilla (8)	100.152	2.080	2.596	-9.491	109.491	109.525
Las Palmas (1)	100.113	2.529	3.161	-9.535	109.535	109.570
Tenerife (2)	100.141	2.616	3.315	-10.127	110.127	110.166
Alicante(1)	99.932	1.508	1.901	-8.254	108.254	108.280
Castellón (2)	100.070	2.563	3.188	-7.030	107.030	107.050
Valencia (3)	100.057	1.276	1.598	-7.756	107.756	107.779
La Coruña (1)	100.006	1.942	2.440	-10.067	110.067	110.105
Lugo (2)	100.143	3.009	3.780	-9.509	109.509	109.543
Orense (3)	100.145	3.236	4.033	-9.774	109.774	109.811
Pontevedra (4)	100.050	2.239	2.819	-9.398	109.398	109.431
Madrid (1)	99.999	1.275	1.593	-3.237	103.237	103.241
media	100.056	2.473	3.103	-8.900	108.900	108.931

Estimador 9

Estimador 9 sintético

área pequeña (d)	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
Almería (1)	100.263	3.520	4.365	101.520	3.971	4.989
Cádiz (2)	99.909	2.422	3.050	100.981	2.703	3.431
Cordoba (3)	100.090	2.809	3.549	101.466	3.298	4.208
Granada (4)	99.856	2.746	3.483	101.307	3.269	4.188
Huelva (5)	99.939	3.545	4.456	100.968	3.614	4.561
Jáen (6)	100.029	2.897	3.640	101.535	3.502	4.468
Málaga (7)	100.116	2.312	2.889	100.930	2.515	3.157
Sevilla (8)	100.152	2.080	2.596	100.870	2.275	2.878
Las Palmas (1)	100.112	2.529	3.161	100.660	2.617	3.248
Tenerife (2)	100.141	2.616	3.315	100.877	2.790	3.513
Alicante(1)	99.932	1.508	1.901	100.550	1.708	2.174
Castellón (2)	100.070	2.563	3.188	100.619	2.586	3.274
Valencia (3)	100.057	1.276	1.598	100.431	1.349	1.695
La Coruña (1)	100.005	1.942	2.439	100.777	2.211	2.832
Lugo (2)	100.142	3.009	3.780	101.558	3.625	4.697
Orense (3)	100.145	3.236	4.033	102.337	4.431	5.757
Pontevedra (4)	100.050	2.239	2.819	100.574	2.357	2.959
Madrid (1)	99.998	1.275	1.593	99.997	1.251	1.563
media	100.056	2.473	3.103	100.998	2.782	3.533

Estimador 10

Estimador 11a

área pequeña (d)	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
Almería (1)	101.618	3.649	4.546	101.478	3.558	4.465
Cádiz (2)	100.964	2.444	3.109	100.968	2.405	3.071
Cordoba (3)	101.296	3.106	3.964	101.318	3.033	3.840
Granada (4)	101.121	2.908	3.700	101.347	3.048	3.902
Huelva (5)	101.061	3.357	4.249	100.867	3.287	4.133
Jáen (6)	101.281	2.950	3.763	101.240	2.993	3.782
Málaga (7)	100.869	2.275	2.894	100.838	2.234	2.806
Sevilla (8)	100.841	2.122	2.677	100.760	2.084	2.634
Las Palmas (1)	100.714	2.433	3.054	100.671	2.238	2.807
Tenerife (2)	100.909	2.617	3.321	100.895	2.463	3.158
Alicante(1)	100.517	1.575	2.005	100.487	1.479	1.876
Castellón (2)	100.717	2.337	2.955	100.474	2.166	2.724
Valencia (3)	100.448	1.196	1.522	100.426	1.110	1.415
La Coruña (1)	100.837	1.988	2.565	100.782	1.928	2.452
Lugo (2)	101.690	3.301	4.293	101.660	3.189	4.092
Orense (3)	102.091	3.760	4.936	102.042	3.652	4.775
Pontevedra (4)	100.585	2.062	2.584	100.656	1.972	2.493
Madrid (1)	99.984	0.978	1.237	100.040	1.081	1.362
media	100.975	2.503	3.188	100.942	2.440	3.099

Estimador 11b

Estimador 11c

área pequeña (d)	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
Almería (1)	100.814	3.498	4.334	101.930	4.214	5.265
Cádiz (2)	100.747	2.684	3.341	101.017	2.802	3.533
Cordoba (3)	100.811	2.922	3.704	101.621	3.466	4.426
Granada (4)	100.501	2.772	3.549	101.395	3.313	4.283
Huelva (5)	100.437	3.403	4.299	101.254	3.779	4.793
Jáen (6)	100.725	2.932	3.722	101.739	3.615	4.628
Málaga (7)	100.372	2.303	2.877	100.958	2.582	3.245
Sevilla (8)	100.556	2.169	2.714	100.899	2.385	3.009
Las Palmas (1)	100.489	2.577	3.239	100.711	2.673	3.359
Tenerife (2)	100.658	2.746	3.450	100.929	2.901	3.640
Alicante(1)	100.001	1.484	1.873	100.574	1.742	2.221
Castellón (2)	99.610	2.568	3.195	100.881	2.661	3.367
Valencia (3)	100.022	1.260	1.575	100.434	1.360	1.713
La Coruña (1)	100.525	2.004	2.548	100.861	2.288	2.932
Lugo (2)	100.888	3.009	3.826	102.059	3.870	5.000
Orense (3)	101.052	3.284	4.092	102.726	4.600	6.013
Pontevedra (4)	100.421	2.248	2.830	100.662	2.403	3.052
Madrid (1)	99.684	1.366	1.703	99.995	1.272	1.591
media	100.462	2.513	3.159	101.147	2.885	3.671

Estimador 12

Estimador 13a

área pequeña (d)	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
Almería (1)	101.606	3.981	4.950	101.583	3.966	4.930
Cádiz (2)	100.866	2.715	3.408	100.919	2.744	3.449
Cordoba (3)	101.350	3.269	4.153	101.318	3.248	4.125
Granada (4)	101.117	3.121	4.014	101.294	3.242	4.181
Huelva (5)	100.950	3.624	4.585	100.902	3.602	4.557
Jáen (6)	101.311	3.290	4.186	101.299	3.283	4.174
Málaga (7)	100.860	2.528	3.167	100.929	2.565	3.220
Sevilla (8)	100.837	2.345	2.953	100.823	2.336	2.940
Las Palmas (1)	100.759	2.694	3.387	100.729	2.679	3.368
Tenerife (2)	100.944	2.909	3.650	100.955	2.915	3.659
Alicante(1)	100.487	1.686	2.144	100.470	1.676	2.130
Castellón (2)	100.747	2.590	3.274	100.554	2.514	3.171
Valencia (3)	100.424	1.354	1.705	100.399	1.342	1.688
La Coruña (1)	100.825	2.261	2.894	100.812	2.251	2.881
Lugo (2)	101.742	3.613	4.632	101.620	3.517	4.498
Orense (3)	102.261	4.212	5.399	102.173	4.143	5.289
Pontevedra (4)	100.654	2.398	3.045	100.593	2.365	2.997
Madrid (1)	99.995	1.272	1.591	99.995	1.272	1.591
media	100.985	2.770	3.508	100.965	2.759	3.492

Estimador 13b

Estimador 13c

área pequeña (d)	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
Almería (1)	100.263	3.520	4.365	100.263	3.520	4.365
Cádiz (2)	99.909	2.422	3.050	99.909	2.422	3.050
Cordoba (3)	100.091	2.809	3.549	100.091	2.809	3.549
Granada (4)	99.856	2.746	3.483	99.857	2.746	3.483
Huelva (5)	99.940	3.545	4.457	99.940	3.545	4.457
Jáen (6)	100.029	2.897	3.640	100.029	2.897	3.641
Málaga (7)	100.116	2.312	2.889	100.116	2.312	2.889
Sevilla (8)	100.152	2.080	2.596	100.152	2.080	2.596
Las Palmas (1)	100.113	2.529	3.161	100.113	2.529	3.161
Tenerife (2)	100.141	2.616	3.315	100.141	2.616	3.315
Alicante(1)	99.933	1.508	1.901	99.932	1.508	1.901
Castellón (2)	100.070	2.563	3.188	100.070	2.563	3.188
Valencia (3)	100.057	1.276	1.598	100.057	1.276	1.598
La Coruña (1)	100.006	1.942	2.440	100.006	1.942	2.440
Lugo (2)	100.144	3.009	3.780	100.143	3.009	3.780
Orense (3)	100.146	3.236	4.033	100.146	3.236	4.033
Pontevedra (4)	100.050	2.239	2.820	100.050	2.239	2.819
Madrid (1)	99.999	1.275	1.593	99.998	1.275	1.593
media	100.056	2.473	3.103	100.056	2.473	3.103

Estimador 14

Estimador 15

área pequeña (d)	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
Almería (1)	100.224	3.306	4.129	100.244	3.167	3.958
Cádiz (2)	99.933	2.247	2.814	100.130	2.187	2.785
Cordoba (3)	100.142	2.635	3.342	100.019	2.764	3.447
Granada (4)	99.835	2.717	3.433	99.807	2.610	3.225
Huelva (5)	99.829	3.317	4.180	99.910	3.111	3.934
Jáen (6)	100.078	2.675	3.371	100.135	2.662	3.372
Málaga (7)	100.107	2.228	2.745	100.083	2.076	2.621
Sevilla (8)	100.137	1.968	2.445	100.058	1.796	2.243
Las Palmas (1)	100.097	2.461	3.094	100.042	2.098	2.606
Tenerife (2)	100.081	2.631	3.290	100.046	2.147	2.725
Alicante(1)	99.903	1.553	1.946	100.044	1.679	2.095
Castellón (2)	100.037	2.569	3.213	100.017	2.422	3.091
Valencia (3)	100.085	1.258	1.559	100.105	1.256	1.589
La Coruña (1)	99.989	1.802	2.251	100.006	1.917	2.374
Lugo (2)	100.070	2.829	3.530	100.051	2.994	3.804
Orense (3)	100.124	2.944	3.691	99.786	3.176	4.023
Pontevedra (4)	100.064	2.034	2.541	99.962	2.021	2.525
Madrid (1)	99.988	1.231	1.539	99.987	1.011	1.269
media	100.040	2.356	2.951	100.024	2.283	2.871

Estimador 16a

Estimador 16b

área pequeña (d)	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
Almería (1)	100.168	3.044	3.836	100.251	3.307	4.130
Cádiz (2)	99.989	2.156	2.711	99.958	2.246	2.813
Cordoba (3)	100.122	2.602	3.272	100.170	2.635	3.343
Granada (4)	99.963	2.513	3.141	99.863	2.716	3.432
Huelva (5)	99.853	3.107	3.888	99.852	3.315	4.179
Jáen (6)	99.966	2.563	3.255	100.107	2.676	3.372
Málaga (7)	99.936	2.072	2.579	100.132	2.229	2.746
Sevilla (8)	100.030	1.837	2.292	100.163	1.969	2.447
Las Palmas (1)	100.057	1.978	2.465	100.145	2.463	3.096
Tenerife (2)	100.012	2.188	2.801	100.131	2.632	3.291
Alicante(1)	99.960	1.466	1.843	99.932	1.551	1.944
Castellón (2)	99.938	2.314	2.888	100.063	2.568	3.213
Valencia (3)	100.133	1.121	1.407	100.113	1.259	1.561
La Coruña (1)	99.972	1.657	2.060	100.025	1.801	2.251
Lugo (2)	100.218	2.573	3.222	100.108	2.829	3.531
Orense (3)	99.989	2.648	3.338	100.164	2.944	3.692
Pontevedra (4)	100.126	1.770	2.237	100.097	2.034	2.542
Madrid (1)	100.014	1.102	1.381	99.996	1.231	1.540
media	100.025	2.151	2.701	100.071	2.356	2.951

Estimador 16c

Estimador 17a

área pequeña (d)	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
Almería (1)	100.262	3.167	3.959	100.182	3.044	3.837
Cádiz (2)	100.147	2.188	2.786	100.003	2.156	2.711
Cordoba (3)	100.038	2.763	3.447	100.137	2.603	3.272
Granada (4)	99.826	2.609	3.224	99.978	2.513	3.141
Huelva (5)	99.925	3.111	3.934	99.865	3.106	3.887
Jáen (6)	100.155	2.662	3.373	99.981	2.563	3.255
Málaga (7)	100.099	2.076	2.621	99.949	2.072	2.579
Sevilla (8)	100.076	1.797	2.244	100.044	1.837	2.292
Las Palmas (1)	100.074	2.099	2.607	100.083	1.979	2.466
Tenerife (2)	100.080	2.148	2.726	100.039	2.188	2.802
Alicante(1)	100.064	1.679	2.096	99.976	1.466	1.843
Castellón (2)	100.035	2.422	3.091	99.952	2.313	2.888
Valencia (3)	100.124	1.258	1.590	100.148	1.122	1.409
La Coruña (1)	100.030	1.916	2.374	99.991	1.657	2.060
Lugo (2)	100.077	2.995	3.804	100.239	2.574	3.224
Orense (3)	99.813	3.175	4.022	100.011	2.648	3.338
Pontevedra (4)	99.985	2.021	2.525	100.143	1.771	2.238
Madrid (1)	99.992	1.011	1.270	100.019	1.102	1.381
media	100.045	2.283	2.872	100.041	2.151	2.701

Estimador 17b

Estimador 17c

área pequeña (d)	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
Almería (1)	100.287	3.567	4.412	96.605	3.396	3.462
Cádiz (2)	99.913	2.487	3.117	107.640	7.640	7.677
Cordoba (3)	100.070	2.856	3.599	105.222	5.222	5.274
Granada (4)	99.864	2.780	3.526	102.398	2.398	2.503
Huelva (5)	99.966	3.576	4.497	90.535	9.466	9.487
Jáen (6)	100.017	2.923	3.663	99.629	0.638	0.790
Málaga (7)	100.120	2.348	2.928	99.147	0.936	1.100
Sevilla (8)	100.161	2.105	2.636	117.556	17.556	17.575
Las Palmas (1)	100.111	2.577	3.225	143.594	43.594	43.606
Tenerife (2)	100.140	2.681	3.390	124.175	24.175	24.191
Alicante(1)	99.923	1.530	1.929	98.223	1.779	1.906
Castellón (2)	100.060	2.553	3.173	103.636	3.636	3.708
Valencia (3)	100.060	1.270	1.588	110.688	10.688	10.716
La Coruña (1)	100.022	1.907	2.396	125.470	25.471	25.486
Lugo (2)	100.125	2.959	3.708	97.566	2.434	2.528
Orense (3)	100.148	3.155	3.930	105.786	5.786	5.834
Pontevedra (4)	100.046	2.213	2.773	97.727	2.273	2.373
Madrid (1)	99.995	1.272	1.591	67.961	32.039	32.042
media	100.057	2.487	3.116	105.198	11.062	11.125

Estimador 18

Estimador 18 sintético

A.8 Descripción del programa principal C++

Para el universo EURAREA para España el programa C++ sigue los siguientes pasos.

(1) Entradas y Notación. Presentamos una lista de variables de entrada al programa C++ para las cuales damos su significado y su notación.

NR	Número de replicaciones (K),
NComunidad	Número de regiones,
NProvincias	Número de provincias,
n_Prov[NComunidad][8]	Número de muestra que se obtienen en cada simulación del fichero APES ,
Valores[NComunidad][8][2]	(Número de registros en cada estrato del fichero APES
Ng1	Número de grupos A (G_A) más uno,
Ng2	Número de grupos B (G_B) más uno,
Ng3	Número de grupos C (G_C) más uno,
Media_Y[NComunidad][NProvincias]	Matrix ($\bar{Y}_{ij}, i = 1, \dots, NComunidad + 1;$ $j = 1, \dots, NProvincias + 1$)
Media_X1[NComunidad][NProvincias]	Matrix ($\bar{X}_{ij}^{(1)}, i = 1, \dots, NComunidad + 1;$ $j = 1, \dots, NProvincias + 1$)
Media_X2[NComunidad][NProvincias]	Matrix ($\bar{X}_{ij}^{(2)}, i = 1, \dots, NComunidad + 1;$ $j = 1, \dots, NProvincias + 1$)
Per_Com[NComunidad][NProvincias]	Matrix ($N_{ij}, i = 1, \dots, NComunidad + 1;$ $j = 1, \dots, NProvincias + 1$)
Per_Grupo1[NComunidad][Ng1][NProvincias]	Matrix ($i = 1, \dots, NComunidad + 1;$, $g = 1, \dots, G_A + 1, g = 1, \dots, NProvincias + 1$))
Per_Grupo2[NComunidad][Ng2][NProvincias]	Matrix ($i = 1, \dots, NComunidad + 1;$, $g = 1, \dots, G_B + 1, g = 1, \dots, NProvincias + 1$)
Per_Grupo3[NComunidad][Ng3][NProvincias]	Matrix ($i = 1, \dots, NComunidad + 1;$, $g = 1, \dots, G_C + 1, g = 1, \dots, NProvincias + 1$)

(2) Declaración de variables. Se declaran las matrices y vectores que se usan en el programa.

Para cada muestra generada se guardan los siguientes vectores y matrices.

NM	Número de muestras,
Ys[NM]	Vector valores muestrales de Y ,
Xs[NM]	Vector valores muestrales de $X^{(1)}$,
Xs2[NM]	Vector valores muestrales de $X^{(2)}$,
Ws[NM]	Vector valores muestrales de de pesos,
Prs[NM]	Vector valores muestrales de provincias,
Crs[NM]	Vector valores muestrales de área pequeñas.

(3) Apertura de ficheros y tiempo de ejecución. Se crean los ficheros de salida y se inicia el cálculo del tiempo de ejecución.

(4) Inicializando valores de las variables externas. Las variables que miden la eficiencia son externas al bucle y se inicializan aquí..

(5) Punto de inicio de las replicaciones.

- (6) **Inicializando valores de las variables internas.** En este punto se inicializan todas las variables internas antes de que empiece una nueva replicación. Se igualan a cero.
- (7) **Punto inicial para la generación de una muestra.** Se genera un número uniforme en el conjunto $\{1, \dots, N\}$. Este no puede coincidir con otro previamente seleccionado. El valor generado es el número de un registro del fichero APES.
- (8) **Leyendo la información del registro seleccionado.** Todos los datos que son necesarios del registro seleccionado se leen aquí.
- (9) **Cálculos con los datos del registro seleccionado.** Algunos cálculos básicos para los estimadores se realizan en este apartado.
- (10) **Final de la generación de la muestra.** Termina el bucle de generación de la muestra.
- (11) **Calculando los estimadores.** En este apartado se calculan los estimadores y también se hacen cálculos parciales de las medidas de eficiencia.
- (12) **Fin de las replicaciones.** El bucle de las replicaciones termina en este punto.
- (13) **Calculando la eficiencia de los estimadores.** Las medidas de eficiencia de los estimadores se calculan en este apartado.
- (14) **Grabando los resultados.** Las salidas del programa C++ son grabadas en el fichero de salida "ResSim.txt".

A.9 Programa principal

En esta sección se presenta el listado del código del programa C++ utilizado para las simulaciones sobre la media de ingresos normalizados del hogar en el universo EURAREA para España.

```
//-----
#include <vcl.h>
#pragma hdrstop
#include "Simular.h"
#include <iostream.h>
#include <fstream.h>
#include "libreria.h"
#include "matrix.hpp"
//-----
#pragma package(smart_init)
#pragma link "NumLab"
#pragma resource "*.dfm" TForm1 *Form1;

int NR=2000; // Número de replicaciones
AnsiString NomFich="Espanya.sel"; // Nombre del fichero

//-----
//----- (1) Entradas y Notación. Datos de la áreas pequeñas -----
//-----

//Número de muestra que se obtiene en cada simulación
int n_Prov[NComunidad][8]= {0,0,0,0,0,0,0,0,
    0,480,40,144,240,192,344,1440,
    0,272,0,0,0,48,168,488,
    0,88,112,80,40,88,72,480,
    0,168,0,0,80,64,96,408,
    0,208,40,32,104,64,104,552,
    0,136,0,40,0,56,136,368,
    0,360,0,24,24,56,392,856,
    0,120,0,40,48,40,328,576,
    376,64,240,120,176,128,272,1376,
    0,288,48,72,232,112,224,976,
    0,88,0,0,72,40,264,464,
    0,144,80,48,64,168,272,776,
    0,680,216,80,88,0,64,1128,
    0,144,72,32,96,72,48,464,
    0,136,0,0,24,48,192,400,
    0,232,40,88,80,96,120,656,
    0,152,0,0,0,40,128,320,
    0,272,0,0,0,0,0,272};

float Valores[NComunidad][8][2];
const int Ng1=7; // Número de grupos A + 1
const int Ng2=5; // Número de grupos B + 1
const int Ng3=5; // Número de grupos C + 1
int LongLin;

double Media_Y[NComunidad][NProvincias]; // Media de Y para APES502/APES505
double Var_Y[NComunidad][NProvincias]; // Varianza de Y para APES502/APES505
double Media_X1[NComunidad][NProvincias]; // Media de X1 para APES409
double Media_X2[NComunidad][NProvincias]; // Media de X2 para APES412
```

```

double Media_XM[NComunidad][NProvincias]; // Datos de X0 (ingreso anuales per capita declarados )
double Per_Com[NComunidad][NProvincias]; // Número de registros del área pequeña
// Número de registro del grupo A en el área pequeña
double Per_Grupo1[NComunidad][Ng1][NProvincias];
// Número de registro del grupo B en el área pequeña
double Per_Grupo2[NComunidad][Ng2][NProvincias];
// Número de registro del grupo C en el área pequeña
double Per_Grupo3[NComunidad][Ng3][NProvincias];

//-----
__fastcall TForm1::TForm1(TComponent* Owner)
    : TForm(Owner)
{ }
//-----
void __fastcall TForm1::Button1Click(TObject *Sender) {
// -----
// ----- (2) Declaración de variables. -----
// -----

AnsiString Apes502,Apes505,Apes409,Apes412,Provincia,Apes102,estrato;
AnsiString G1,G2,G3;
float W; // Pesos del estrato i
long int a502; // Valor numérico de APES502
int a102; // Valor numérico de APES102
int a505; // Valor numérico de APES505
int a409; // Valor numérico de APES409
int a412; // Valor numérico de APES412
int ncom; // Índice de la Comunidad Autónoma
int prov; // Valor numérico de la Provincia
int est; // Valor numérico del estrato
int NumG1,NumG2,NumG3; // Valor numérico de los grupos A, B y C
double Y; // Valor numérico de APES502/APES505
double a505F;
int *vector;
int NM,TPr;
bool siguiente;

const int NLin=100;
char texto[NLin];
AnsiString linea;
int Niter,i,j,k,h,K,Pos,PosFichero,cont;
double valorUni;
int NP[NComunidad];

// Variables para el Estimador 1
double MediaEstimador1[NComunidad][NProvincias];
double **Eficiencia11,**Eficiencia12,**Eficiencia13;
double Eficiencia11Media[NComunidad],Eficiencia12Media[NComunidad],Eficiencia13Media[NComunidad];
double **Suma_Pesos;
double **Suma_WY;

// Variables para el Estimador 2
double MediaEstimador2[NComunidad][NProvincias];
double **Eficiencia21,**Eficiencia22,**Eficiencia23;
double Eficiencia21Media[NComunidad],Eficiencia22Media[NComunidad],Eficiencia23Media[NComunidad];

// Variables para el Estimador 3a
double MediaEstimador3a[NComunidad][NProvincias];

```

```

double **Eficiencia3a1,**Eficiencia3a2,**Eficiencia3a3;
double Eficiencia3a1Media[NComunidad],Eficiencia3a2Media[NComunidad],Eficiencia3a3Media[NComunidad];
double Suma_Pesos_G1[NComunidad][Ng1][NProvincias];
double Suma_WY_G1[NComunidad][Ng1][NProvincias];

// Variables para el Estimador 3b
double MediaEstimador3b[NComunidad][NProvincias];
double **Eficiencia3b1,**Eficiencia3b2,**Eficiencia3b3;
double Eficiencia3b1Media[NComunidad],Eficiencia3b2Media[NComunidad],Eficiencia3b3Media[NComunidad];
double Suma_Pesos_G2[NComunidad][Ng2][NProvincias];
double Suma_WY_G2[NComunidad][Ng2][NProvincias];

// Variables para el Estimador 3c
double MediaEstimador3c[NComunidad][NProvincias];
double **Eficiencia3c1,**Eficiencia3c2,**Eficiencia3c3;
double Eficiencia3c1Media[NComunidad],Eficiencia3c2Media[NComunidad],Eficiencia3c3Media[NComunidad];
double Suma_Pesos_G3[NComunidad][Ng3][NProvincias];
double Suma_WY_G3[NComunidad][Ng3][NProvincias];

// Variables para el Estimador 4a
double MediaEstimador4a[NComunidad][NProvincias];
double **Eficiencia4a1,**Eficiencia4a2,**Eficiencia4a3;
double Eficiencia4a1Media[NComunidad],Eficiencia4a2Media[NComunidad],Eficiencia4a3Media[NComunidad];
double PesGrp1[Ng1];
double MediaGrp1[Ng1];

// Variables para el Estimador 4b
double MediaEstimador4b[NComunidad][NProvincias];
double **Eficiencia4b1,**Eficiencia4b2,**Eficiencia4b3;
double Eficiencia4b1Media[NComunidad],Eficiencia4b2Media[NComunidad],Eficiencia4b3Media[NComunidad];
double PesGrp2[Ng2];
double MediaGrp2[Ng2];

// Variables para el Estimador 4c
double MediaEstimador4c[NComunidad][NProvincias];
double **Eficiencia4c1,**Eficiencia4c2,**Eficiencia4c3;
double Eficiencia4c1Media[NComunidad],Eficiencia4c2Media[NComunidad],Eficiencia4c3Media[NComunidad];
double PesGrp3[Ng3];
double MediaGrp3[Ng3];

// Variables para el Estimador 5
double MediaEstimador5[NComunidad][NProvincias];
double **Eficiencia51,**Eficiencia52,**Eficiencia53;
double Eficiencia51Media[NComunidad],Eficiencia52Media[NComunidad],Eficiencia53Media[NComunidad];
double Numerador,Denominador,Beta;

// Variables para el Estimador 6
double MediaEstimador6[NComunidad][NProvincias];
double **Eficiencia61,**Eficiencia62,**Eficiencia63;
double Eficiencia61Media[NComunidad],Eficiencia62Media[NComunidad],Eficiencia63Media[NComunidad];
double *Ys,*Xs,*Xs2,*Ws;
int *Prs,*Crs;
double PesosY6,MediaY6,PesosX6,MediaX6;
double Num6,Den6;
double Beta6,X_WD,Y_WD;

// Variables para el Estimador 7
double MediaEstimador7[NComunidad][NProvincias];

```

```

double **Eficiencia71,**Eficiencia72,**Eficiencia73;
double Eficiencia71Media[NComunidad],Eficiencia72Media[NComunidad],Eficiencia73Media[NComunidad];
double **YWD,**XWD,**Suma_WX,**X2WD;
double Num7,Den7,Beta7;

// Variables para el Estimador 8
double MediaEstimador8[NComunidad][NProvincias];
double **Eficiencia81,**Eficiencia82,**Eficiencia83;
double Eficiencia81Media[NComunidad],Eficiencia82Media[NComunidad],Eficiencia83Media[NComunidad];
double **S_YDJ,**S_XDJ,**S_X2DJ,**P,**nd;

// Variables para el Estimador 9
double MediaEstimador9[NComunidad][NProvincias];
double **Eficiencia91,**Eficiencia92,**Eficiencia93;
double Eficiencia91Media[NComunidad],Eficiencia92Media[NComunidad],Eficiencia93Media[NComunidad];
double Bu,nn,num9,Bu_num,Bu_den,nn_num[NComunidad][NProvincias],nn_den;
double Be,Be_num,Be_den,SigmaE,SigmaU,Fi_d[NComunidad][NProvincias];
double Beta9,Beta9_num,Beta9_den,resta1,resta2,restaA,DivideA,RestaAsigmaU;

// Variables para el Estimador 9b
double MediaEstimador9b[NComunidad][NProvincias];
double **Eficiencia9b1,**Eficiencia9b2,**Eficiencia9b3;
double Eficiencia9b1Media[NComunidad],Eficiencia9b2Media[NComunidad],Eficiencia9b3Media[NComunidad];

// Variables para el Estimador 10
double MediaEstimador10[NComunidad][NProvincias];
double **Eficiencia101,**Eficiencia102,**Eficiencia103;
double Eficiencia101Media[NComunidad],Eficiencia102Media[NComunidad],Eficiencia103Media[NComunidad];

// Variables para el Estimador 11a
double MediaEstimador11a[NComunidad][NProvincias];
double **Eficiencia11a1,**Eficiencia11a2,**Eficiencia11a3;
double Eficiencia11a1Media[NComunidad],Eficiencia11a2Media[NComunidad],Eficiencia11a3Media[NComunidad];
double Fi;

// Variables para el Estimador 11b
double MediaEstimador11b[NComunidad][NProvincias];
double **Eficiencia11b1,**Eficiencia11b2,**Eficiencia11b3;
double Eficiencia11b1Media[NComunidad],Eficiencia11b2Media[NComunidad],Eficiencia11b3Media[NComunidad];

// Variables para el Estimador 11c
double MediaEstimador11c[NComunidad][NProvincias];
double **Eficiencia11c1,**Eficiencia11c2,**Eficiencia11c3;
double Eficiencia11c1Media[NComunidad],Eficiencia11c2Media[NComunidad],Eficiencia11c3Media[NComunidad];

// Variables para el Estimador 12
double MediaEstimador12[NComunidad][NProvincias];
double **Eficiencia121,**Eficiencia122,**Eficiencia123;
double Eficiencia121Media[NComunidad],Eficiencia122Media[NComunidad],Eficiencia123Media[NComunidad];
double X_D;

// Variables para el Estimador 13a
double MediaEstimador13a[NComunidad][NProvincias];
double **Eficiencia13a1,**Eficiencia13a2,**Eficiencia13a3;
double Eficiencia13a1Media[NComunidad],Eficiencia13a2Media[NComunidad],Eficiencia13a3Media[NComunidad];

// Variables para el Estimador 13b
double MediaEstimador13b[NComunidad][NProvincias];

```

```
double **Eficiencia13b1,**Eficiencia13b2,**Eficiencia13b3;
double Eficiencia13b1Media[NComunidad],Eficiencia13b2Media[NComunidad],Eficiencia13b3Media[NComunidad];

// Variables para el Estimador 13c
double MediaEstimador13c[NComunidad][NProvincias];
double **Eficiencia13c1,**Eficiencia13c2,**Eficiencia13c3;
double Eficiencia13c1Media[NComunidad],Eficiencia13c2Media[NComunidad],Eficiencia13c3Media[NComunidad];

// Variables para el Estimador 14
double MediaEstimador14[NComunidad][NProvincias];
double **Eficiencia141,**Eficiencia142,**Eficiencia143;
double Eficiencia141Media[NComunidad],Eficiencia142Media[NComunidad],Eficiencia143Media[NComunidad];
double Beta14_1,Beta14_2,E1,E2,E3,E4,E5;
double Suma_WX2[NComunidad][NProvincias];

// Variables para el Estimador 15
double MediaEstimador15[NComunidad][NProvincias];
double **Eficiencia151,**Eficiencia152,**Eficiencia153;
double Eficiencia151Media[NComunidad],Eficiencia152Media[NComunidad],Eficiencia153Media[NComunidad];

const int NumCoVar=2;
TMatrix *MatB,*MatA,*MatC,*Valor_W,*Valor_Y,*Valor_Beta;
TMatrix *traspuesta,*Mult1,*Mult2,*Mult3; //Matrices Auxiliares

// Variables para el Estimador 16a
double MediaEstimador16a[NComunidad][NProvincias];
double **Eficiencia16a1,**Eficiencia16a2,**Eficiencia16a3;
double Eficiencia16a1Media[NComunidad],Eficiencia16a2Media[NComunidad],Eficiencia16a3Media[NComunidad];

// Variables para el Estimador 17a
double MediaEstimador17a[NComunidad][NProvincias];
double **Eficiencia17a1,**Eficiencia17a2,**Eficiencia17a3;
double Eficiencia17a1Media[NComunidad],Eficiencia17a2Media[NComunidad],Eficiencia17a3Media[NComunidad];
double ndg1[NComunidad][Ng1][NProvincias];

// Variables para el Estimador 16b
double MediaEstimador16b[NComunidad][NProvincias];
double **Eficiencia16b1,**Eficiencia16b2,**Eficiencia16b3;
double Eficiencia16b1Media[NComunidad],Eficiencia16b2Media[NComunidad],Eficiencia16b3Media[NComunidad];
double SumaTodosGrupos;

// Variables para el Estimador 17b
double MediaEstimador17b[NComunidad][NProvincias];
double **Eficiencia17b1,**Eficiencia17b2,**Eficiencia17b3;
double Eficiencia17b1Media[NComunidad],Eficiencia17b2Media[NComunidad],Eficiencia17b3Media[NComunidad];
double ndg2[NComunidad][Ng2][NProvincias];

// Variables para el Estimador 16c
double MediaEstimador16c[NComunidad][NProvincias];
double **Eficiencia16c1,**Eficiencia16c2,**Eficiencia16c3;
double Eficiencia16c1Media[NComunidad],Eficiencia16c2Media[NComunidad],Eficiencia16c3Media[NComunidad];

// Variables para el Estimador 17c
double MediaEstimador17c[NComunidad][NProvincias];
double **Eficiencia17c1,**Eficiencia17c2,**Eficiencia17c3;
double Eficiencia17c1Media[NComunidad],Eficiencia17c2Media[NComunidad],Eficiencia17c3Media[NComunidad];
double ndg3[NComunidad][Ng3][NProvincias];
```

```

// Variables para el Estimador 18
double MediaEstimador18[NComunidad][NProvincias];
double **Eficiencia181,**Eficiencia182,**Eficiencia183;
double Eficiencia181Media[NComunidad],Eficiencia182Media[NComunidad],Eficiencia183Media[NComunidad];
double Gamma18[NComunidad][NProvincias];
double Bu18_num,Bu18_den,Bu18,GammaU18,D;
double Num18,Den18,Beta18,Elem1,Elem2,Suma18;

// Variables para el Estimador 18b
double MediaEstimador18b[NComunidad][NProvincias];
double **Eficiencia18b1,**Eficiencia18b2,**Eficiencia18b3;
double Eficiencia18b1Media[NComunidad],Eficiencia18b2Media[NComunidad],Eficiencia18b3Media[NComunidad];

// -----
// ----- (3) Apertura de ficheros y tiempo de ejecución -----
// -----

fstream Comunidad(NomFich.c_str());
Comunidad.seekg(0);

time_t first, second;
fstream tiempo("Tarda_Imputacion.txt");
first = time(NULL);
tiempo<<"Fecha y hora de comienzo del programa: "<<ctime(&first)<<endl;

// -----
// ----- (4) Inicializando valores de las variables externas -----
// -----

Suma_Pesos=new double *[NComunidad];
Suma_WY=new double *[NComunidad];
YWD=new double *[NComunidad];
XWD=new double *[NComunidad];
X2WD=new double *[NComunidad];
Suma_WX=new double *[NComunidad];
S_YDJ=new double *[NComunidad];
S_XDJ=new double *[NComunidad];
S_X2DJ=new double *[NComunidad];
P=new double *[NComunidad];
nd=new double *[NComunidad];

for(j=0;j<NComunidad;j++) {
    Suma_Pesos[j]=new double[NProvincias];
    Suma_WY[j]=new double[NProvincias];
    YWD[j]=new double[NProvincias];
    XWD[j]=new double[NProvincias];
    X2WD[j]=new double[NProvincias];
    Suma_WX[j]=new double[NProvincias];
    S_YDJ[j]=new double[NProvincias];
    S_XDJ[j]=new double[NProvincias];
    S_X2DJ[j]=new double[NProvincias];
    P[j]=new double[NProvincias];
    nd[j]=new double[NProvincias];
}

Eficiencia11=new double*[NComunidad]; Eficiencia12=new double*[NComunidad];
Eficiencia13=new double*[NComunidad];
Eficiencia21=new double*[NComunidad]; Eficiencia22=new double*[NComunidad];

```



```

Eficiencia17b1[j]=new double [NProvincias];   Eficiencia17b2[j]=new double [NProvincias];
Eficiencia17b3[j]=new double [NProvincias];
Eficiencia16c1[j]=new double [NProvincias];   Eficiencia16c2[j]=new double [NProvincias];
Eficiencia16c3[j]=new double [NProvincias];
Eficiencia17c1[j]=new double [NProvincias];   Eficiencia17c2[j]=new double [NProvincias];
Eficiencia17c3[j]=new double [NProvincias];
Eficiencia181[j]=new double [NProvincias];   Eficiencia182[j]=new double [NProvincias];
Eficiencia183[j]=new double [NProvincias];
Eficiencia18b1[j]=new double [NProvincias];   Eficiencia18b2[j]=new double [NProvincias];
Eficiencia18b3[j]=new double [NProvincias];
}

for(j=0;j<NComunidad;j++) {
  for(i=1;i<NProvincias;i++){
    Eficiencia11[j][i]=0;   Eficiencia12[j][i]=0;   Eficiencia13[j][i]=0;
    Eficiencia21[j][i]=0;   Eficiencia22[j][i]=0;   Eficiencia23[j][i]=0;
    Eficiencia3a1[j][i]=0;   Eficiencia3a2[j][i]=0;   Eficiencia3a3[j][i]=0;
    Eficiencia3b1[j][i]=0;   Eficiencia3b2[j][i]=0;   Eficiencia3b3[j][i]=0;
    Eficiencia3c1[j][i]=0;   Eficiencia3c2[j][i]=0;   Eficiencia3c3[j][i]=0;
    Eficiencia4a1[j][i]=0;   Eficiencia4a2[j][i]=0;   Eficiencia4a3[j][i]=0;
    Eficiencia4b1[j][i]=0;   Eficiencia4b2[j][i]=0;   Eficiencia4b3[j][i]=0;
    Eficiencia4c1[j][i]=0;   Eficiencia4c2[j][i]=0;   Eficiencia4c3[j][i]=0;
    Eficiencia51[j][i]=0;   Eficiencia52[j][i]=0;   Eficiencia53[j][i]=0;
    Eficiencia61[j][i]=0;   Eficiencia62[j][i]=0;   Eficiencia63[j][i]=0;
    Eficiencia71[j][i]=0;   Eficiencia72[j][i]=0;   Eficiencia73[j][i]=0;
    Eficiencia81[j][i]=0;   Eficiencia82[j][i]=0;   Eficiencia83[j][i]=0;
    Eficiencia91[j][i]=0;   Eficiencia92[j][i]=0;   Eficiencia93[j][i]=0;
    Eficiencia9b1[j][i]=0;   Eficiencia9b2[j][i]=0;   Eficiencia9b3[j][i]=0;
    Eficiencia101[j][i]=0;   Eficiencia102[j][i]=0;   Eficiencia103[j][i]=0;
    Eficiencia11a1[j][i]=0;   Eficiencia11a2[j][i]=0;   Eficiencia11a3[j][i]=0;
    Eficiencia11b1[j][i]=0;   Eficiencia11b2[j][i]=0;   Eficiencia11b3[j][i]=0;
    Eficiencia11c1[j][i]=0;   Eficiencia11c2[j][i]=0;   Eficiencia11c3[j][i]=0;
    Eficiencia121[j][i]=0;   Eficiencia122[j][i]=0;   Eficiencia123[j][i]=0;
    Eficiencia13a1[j][i]=0;   Eficiencia13a2[j][i]=0;   Eficiencia13a3[j][i]=0;
    Eficiencia13b1[j][i]=0;   Eficiencia13b2[j][i]=0;   Eficiencia13b3[j][i]=0;
    Eficiencia13c1[j][i]=0;   Eficiencia13c2[j][i]=0;   Eficiencia13c3[j][i]=0;
    Eficiencia141[j][i]=0;   Eficiencia142[j][i]=0;   Eficiencia143[j][i]=0;
    Eficiencia151[j][i]=0;   Eficiencia152[j][i]=0;   Eficiencia153[j][i]=0;
    Eficiencia16a1[j][i]=0;   Eficiencia16a2[j][i]=0;   Eficiencia16a3[j][i]=0;
    Eficiencia17a1[j][i]=0;   Eficiencia17a2[j][i]=0;   Eficiencia17a3[j][i]=0;
    Eficiencia16b1[j][i]=0;   Eficiencia16b2[j][i]=0;   Eficiencia16b3[j][i]=0;
    Eficiencia17b1[j][i]=0;   Eficiencia17b2[j][i]=0;   Eficiencia17b3[j][i]=0;
    Eficiencia16c1[j][i]=0;   Eficiencia16c2[j][i]=0;   Eficiencia16c3[j][i]=0;
    Eficiencia17c1[j][i]=0;   Eficiencia17c2[j][i]=0;   Eficiencia17c3[j][i]=0;
    Eficiencia181[j][i]=0;   Eficiencia182[j][i]=0;   Eficiencia183[j][i]=0;
    Eficiencia18b1[j][i]=0;   Eficiencia18b2[j][i]=0;   Eficiencia18b3[j][i]=0;
  }
}

Inicializa(Media_XM);
NM=0;
TPr=0;
for(ncom=1;ncom<NComunidad;ncom++) {
  NP[ncom]=0;
  if (Valores[ncom][7][0]>=1) {
    NM+=n_Prov[ncom][7];
    TPr+=Valores[ncom][7][1]-1;
    NP[ncom]=Valores[ncom][7][1];
  }
}

```

```

}

Ys=new double[NM];
Xs=new double[NM];
Xs2=new double[NM];
Ws=new double[NM];
Prs=new int[NM];
Crs=new int[NM];
vector=new int[NM];

MatA=new TMatrix(TPr+Ng1-2+NumCoVar,NM);
MatA->Fill(0);
MatB=new TMatrix(TPr+Ng2-2+NumCoVar,NM);
MatB->Fill(0);
MatC=new TMatrix(TPr+Ng3-2+NumCoVar,NM);
MatC->Fill(0);
Valor_W=new TMatrix(NM,NM);
Valor_W->Fill(0);
Valor_Y=new TMatrix(1,NM);
Valor_Y->Fill(0);

// -----
// ----- (5) Punto de inicio de las replicaciones -----
// -----

for(Niter=0;Niter<NR;Niter++) {
    Numero->Value=Niter+1;

    // -----
    // ----- (6) Inicializando valores de las variables internas -----
    // -----

    Numerador=0;
    Denominador=0;
    PesosY6=0;
    MediaY6=0;
    PesosX6=0;
    MediaX6=0;
    Bu_num=0;
    Bu_den=0;
    nn_den=0;
    MatA->Fill(0);
    MatB->Fill(0);
    MatC->Fill(0);
    Valor_W->Fill(0);
    Valor_Y->Fill(0);
    for(ncom=1;ncom<NComunidad;ncom++) {
        for(i=0;i<NProvincias;i++){
            YWD[ncom][i]=0;
            nd[ncom][i]=0;
            Suma_WY[ncom][i]=0;
            Suma_WX[ncom][i]=0;
            Suma_WX2[ncom][i]=0;
            Suma_Pesos[ncom][i]=0;
            nn_num[ncom][i]=0;
            nd[ncom][i]=0;
        }
        for(i=1;i<Ng1;i++) {

```

```

MediaGrp1[i]=0;
PesGrp1[i]=0;
for(k=1;k<NProvincias;k++){
    Suma_Pesos_G1[ncom][i][k]=0;
    Suma_WY_G1[ncom][i][k]=0;
    ndg1[ncom][i][k]=0;
}
}
for(i=1;i<Ng2;i++) {
    MediaGrp2[i]=0;
    PesGrp2[i]=0;
    for(k=1;k<NProvincias;k++){
        Suma_Pesos_G2[ncom][i][k]=0;
        Suma_WY_G2[ncom][i][k]=0;
        ndg2[ncom][i][k]=0;
    }
}
for(i=1;i<Ng3;i++) {
    MediaGrp3[i]=0;
    PesGrp3[i]=0;
    for(k=1;k<NProvincias;k++){
        Suma_Pesos_G3[ncom][i][k]=0;
        Suma_WY_G3[ncom][i][k]=0;
        ndg3[ncom][i][k]=0;
    }
}
}
// -----
// ----- (7) Punto inicial para la generación de una muestra -----
// -----
cont=-1;
for(ncom=1;ncom<NComunidad;ncom++) {
    if (Valores[ncom][7][0]>=1) {
        for(K=0;K<7;K++) {
            if (n_Prov[ncom][K]>0) {
                for(i=0;i<n_Prov[ncom][K];i++) {
                    vector[i]=-1;
                }
                for(i=0;i<n_Prov[ncom][K];i++) {
                    do {
                        Pos=Posicion(ncom,K,Valores);
                        PosFichero=Pos*LongLin;
                        siguiente=true;
                        for(h=0;h<i;h++)
                            if (vector[h]==PosFichero) {
                                siguiente=false;
                                break;
                            }
                    }while (!siguiente);
                    vector[i]=PosFichero;
                    cont++;
                    Comunidad.seekg(PosFichero);
                    // -----
                    // -(8) Leyendo la información del registro seleccionado -
                    // -----
                    Comunidad.getline(texto,NLin);
                    linea=texto;
                }
            }
        }
    }
}

```

```

W=DevuelvePeso(ncom,K,Valores,n_Prov);
Apes102=linea.SubString(1,2);
Provincia=linea.SubString(3,2);
estrato=linea.SubString(67,1);
a102=Apes102.ToInt();
prov=Provincia.ToInt();
prov=Codifica(a102,prov);
est=estrato.ToInt();

Apes502=linea.SubString(49,8);
Apes505=linea.SubString(59,5);
Apes409=linea.SubString(34,2);
if (Apes409==" ")
    a409=0;
else
    a409=Apes409.ToInt();
Apes412=linea.SubString(38,4);
if (Apes412==" ")
    a412=90;
else
    a412=Apes412.ToInt();

a502=Apes502.ToInt();
a505=Apes505.ToInt();
a505F=(float)a505/1000.0;
Y=(float)a502/a505F;

// -----
// --- (9) Cálculos con los datos del registro seleccionado ---
// -----

Suma_WY[ncom][prov]+=W*Y;           // Cálculos para el estimador 1 y 2
Suma_Pesos[ncom][prov]+=W;         // Suma de los pesos para el estimador 2

G1=linea.SubString(64,1);
G2=linea.SubString(65,1);
G3=linea.SubString(66,1);
NumG1=G1.ToInt();
NumG2=G2.ToInt();
NumG3=G3.ToInt();

Suma_WY_G1[ncom][NumG1][prov]+=W*Y; //Cálculos para el estimador 3a
Suma_Pesos_G1[ncom][NumG1][prov]+=W;

Suma_WY_G2[ncom][NumG2][prov]+=W*Y; //Cálculos para el estimador 3b
Suma_Pesos_G2[ncom][NumG2][prov]+=W;

Suma_WY_G3[ncom][NumG3][prov]+=W*Y; //Cálculos para el estimador 3c
Suma_Pesos_G3[ncom][NumG3][prov]+=W;

MediaGrp1[NumG1]+=W*Y;              //Cálculos para el estimador 4a
PesGrp1[NumG1]+=W;

MediaGrp2[NumG2]+=W*Y;              //Cálculos para el estimador 4b
PesGrp2[NumG2]+=W;

MediaGrp3[NumG3]+=W*Y;              //Cálculos para el estimador 4c
PesGrp3[NumG3]+=W;

```

```

Numerador+=W*Y*a409; //Cálculos para el estimador 5
Denominador+=W*a409*a409;

Xs[cont]=a409; //Cálculos para el estimador 6
Ys[cont]=Y;
Prs[cont]=prov;
Crs[cont]=ncom;
Ws[cont]=W;
PesosY6+=W;
MediaY6+=W*Y;
PesosX6+=W;
MediaX6+=W*a409;

Suma_WX[ncom][prov]+=W*a409; //Cálculos para el estimador 7
Xs2[cont]=(float) a409;

Bu_num+=W*Y*a409; //Cálculos para el estimador 9
Bu_den+=W*a409*a409;
nn_num[ncom][prov]+=W*a409;
nn_den+=W*a409*a409;

Suma_WX2[ncom][prov]+=W*a412; //Cálculos para el estimador 14

nd[ncom][prov]++; //Cálculos para el estimador 16

ndg1[ncom][NumG1][prov]++;
ndg2[ncom][NumG2][prov]++;
ndg3[ncom][NumG3][prov]++;

prov=N_TPr(ncom,prov,NP);

MatA->Elem[prov][cont+1]=1; //Cálculos para el estimador 16a y 17a
if (NumG1!=Ng1-1)
    MatA->Elem[TPr+NumG1][cont+1]=1;
MatA->Elem[TPr+Ng1-1][cont+1] = a409;
MatA->Elem[TPr+Ng1][cont+1] = a412;

MatB->Elem[prov][cont+1]=1; //Cálculos para el estimador 16b y 17b
if (NumG2!=Ng2-1)
    MatB->Elem[TPr+NumG2][cont+1]=1;
MatB->Elem[TPr+Ng2-1][cont+1] = a409;
MatB->Elem[TPr+Ng2][cont+1] = a412;

MatC->Elem[prov][cont+1]=1; //Cálculos para el estimador 16c y 17c
if (NumG3!=Ng3-1)
    MatC->Elem[TPr+NumG3][cont+1]=1;
MatC->Elem[TPr+Ng3-1][cont+1] = a409;
MatC->Elem[TPr+Ng3][cont+1] = a412;

Valor_W->Elem[cont+1][cont+1]=W;
Valor_Y->Elem[1][cont+1]=Y;
    }
    }
}

```

```

}
// -----
// (10) Final de la generación de la muestra y (11) Cálculo de los estimadores ---
// -----
//-----
// Cálculo del estimador 1
//-----
for(ncom=1;ncom<NComunidad;ncom++) {
  if (Valores[ncom][7][0]>=1) {
    for(i=1;i<NP[ncom];i++){
      MediaEstimador1[ncom][i]=Suma_WY[ncom][i]/Per_Com[ncom][i];
      Eficiencia11[ncom][i]+=MediaEstimador1[ncom][i]/Media_Y[ncom][i];
      Eficiencia12[ncom][i]+=fabs((MediaEstimador1[ncom][i]/Media_Y[ncom][i])-1);
      Eficiencia13[ncom][i]+=pow(MediaEstimador1[ncom][i]-Media_Y[ncom][i],2);
    }
  }
}
//-----
// Cálculo del estimador 2
//-----
for(ncom=1;ncom<NComunidad;ncom++) {
  if (Valores[ncom][7][0]>=1) {
    for(i=1;i<NP[ncom];i++){
      MediaEstimador2[ncom][i]=Suma_WY[ncom][i]/Suma_Pesos[ncom][i];
      Eficiencia21[ncom][i]+=MediaEstimador2[ncom][i]/Media_Y[ncom][i];
      Eficiencia22[ncom][i]+=fabs((MediaEstimador2[ncom][i]/Media_Y[ncom][i])-1);
      Eficiencia23[ncom][i]+=pow(MediaEstimador2[ncom][i]-Media_Y[ncom][i],2);
    }
  }
}
//-----
// Cálculo del estimador 3a
//-----
for(ncom=1;ncom<NComunidad;ncom++) {
  if (Valores[ncom][7][0]>=1) {
    for(i=1;i<NP[ncom];i++){
      MediaEstimador3a[ncom][i]=0;
      for(k=1;k<Ng1;k++){
        if (Suma_Pesos_G1[ncom][k][i]!=0)
          MediaEstimador3a[ncom][i]+= Per_Grupo1[ncom][k][i]*
            (Suma_WY_G1[ncom][k][i]/Suma_Pesos_G1[ncom][k][i]);
      }
      MediaEstimador3a[ncom][i]=MediaEstimador3a[ncom][i]/Per_Com[ncom][i];
      Eficiencia3a1[ncom][i]+=MediaEstimador3a[ncom][i]/Media_Y[ncom][i];
      Eficiencia3a2[ncom][i]+=fabs((MediaEstimador3a[ncom][i]/Media_Y[ncom][i])-1);
      Eficiencia3a3[ncom][i]+=pow(MediaEstimador3a[ncom][i]-Media_Y[ncom][i],2);
    }
  }
}
//-----
// Cálculo del estimador 3b
//-----
for(ncom=1;ncom<NComunidad;ncom++) {
  if (Valores[ncom][7][0]>=1) {
    for(i=1;i<NP[ncom];i++){
      MediaEstimador3b[ncom][i]=0;
      for(k=1;k<Ng2;k++){
        if (Suma_Pesos_G2[ncom][k][i]!=0)

```



```

        MediaEstimador3b[ncom][i] += Per_Grupo2[ncom][k][i]*
        (Suma_WY_G2[ncom][k][i]/Suma_Pesos_G2[ncom][k][i]);
    }
    MediaEstimador3b[ncom][i] = MediaEstimador3b[ncom][i]/Per_Com[ncom][i];
    Eficiencia3b1[ncom][i] += MediaEstimador3b[ncom][i]/Media_Y[ncom][i];
    Eficiencia3b2[ncom][i] += fabs((MediaEstimador3b[ncom][i]/Media_Y[ncom][i]) - 1);
    Eficiencia3b3[ncom][i] += pow(MediaEstimador3b[ncom][i] - Media_Y[ncom][i], 2);
}
}
}
//-----
// Cálculo del estimador 3c
//-----
for(ncom=1;ncom<NComunidad;ncom++) {
    if (Valores[ncom][7][0]>=1) {
        for(i=1;i<NP[ncom];i++){
            MediaEstimador3c[ncom][i]=0;
            for(k=1;k<Ng3;k++){
                if (Suma_Pesos_G3[ncom][k][i]!=0)
                    MediaEstimador3c[ncom][i] += Per_Grupo3[ncom][k][i]*
                    (Suma_WY_G3[ncom][k][i]/Suma_Pesos_G3[ncom][k][i]);
            }
            MediaEstimador3c[ncom][i] = MediaEstimador3c[ncom][i]/Per_Com[ncom][i];
            Eficiencia3c1[ncom][i] += MediaEstimador3c[ncom][i]/Media_Y[ncom][i];
            Eficiencia3c2[ncom][i] += fabs((MediaEstimador3c[ncom][i]/Media_Y[ncom][i]) - 1);
            Eficiencia3c3[ncom][i] += pow(MediaEstimador3c[ncom][i] - Media_Y[ncom][i], 2);
        }
    }
}
//-----
// Cálculo del estimador 4a
//-----
for(ncom=1;ncom<NComunidad;ncom++) {
    if (Valores[ncom][7][0]>=1) {
        for(i=1;i<NP[ncom];i++){
            for(k=1;k<Ng1;k++){
                if (PesGrp1[k]!=0)
                    MediaEstimador4a[ncom][i] += Per_Grupo1[ncom][k][i]*(MediaGrp1[k]/PesGrp1[k]);
            }
            MediaEstimador4a[ncom][i] = MediaEstimador4a[ncom][i]/Per_Com[ncom][i];
            Eficiencia4a1[ncom][i] += MediaEstimador4a[ncom][i]/Media_Y[ncom][i];
            Eficiencia4a2[ncom][i] += fabs((MediaEstimador4a[ncom][i]/Media_Y[ncom][i]) - 1);
            Eficiencia4a3[ncom][i] += pow(MediaEstimador4a[ncom][i] - Media_Y[ncom][i], 2);
        }
    }
}
//-----
// Cálculo del estimador 4b
//-----
for(ncom=1;ncom<NComunidad;ncom++) {
    if (Valores[ncom][7][0]>=1) {
        for(i=1;i<NP[ncom];i++){
            for(k=1;k<Ng2;k++){
                if (PesGrp2[k]!=0)
                    MediaEstimador4b[ncom][i] += Per_Grupo2[ncom][k][i]*(MediaGrp2[k]/PesGrp2[k]);
            }
            MediaEstimador4b[ncom][i] = MediaEstimador4b[ncom][i]/Per_Com[ncom][i];
            Eficiencia4b1[ncom][i] += MediaEstimador4b[ncom][i]/Media_Y[ncom][i];

```

```

    Eficiencia4b2[ncom][i]+=fabs((MediaEstimador4b[ncom][i]/Media_Y[ncom][i])-1);
    Eficiencia4b3[ncom][i]+=pow(MediaEstimador4b[ncom][i]-Media_Y[ncom][i],2);
}
}
}
//-----
// Cálculo del estimador 4c
//-----
for(ncom=1;ncom<NComunidad;ncom++) {
    if (Valores[ncom][7][0]>=1) {
        for(i=1;i<NP[ncom];i++){
            for(k=1;k<Ng3;k++){
                if (PesGrp3[k]!=0)
                    MediaEstimador4c[ncom][i]+= Per_Grupo3[ncom][k][i]*(MediaGrp3[k]/PesGrp3[k]);
            }
            MediaEstimador4c[ncom][i]=MediaEstimador4c[ncom][i]/Per_Com[ncom][i];
            Eficiencia4c1[ncom][i]+=MediaEstimador4c[ncom][i]/Media_Y[ncom][i];
            Eficiencia4c2[ncom][i]+=fabs((MediaEstimador4c[ncom][i]/Media_Y[ncom][i])-1);
            Eficiencia4c3[ncom][i]+=pow(MediaEstimador4c[ncom][i]-Media_Y[ncom][i],2);
        }
    }
}
//-----
// Cálculo del estimador 5
//-----
Beta=Numerador/Denominador;
for(ncom=1;ncom<NComunidad;ncom++) {
    if (Valores[ncom][7][0]>=1) {
        for(i=1;i<NP[ncom];i++){
            MediaEstimador5[ncom][i]=Beta*Media_X1[ncom][i];
            Eficiencia51[ncom][i]+=MediaEstimador5[ncom][i]/Media_Y[ncom][i];
            Eficiencia52[ncom][i]+=fabs((MediaEstimador5[ncom][i]/Media_Y[ncom][i])-1);
            Eficiencia53[ncom][i]+=pow(MediaEstimador5[ncom][i]-Media_Y[ncom][i],2);
        }
    }
}
//-----
// Cálculo del estimador 6
//-----
X_WD=MediaX6/PesosX6;
Y_WD=MediaY6/PesosY6;
Num6=0;
Den6=0;
for(i=0;i<NM;i++){
    Num6+=Ws[i]*(Ys[i]-Y_WD)*(Xs[i]-X_WD);
    Den6+=Ws[i]*pow(Xs[i]-X_WD,2);
}
Beta6=Num6/Den6;
for(ncom=1;ncom<NComunidad;ncom++) {
    if (Valores[ncom][7][0]>=1) {
        for(i=1;i<NP[ncom];i++){
            MediaEstimador6[ncom][i]=Y_WD+Beta6*(Media_X1[ncom][i]-X_WD);
            Eficiencia61[ncom][i]+=MediaEstimador6[ncom][i]/Media_Y[ncom][i];
            Eficiencia62[ncom][i]+=fabs((MediaEstimador6[ncom][i]/Media_Y[ncom][i])-1);
            Eficiencia63[ncom][i]+=pow(MediaEstimador6[ncom][i]-Media_Y[ncom][i],2);
        }
    }
}
}

```

```

//-----
// Cálculo del estimador 7
//-----
for(ncom=1;ncom<NComunidad;ncom++) {
    if (Valores[ncom][7][0]>=1) {
        for(i=1;i<NP[ncom];i++){
            YWD[ncom][i]=MediaEstimador2[ncom][i];
            XWD[ncom][i]=Suma_WX[ncom][i]/Suma_Pesos[ncom][i];
            X2WD[ncom][i]=Suma_WX2[ncom][i]/Suma_Pesos[ncom][i];
        }
    }
}
Num7=0;
Den7=0;
Beta7=0;
for(i=0;i<NM;i++){
    W=Ws[i];
    Num7+=W*(Ys[i]-YWD[Crs[i]][Prs[i]])*(Xs[i]-XWD[Crs[i]][Prs[i]]);
    Den7+=W*pow(Xs[i]-XWD[Crs[i]][Prs[i]],2);
}
Beta7=Num7/Den7;
for(ncom=1;ncom<NComunidad;ncom++) {
    if (Valores[ncom][7][0]>=1) {
        for(i=1;i<NP[ncom];i++){
            MediaEstimador7[ncom][i]=YWD[ncom][i]+Beta7*(Media_X1[ncom][i]-XWD[ncom][i]);
            Eficiencia71[ncom][i]+=MediaEstimador7[ncom][i]/Media_Y[ncom][i];
            Eficiencia72[ncom][i]+=fabs((MediaEstimador7[ncom][i]/Media_Y[ncom][i])-1);
            Eficiencia73[ncom][i]+=pow(MediaEstimador7[ncom][i]-Media_Y[ncom][i],2);
        }
    }
}
//-----
// Cálculo del estimador 8
//-----
for(ncom=1;ncom<NComunidad;ncom++) {
    if (Valores[ncom][7][0]>=1) {
        for(i=1;i<NP[ncom];i++){
            S_YDJ[ncom][i]=0;
            S_XDJ[ncom][i]=0;
            S_X2DJ[ncom][i]=0;
        }
    }
}
for(i=0;i<NM;i++){
    S_YDJ[Crs[i]][Prs[i]]+=Ys[i];
    S_XDJ[Crs[i]][Prs[i]]+=Xs[i];
    S_X2DJ[Crs[i]][Prs[i]]+=Xs2[i];
}
for(ncom=1;ncom<NComunidad;ncom++) {
    if (Valores[ncom][7][0]>=1) {
        for(i=1;i<NP[ncom];i++){
            S_YDJ[ncom][i]=S_YDJ[ncom][i]/nd[ncom][i];
            S_XDJ[ncom][i]=S_XDJ[ncom][i]/nd[ncom][i];
            S_X2DJ[ncom][i]=S_X2DJ[ncom][i]/nd[ncom][i];
            P[ncom][i]=nd[ncom][i]/Per_Com[ncom][i];
        }
    }
}
}

```

```

for(ncom=1;ncom<NComunidad;ncom++) {
  if (Valores[ncom][7][0]>=1) {
    for(i=1;i<NP[ncom];i++){
      MediaEstimador8[ncom][i]=((1-P[ncom][i])*MediaEstimador7[ncom][i])+
      (P[ncom][i]*(S_YDJ[ncom][i]+(Beta7*(Media_X1[ncom][i]-S_XDJ[ncom][i]))));
      Eficiencia81[ncom][i]+=MediaEstimador8[ncom][i]/Media_Y[ncom][i];
      Eficiencia82[ncom][i]+=fabs((MediaEstimador8[ncom][i]/Media_Y[ncom][i])-1);
      Eficiencia83[ncom][i]+=pow(MediaEstimador8[ncom][i]-Media_Y[ncom][i],2);
    }
  }
}
//-----
// Cálculo del estimador 9
//-----
Bu=Bu_num/Bu_den;
num9=0;
for(ncom=1;ncom<NComunidad;ncom++) {
  if (Valores[ncom][7][0]>=1) {
    for(i=1;i<NP[ncom];i++){
      num9+=pow(nn_num[ncom][i],2);
    }
  }
}
Be_num=0;
Be_den=0;
nn=0;
restaA=num9/nn_den;
for(i=0;i<NM;i++){
  W=Ws[i];
  Be_num+=W*(Ys[i]-YWD[Crs[i]][Prs[i]])*(Xs[i]-XWD[Crs[i]][Prs[i]]);
  Be_den+=W*pow(Xs[i]-XWD[Crs[i]][Prs[i]],2);
  nn+=W;
}
nn=nn-restaA;
Be=Be_num/Be_den;
SigmaE=0;
DivideA=NM-TPr-1;
for(i=0;i<NM;i++){
  W=Ws[i];
  SigmaE+=W*pow((Ys[i]-YWD[Crs[i]][Prs[i]])-(Be*(Xs[i]-XWD[Crs[i]][Prs[i]]))),2);
}
SigmaE=SigmaE/DivideA;
SigmaU=0;
RestaAsigmaU=(NM-1)*SigmaE;
for(i=0;i<NM;i++){
  SigmaU+=W*pow(Ys[i]-(Bu*Xs[i]),2);
}
SigmaU=SigmaU-RestaAsigmaU;
if (nn!=0) {
  SigmaU=SigmaU/nn;
  if (SigmaU<0) SigmaU=0;
}
else SigmaU=0;
for(ncom=1;ncom<NComunidad;ncom++) {
  if (Valores[ncom][7][0]>=1) {
    for(i=1;i<NP[ncom];i++){
      if (SigmaU==0) Fi_d[ncom][i]=0;
      else Fi_d[ncom][i]=SigmaU/(SigmaU+(SigmaU/Suma_Pesos[ncom][i]));
    }
  }
}

```

```

    }
  }
}
Beta9_num=0;
Beta9_den=0;
Beta9=0;
for(i=0;i<NM;i++){
    W=Ws[i];
    Beta9_num+=W*((Ys[i]*Xs[i])-(Fi_d[Crs[i]][Prs[i]]*YWD[Crs[i]][Prs[i]]*XWD[Crs[i]][Prs[i]]));
    Beta9_den+=W*(pow(Xs[i],2)-(Fi_d[Crs[i]][Prs[i]]*pow(XWD[Crs[i]][Prs[i]],2)));
}
Beta9=Beta9_num/Beta9_den;
for(ncom=1;ncom<NComunidad;ncom++) {
    if (Valores[ncom][7][0]>=1) {
        for(i=1;i<NP[ncom];i++){
            MediaEstimador9[ncom][i]=Beta9*Media_X1[ncom][i]+Fi_d[ncom][i]*(YWD[ncom][i]-Beta9*XWD[ncom][i]);
            Eficiencia91[ncom][i]+=MediaEstimador9[ncom][i]/Media_Y[ncom][i];
            Eficiencia92[ncom][i]+=fabs((MediaEstimador9[ncom][i]/Media_Y[ncom][i])-1);
            Eficiencia93[ncom][i]+=pow(MediaEstimador9[ncom][i]-Media_Y[ncom][i],2);
        }
    }
}
//-----
// Cálculo del estimador 9b
//-----
for(ncom=1;ncom<NComunidad;ncom++) {
    if (Valores[ncom][7][0]>=1) {
        for(i=1;i<NP[ncom];i++){
            MediaEstimador9b[ncom][i]=Beta9*Media_X1[ncom][i];
            Eficiencia9b1[ncom][i]+=MediaEstimador9b[ncom][i]/Media_Y[ncom][i];
            Eficiencia9b2[ncom][i]+=fabs((MediaEstimador9b[ncom][i]/Media_Y[ncom][i])-1);
            Eficiencia9b3[ncom][i]+=pow(MediaEstimador9b[ncom][i]-Media_Y[ncom][i],2);
        }
    }
}
//-----
// Cálculo del estimador 10
//-----
for(ncom=1;ncom<NComunidad;ncom++) {
    if (Valores[ncom][7][0]>=1) {
        for(i=1;i<NP[ncom];i++){
            MediaEstimador10[ncom][i]=((1-P[ncom][i])*MediaEstimador9[ncom][i])+
            (P[ncom][i]*(S_YDJ[ncom][i]+(Beta9*(Media_X1[ncom][i]-S_XDJ[ncom][i]))));
            Eficiencia101[ncom][i]+=MediaEstimador10[ncom][i]/Media_Y[ncom][i];
            Eficiencia102[ncom][i]+=fabs((MediaEstimador10[ncom][i]/Media_Y[ncom][i])-1);
            Eficiencia103[ncom][i]+=pow(MediaEstimador10[ncom][i]-Media_Y[ncom][i],2);
        }
    }
}
//-----
// Cálculo del estimador 11a
//-----
for(ncom=1;ncom<NComunidad;ncom++) {
    if (Valores[ncom][7][0]>=1) {
        for(i=1;i<NP[ncom];i++){
            if (Suma_Pesos[ncom][i]>=Per_Com[ncom][i]) Fi=1;
            else Fi=(Suma_Pesos[ncom][i]/Per_Com[ncom][i]);

```

```

MediaEstimador11a[ncom][i]=Fi*MediaEstimador3a[ncom][i]+(1-Fi)*MediaEstimador4a[ncom][i];
Eficiencia11a1[ncom][i]+=MediaEstimador11a[ncom][i]/Media_Y[ncom][i];
Eficiencia11a2[ncom][i]+=fabs((MediaEstimador11a[ncom][i]/Media_Y[ncom][i])-1);
Eficiencia11a3[ncom][i]+=pow(MediaEstimador11a[ncom][i]-Media_Y[ncom][i],2);
}
}
}
//-----
// Cálculo del estimador 11b
//-----
for(ncom=1;ncom<NComunidad;ncom++) {
  if (Valores[ncom][7][0]>=1) {
    for(i=1;i<NP[ncom];i++){
      if (Suma_Pesos[ncom][i]>=Per_Com[ncom][i]) Fi=1;
      else Fi=(Suma_Pesos[ncom][i]/Per_Com[ncom][i]);
      MediaEstimador11b[ncom][i]=Fi*MediaEstimador3b[ncom][i]+(1-Fi)*MediaEstimador4b[ncom][i];
      Eficiencia11b1[ncom][i]+=MediaEstimador11b[ncom][i]/Media_Y[ncom][i];
      Eficiencia11b2[ncom][i]+=fabs((MediaEstimador11b[ncom][i]/Media_Y[ncom][i])-1);
      Eficiencia11b3[ncom][i]+=pow(MediaEstimador11b[ncom][i]-Media_Y[ncom][i],2);
    }
  }
}
//-----
// Cálculo del estimador 11c
//-----
for(ncom=1;ncom<NComunidad;ncom++) {
  if (Valores[ncom][7][0]>=1) {
    for(i=1;i<NP[ncom];i++){
      if (Suma_Pesos[ncom][i]>=Per_Com[ncom][i]) Fi=1;
      else Fi=(Suma_Pesos[ncom][i]/Per_Com[ncom][i]);
      MediaEstimador11c[ncom][i]=Fi*MediaEstimador3c[ncom][i]+(1-Fi)*MediaEstimador4c[ncom][i];
      Eficiencia11c1[ncom][i]+=MediaEstimador11c[ncom][i]/Media_Y[ncom][i];
      Eficiencia11c2[ncom][i]+=fabs((MediaEstimador11c[ncom][i]/Media_Y[ncom][i])-1);
      Eficiencia11c3[ncom][i]+=pow(MediaEstimador11c[ncom][i]-Media_Y[ncom][i],2);
    }
  }
}
//-----
// Cálculo del estimador 12
//-----
for(ncom=1;ncom<NComunidad;ncom++) {
  if (Valores[ncom][7][0]>=1) {
    for(i=1;i<NP[ncom];i++){
      X_D=Suma_WX[ncom][i]/Per_Com[ncom][i];
      if (X_D>=Media_X1[ncom][i]) Fi=1;
      else Fi=(X_D/Media_X1[ncom][i]);
      MediaEstimador12[ncom][i]=Fi*MediaEstimador7[ncom][i]+(1-Fi)*MediaEstimador5[ncom][i];
      Eficiencia121[ncom][i]+=MediaEstimador12[ncom][i]/Media_Y[ncom][i];
      Eficiencia122[ncom][i]+=fabs((MediaEstimador12[ncom][i]/Media_Y[ncom][i])-1);
      Eficiencia123[ncom][i]+=pow(MediaEstimador12[ncom][i]-Media_Y[ncom][i],2);
    }
  }
}
//-----
// Cálculo del estimador 13a
//-----

```

```

for(ncom=1;ncom<NComunidad;ncom++) {
  if (Valores[ncom][7][0]>=1) {
    for(i=1;i<NP[ncom];i++){
      if (Suma_Pesos[ncom][i]>=Per_Com[ncom][i]) Fi=1;
      else Fi=(Suma_Pesos[ncom][i])/(Per_Com[ncom][i]);
      MediaEstimador13a[ncom][i]=Fi*MediaEstimador2[ncom][i]+(1-Fi)*MediaEstimador4a[ncom][i];
      Eficiencia13a1[ncom][i]+=MediaEstimador13a[ncom][i]/Media_Y[ncom][i];
      Eficiencia13a2[ncom][i]+=fabs((MediaEstimador13a[ncom][i]/Media_Y[ncom][i])-1);
      Eficiencia13a3[ncom][i]+=pow(MediaEstimador13a[ncom][i]-Media_Y[ncom][i],2);
    }
  }
}

//-----
// Cálculo del estimador 13b
//-----
for(ncom=1;ncom<NComunidad;ncom++) {
  if (Valores[ncom][7][0]>=1) {
    for(i=1;i<NP[ncom];i++){
      if (Suma_Pesos[ncom][i]>=Per_Com[ncom][i]) Fi=1;
      else Fi=(Suma_Pesos[ncom][i])/(Per_Com[ncom][i]);
      MediaEstimador13b[ncom][i]=Fi*MediaEstimador2[ncom][i]+(1-Fi)*MediaEstimador4b[ncom][i];
      Eficiencia13b1[ncom][i]+=MediaEstimador13b[ncom][i]/Media_Y[ncom][i];
      Eficiencia13b2[ncom][i]+=fabs((MediaEstimador13b[ncom][i]/Media_Y[ncom][i])-1);
      Eficiencia13b3[ncom][i]+=pow(MediaEstimador13b[ncom][i]-Media_Y[ncom][i],2);
    }
  }
}

//-----
// Cálculo del estimador 13c
//-----
for(ncom=1;ncom<NComunidad;ncom++) {
  if (Valores[ncom][7][0]>=1) {
    for(i=1;i<NP[ncom];i++){
      if (Suma_Pesos[ncom][i]>=Per_Com[ncom][i]) Fi=1;
      else Fi=(Suma_Pesos[ncom][i])/(Per_Com[ncom][i]);
      MediaEstimador13c[ncom][i]=Fi*MediaEstimador2[ncom][i]+(1-Fi)*MediaEstimador4c[ncom][i];
      Eficiencia13c1[ncom][i]+=MediaEstimador13c[ncom][i]/Media_Y[ncom][i];
      Eficiencia13c2[ncom][i]+=fabs((MediaEstimador13c[ncom][i]/Media_Y[ncom][i])-1);
      Eficiencia13c3[ncom][i]+=pow(MediaEstimador13c[ncom][i]-Media_Y[ncom][i],2);
    }
  }
}

//-----
// Cálculo del estimador 14
//-----
E1=E2=E3=E4=E5=0;
for(i=0;i<NM;i++){
  E1+=Ws[i]*pow(Xs[i]-XWD[Crs[i]][Prs[i]],2);
  E2+=Ws[i]*(Ys[i]-YWD[Crs[i]][Prs[i]])*(Xs[i]-XWD[Crs[i]][Prs[i]]);
  E3+=Ws[i]*pow(Xs2[i]-X2WD[Crs[i]][Prs[i]],2);
  E4+=Ws[i]*(Ys[i]-YWD[Crs[i]][Prs[i]])*(Xs2[i]-X2WD[Crs[i]][Prs[i]]);
  E5+=Ws[i]*(Xs[i]-XWD[Crs[i]][Prs[i]])*(Xs2[i]-X2WD[Crs[i]][Prs[i]]);
}
Beta14_1=(E2*E3-E4*E5)/(E1*E3-E5*E5);
Beta14_2=(E4*E1-E2*E5)/(E1*E3-E5*E5);
for(ncom=1;ncom<NComunidad;ncom++) {

```

```

if (Valores[ncom][7][0]>=1) {
  for(i=1;i<NP[ncom];i++){
    MediaEstimador14[ncom][i]=YWD[ncom][i]+
    Beta14_1*(Media_X1[ncom][i]-XWD[ncom][i])+Beta14_2*(Media_X2[ncom][i]-X2WD[ncom][i]);
    Eficiencia141[ncom][i]+=MediaEstimador14[ncom][i]/Media_Y[ncom][i];
    Eficiencia142[ncom][i]+=fabs((MediaEstimador14[ncom][i]/Media_Y[ncom][i])-1);
    Eficiencia143[ncom][i]+=pow(MediaEstimador14[ncom][i]-Media_Y[ncom][i],2);
  }
}
}
//-----
// Cálculo del estimador 15
//-----
for(ncom=1;ncom<NComunidad;ncom++) {
  if (Valores[ncom][7][0]>=1) {
    for(i=1;i<NP[ncom];i++){
      MediaEstimador15[ncom][i]=((1-P[ncom][i])*MediaEstimador14[ncom][i])+
      (P[ncom][i]*(S_YDJ[ncom][i]+(Beta14_1*(Media_X1[ncom][i]-S_XDJ[ncom][i]))+
      (Beta14_2*(Media_X2[ncom][i]-S_X2DJ[ncom][i]))));
      Eficiencia151[ncom][i]+=MediaEstimador15[ncom][i]/Media_Y[ncom][i];
      Eficiencia152[ncom][i]+=fabs((MediaEstimador15[ncom][i]/Media_Y[ncom][i])-1);
      Eficiencia153[ncom][i]+=pow(MediaEstimador15[ncom][i]-Media_Y[ncom][i],2);
    }
  }
}
}
//-----
// Cálculos matriciales para los estimadores 16a y 17a
//-----
traspuesta=new TMatrix(1,1);
traspuesta->Clone(MatA);
traspuesta->Transpose();

Mult1=new TMatrix(Valor_W->NrOfColumns,traspuesta->NrOfRows);
traspuesta->Multiply(Valor_W,Mult1);

Mult2=new TMatrix(MatA->NrOfColumns,Mult1->NrOfRows);
Mult1->Multiply(MatA,Mult2);
Mult2->Invert();

Mult3=new TMatrix(Valor_Y->NrOfColumns,Mult1->NrOfRows);
Mult1->Multiply(Valor_Y,Mult3);
Valor_Beta=new TMatrix(Mult3->NrOfColumns,Mult2->NrOfRows);
Mult2->Multiply(Mult3,Valor_Beta);

//-----
// Cálculo del estimador 16a
//-----
for(ncom=1;ncom<NComunidad;ncom++) {
  if (Valores[ncom][7][0]>=1) {
    for(i=1;i<NP[ncom];i++){
      SumaTodosGrupos=0;
      for(k=1;k<Ng1-1;k++) {
        SumaTodosGrupos=SumaTodosGrupos+Valor_Beta->Elem[1][TPR+k]*
        ((Per_Grupo1[ncom][k][i]/Per_Com[ncom][i])-
        (Suma_Pesos_G1[ncom][k][i]/Suma_Pesos[ncom][i]));
      }
      MediaEstimador16a[ncom][i]=YWD[ncom][i]+SumaTodosGrupos+
      Valor_Beta->Elem[1][TPR+Ng1-1]*(Media_X1[ncom][i]-XWD[ncom][i])+

```



```

        Valor_Beta->Elem[1][TPr+Ng1]*(Media_X2[ncom][i]-X2WD[ncom][i]);
    Eficiencia16a1[ncom][i]+=MediaEstimador16a[ncom][i]/Media_Y[ncom][i];
    Eficiencia16a2[ncom][i]+=fabs((MediaEstimador16a[ncom][i]/Media_Y[ncom][i])-1);
    Eficiencia16a3[ncom][i]+=pow(MediaEstimador16a[ncom][i]-Media_Y[ncom][i],2);
    }
}
}
//-----
// Cálculo del estimador 17a
//-----
for(ncom=1;ncom<NComunidad;ncom++) {
    if (Valores[ncom][7][0]>=1) {
        for(i=1;i<NP[ncom];i++){
            SumaTodosGrupos=0;
            for(k=1;k<Ng1-1;k++) {
                SumaTodosGrupos=SumaTodosGrupos+Valor_Beta->Elem[1][TPr+k]*
                ((Per_Grupo1[ncom][k][i]/Per_Com[ncom][i])-(ndg1[ncom][k][i]/nd[ncom][i]));
            }

            MediaEstimador17a[ncom][i]=((1-P[ncom][i])*MediaEstimador16a[ncom][i])+
            (P[ncom][i]*(S_YDJ[ncom][i]+SumaTodosGrupos+
            Valor_Beta->Elem[1][TPr+Ng1-1]*(Media_X1[ncom][i]-S_XDJ[ncom][i])+
            Valor_Beta->Elem[1][TPr+Ng1]*(Media_X2[ncom][i]-S_X2DJ[ncom][i])));
            Eficiencia17a1[ncom][i]+=MediaEstimador17a[ncom][i]/Media_Y[ncom][i];
            Eficiencia17a2[ncom][i]+=fabs((MediaEstimador17a[ncom][i]/Media_Y[ncom][i])-1);
            Eficiencia17a3[ncom][i]+=pow(MediaEstimador17a[ncom][i]-Media_Y[ncom][i],2);
        }
    }
}
//-----
// Liberando la memoria de las matrices
//-----
traspuesta->Free();
Mult1->Free();
Mult2->Free();
Mult3->Free();
Valor_Beta->Free();
//-----
// Cálculos matriciales para los estimadores 16b y 17 b
//-----
traspuesta=new TMatrix(1,1);
traspuesta->Clone(MatB);
traspuesta->Transpose();

Mult1=new TMatrix(Valor_W->NrOfColumns,traspuesta->NrOfRows);
traspuesta->Multiply(Valor_W,Mult1);

Mult2=new TMatrix(MatB->NrOfColumns,Mult1->NrOfRows);
Mult1->Multiply(MatB,Mult2);
Mult2->Invert();

Mult3=new TMatrix(Valor_Y->NrOfColumns,Mult1->NrOfRows);
Mult1->Multiply(Valor_Y,Mult3);
Valor_Beta=new TMatrix(Mult3->NrOfColumns,Mult2->NrOfRows);
Mult2->Multiply(Mult3,Valor_Beta);

//-----
// Cálculo del estimador 16b

```

```

//-----
for(ncom=1;ncom<NComunidad;ncom++) {
  if (Valores[ncom][7][0]>=1) {
    for(i=1;i<NP[ncom];i++){
      SumaTodosGrupos=0;
      for(k=1;k<Ng2-1;k++) {
        SumaTodosGrupos=SumaTodosGrupos+Valor_Beta->Elem[1][TPR+k]*
          ((Per_Grupo2[ncom][k][i]/Per_Com[ncom][i])-
            (Suma_Pesos_G2[ncom][k][i]/Suma_Pesos[ncom][i]));
      }
      MediaEstimador16b[ncom][i]=YWD[ncom][i]+SumaTodosGrupos+
        Valor_Beta->Elem[1][TPR+Ng2-1]*(Media_X1[ncom][i]-XWD[ncom][i])+
        Valor_Beta->Elem[1][TPR+Ng2]*(Media_X2[ncom][i]-X2WD[ncom][i]);
      Eficiencia16b1[ncom][i]=MediaEstimador16b[ncom][i]/Media_Y[ncom][i];
      Eficiencia16b2[ncom][i]=fabs((MediaEstimador16b[ncom][i]/Media_Y[ncom][i])-1);
      Eficiencia16b3[ncom][i]=pow(MediaEstimador16b[ncom][i]-Media_Y[ncom][i],2);
    }
  }
}
//-----
// Cálculo del estimador 17b
//-----
for(ncom=1;ncom<NComunidad;ncom++) {
  if (Valores[ncom][7][0]>=1) {
    for(i=1;i<NP[ncom];i++){
      SumaTodosGrupos=0;
      for(k=1;k<Ng2-1;k++) {
        SumaTodosGrupos=SumaTodosGrupos+Valor_Beta->Elem[1][TPR+k]*
          ((Per_Grupo2[ncom][k][i]/Per_Com[ncom][i])-(ndg2[ncom][k][i]/nd[ncom][i]));
      }
      MediaEstimador17b[ncom][i]=((1-P[ncom][i])*MediaEstimador16b[ncom][i])+
        (P[ncom][i]*(S_YDJ[ncom][i]+SumaTodosGrupos+
          Valor_Beta->Elem[1][TPR+Ng2-1]*(Media_X1[ncom][i]-S_XDJ[ncom][i])+
          Valor_Beta->Elem[1][TPR+Ng2]*(Media_X2[ncom][i]-S_X2DJ[ncom][i])));
      Eficiencia17b1[ncom][i]=MediaEstimador17b[ncom][i]/Media_Y[ncom][i];
      Eficiencia17b2[ncom][i]=fabs((MediaEstimador17b[ncom][i]/Media_Y[ncom][i])-1);
      Eficiencia17b3[ncom][i]=pow(MediaEstimador17b[ncom][i]-Media_Y[ncom][i],2);
    }
  }
}
//-----
// Liberando la memoria de las matrices
//-----
traspuesta->Free();
Mult1->Free();
Mult2->Free();
Mult3->Free();
Valor_Beta->Free();
//-----
// Cálculos matriciales para los estimadores 16c y 17c
//-----
traspuesta=new TMatrix(1,1);
traspuesta->Clone(MatC);
traspuesta->Transpose();

Mult1=new TMatrix(Valor_W->NrOfColumns,traspuesta->NrOfRows);
traspuesta->Multiply(Valor_W,Mult1);

```

```

Mult2=new TMatrix(MatC->NrOfColumns,Mult1->NrOfRows);
Mult1->Multiply(MatC,Mult2);
Mult2->Invert();

Mult3=new TMatrix(Valor_Y->NrOfColumns,Mult1->NrOfRows);
Mult1->Multiply(Valor_Y,Mult3);
Valor_Beta=new TMatrix(Mult3->NrOfColumns,Mult2->NrOfRows);
Mult2->Multiply(Mult3,Valor_Beta);

//-----
// Cálculo del estimador 16c
//-----
for(ncom=1;ncom<NComunidad;ncom++) {
    if (Valores[ncom][7][0]>=1) {
        for(i=1;i<NP[ncom];i++){
            SumaTodosGrupos=0;
            for(k=1;k<Ng3-1;k++) {
                SumaTodosGrupos=SumaTodosGrupos+Valor_Beta->Elem[1][TPR+k]*
                ((Per_Grupo3[ncom][k][i]/Per_Com[ncom][i])-
                (Suma_Pesos_G3[ncom][k][i]/Suma_Pesos[ncom][i]));
            }
            MediaEstimador16c[ncom][i]=YWD[ncom][i]+SumaTodosGrupos+
            Valor_Beta->Elem[1][TPR+Ng3-1]*(Media_X1[ncom][i]-XWD[ncom][i])+
            Valor_Beta->Elem[1][TPR+Ng3]*(Media_X2[ncom][i]-X2WD[ncom][i]);
            Eficiencia16c1[ncom][i]+=MediaEstimador16c[ncom][i]/Media_Y[ncom][i];
            Eficiencia16c2[ncom][i]+=fabs((MediaEstimador16c[ncom][i]/Media_Y[ncom][i])-1);
            Eficiencia16c3[ncom][i]+=pow(MediaEstimador16c[ncom][i]-Media_Y[ncom][i],2);
        }
    }
}
//-----
// Cálculo del estimador 17c
//-----
for(ncom=1;ncom<NComunidad;ncom++) {
    if (Valores[ncom][7][0]>=1) {
        for(i=1;i<NP[ncom];i++){
            SumaTodosGrupos=0;
            for(k=1;k<Ng3-1;k++) {
                SumaTodosGrupos=SumaTodosGrupos+Valor_Beta->Elem[1][TPR+k]*
                ((Per_Grupo3[ncom][k][i]/Per_Com[ncom][i])-(ndg3[ncom][k][i]/nd[ncom][i]));
            }

            MediaEstimador17c[ncom][i]=((1-P[ncom][i])*MediaEstimador16c[ncom][i])+
            (P[ncom][i]*(S_YDJ[ncom][i]+SumaTodosGrupos+
            Valor_Beta->Elem[1][TPR+Ng3-1]*(Media_X1[ncom][i]-S_XDJ[ncom][i])+
            Valor_Beta->Elem[1][TPR+Ng3]*(Media_X2[ncom][i]-S_X2DJ[ncom][i])));
            Eficiencia17c1[ncom][i]+=MediaEstimador17c[ncom][i]/Media_Y[ncom][i];
            Eficiencia17c2[ncom][i]+=fabs((MediaEstimador17c[ncom][i]/Media_Y[ncom][i])-1);
            Eficiencia17c3[ncom][i]+=pow(MediaEstimador17c[ncom][i]-Media_Y[ncom][i],2);
        }
    }
}
//-----
// Liberando la memoria de las matrices
//-----
traspuesta->Free();
Mult1->Free();

```

```

Mult2->Free();
Mult3->Free();
Valor_Beta->Free();
//-----
// Cálculo del estimador 18
//-----
Bu18_num=0;
Bu18_den=0;
Suma18=0;
for(ncom=1;ncom<NComunidad;ncom++) {
    if (Valores[ncom][7][0]>=1) {
        for(i=1;i<NP[ncom];i++){
            Bu18_num+=Media_XM[ncom][i]*YWD[ncom][i];
            Bu18_den+=pow(Media_XM[ncom][i],2);
            Suma18+=pow(Media_XM[ncom][i],2);
        }
    }
}
Bu18=Bu18_num/Bu18_den;
for(ncom=1;ncom<NComunidad;ncom++) {
    if (Valores[ncom][7][0]>=1) {
        for(i=1;i<NP[ncom];i++){
            Gamma18[ncom][i]=((float)(Per_Com[ncom][i]-nd[ncom][i])/
                ((float)Per_Com[ncom][i]*nd[ncom][i]))*Var_Y[ncom][i];
        }
    }
}
D=TPr;
Elem1=0;
Elem2=0;
for(ncom=1;ncom<NComunidad;ncom++) {
    if (Valores[ncom][7][0]>=1) {
        for(i=1;i<NP[ncom];i++){
            Elem1+=pow(YWD[ncom][i]-(Bu18*Media_XM[ncom][i]),2);
            Elem2+=Gamma18[ncom][i]*(1-(pow(Media_XM[ncom][i],2)/Suma18));
        }
    }
}
GammaU18=(1.0/D)*(Elem1-Elem2);
if (GammaU18<0) GammaU18=0;
Num18=0;
Den18=0;
for(ncom=1;ncom<NComunidad;ncom++) {
    if (Valores[ncom][7][0]>=1) {
        for(i=1;i<NP[ncom];i++){
            Num18+=(1/(GammaU18+Gamma18[ncom][i]))*Media_XM[ncom][i]*YWD[ncom][i];
            Den18+=(1/(GammaU18+Gamma18[ncom][i]))*pow(Media_XM[ncom][i],2);
        }
    }
}
Beta18=Num18/Den18;
for(ncom=1;ncom<NComunidad;ncom++) {
    if (Valores[ncom][7][0]>=1) {
        for(i=1;i<NP[ncom];i++){
            MediaEstimador18[ncom][i]=((GammaU18/(GammaU18+Gamma18[ncom][i]))*YWD[ncom][i]+
                ((Gamma18[ncom][i]/(GammaU18+Gamma18[ncom][i]))*Beta18*Media_XM[ncom][i]) );
            Eficiencia181[ncom][i]=MediaEstimador18[ncom][i]/Media_Y[ncom][i];
            Eficiencia182[ncom][i]=fabs((MediaEstimador18[ncom][i]/Media_Y[ncom][i])-1);
        }
    }
}

```

```

        Eficiencia183[ncom][i]+=pow(MediaEstimador18[ncom][i]-Media_Y[ncom][i],2);
    }
}
//-----
// Cálculo del estimador 18b
//-----
for(ncom=1;ncom<NComunidad;ncom++) {
    if (Valores[ncom][7][0]>=1) {
        for(i=1;i<NP[ncom];i++){
            MediaEstimador18b[ncom][i]=Beta18*Media_XM[ncom][i];
            Eficiencia18b1[ncom][i]+=MediaEstimador18b[ncom][i]/Media_Y[ncom][i];
            Eficiencia18b2[ncom][i]+=fabs((MediaEstimador18b[ncom][i]/Media_Y[ncom][i])-1);
            Eficiencia18b3[ncom][i]+=pow(MediaEstimador18b[ncom][i]-Media_Y[ncom][i],2);
        }
    }
}
}
// -----
// -----(12) Fin de las replicaciones -----
// -----

delete[] Ys;
delete[] Ws;
delete[] Xs;
delete[] Xs2;
delete[] Crs;
delete[] Prs;
delete[] vector;

for(h=1;h<NComunidad;h++) {
    if (Valores[h][7][0]>=1) {
        //-----
        // ----- (13) Cálculo de la eficiencia de los estimadores -----
        //-----
        CalculaEficiencia(h,Eficiencia11Media,Eficiencia12Media,Eficiencia13Media,
            Eficiencia11,Eficiencia12,Eficiencia13,Media_Y,Valores[h][7][1],NR);
        CalculaEficiencia(h,Eficiencia21Media,Eficiencia22Media,Eficiencia23Media,
            Eficiencia21,Eficiencia22,Eficiencia23,Media_Y,Valores[h][7][1],NR);
        CalculaEficiencia(h,Eficiencia3a1Media,Eficiencia3a2Media,Eficiencia3a3Media,
            Eficiencia3a1,Eficiencia3a2,Eficiencia3a3,Media_Y,Valores[h][7][1],NR);
        CalculaEficiencia(h,Eficiencia3b1Media,Eficiencia3b2Media,Eficiencia3b3Media,
            Eficiencia3b1,Eficiencia3b2,Eficiencia3b3,Media_Y,Valores[h][7][1],NR);
        CalculaEficiencia(h,Eficiencia3c1Media,Eficiencia3c2Media,Eficiencia3c3Media,
            Eficiencia3c1,Eficiencia3c2,Eficiencia3c3,Media_Y,Valores[h][7][1],NR);
        CalculaEficiencia(h,Eficiencia4a1Media,Eficiencia4a2Media,Eficiencia4a3Media,
            Eficiencia4a1,Eficiencia4a2,Eficiencia4a3,Media_Y,Valores[h][7][1],NR);
        CalculaEficiencia(h,Eficiencia4b1Media,Eficiencia4b2Media,Eficiencia4b3Media,
            Eficiencia4b1,Eficiencia4b2,Eficiencia4b3,Media_Y,Valores[h][7][1],NR);
        CalculaEficiencia(h,Eficiencia4c1Media,Eficiencia4c2Media,Eficiencia4c3Media,
            Eficiencia4c1,Eficiencia4c2,Eficiencia4c3,Media_Y,Valores[h][7][1],NR);
        CalculaEficiencia(h,Eficiencia51Media,Eficiencia52Media,Eficiencia53Media,
            Eficiencia51,Eficiencia52,Eficiencia53,Media_Y,Valores[h][7][1],NR);
        CalculaEficiencia(h,Eficiencia61Media,Eficiencia62Media,Eficiencia63Media,
            Eficiencia61,Eficiencia62,Eficiencia63,Media_Y,Valores[h][7][1],NR);
        CalculaEficiencia(h,Eficiencia71Media,Eficiencia72Media,Eficiencia73Media,
            Eficiencia71,Eficiencia72,Eficiencia73,Media_Y,Valores[h][7][1],NR);
        CalculaEficiencia(h,Eficiencia81Media,Eficiencia82Media,Eficiencia83Media,

```

```

    Eficiencia81,Eficiencia82,Eficiencia83,Media_Y,Valores[h][7][1],NR);
CalculaEficiencia(h,Eficiencia91Media,Eficiencia92Media,Eficiencia93Media,
    Eficiencia91,Eficiencia92,Eficiencia93,Media_Y,Valores[h][7][1],NR);
CalculaEficiencia(h,Eficiencia9b1Media,Eficiencia9b2Media,Eficiencia9b3Media,
    Eficiencia9b1,Eficiencia9b2,Eficiencia9b3,Media_Y,Valores[h][7][1],NR);
CalculaEficiencia(h,Eficiencia101Media,Eficiencia102Media,Eficiencia103Media,
    Eficiencia101,Eficiencia102,Eficiencia103,Media_Y,Valores[h][7][1],NR);
CalculaEficiencia(h,Eficiencia11a1Media,Eficiencia11a2Media,Eficiencia11a3Media,
    Eficiencia11a1,Eficiencia11a2,Eficiencia11a3,Media_Y,Valores[h][7][1],NR);
CalculaEficiencia(h,Eficiencia11b1Media,Eficiencia11b2Media,Eficiencia11b3Media,
    Eficiencia11b1,Eficiencia11b2,Eficiencia11b3,Media_Y,Valores[h][7][1],NR);
CalculaEficiencia(h,Eficiencia11c1Media,Eficiencia11c2Media,Eficiencia11c3Media,
    Eficiencia11c1,Eficiencia11c2,Eficiencia11c3,Media_Y,Valores[h][7][1],NR);
CalculaEficiencia(h,Eficiencia121Media,Eficiencia122Media,Eficiencia123Media,
    Eficiencia121,Eficiencia122,Eficiencia123,Media_Y,Valores[h][7][1],NR);
CalculaEficiencia(h,Eficiencia13a1Media,Eficiencia13a2Media,Eficiencia13a3Media,
    Eficiencia13a1,Eficiencia13a2,Eficiencia13a3,Media_Y,Valores[h][7][1],NR);
CalculaEficiencia(h,Eficiencia13b1Media,Eficiencia13b2Media,Eficiencia13b3Media,
    Eficiencia13b1,Eficiencia13b2,Eficiencia13b3,Media_Y,Valores[h][7][1],NR);
CalculaEficiencia(h,Eficiencia13c1Media,Eficiencia13c2Media,Eficiencia13c3Media,
    Eficiencia13c1,Eficiencia13c2,Eficiencia13c3,Media_Y,Valores[h][7][1],NR);
CalculaEficiencia(h,Eficiencia141Media,Eficiencia142Media,Eficiencia143Media,
    Eficiencia141,Eficiencia142,Eficiencia143,Media_Y,Valores[h][7][1],NR);
CalculaEficiencia(h,Eficiencia151Media,Eficiencia152Media,Eficiencia153Media,
    Eficiencia151,Eficiencia152,Eficiencia153,Media_Y,Valores[h][7][1],NR);
CalculaEficiencia(h,Eficiencia16a1Media,Eficiencia16a2Media,Eficiencia16a3Media,
    Eficiencia16a1,Eficiencia16a2,Eficiencia16a3,Media_Y,Valores[h][7][1],NR);
CalculaEficiencia(h,Eficiencia17a1Media,Eficiencia17a2Media,Eficiencia17a3Media,
    Eficiencia17a1,Eficiencia17a2,Eficiencia17a3,Media_Y,Valores[h][7][1],NR);
CalculaEficiencia(h,Eficiencia16b1Media,Eficiencia16b2Media,Eficiencia16b3Media,
    Eficiencia16b1,Eficiencia16b2,Eficiencia16b3,Media_Y,Valores[h][7][1],NR);
CalculaEficiencia(h,Eficiencia17b1Media,Eficiencia17b2Media,Eficiencia17b3Media,
    Eficiencia17b1,Eficiencia17b2,Eficiencia17b3,Media_Y,Valores[h][7][1],NR);
CalculaEficiencia(h,Eficiencia16c1Media,Eficiencia16c2Media,Eficiencia16c3Media,
    Eficiencia16c1,Eficiencia16c2,Eficiencia16c3,Media_Y,Valores[h][7][1],NR);
CalculaEficiencia(h,Eficiencia17c1Media,Eficiencia17c2Media,Eficiencia17c3Media,
    Eficiencia17c1,Eficiencia17c2,Eficiencia17c3,Media_Y,Valores[h][7][1],NR);
CalculaEficiencia(h,Eficiencia181Media,Eficiencia182Media,Eficiencia183Media,
    Eficiencia181,Eficiencia182,Eficiencia183,Media_Y,Valores[h][7][1],NR);
CalculaEficiencia(h,Eficiencia18b1Media,Eficiencia18b2Media,Eficiencia18b3Media,
    Eficiencia18b1,Eficiencia18b2,Eficiencia18b3,Media_Y,Valores[h][7][1],NR);
//-----
//----- (14) Grabando los resultados -----
//-----
EscribeEficiencia(h,Eficiencia11Media,Eficiencia12Media,Eficiencia13Media,
    Eficiencia11,Eficiencia12,Eficiencia13,1,Valores[h][7][1]);
EscribeEficiencia(h,Eficiencia21Media,Eficiencia22Media,Eficiencia23Media,
    Eficiencia21,Eficiencia22,Eficiencia23,2,Valores[h][7][1]);
EscribeEficiencia(h,Eficiencia3a1Media,Eficiencia3a2Media,Eficiencia3a3Media,
    Eficiencia3a1,Eficiencia3a2,Eficiencia3a3,3,Valores[h][7][1]);
EscribeEficiencia(h,Eficiencia3b1Media,Eficiencia3b2Media,Eficiencia3b3Media,
    Eficiencia3b1,Eficiencia3b2,Eficiencia3b3,3,Valores[h][7][1]);
EscribeEficiencia(h,Eficiencia3c1Media,Eficiencia3c2Media,Eficiencia3c3Media,
    Eficiencia3c1,Eficiencia3c2,Eficiencia3c3,3,Valores[h][7][1]);
EscribeEficiencia(h,Eficiencia4a1Media,Eficiencia4a2Media,Eficiencia4a3Media,
    Eficiencia4a1,Eficiencia4a2,Eficiencia4a3,4,Valores[h][7][1]);
EscribeEficiencia(h,Eficiencia4b1Media,Eficiencia4b2Media,Eficiencia4b3Media,
    Eficiencia4b1,Eficiencia4b2,Eficiencia4b3,4,Valores[h][7][1]);

```

```

EscribeEficiencia(h,Eficiencia4c1Media,Eficiencia4c2Media,Eficiencia4c3Media,
    Eficiencia4c1,Eficiencia4c2,Eficiencia4c3,4,Valores[h][7][1]);
EscribeEficiencia(h,Eficiencia51Media,Eficiencia52Media,Eficiencia53Media,
    Eficiencia51,Eficiencia52,Eficiencia53,5,Valores[h][7][1]);
EscribeEficiencia(h,Eficiencia61Media,Eficiencia62Media,Eficiencia63Media,
    Eficiencia61,Eficiencia62,Eficiencia63,6,Valores[h][7][1]);
EscribeEficiencia(h,Eficiencia71Media,Eficiencia72Media,Eficiencia73Media,
    Eficiencia71,Eficiencia72,Eficiencia73,7,Valores[h][7][1]);
EscribeEficiencia(h,Eficiencia81Media,Eficiencia82Media,Eficiencia83Media,
    Eficiencia81,Eficiencia82,Eficiencia83,8,Valores[h][7][1]);
EscribeEficiencia(h,Eficiencia91Media,Eficiencia92Media,Eficiencia93Media,
    Eficiencia91,Eficiencia92,Eficiencia93,9,Valores[h][7][1]);
EscribeEficiencia(h,Eficiencia9b1Media,Eficiencia9b2Media,Eficiencia9b3Media,
    Eficiencia9b1,Eficiencia9b2,Eficiencia9b3,9,Valores[h][7][1]);
EscribeEficiencia(h,Eficiencia101Media,Eficiencia102Media,Eficiencia103Media,
    Eficiencia101,Eficiencia102,Eficiencia103,10,Valores[h][7][1]);
EscribeEficiencia(h,Eficiencia11a1Media,Eficiencia11a2Media,Eficiencia11a3Media,
    Eficiencia11a1,Eficiencia11a2,Eficiencia11a3,11,Valores[h][7][1]);
EscribeEficiencia(h,Eficiencia11b1Media,Eficiencia11b2Media,Eficiencia11b3Media,
    Eficiencia11b1,Eficiencia11b2,Eficiencia11b3,11,Valores[h][7][1]);
EscribeEficiencia(h,Eficiencia11c1Media,Eficiencia11c2Media,Eficiencia11c3Media,
    Eficiencia11c1,Eficiencia11c2,Eficiencia11c3,11,Valores[h][7][1]);
EscribeEficiencia(h,Eficiencia121Media,Eficiencia122Media,Eficiencia123Media,
    Eficiencia121,Eficiencia122,Eficiencia123,12,Valores[h][7][1]);
EscribeEficiencia(h,Eficiencia13a1Media,Eficiencia13a2Media,Eficiencia13a3Media,
    Eficiencia13a1,Eficiencia13a2,Eficiencia13a3,13,Valores[h][7][1]);
EscribeEficiencia(h,Eficiencia13b1Media,Eficiencia13b2Media,Eficiencia13b3Media,
    Eficiencia13b1,Eficiencia13b2,Eficiencia13b3,13,Valores[h][7][1]);
EscribeEficiencia(h,Eficiencia13c1Media,Eficiencia13c2Media,Eficiencia13c3Media,
    Eficiencia13c1,Eficiencia13c2,Eficiencia13c3,13,Valores[h][7][1]);
EscribeEficiencia(h,Eficiencia141Media,Eficiencia142Media,Eficiencia143Media,
    Eficiencia141,Eficiencia142,Eficiencia143,14,Valores[h][7][1]);
EscribeEficiencia(h,Eficiencia151Media,Eficiencia152Media,Eficiencia153Media,
    Eficiencia151,Eficiencia152,Eficiencia153,15,Valores[h][7][1]);
EscribeEficiencia(h,Eficiencia16a1Media,Eficiencia16a2Media,Eficiencia16a3Media,
    Eficiencia16a1,Eficiencia16a2,Eficiencia16a3,16,Valores[h][7][1]);
EscribeEficiencia(h,Eficiencia17a1Media,Eficiencia17a2Media,Eficiencia17a3Media,
    Eficiencia17a1,Eficiencia17a2,Eficiencia17a3,17,Valores[h][7][1]);
EscribeEficiencia(h,Eficiencia16b1Media,Eficiencia16b2Media,Eficiencia16b3Media,
    Eficiencia16b1,Eficiencia16b2,Eficiencia16b3,16,Valores[h][7][1]);
EscribeEficiencia(h,Eficiencia17b1Media,Eficiencia17b2Media,Eficiencia17b3Media,
    Eficiencia17b1,Eficiencia17b2,Eficiencia17b3,17,Valores[h][7][1]);
EscribeEficiencia(h,Eficiencia16c1Media,Eficiencia16c2Media,Eficiencia16c3Media,
    Eficiencia16c1,Eficiencia16c2,Eficiencia16c3,16,Valores[h][7][1]);
EscribeEficiencia(h,Eficiencia17c1Media,Eficiencia17c2Media,Eficiencia17c3Media,
    Eficiencia17c1,Eficiencia17c2,Eficiencia17c3,17,Valores[h][7][1]);
EscribeEficiencia(h,Eficiencia181Media,Eficiencia182Media,Eficiencia183Media,
    Eficiencia181,Eficiencia182,Eficiencia183,18,Valores[h][7][1]);
EscribeEficiencia(h,Eficiencia18b1Media,Eficiencia18b2Media,Eficiencia18b3Media,
    Eficiencia18b1,Eficiencia18b2,Eficiencia18b3,18,Valores[h][7][1]);
}
}
//-----
Comunidad.close();

second = time(NULL);
tiempo<<"Fecha y hora de termino del programa: "<<ctime(&second)<<endl;
tiempo<<"La diferencia es: "<<difftime(second,first)<<endl;

```

```

tiempo.close();

}

void __fastcall TForm1::Button2Click(TObject *Sender) {
// -----
// -- Subprograma auxiliar para leer el fichero APES y calcular todos los
// -- datos necesarios a nivel de área para la ejecución del programa principal
// -----

const int NLin=100;
char texto[NLin];
int i,j,k;
AnsiString linea;
AnsiString Provincia,Apes102,Apes502,Apes505,Apes409,Apes412,estrato;
AnsiString G1,G2,G3;
int NumG1,NumG2,NumG3;
int a502,a505,a409,a412,est,a102;
float a505F,Y;
int prov,cont,provcod;

for(i=0;i<NComunidad;i++) {
    for(j=0;j<8;j++) {
        Valores[i][j][0]=0;
        Valores[i][j][1]=0;
        Valores[i][j][2]=0;
    }
    for(j=0;j<NProvincias;j++) {
        Per_Com[i][j]=0;
        Media_Y[i][j]=0;
        Media_X1[i][j]=0;
        Media_X2[i][j]=0;
    }
    for(j=0;i<Ng1;i++) {
        for(k=0;k<NProvincias;k++){
            Per_Grupo1[i][j][k]=0;;
        }
    }
    for(j=0;i<Ng2;i++) {
        for(k=0;k<NProvincias;k++){
            Per_Grupo2[i][j][k]=0;;
        }
    }
    for(j=0;i<Ng3;i++) {
        for(k=0;k<NProvincias;k++){
            Per_Grupo3[i][j][k]=0;;
        }
    }
}

fstream Comunidad(NomFich.c_str());
fstream Resultados("Datos_Provincias.txt");

Comunidad.getline(texto,NLin);
linea=texto;
LongLin=linea.Length()+2;

```



```

Apes102=linea.SubString(1,2);
Provincia=linea.SubString(3,2);
estrato=linea.SubString(67,1);
a102=Apes102.ToInt();
prov=Provincia.ToInt();
est=estrato.ToInt();
Valores[a102][est][0]++;
Valores[a102][est][1]=0;
cont=0;
Valores[a102][7][0]++;
provcod=Codifica(a102,prov);
Valores[a102][7][1]=provcod+1;
while (!Comunidad.eof()){
    Comunidad.getline(texto,NLin);
    if (!strcmp(texto,"\0")) break;
    cont++;
    Numero->Value=cont;
    linea=texto;
    Apes102=linea.SubString(1,2);
    Provincia=linea.SubString(3,2);
    estrato=linea.SubString(67,1);
    a102=Apes102.ToInt();
    prov=Provincia.ToInt();
    est=estrato.ToInt();
    if (Valores[a102][est][0]==0) {
        Valores[a102][est][1]=cont;
    }
    Valores[a102][est][0]++;
    Valores[a102][7][0]++;
    provcod=Codifica(a102,prov);
    if (provcod>=Valores[a102][7][1]) Valores[a102][7][1]=provcod+1;
    Per_Com[a102][provcod]++;
    Apes502=linea.SubString(49,8);
    Apes505=linea.SubString(59,5);
    Apes409=linea.SubString(34,2);
    if (Apes409==" ") a409=0;
    else a409=Apes409.ToInt();
    Apes412=linea.SubString(38,4);
    if (Apes412==" ") a412=92;
    else a412=Apes412.ToInt();
    a502=Apes502.ToInt();
    a505=Apes505.ToInt();
    a505F=(float)a505/1000.0;
    Y=(float)a502/a505F;
    Media_Y[a102][provcod]+=Y;
    Var_Y[a102][provcod]+=Y*Y;
    Media_X1[a102][provcod]+=a409;
    Media_X2[a102][provcod]+=a412;

    G1=linea.SubString(64,1);
    G2=linea.SubString(65,1);
    G3=linea.SubString(66,1);
    NumG1=G1.ToInt();
    NumG2=G2.ToInt();
    NumG3=G3.ToInt();
    Per_Grup1[a102][NumG1][provcod]++;;
    Per_Grup1[a102][0][provcod]++;;
    Per_Grup1[a102][NumG1][0]++;;

```

```

Per_Grupo2[a102][NumG2][provcod]++;
Per_Grupo2[a102][0][provcod]++;
Per_Grupo2[a102][NumG2][0]++;

Per_Grupo3[a102][NumG3][provcod]++;
Per_Grupo3[a102][0][provcod]++;
Per_Grupo3[a102][NumG3][0]++;
}
double SumaCuad;
for(i=1;i<NComunidad;i++) {
  if (Valores[i][7][0]>=1) {
    SumaCuad=0;
    for(j=1;j<Valores[i][7][1];j++) {
      Media_Y[i][j]=Media_Y[i][j]/Per_Com[i][j];
      SumaCuad+=Var_Y[i][j];
      Var_Y[i][j]=sqrt((Var_Y[i][j]/Per_Com[i][j])-pow(Media_Y[i][j],2));
      Media_X1[i][j]=Media_X1[i][j]/Per_Com[i][j];
      Media_X2[i][j]=Media_X2[i][j]/Per_Com[i][j];

      Media_Y[i][0]=Media_Y[i][0]+(Per_Com[i][j]*Media_Y[i][j]);
      Media_X1[i][0]=Media_X1[i][0]+(Per_Com[i][j]*Media_X1[i][j]);
      Media_X2[i][0]=Media_X2[i][0]+(Per_Com[i][j]*Media_X2[i][j]);
    }
    Media_Y[i][0]=Media_Y[i][0]/Valores[i][7][0];
    Media_X1[i][0]=Media_X1[i][0]/Valores[i][7][0];
    Media_X2[i][0]=Media_X2[i][0]/Valores[i][7][0];
    Var_Y[i][0]=sqrt(SumaCuad/Valores[i][7][0]-pow(Media_Y[i][0],2));
  }
}
for(i=1;i<NComunidad;i++) {
  if (Valores[i][7][0]>=1) {
    Resultados<<"Datos de la Comunidad "<<i<<endl;
    Resultados<<"área pequeña (d)\t\t Nd\t\t Yd \t\t VY \t\t X1d \t\t X2d"<<endl;
    for(j=1;j<Valores[i][7][1];j++) {
      Resultados<<"\t"<<j<<"\t"<<Per_Com[i][j]<<"\t"<<Media_Y[i][j]<<
        "\t"<<Var_Y[i][j]<<"\t"<<Media_X1[i][j]<<"\t"<<Media_X2[i][j]<<endl;
    }
    Resultados<<"\ttotal"<<"\t"<<Valores[i][7][0]<<"\t"<<Media_Y[i][0]<<
      "\t"<<Var_Y[i][0]<<"\t"<<Media_X1[i][0]<<"\t"<<Media_X2[i][0]<<endl;
    Resultados<<"área pequeña (d)\t\t";
    for(j=1;j<Ng1;j++) Resultados<<j<<"\t\t";
    Resultados<<endl;
    for(k=1;k<Valores[i][7][1];k++){
      Resultados<<"\t"<<k<<"\t"<<
        for(j=1;j<Ng1;j++) {
          Resultados<<Per_Grupo1[i][j][k]<<"\t"<<
        }
      Resultados<<Per_Grupo1[i][0][k]<<endl;
    }
    Resultados<<"\t"<<"total\t\t";
    for(j=1;j<Ng1;j++) {
      Resultados<<Per_Grupo1[i][j][0]<<"\t"<<
    }
    Resultados<<Valores[i][7][0]<<endl;

    Resultados<<"área pequeña (d)\t\t";
    for(j=1;j<Ng2;j++) Resultados<<j<<"\t\t";
  }
}

```

```

Resultados<<endl;
for(k=1;k<Valores[i][7][1];k++){
    Resultados<<"\t"<<k<<"\t&\t";
    for(j=1;j<Ng2;j++) {
        Resultados<<Per_Grupo2[i][j][k]<<"\t&\t";
    }
    Resultados<<Per_Grupo2[i][0][k]<<endl;
}
Resultados<<"\tttotal\t\t";
for(j=1;j<Ng2;j++) {
    Resultados<<Per_Grupo2[i][j][0]<<"\t&\t";
}
Resultados<<Valores[i][7][0]<<endl;
Resultados<<"área pequeña (d)\t\t";
for(j=1;j<Ng3;j++) Resultados<<j<<"\t";
Resultados<<endl;
for(k=1;k<Valores[i][7][1];k++){
    Resultados<<"\t"<<k<<"\t&\t";
    for(j=1;j<Ng3;j++) {
        Resultados<<Per_Grupo3[i][j][k]<<"\t&\t";
    }
    Resultados<<Per_Grupo3[i][0][k]<<endl;
}
Resultados<<"\tttotal\t\t";
for(j=1;j<Ng3;j++) {
    Resultados<<Per_Grupo3[i][j][0]<<"\t&\t";
}
Resultados<<Valores[i][7][0]<<endl;
}
}
for(i=1;i<NComunidad;i++) {
    if (Valores[i][7][0]>=1) {
        for(j=0;j<7;j++)
            Resultados<<"\t&\t"<<j;
        Resultados<<endl<<"Nd";
        for(j=0;j<7;j++) {
            Resultados<<"\t&\t"<<Valores[i][j][0];
        }
        Resultados<<endl<<"nd";
        for(j=0;j<7;j++) {
            Resultados<<"\t&\t"<<n_Prov[i][j];
        }
        Resultados<<endl<<"W";
        for(j=0;j<7;j++) {
            if (n_Prov[i][j]!=0)
                Resultados<<"\t&\t"<<Valores[i][j][0]/n_Prov[i][j];
            else
                Resultados<<0<<"\t&\t";
        }
        Resultados<<endl;
    }
}
}
Comunidad.close();
Resultados.close();
}
//-----

```

A.10 Subprogramas auxiliares

```

//-----
#pragma hdrstop
#include "libreria.h"
#include <string.h>
#include <iostream.h>
#include <fstream.h>
#include <stdlib.h>
#include <time.h>
#include <math.h>
#include <system.hpp>
//-----
// Generador de números aleatorios uniformes
//-----
long int semilla(){
    time_t t;
    srand((unsigned) time(&t));
    return rand();
}
long int sem1=semilla(),sem2=SEM2,sem3=SEM3;

double uniforme() {
    double random;
    sem1=(171*sem1)%30269;
    sem2=(172*sem2)%30307;
    sem3=(170*sem3)%30323;
    random=fmod(sem1/30269.0 + sem2/30307.0 + sem3/30323.0,1.0);
return random;
}
//-----
// Para calcular el peso de la muestra dentro del estrato de la Comunidad Autónoma
//-----
float DevuelvePeso(int comunidad,int estrato,float Valores[NComunidad][8][2],
    int N_muestras[NComunidad][8]){
float peso;
    peso=Valores[comunidad][estrato][0]/N_muestras[comunidad][estrato];
return peso;
}
//-----
// Para calcular la posición de la muestra simulada en el fichero APES
//-----
int Posicion(int comunidad,int estrato,float Valores[NComunidad][8][2]){
int Pos;
double valorUni;
double Cuantas,Inicio;
    valorUni=uniforme();
    Inicio=Valores[comunidad][estrato][1];
    Cuantas=Valores[comunidad][estrato][0];
    Pos=Cuantas*valorUni+Inicio;
return Pos;
}
//-----
// Para calcular las medidas de eficiencia del estimador i
//-----
void CalculaEficiencia(int prov,double Eficiencia1Media[NComunidad],double Eficiencia2Media[NComunidad],
    double Eficiencia3Media[NComunidad],double **Eficiencia1,double **Eficiencia2,
    double **Eficiencia3,double MediaY[NComunidad][NProvincias],int N_Comarcas,int NR){

```

```

int i;
Eficiencia1Media[prov]=0;
Eficiencia2Media[prov]=0;
Eficiencia3Media[prov]=0;
for(i=1;i<N_Comarcas;i++){
    Eficiencia1[prov][i]=Eficiencia1[prov][i]*100/NR;
    Eficiencia1Media[prov]+=Eficiencia1[prov][i];
    Eficiencia2[prov][i]=Eficiencia2[prov][i]*100/NR;
    Eficiencia2Media[prov]+=Eficiencia2[prov][i];
    Eficiencia3[prov][i]=(sqrt(Eficiencia3[prov][i]/NR)*100)/MediaY[prov][i];
    Eficiencia3Media[prov]+=Eficiencia3[prov][i];
}
Eficiencia1Media[prov]=Eficiencia1Media[prov]/(N_Comarcas-1);
Eficiencia2Media[prov]=Eficiencia2Media[prov]/(N_Comarcas-1);
Eficiencia3Media[prov]=Eficiencia3Media[prov]/(N_Comarcas-1);
}
//-----
// Para escribir las medidas de eficiencia del estimador i
//-----
void EscribeEficiencia(int prov,double Eficiencia1Media[NComunidad],double Eficiencia2Media[NComunidad],
    double Eficiencia3Media[NComunidad],double **Eficiencia1,double **Eficiencia2,
    double **Eficiencia3,int NumEst,int N_Comarcas){
int i;
fstream Resultado;
Resultado.open("ResSim.txt",ios::app | ios::out | ios::in);
Resultado<<endl<<"Estimador "<<NumEst<<" de la Comunidad "<<prov<<endl<<endl;
Resultado<<"Comarca \t AREd \t\t ARBd \t\t RMSEd "<<endl;
for(i=1;i<N_Comarcas;i++){
    Resultado<<i<<"\t\t"<<Eficiencia1[prov][i]<<"\t\t"<<Eficiencia2[prov][i]<<"\t\t"
        <<Eficiencia3[prov][i]<<endl;
}
Resultado<<"Media"<<"\t\t"<<Eficiencia1Media[prov]<<"\t\t"<<Eficiencia2Media[prov]<<"\t\t"
    <<Eficiencia3Media[prov]<<endl;
Resultado.close();
}
//-----
// Datos de la renta anual per cápita declarada en 1991
//-----
void Inicializa(double Media_XM[NComunidad][NProvincias]){
int i,j;
double XX[NComunidad][NProvincias]= {0,0,0,0,0,0,0,0,0,
865566.459,803496.805,848294.434,828212.956,806133.225,818878.484,782770.359,853329.944,996310.701,0,
1121244.91,1047444.91,1010458.77,1158880.62,0,0,0,0,0,0,
1071124.44,1071124.44,0,0,0,0,0,0,0,0,
1123373.8,1123373.8,0,0,0,0,0,0,0,0,
1111988.11,1246451.08,971706.058,0,0,0,0,0,0,0,
993420.927,993420.927,0,0,0,0,0,0,0,0,
794684.728,807008.057,785566.017,567567.024,1036901.63,820232.517,0,0,0,0,
930433.189,751821.657,1012610.39,921921.933,947425.727,865432.915,912468.529,988814.021,1075118.6,719446.076,
1312602.24,1373653.21,1188045.63,1011811.8,1098862.26,0,0,0,0,0,
950332.147,855844.321,1014705.3,992978.169,0,0,0,0,0,0,
741493.021,738370.034,746326.927,0,0,0,0,0,0,0,
858958.077,957648.51,743394.355,727951.515,842834.493,0,0,0,0,0,
1526169.37,1526169.37,0,0,0,0,0,0,0,0,
883887.226,883887.226,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,
0,0,0,0,0,0,0,0,0,1075001.58,1075001.58,0,0,0,0,0,0,0,0,
1089860.92,1089860.92,0,0,0,0,0,0,0,0};
for(i=0;i<NComunidad;i++)

```

```

        for(j=0;j<NProvincias;j++)
            Media_XM[i][j]=XX[i][j];
    }
//-----
//----- Codificación para las provincias -----
//-----
int Codifica(int comunidad,int prov){ int r;
    if (comunidad==1) {
        if (prov==4)    r=1;    //Almeria
        else if (prov==11) r=2;    // Cádiz
        else if (prov==14) r=3;    // Córdoba
        else if (prov==18) r=4;    // Granada
        else if (prov==21) r=5;    // Huelva
        else if (prov==23) r=6;    // Jaén
        else if (prov==29) r=7;    //Malaga
        else            r=8;    //Sevilla
    }
    else if (comunidad==5) {
        if (prov==35)  r=1;        //Las Palmas
        else           r=2;        //Santa Cruz de Tenerife
    }
    else if (comunidad==10) {
        if (prov==3)    r=1;    //Alicante
        else if (prov==12) r=2;    //Castellon
        else           r=3;    //Valencia
    }
    else if (comunidad==12) {
        if (prov==15)    r=1;    //La Coruña
        else if (prov==27) r=2;    //Lugo
        else if (prov==32) r=3;    //Orense
        else            r=4;    //Pontevedra
    }
    else if (comunidad==13) r=1;
    else if (comunidad==17) r=1;

    return r;
}
//-----
//----- Otra codificación para las provincias -----
//-----

int N_TPr(int com,int prov, int NP[NComunidad]){ int i,Sum=0;

    for(i=1;i<com;i++)
        if (NP[i]>=1)
            Sum+=NP[i]-1;

    Sum+=prov;
    return Sum;
}
#pragma package(smart_init)
//-----

```

Apéndice B

Datos y resultados para la tasa de desempleo

B.1 Introducción

En la Sección B.2 se muestran algunas de las características de las variables del fichero APES que se han usado en la simulación.

En la Sección B.3–B.6 se muestran los resultados de la simulación en la Comunidad Autónoma de Valencia. Los resultados para el universo EURAREA para España no se muestran en este documento, pero están disponibles en fichero de texto previa petición.

En la Sección B.7 se describe el programa C++ con el cual se realizó la simulación en el universo EURAREA para España.

En las Secciones B.8–B.9 se presenta el listado del programa C++.

B.2 Datos del fichero APES

Se consideran los siguientes parámetros para la variable objetivo $Y = APES503$ y las variables auxiliares $X_1 = 2 - APES501$ (toma valores 1 o 0, en la encuesta de población activa (EPA), si el individuo ha respondido SI o NO a la pregunta: ¿está registrado en una oficina de empleo público?), $X_2 = APES203$ (edad) y X_0 (registrado en las oficinas de empleo público del INEM: Instituto Nacional de Empleo):

- N_d es el total de individuos de la área pequeña d de la población objetivo.
- M_d es el total de $APES208 \in \{1, 2\}$ de la área pequeña d de la población objetivo.
- Y_d es el total de $APES503$ (o equivalentemente $APES208 = 2$) de la área pequeña d de la población objetivo.

- X_{d0} es el total de X_0 de la área pequeña d de la población objetivo.
- $\bar{Y}_d, \bar{X}_{d1}, \bar{X}_{d2}$ son las medias de Y, X_1 y X_2 en la área pequeña d de la población objetivo.
- S_Y es la desviación estándar de Y en la área pequeña d de la población objetivo.

Obsérvese que $\bar{Y}_d = Y_d/N_d$. Sin embargo los parámetros objetivo son $R_d = Y_d/M_d$, $d = 1, \dots, D$.

B.2.1 La Comunidad Autónoma de Valencia

Las áreas pequeñas (d) de Alicante presentan las siguiente características

d	N_d	M_d	\bar{Y}_d	S_Y	R_d	\bar{X}_{d1}	\bar{X}_{d2}	X_{d0}
1	85352	38907	0.0880	0.2833	0.1930	0.1304	45.14	11642
2	51531	26359	0.1168	0.3212	0.2284	0.1640	41.27	8786
3	69360	36201	0.0993	0.2990	0.1902	0.1376	42.09	13025
4	71466	35619	0.0860	0.2804	0.1726	0.1306	43.75	7609
5	59577	30791	0.1016	0.3021	0.1966	0.1439	42.40	8941
6	52327	22520	0.0558	0.2296	0.1297	0.1051	46.38	4206
7	47952	23858	0.0839	0.2772	0.1686	0.1209	45.79	4324
8	93566	44969	0.1101	0.3130	0.2291	0.1507	44.30	13224
9	69767	39995	0.2355	0.4243	0.4108	0.2358	42.50	21385
10	72766	36559	0.1157	0.3198	0.2302	0.1550	43.38	10306
11	58571	28984	0.1224	0.3278	0.2474	0.1711	42.22	8122
12	76280	39575	0.1652	0.3714	0.3184	0.2027	40.76	14130
13	62198	31780	0.1365	0.3433	0.2671	0.1809	41.47	12039
14	67580	34184	0.0844	0.2780	0.1669	0.1416	42.60	7852
15	53057	25083	0.0929	0.2902	0.1964	0.1393	44.40	5520
total	991350	495384	0.1146	0.5216	0.2293	0.1552	43.21	151111

Datos de la provincia de Alicante.

Las áreas pequeñas (d) de Castellón presentan las siguiente características

d	N_d	M_d	\bar{Y}_d	S_Y	R_d	\bar{X}_{d1}	\bar{X}_{d2}	X_{d0}
1	120928	64942	0.0752	0.2637	0.1400	0.0634	43.20	14202
2	55346	25598	0.0593	0.2362	0.1283	0.0599	47.99	4060
3	20993	8960	0.0583	0.2342	0.1365	0.0537	49.93	1535
4	101668	55203	0.0802	0.2716	0.1477	0.0682	43.97	10749
5	54568	26591	0.0535	0.2251	0.1098	0.0528	46.79	4140
total	353503	181294	0.0698	0.4085	0.1361	0.0620	45.13	34686

Datos de la provincia de Castellón.

Las áreas pequeñas (d) de Valencia presentan las siguiente características

d	N_d	M_d	\bar{Y}_d	S_Y	R_d	\bar{X}_{d1}	\bar{X}_{d2}	X_{d0}
1	72225	36227	0.0769	0.2665	0.1534	0.0877	44.77	10211
2	80985	42450	0.0841	0.2775	0.1604	0.0911	43.92	13166
3	74775	37389	0.0990	0.2987	0.1980	0.1023	44.32	13533
4	82801	43571	0.0824	0.2750	0.1566	0.0908	42.96	10009
5	63318	30425	0.0651	0.2467	0.1354	0.0814	45.54	7499
6	88365	47471	0.1098	0.3127	0.2044	0.1066	41.32	14132
7	67176	35877	0.1071	0.3092	0.2005	0.1065	41.39	8073
8	87855	45600	0.0961	0.2947	0.1852	0.1026	41.58	14488
9	86378	45017	0.0918	0.2887	0.1761	0.0978	42.16	13593
10	76771	40970	0.1190	0.3238	0.2230	0.1092	44.17	15404
11	82498	44640	0.1018	0.3024	0.1882	0.1009	43.03	14624
12	73016	36357	0.0760	0.2650	0.1526	0.0890	44.86	11060
13	62964	31759	0.0867	0.2813	0.1718	0.0916	43.55	8937
14	59797	27306	0.0768	0.2663	0.1682	0.0911	45.92	8484
15	68521	35541	0.1041	0.3054	0.2008	0.1007	43.20	9260
16	70349	38113	0.1010	0.3014	0.1865	0.0986	42.86	7771
17	65297	30616	0.0771	0.2668	0.1645	0.0791	46.28	5137
18	61442	32180	0.0941	0.2919	0.1796	0.0943	43.75	8104
19	63543	34224	0.1081	0.3105	0.2007	0.1041	42.31	10114
20	68712	34850	0.0853	0.2793	0.1681	0.0832	45.48	7330
21	65683	32304	0.1029	0.3038	0.2091	0.0972	46.13	7121
22	79155	43899	0.1012	0.3017	0.1826	0.0929	42.37	11744
23	61234	31164	0.1093	0.3120	0.2148	0.1050	44.55	7261
total	1662860	857950	0.0940	0.4726	0.1823	0.0961	43.65	237055

Datos de la provincia de Valencia.

Para la variable de agrupación G obtenemos los siguientes resultados en la provincia de Alicante:

área pequeña (d)	N_{dG_1}	N_{dG_2}	N_{dG_3}	N_{dG_4}	N_{dG_5}	N_{dG_6}	total
1	8601	18614	12108	8461	20590	16978	85352
2	5733	13429	5699	5602	14025	7043	51531
3	7184	18198	8117	6792	19051	10018	69360
4	6477	18275	10160	6334	18792	11428	71466
5	6173	15336	7583	5917	15714	8854	59577
6	4212	12440	9197	4159	12307	10012	52327
7	4151	11457	7719	4063	11384	9178	47952
8	8893	23179	13097	8598	23018	16781	93566
9	7234	17836	8747	7039	18177	10734	69767
10	7357	18226	10174	7044	17973	11992	72766
11	6627	14494	7793	6428	14402	8827	58571
12	8755	20302	8218	8459	20561	9985	76280
13	7246	15759	7626	6880	16263	8424	62198
14	7629	16658	9006	7440	16327	10520	67580
15	5010	12723	8382	4961	12692	9289	53057
total	101282	246926	133626	98177	251276	160063	991350

Datos de la provincia de Alicante.

Para la variable de agrupación G obtenemos los siguientes resultados en la provincia de Castellón:

área pequeña (d)	N_{dG_1}	N_{dG_2}	N_{dG_3}	N_{dG_4}	N_{dG_5}	N_{dG_6}	total
1	12102	30886	15481	11667	31703	19089	120928
2	4393	12637	10612	4118	11777	11809	55346
3	1532	4437	4542	1467	4064	4951	20993
4	9841	25643	14584	9569	25073	16958	101668
5	4537	12724	9349	4448	12337	11173	54568
total	32405	86327	54568	31269	84954	63980	353503

Datos de la provincia de Castellón.

Para la variable de agrupación G obtenemos los siguientes resultados en la provincia de Valencia:

área pequeña (d)	N_{dG_1}	N_{dG_2}	N_{dG_3}	N_{dG_4}	N_{dG_5}	N_{dG_6}	total
1	6944	17541	10888	6721	17282	12849	72225
2	8108	19714	11361	7920	19782	14100	80985
3	6881	18678	10866	6806	18808	12736	74775
4	8389	21420	10643	8101	21335	12913	82801
5	5891	15431	10427	5463	14664	11442	63318
6	9393	23970	9795	9291	24113	11803	88365
7	7314	17962	7399	7164	18184	9153	67176
8	9844	23282	10333	9298	22916	12182	87855
9	9402	22474	10424	8958	22559	12561	86378
10	7586	18649	10922	7359	18734	13521	76771
11	8555	21122	10973	8177	20645	13026	82498
12	6863	17611	11371	6609	17343	13219	73016
13	6478	15731	8906	6076	15526	10247	62964
14	5430	14188	10414	5163	13455	11147	59797
15	7309	16885	8546	6818	17768	11195	68521
16	6705	18314	8407	6566	19466	10891	70349
17	6189	13729	9547	5971	15441	14420	65297
18	5849	15038	7937	5956	16083	10579	61442
19	6686	16592	7607	6486	16864	9308	63543
20	6267	15566	9499	6084	17295	14001	68712
21	6230	13952	10015	6093	14908	14485	65683
22	7192	21462	9050	7236	22624	11591	79155
23	5836	14757	8569	5539	15031	11502	61234
total	165341	414068	223899	159855	420826	278871	1662860

Datos de la provincia de Valencia.

Para la variable de agrupación H obtenemos los siguientes resultados en la provincia de Alicante:

d	N_{dH_1}	N_{dH_2}	N_{dH_3}	N_{dH_4}	N_{dH_5}	N_{dH_6}	N_{dH_7}	N_{dH_8}	total
1	8601	9963	8651	12108	8461	10534	10056	16978	85352
2	5733	7503	5926	5699	5602	8014	6011	7043	51531
3	7184	10372	7826	8117	6792	11150	7901	10018	69360
4	6477	10314	7961	10160	6334	10954	7838	11428	71466
5	6173	8782	6554	7583	5917	9153	6561	8854	59577
6	4212	6720	5720	9197	4159	6523	5784	10012	52327
7	4151	6396	5061	7719	4063	6283	5101	9178	47952
8	8893	13216	9963	13097	8598	13038	9980	16781	93566
9	7234	10561	7275	8747	7039	10656	7521	10734	69767
10	7357	10789	7437	10174	7044	10540	7433	11992	72766
11	6627	8395	6099	7793	6428	8295	6107	8827	58571
12	8755	12200	8102	8218	8459	12371	8190	9985	76280
13	7246	8966	6793	7626	6880	9076	7187	8424	62198
14	7629	9574	7084	9006	7440	9151	7176	10520	67580
15	5010	7325	5398	8382	4961	7092	5600	9289	53057
total	101282	141076	105850	133626	98177	142830	108446	160063	991350

Datos de la provincia de Alicante.

Para la variable de agrupación H obtenemos los siguientes resultados en la provincia de Castellón:

d	N_{dH_1}	N_{dH_2}	N_{dH_3}	N_{dH_4}	N_{dH_5}	N_{dH_6}	N_{dH_7}	N_{dH_8}	total
1	12102	17039	13847	15481	11667	17768	13935	19089	120928
2	4393	6924	5713	10612	4118	6363	5414	11809	55346
3	1532	2405	2032	4542	1467	2123	1941	4951	20993
4	9841	14403	11240	14584	9569	14027	11046	16958	101668
5	4537	6953	5771	9349	4448	6765	5572	11173	54568
total	32405	47724	38603	54568	31269	47046	37908	63980	353503

Datos de la provincia de Castellón.

Para la variable de agrupación H obtenemos los siguientes resultados en la provincia de Valencia:

d	N_{dH_1}	N_{dH_2}	N_{dH_3}	N_{dH_4}	N_{dH_5}	N_{dH_6}	N_{dH_7}	N_{dH_8}	total
1	6944	9636	7905	10888	6721	9340	7942	12849	72225
2	8108	11365	8349	11361	7920	11183	8599	14100	80985
3	6881	10297	8381	10866	6806	10305	8503	12736	74775
4	8389	12110	9310	10643	8101	12156	9179	12913	82801
5	5891	8505	6926	10427	5463	8144	6520	11442	63318
6	9393	13682	10288	9795	9291	13828	10285	11803	88365
7	7314	10147	7815	7399	7164	10480	7704	9153	67176
8	9844	13182	10100	10333	9298	13175	9741	12182	87855
9	9402	12543	9931	10424	8958	12612	9947	12561	86378
10	7586	10331	8318	10922	7359	10321	8413	13521	76771
11	8555	11999	9123	10973	8177	11807	8838	13026	82498
12	6863	10099	7512	11371	6609	9883	7460	13219	73016
13	6478	8965	6766	8906	6076	8782	6744	10247	62964
14	5430	7877	6311	10414	5163	7414	6041	11147	59797
15	7309	9063	7822	8546	6818	9381	8387	11195	68521
16	6705	10253	8061	8407	6566	11033	8433	10891	70349
17	6189	7606	6123	9547	5971	8220	7221	14420	65297
18	5849	8336	6702	7937	5956	8713	7370	10579	61442
19	6686	9105	7487	7607	6486	9199	7665	9308	63543
20	6267	8581	6985	9499	6084	9333	7962	14001	68712
21	6230	7834	6118	10015	6093	7807	7101	14485	65683
22	7192	12397	9065	9050	7236	13329	9295	11591	79155
23	5836	8454	6303	8569	5539	8464	6567	11502	61234
total	165341	232367	181701	223899	159855	234909	185917	278871	1662860

Datos de la provincia de Valencia.

B.2.2 La Comunidad Autónoma de Andalucía

Las áreas pequeñas (d) de Almería presentan las siguiente características:

d	N_d	M_d	\bar{Y}_d	S_Y	R_d	\bar{X}_{d1}	\bar{X}_{d2}	X_{d0}
1	67998	33775	0.111	0.314	0.223	0.131	42.69	13321
2	67835	33167	0.134	0.340	0.274	0.163	42.36	14933
3	60608	33161	0.114	0.317	0.208	0.155	41.05	11594
4	65959	35914	0.081	0.272	0.148	0.132	40.93	10749
5	74058	34541	0.100	0.300	0.214	0.142	44.40	10460
total	336458	170558	0.108	0.512	0.212	0.144	42.36	61057

Datos de la provincia de Almería.

Las áreas pequeñas (d) de Cádiz presentan las siguiente características:

d	N_d	M_d	\bar{Y}_d	S_Y	R_d	\bar{X}_{d1}	\bar{X}_{d2}	X_{d0}
1	80620	39102	0.132	0.338	0.272	0.163	40.99	11750
2	57935	26850	0.144	0.351	0.310	0.172	41.92	9275
3	61040	27884	0.138	0.345	0.303	0.191	39.90	8561
4	72986	35104	0.153	0.360	0.319	0.208	41.32	13833
5	61669	31674	0.195	0.396	0.379	0.269	38.80	17598
6	62396	31384	0.152	0.359	0.302	0.182	39.62	9349
7	54249	26331	0.182	0.385	0.374	0.248	39.64	14764
8	73474	35195	0.125	0.331	0.261	0.156	41.03	9374
9	77194	37306	0.166	0.372	0.344	0.199	41.63	16575
10	85105	44992	0.212	0.408	0.400	0.284	40.92	36472
11	46926	22118	0.171	0.376	0.362	0.232	41.34	9635
12	52164	24926	0.149	0.356	0.313	0.209	39.20	9390
total	785758	382866	0.160	0.646	0.329	0.209	40.59	166576

Datos de la provincia de Cádiz.

Las áreas pequeñas (d) de Córdoba presentan las siguiente características:

d	N_d	M_d	\bar{Y}_d	S_Y	R_d	\bar{X}_{d1}	\bar{X}_{d2}	X_{d0}
1	71638	37742	0,115	0,319	0,218	0,237	44,37	15128
2	74077	38009	0,127	0,333	0,248	0,243	43,54	18931
3	66896	38404	0,215	0,411	0,375	0,353	42,96	25982
4	67424	34774	0,131	0,338	0,254	0,267	44,78	23144
5	60441	25861	0,132	0,339	0,310	0,221	47,07	17118
6	86883	44150	0,131	0,337	0,258	0,193	41,67	12941
7	71618	34479	0,147	0,354	0,305	0,208	42,68	15199
8	73131	36644	0,133	0,340	0,266	0,199	42,61	14454
total	572108	290063	0,141	0,597	0,278	0,238	43,58	142897

Datos de la provincia de Córdoba.

Las áreas pequeñas (d) de Granada presentan las siguiente características:

d	N_d	M_d	\bar{Y}_d	S_Y	R_d	\bar{X}_{d1}	\bar{X}_{d2}	X_{d0}
1	56904	29064	0.116	0.320	0.227	0.183	40.61	7406
2	96340	45587	0.107	0.309	0.227	0.140	42.82	12244
3	91030	44861	0.129	0.335	0.262	0.162	41.93	13130
4	77748	41626	0.170	0.376	0.318	0.266	43.76	38118
5	86610	38976	0.174	0.379	0.386	0.241	44.83	27972
6	70554	33463	0.132	0.339	0.279	0.196	42.19	12055
7	41570	19026	0.141	0.348	0.308	0.238	45.74	13791
8	79378	41115	0.197	0.398	0.381	0.274	42.39	19835
total	600134	293718	0.146	0.599	0.299	0.209	42.96	144551

Datos de la provincia de Granada.

Las áreas pequeñas (d) de Huelva presentan las siguiente características:

d	N_d	M_d	\bar{Y}_d	S_Y	R_d	\bar{X}_{d1}	\bar{X}_{d2}	X_{d0}
1	61714	24463	0,118	0,323	0,298	0,215	47,41	15467
2	73015	38045	0,104	0,305	0,200	0,237	42,04	14849
3	105237	52307	0,112	0,316	0,226	0,175	41,28	16663
4	92285	46801	0,127	0,333	0,251	0,242	43,47	28077
total	332251	161616	0,116	0,547	0,238	0,214	43,19	75056

Datos de la provincia de Huelva.

Las áreas pequeñas (d) de Jaén presentan las siguiente características:

d	N_d	M_d	\bar{Y}_d	S_Y	R_d	\bar{X}_{d1}	\bar{X}_{d2}	X_{d0}
1	77364	37750	0.088	0.283	0.179	0.107	41.87	12081
2	61187	27480	0.134	0.341	0.299	0.191	44.96	14583
3	75009	34299	0.097	0.296	0.212	0.144	43.20	13571
4	73993	34307	0.121	0.326	0.260	0.161	45.63	16465
5	75648	34377	0.115	0.319	0.253	0.157	42.37	11683
6	69487	31504	0.134	0.341	0.296	0.179	43.79	15215
7	51591	23237	0.105	0.307	0.233	0.176	45.59	12404
total	484279	222954	0.113	0.529	0.245	0.157	43.79	96002

Datos de la provincia de Jaén.

Las áreas pequeñas (d) de Málaga presentan las siguiente características:

d	N_d	M_d	\bar{Y}_d	S_Y	R_d	\bar{X}_{d1}	\bar{X}_{d2}	X_{d0}
1	65347	30638	0.154	0.361	0.329	0.232	42.92	16942
2	75892	39105	0.186	0.389	0.361	0.269	43.12	25077
3	84936	46377	0.139	0.345	0.254	0.173	40.53	13245
4	56339	26688	0.126	0.332	0.265	0.156	42.14	7936
5	42131	21497	0.219	0.413	0.429	0.288	42.72	14653
6	48384	22433	0.161	0.367	0.347	0.219	43.84	10177
7	69971	33243	0.169	0.375	0.355	0.228	43.27	17011
8	52800	28624	0.169	0.375	0.312	0.203	40.23	13213
9	60928	31323	0.153	0.360	0.298	0.186	42.01	13324
10	31421	15044	0.135	0.342	0.283	0.168	44.59	4656
11	70696	35677	0.171	0.376	0.339	0.204	41.99	13670
12	78830	39240	0.123	0.329	0.248	0.156	42.25	12589
13	79203	42400	0.161	0.367	0.300	0.202	39.94	18652
14	55311	29052	0.149	0.356	0.283	0.188	41.13	11283
total	872189	441341	0.157	0.617	0.311	0.205	42.04	192428

Datos de la provincia de Málaga.

Las áreas pequeñas (d) de Sevilla presentan las siguiente características:

d	N_d	M_d	\bar{Y}_d	S_Y	R_d	\bar{X}_{d1}	\bar{X}_{d2}	X_{d0}
1	54717	26834	0.199	0.399	0.405	0.290	44.48	23656
2	62050	31684	0.141	0.348	0.276	0.244	41.67	17082
3	58997	34617	0.199	0.399	0.339	0.314	42.94	25099
4	58114	31517	0.195	0.396	0.360	0.267	42.32	15959
5	63574	32592	0.184	0.387	0.359	0.270	42.85	25285
6	58670	29892	0.175	0.380	0.344	0.237	41.37	16489
7	54813	29142	0.157	0.364	0.295	0.196	39.75	14614
8	51576	27037	0.206	0.405	0.394	0.285	39.21	20030
9	59902	30145	0.141	0.348	0.280	0.191	40.88	14115
10	59339	30777	0.133	0.340	0.257	0.222	40.99	17807
11	44169	23755	0.120	0.325	0.223	0.193	39.89	9057
12	57747	27974	0.120	0.324	0.247	0.185	41.07	11939
13	44457	20497	0.103	0.304	0.223	0.136	46.16	5431
14	113671	57235	0.127	0.333	0.251	0.175	41.19	23560
15	96929	46353	0.108	0.310	0.225	0.150	42.55	16844
16	113895	58485	0.145	0.352	0.283	0.192	40.47	28219
17	84676	40528	0.127	0.333	0.265	0.170	41.60	16276
18	69447	31164	0.093	0.291	0.208	0.132	44.01	9929
total	1.21E+06	610228	0.146	0.613	0.288	0.208	41.79	311391

Datos de la provincia de Sevilla.

Para la variable de agrupación H obtenemos los siguientes resultados:

d	N_{dH_1}	N_{dH_2}	N_{dH_3}	N_{dH_4}	N_{dH_5}	N_{dH_6}	N_{dH_7}	N_{dH_8}	total
1	7079	9611	7057	8374	7013	10489	7531	10844	67998
2	7591	10162	6805	8958	7222	9894	6795	10408	67835
3	6875	9747	6061	7039	6783	9770	5886	8447	60608
4	7791	10627	6641	7889	7456	10000	6698	8857	65959
5	7356	10325	7514	11479	7225	9783	7308	13068	74058
total	36692	50472	34078	43739	35699	49936	34218	51624	336458

Datos de la provincia de Almería.

d	N_{dH_1}	N_{dH_2}	N_{dH_3}	N_{dH_4}	N_{dH_5}	N_{dH_6}	N_{dH_7}	N_{dH_8}	total
1	9717	11525	9239	8888	8943	11851	9806	10651	80620
2	6317	8936	6015	6409	6216	8851	6023	9168	57935
3	6993	10526	6149	6100	6810	10675	6253	7534	61040
4	8818	10497	7329	7844	8481	10736	8144	11137	72986
5	8059	10309	6742	5662	7558	10351	6403	6585	61669
6	7387	10501	7062	6005	7142	10487	6710	7102	62396
7	6739	9088	5652	5654	6421	8924	5340	6431	54249
8	8518	11095	8117	7981	8100	11522	8190	9951	73474
9	9287	11069	8618	9133	8869	10844	8088	11286	77194
10	10919	12910	8696	10456	10412	11825	8244	11643	85105
11	5787	7152	4945	5833	5378	6548	4670	6613	46926
12	7238	8566	5414	5604	6696	7802	5062	5782	52164
total	95779	122174	83978	85569	91026	120416	82933	103883	785758

Datos de la provincia de Cádiz.

d	N_{dH_1}	N_{dH_2}	N_{dH_3}	N_{dH_4}	N_{dH_5}	N_{dH_6}	N_{dH_7}	N_{dH_8}	total
1	7305	10104	6702	10882	7088	9480	6864	13213	71638
2	7734	10774	6914	10809	7563	10407	7043	12833	74077
3	7333	10120	6290	9604	7034	9399	6367	10749	66896
4	6630	9860	5895	10621	6360	9229	6069	12760	67424
5	5144	8033	5374	10647	4959	7637	5407	13240	60441
6	9170	12802	10047	9276	8936	14132	10193	12327	86883
7	7932	10223	6583	9106	7877	10338	7322	12237	71618
8	8123	9945	7636	9069	7791	10415	8281	11871	73131
total	59371	81861	55441	80014	57608	81037	57546	99230	572108

Datos de la provincia de Córdoba.

d	N_{dH_1}	N_{dH_2}	N_{dH_3}	N_{dH_4}	N_{dH_5}	N_{dH_6}	N_{dH_7}	N_{dH_8}	total
1	6433	9484	5833	6362	6147	9526	5767	7352	56904
2	10706	12193	9613	11653	10672	13992	11107	16404	96340
3	10007	13214	8798	10482	10037	14252	9660	14580	91030
4	8430	10932	7566	11933	8036	9960	7538	13353	77748
5	9205	11061	8022	14660	8807	10494	8400	15961	86610
6	7967	10301	7201	9191	7719	10175	7365	10635	70554
7	4254	5342	3690	7496	3901	4747	3829	8311	41570
8	8959	11919	7539	11207	8723	11244	7511	12276	79378
total	65961	84446	58262	82984	64042	84390	61177	98872	600134

Datos de la provincia de Granada.

d	N_{dH_1}	N_{dH_2}	N_{dH_3}	N_{dH_4}	N_{dH_5}	N_{dH_6}	N_{dH_7}	N_{dH_8}	total
1	5293	8494	5222	11110	4890	7448	5192	14065	61714
2	8418	10988	7530	9231	8227	10506	6974	11141	73015
3	12177	15110	11758	11208	11831	16029	12173	14951	105237
4	10115	12522	10165	13040	9614	11996	9577	15256	92285
total	36003	47114	34675	44589	34562	45979	33916	55413	332251

Datos de la provincia de Huelva.

d	N_{dH_1}	N_{dH_2}	N_{dH_3}	N_{dH_4}	N_{dH_5}	N_{dH_6}	N_{dH_7}	N_{dH_8}	total
1	8735	10987	7714	9323	8503	11925	8491	11686	77364
2	6095	8502	5581	10232	5935	7688	5760	11394	61187
3	8337	10829	7003	11004	7812	10310	7255	12459	75009
4	6979	9704	6886	12716	6659	9404	7331	14314	73993
5	8303	11545	7267	9810	7791	11403	7623	11906	75648
6	7575	9535	6512	10476	7055	9329	6792	12213	69487
7	5184	7105	4368	9124	4776	6345	4523	10166	51591
total	51208	68207	45331	72685	48531	66404	47775	84138	484279

Datos de la provincia de Jaén.

d	N_{dH_1}	N_{dH_2}	N_{dH_3}	N_{dH_4}	N_{dH_5}	N_{dH_6}	N_{dH_7}	N_{dH_8}	total
1	7474	9257	6737	9287	7026	8677	6451	10438	65347
2	8133	11218	7385	10904	7875	10579	7318	12480	75892
3	9007	13874	10065	8895	8829	14557	9733	9976	84936
4	5578	7912	6806	7265	5739	8767	6831	7441	56339
5	4758	6053	4736	5733	4372	5694	4410	6375	42131
6	5308	6813	4935	7215	4758	6247	4844	8264	48384
7	7412	10023	7348	9962	7025	9735	7365	11101	69971
8	6073	8252	6132	5255	5883	8767	6036	6402	52800
9	6305	9188	6629	6945	6146	9843	6663	9209	60928
10	3167	4231	2791	3975	3130	4304	3291	6532	31421
11	8542	9395	7198	8292	8318	9500	8141	11310	70696
12	8570	10657	8628	8905	8583	11692	9425	12370	78830
13	8991	12545	9443	7170	8684	13761	9208	9401	79203
14	6099	8292	6035	5822	6030	8945	6350	7738	55311
total	95417	127710	94868	105625	92398	131068	96066	129037	872189

Datos de la provincia de Málaga.

d	N_{dH_1}	N_{dH_2}	N_{dH_3}	N_{dH_4}	N_{dH_5}	N_{dH_6}	N_{dH_7}	N_{dH_8}	total
1	5769	7774	4904	8771	5458	7088	4857	10096	54717
2	7468	9206	6485	7712	7086	8864	6177	9052	62050
3	6675	8721	5599	8427	6321	8032	5560	9662	58997
4	6621	8782	5733	7614	6240	8452	5683	8989	58114
5	7103	9260	6440	8969	6859	8555	6354	10034	63574
6	7017	8968	6034	6956	6664	8579	6020	8432	58670
7	6374	8844	6541	4944	6379	9147	6241	6343	54813
8	6924	8213	5472	5472	6792	7833	4997	5873	51576
9	7367	9012	6792	6523	6857	8879	6392	8080	59902
10	7177	8907	6453	6763	6904	8754	6200	8181	59339
11	5012	7234	5381	4087	4696	7781	4964	5014	44169
12	6788	8672	6447	6384	6539	8653	6284	7980	57747
13	3957	5748	3958	6017	3995	5971	4560	10251	44457
14	12646	17503	12270	11480	11865	18532	13025	16350	113671
15	11706	11458	10628	11315	11294	12272	12225	16031	96929
16	13079	18420	12398	11314	12620	18664	12234	15166	113895
17	10689	11254	8549	9817	10063	11460	9706	13138	84676
18	7972	8005	6785	9124	7485	8548	8280	13248	69447
total	140344	175981	126869	141689	134117	176064	129759	181920	1206740

Datos de la provincia de Sevilla.

B.2.3 La Comunidad Autónoma de Canarias

Las áreas pequeñas (d) de Las Palmas presentan las siguiente características:

d	N_d	M_d	\bar{Y}_d	S_Y	R_d	\bar{X}_{d1}	\bar{X}_{d2}	X_{d0}
1	67165	32293	0.159	0.365	0.330	0.161	41.36	15948
2	48212	23001	0.138	0.345	0.289	0.157	40.93	7932
3	86479	42586	0.111	0.314	0.225	0.135	41.86	12627
4	74103	37641	0.155	0.362	0.305	0.168	39.66	13857
5	94558	47378	0.155	0.362	0.309	0.164	40.14	18124
6	71173	39340	0.179	0.384	0.325	0.173	37.98	12686
7	59601	36819	0.168	0.374	0.272	0.154	37.33	9267
8	25322	15783	0.118	0.323	0.190	0.139	38.15	3634
9	47622	26961	0.109	0.312	0.193	0.124	38.63	8544
total	574235	301802	0.146	0.629	0.278	0.155	39.77	102619

Datos de la provincia de Las Palmas.

Las áreas pequeñas (d) de Santa Cruz de Tenerife presentan las siguiente características:

d	N_d	M_d	\bar{Y}_d	S_Y	R_d	\bar{X}_{d1}	\bar{X}_{d2}	X_{d0}
1	72633	38709	0.146	0.354	0.275	0.126	40.44	10145
2	81040	40108	0.119	0.323	0.239	0.114	42.30	9514
3	82521	42949	0.132	0.338	0.253	0.123	40.05	13498
4	65125	32203	0.134	0.340	0.270	0.119	41.08	9983
5	74141	36366	0.146	0.353	0.297	0.124	40.50	13205
6	61459	34398	0.125	0.331	0.224	0.101	40.98	6919
7	67069	29839	0.122	0.327	0.273	0.113	43.90	10577
8	46424	25001	0.162	0.368	0.300	0.122	42.02	7861
total	550412	279573	0.134	0.595	0.265	0.118	41.35	81702

Datos de la provincia de Santa Cruz de Tenerife.

Para la variable de agrupación H obtenemos los siguientes resultados:

d	N_{dH_1}	N_{dH_2}	N_{dH_3}	N_{dH_4}	N_{dH_5}	N_{dH_6}	N_{dH_7}	N_{dH_8}	total
1	8298	9887	6919	8642	7997	9380	6768	9274	67165
2	6068	7249	4995	5910	5813	6879	4943	6355	48212
3	9088	13178	9500	9692	8916	13386	10095	12624	86479
4	9239	11679	8050	7075	9022	11772	8332	8934	74103
5	11238	15639	9953	9657	10662	15456	9965	11988	94558
6	10161	11710	7306	6387	9586	11908	7174	6941	71173
7	8292	10844	6220	5003	7973	10457	5614	5198	59601
8	3211	4927	2588	2447	3164	4451	2206	2328	25322
9	6107	8533	5277	4359	5837	8044	4747	4718	47622
total	71702	93646	60808	59172	68970	91733	59844	68360	574235

Datos de la provincia de Las Palmas.

d	N_{dH_1}	N_{dH_2}	N_{dH_3}	N_{dH_4}	N_{dH_5}	N_{dH_6}	N_{dH_7}	N_{dH_8}	total
1	8494	11433	7791	7311	8015	11845	8344	9400	72633
2	8941	11444	8570	9553	8603	11845	9674	12410	81040
3	9735	13277	8890	8320	9478	13743	9001	10077	82521
4	7462	9868	7308	7554	7238	10169	7104	8422	65125
5	9131	11060	8286	7926	8977	11003	8109	9649	74141
6	6820	9944	6688	7141	6794	9939	6328	7805	61459
7	7151	9275	6908	9548	6787	9047	6715	11638	67069
8	5357	6985	5060	5877	5140	6469	4911	6625	46424
total	63091	83286	59501	63230	61032	84060	60186	76026	550412

Datos de la provincia de Santa Cruz de Tenerife.

B.2.4 La Comunidad Autónoma de Galicia

Las áreas pequeñas (d) de La Coruña presentan las siguiente características:

d	N_d	M_d	\bar{Y}_d	S_Y	R_d	\bar{X}_{d1}	\bar{X}_{d2}	X_{d0}
1	80538	35247	0.086	0.280	0.197	0.074	46.65	9165
2	72339	31531	0.110	0.313	0.252	0.088	45.46	11485
3	67359	32022	0.064	0.244	0.134	0.057	47.51	6686
4	35152	16876	0.054	0.226	0.113	0.062	47.94	2154
5	79776	42860	0.100	0.300	0.186	0.077	42.61	10945
6	70946	35623	0.090	0.286	0.180	0.074	45.04	8931
7	75854	38851	0.090	0.286	0.176	0.075	43.74	10697
8	67368	36159	0.095	0.293	0.176	0.081	42.49	8961
9	54614	27353	0.070	0.256	0.141	0.062	45.80	4228
10	74877	35231	0.083	0.276	0.177	0.068	44.23	9393
11	69542	32522	0.075	0.263	0.159	0.064	45.45	7245
12	61548	32667	0.062	0.242	0.117	0.057	45.39	6059
13	63631	32828	0.062	0.241	0.120	0.051	45.59	6464
total	873544	429770	0.082	0.470	0.167	0.069	45.07	102413

Datos de la provincia de La Coruña.

Las áreas pequeñas (d) de Lugo presentan las siguiente características:

d	N_d	M_d	\bar{Y}_d	S_Y	R_d	\bar{X}_{d1}	\bar{X}_{d2}	X_{d0}
1	65755	33753	0.078	0.268	0.152	0.052	45.09	7478
2	70351	34341	0.048	0.214	0.099	0.036	48.36	5857
3	60903	32587	0.053	0.223	0.098	0.042	49.49	4583
4	60218	31217	0.047	0.212	0.091	0.043	50.92	5054
5	60575	28934	0.062	0.241	0.130	0.044	51.98	6560
total	317802	160832	0.058	0.392	0.114	0.043	49.07	29532

Datos de la provincia de Lugo.

Las áreas pequeñas (d) de Orense presentan las siguiente características:

d	N_d	M_d	\bar{Y}_d	S_Y	R_d	\bar{X}_{d1}	\bar{X}_{d2}	X_{d0}
1	73193	34919	0.057	0.232	0.120	0.060	51.40	7785
2	65705	29930	0.060	0.237	0.131	0.058	50.69	5957
3	80416	40834	0.086	0.281	0.170	0.075	44.20	11295
4	72989	31104	0.061	0.239	0.143	0.061	50.78	7316
total	292303	136787	0.067	0.406	0.143	0.064	49.10	32353

Datos de la provincia de Orense.

Las áreas pequeñas (d) de Pontevedra presentan las siguiente características:

d	N_d	M_d	\bar{Y}_d	S_Y	R_d	\bar{X}_{d1}	\bar{X}_{d2}	X_{d0}
1	69063	36603	0.102	0.303	0.193	0.096	42.28	8342
2	63080	33452	0.122	0.327	0.230	0.108	41.13	8775
3	63724	32364	0.113	0.317	0.223	0.105	42.98	12873
4	70275	34860	0.115	0.320	0.233	0.095	42.52	13811
5	70052	34505	0.080	0.271	0.163	0.086	43.84	7711
6	71202	32816	0.081	0.273	0.175	0.081	43.74	9933
7	68245	33173	0.095	0.293	0.196	0.088	45.15	9210
8	72318	35795	0.089	0.285	0.181	0.083	43.15	9156
9	73411	36623	0.098	0.297	0.197	0.092	43.67	10683
10	72678	34720	0.062	0.242	0.130	0.075	48.20	6674
total	694048	344911	0.095	0.514	0.192	0.090	43.71	97168

Datos de la provincia de Pontevedra.

Para la variable de agrupación H obtenemos los siguientes resultados:

d	N_{dH_1}	N_{dH_2}	N_{dH_3}	N_{dH_4}	N_{dH_5}	N_{dH_6}	N_{dH_7}	N_{dH_8}	total
1	6777	10041	9116	13094	6330	9849	8980	16351	80538
2	6533	8743	7857	10524	6477	9253	8574	14378	72339
3	5347	8504	7280	11483	5057	8133	7156	14399	67359
4	2916	4721	3431	6504	2739	3742	3174	7925	35152
5	8014	10739	9689	9488	7970	11631	10441	11804	79776
6	6463	8721	7957	9399	6361	9664	8829	13552	70946
7	7470	9272	8897	9307	7391	10733	9896	12888	75854
8	6631	9818	7355	7465	6709	10825	7976	10589	67368
9	4784	7306	6021	7796	4630	6953	6029	11095	54614
10	7784	10188	8276	10005	7238	9431	8128	13827	74877
11	6441	9421	7889	9706	6199	8442	7602	13842	69542
12	5194	8502	7115	9091	5063	8253	6896	11434	61548
13	5896	8575	7239	9635	5407	7667	7030	12182	63631
total	80250	114551	98122	123497	77571	114576	100711	164266	873544

Datos de la provincia de La Coruña.

d	N_{dH_1}	N_{dH_2}	N_{dH_3}	N_{dH_4}	N_{dH_5}	N_{dH_6}	N_{dH_7}	N_{dH_8}	total
1	5527	8732	7087	9382	5620	9566	7635	12206	65755
2	5355	8437	7571	12542	5232	7965	7270	15979	70351
3	4303	7723	5893	12547	4012	6161	5854	14410	60903
4	3889	7070	6057	13622	3611	5742	5415	14812	60218
5	3786	6357	5571	13908	3504	5712	5609	16128	60575
total	22860	38319	32179	62001	21979	35146	31783	73535	317802

Datos de la provincia de Lugo.

d	N_{dH_1}	N_{dH_2}	N_{dH_3}	N_{dH_4}	N_{dH_5}	N_{dH_6}	N_{dH_7}	N_{dH_8}	total
1	4995	7041	7260	15060	4642	6514	7491	20190	73193
2	4639	7276	6397	13970	4322	6346	6073	16682	65705
3	7394	10161	9183	10830	7510	11579	10008	13751	80416
4	5073	7505	7377	15638	4697	6801	7205	18693	72989
total	22101	31983	30217	55498	21171	31240	30777	69316	292303

Datos de la provincia de Orense.

d	N_{dH_1}	N_{dH_2}	N_{dH_3}	N_{dH_4}	N_{dH_5}	N_{dH_6}	N_{dH_7}	N_{dH_8}	total
1	7033	9664	7951	7407	6865	10952	8736	10455	69063
2	7369	8727	7820	6418	6986	9431	7782	8547	63080
3	6738	8293	7050	7604	6560	9141	7762	10576	63724
4	7649	9942	7798	8176	7377	10059	7977	11297	70275
5	6955	9509	7478	8366	6784	10191	7957	12812	70052
6	7523	9723	7917	9173	7069	9523	7699	12575	71202
7	6572	8850	7190	9450	6446	8590	7242	13905	68245
8	7911	10020	8011	9078	7389	9867	8046	11996	72318
9	7787	10004	7854	9507	7326	9938	8074	12921	73411
10	5736	8526	7690	12406	5598	8131	7852	16739	72678
total	71273	93258	76759	87585	68400	95823	79127	121823	694048

Datos de la provincia de Pontevedra.

B.2.5 La Comunidad Autónoma de Madrid

d	N_d	M_d	\bar{Y}_d	S_Y	R_d	\bar{X}_{d1}	\bar{X}_{d2}	X_{d0}
1	42419	22702	0.062	0.241	0.116	0.066	42.93	3759
2	51097	30641	0.075	0.264	0.125	0.079	38.50	5436
3	68284	39489	0.072	0.258	0.124	0.076	38.17	5810
4	68297	38616	0.096	0.295	0.170	0.099	38.07	11375
5	52332	28486	0.088	0.283	0.161	0.092	39.68	8597
6	62696	36814	0.090	0.287	0.154	0.094	38.45	8968
7	68993	42706	0.090	0.286	0.145	0.094	37.69	11039
8	59634	34698	0.072	0.258	0.123	0.076	40.16	6088
9	70077	34957	0.072	0.259	0.145	0.076	42.47	8054
10	65732	38009	0.092	0.289	0.160	0.096	37.89	10683
11	106752	57533	0.084	0.278	0.156	0.087	39.63	14190
12	67568	37165	0.086	0.280	0.156	0.089	39.69	10685
13	61346	34822	0.091	0.287	0.159	0.094	38.82	9483
14	106991	57671	0.084	0.278	0.156	0.087	39.76	18138
15	59973	35210	0.092	0.289	0.157	0.096	37.54	10374
16	73349	41439	0.089	0.284	0.157	0.094	38.54	11009
17	53355	31948	0.091	0.288	0.152	0.097	36.70	5236
18	45661	29130	0.103	0.304	0.161	0.110	34.72	4123
19	46623	24324	0.065	0.246	0.124	0.068	42.56	5334
20	70783	38845	0.057	0.232	0.104	0.060	39.01	4613
21	44185	24885	0.061	0.239	0.108	0.064	39.15	2938
22	51771	28055	0.067	0.250	0.123	0.070	41.35	4910
23	116700	58819	0.081	0.273	0.161	0.077	48.49	10105
24	97764	49834	0.069	0.253	0.135	0.067	46.41	8579
25	105552	52784	0.058	0.234	0.116	0.057	45.03	6357
26	132623	62919	0.059	0.236	0.124	0.057	47.49	7450
27	120266	60054	0.059	0.236	0.119	0.058	44.40	7172
28	125496	62168	0.070	0.256	0.142	0.069	46.27	9671
29	137332	64928	0.057	0.232	0.121	0.055	47.93	7484
30	74163	39710	0.065	0.247	0.122	0.067	41.60	5425
31	86617	47878	0.064	0.244	0.115	0.066	41.54	6168
32	86022	42926	0.061	0.240	0.123	0.061	44.69	6075
33	118504	59432	0.077	0.266	0.153	0.075	44.56	11457
34	107929	55960	0.073	0.260	0.141	0.075	41.55	10647
35	101659	51275	0.079	0.270	0.157	0.078	45.29	10159
36	92559	47980	0.082	0.274	0.158	0.082	43.13	9568
37	99496	49996	0.088	0.283	0.175	0.087	44.51	10351
38	85267	43598	0.093	0.290	0.181	0.092	43.48	10059
39	97650	49260	0.082	0.275	0.163	0.082	44.64	11413
40	87856	46908	0.075	0.263	0.140	0.075	42.66	8829
41	94196	48865	0.066	0.248	0.127	0.065	43.97	8704
42	93219	48210	0.072	0.258	0.139	0.072	44.62	8375
43	74365	39596	0.077	0.266	0.144	0.077	42.11	6677
44	60943	33705	0.069	0.254	0.125	0.072	40.12	5581
45	102165	52366	0.084	0.277	0.163	0.085	42.71	11846
46	77139	43163	0.084	0.277	0.150	0.086	40.68	8798
47	105764	54534	0.087	0.282	0.169	0.087	44.07	11173
total	3879160	2055010	0.076	0.436	0.143	0.077	42.50	398965

Datos de la provincia de Madrid.

d	N_{dH_1}	N_{dH_2}	N_{dH_3}	N_{dH_4}	N_{dH_5}	N_{dH_6}	N_{dH_7}	N_{dH_8}	total
1	4248	6807	4592	5806	4015	6390	4240	6321	42419
2	5645	9144	6853	3993	5345	9789	6169	4159	51097
3	8272	10231	10586	4577	7956	11614	9926	5122	68284
4	8621	11332	9042	5064	8204	11891	8522	5621	68297
5	6138	8283	6644	4870	5879	8600	6490	5428	52332
6	7299	10719	8432	4839	6931	11536	7580	5360	62696
7	6754	14013	9244	4242	6570	15230	8153	4787	68993
8	5747	11421	6643	6013	5682	11581	5880	6667	59634
9	7197	10866	7523	8925	7040	10690	7310	10526	70077
10	7661	11925	8683	4493	7474	12591	7659	5246	65732
11	14053	13105	16344	9256	13488	13778	15992	10736	106752
12	8459	7921	11577	5380	7982	9157	10791	6301	67568
13	8089	8661	8962	4781	7647	8843	8813	5550	61346
14	14121	12447	17151	8762	13336	13550	17245	10379	106991
15	6091	11491	8627	3248	6109	12810	7526	4071	59973
16	8215	11702	11260	4750	8011	13295	10326	5790	73349
17	5251	12372	6277	2780	5301	12859	5230	3285	53355
18	3469	13762	4072	1455	3816	14012	3332	1743	45661
19	4849	6993	5663	5995	4540	6831	5272	6480	46623
20	8871	9443	10695	5585	8518	11104	10583	5984	70783
21	4657	7537	6070	3579	4483	8380	5580	3899	44185
22	5201	8597	5849	5937	5120	8661	5630	6776	51771
23	8371	15718	9393	17378	8095	15910	10920	30915	116700
24	7656	12869	8777	14087	7860	14281	10704	21530	97764
25	10309	12811	10762	14056	9737	14079	13021	20777	105552
26	10674	16283	10841	19580	10822	17553	14523	32347	132623
27	11626	15549	11409	16231	11154	17337	14509	22451	120266
28	10860	16005	10482	19292	10761	16987	13238	27871	125496
29	11041	16618	11125	20417	10943	18010	14547	34631	137332
30	8358	9955	8829	8502	8208	10624	9480	10207	74163
31	9802	10554	11869	8840	9447	12070	12822	11213	86617
32	8497	10914	8435	11924	8092	11499	10216	16445	86022
33	12323	15061	11154	17622	11392	14977	13312	22663	118504
34	14226	11893	14162	11874	13192	12259	16307	14016	107929
35	9522	13237	9022	15589	9198	13364	10833	20894	101659
36	10193	11729	9994	12391	9859	11671	11540	15182	92559
37	10080	13242	8725	15363	9809	12734	10070	19473	99496
38	9135	11964	7602	12593	8904	11132	8372	15565	85267
39	9301	13863	8810	14238	8960	13502	9777	19199	97650
40	10415	10927	9279	11517	9573	11055	11265	13825	87856
41	9320	12265	9424	12637	8912	13359	11378	16901	94196
42	9027	11995	8944	13788	8639	12244	10841	17741	93219
43	8549	9540	8817	8891	7985	9959	9681	10943	74365
44	7227	8053	8926	5510	6935	8916	9027	6349	60943
45	11486	13884	10416	14033	10835	13247	11793	16471	102165
46	8799	11820	9112	8139	8480	11810	9367	9612	77139
47	10662	14920	9236	16294	9929	14199	10432	20092	105764
total	406367	550441	436334	455116	391168	575970	466224	597544	3879160

Datos de la provincia de Madrid.

B.3 Resultados de la simulación SD1–MF1

El tiempo de ejecución de 10000 replicaciones ha sido de 7 horas, 5 minutos y 59 segundos. Para cada medida de eficiencia los mejores resultados se imprimen en negrita. En las siguientes subapartados se muestran los resultados obtenidos en las provincias de Alicante, Castellón y Valencia.

B.3.1 Resultados de la simulación SD1–MF1 para Alicante

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	99.847	15.213	19.101	99.847	15.213	19.101
2	99.831	16.904	21.089	99.831	16.904	21.089
3	99.586	15.402	19.250	99.586	15.402	19.250
4	99.743	16.695	20.935	99.743	16.695	20.935
5	99.956	17.068	21.426	99.956	17.068	21.426
6	99.278	25.765	32.224	99.278	25.765	32.224
7	99.692	20.660	25.766	99.692	20.660	25.766
8	99.827	12.082	15.213	99.827	12.082	15.213
9	100.100	8.662	10.912	100.100	8.662	10.912
10	99.866	14.059	17.629	99.866	14.059	17.629
11	99.345	15.430	19.328	99.345	15.430	19.328
12	99.844	10.819	13.560	99.844	10.819	13.560
13	99.689	13.679	17.245	99.689	13.679	17.245
14	99.927	17.449	21.972	99.927	17.449	21.972
15	100.204	19.073	24.031	100.204	19.073	24.031
media	99.782	15.931	19.979	99.782	15.931	19.979

Estimador 1

Estimador 2

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	101.163	17.789	22.720	100.503	17.266	22.099
2	101.541	19.951	25.652	101.679	20.154	25.884
3	100.656	18.065	23.130	101.104	18.104	23.100
4	101.140	19.371	24.772	101.258	19.283	24.641
5	101.423	19.964	25.573	101.111	20.274	25.652
6	100.677	28.233	36.383	101.387	28.759	37.042
7	101.785	24.156	31.132	101.698	24.003	30.977
8	100.793	14.502	18.453	100.843	14.688	18.742
9	101.383	12.857	16.450	100.887	12.820	16.392
10	101.187	16.859	21.609	100.925	16.567	21.193
11	100.870	18.595	23.607	101.453	18.513	23.946
12	100.891	14.139	18.006	101.060	14.045	18.012
13	101.337	17.099	22.023	101.369	17.071	21.877
14	101.168	20.173	25.840	101.076	20.198	25.841
15	102.108	22.570	29.067	101.503	22.161	28.599
media	101.208	18.955	24.294	101.190	18.927	24.266

Estimador 3(g)

Estimador 3(h)

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	126.559	26.863	31.365	124.296	24.732	29.245
2	105.551	13.272	17.571	105.538	13.391	17.681
3	120.273	21.141	25.933	121.004	21.928	26.771
4	132.840	32.976	37.636	133.090	33.235	37.823
5	116.856	18.741	23.908	117.416	19.422	24.771
6	192.071	92.071	97.731	190.983	90.983	96.861
7	130.736	31.307	37.824	129.868	30.506	36.996
8	102.146	9.771	12.585	102.148	9.764	12.484
9	50.095	49.905	50.299	50.312	49.688	50.079
10	99.747	10.464	13.285	100.249	10.446	13.279
11	98.033	11.926	15.006	98.533	11.938	15.105
12	74.837	25.291	26.936	75.531	24.627	26.336
13	90.069	13.900	16.521	89.733	14.010	16.644
14	141.277	41.330	46.091	140.910	40.965	45.660
15	121.639	23.273	29.414	120.884	22.629	28.581
media	113.515	28.149	32.140	113.366	27.884	31.888

Estimador 4(g)

Estimador 4(h)

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	76.885	23.338	25.106	118.915	19.809	24.263
2	73.230	27.094	29.074	103.840	12.563	16.500
3	71.726	28.347	29.796	108.578	12.607	16.534
4	78.775	21.726	23.717	121.762	22.474	27.190
5	73.546	26.661	28.447	109.411	13.725	18.130
6	98.191	13.067	16.450	166.742	66.745	72.345
7	75.442	25.281	27.563	120.405	22.278	28.532
8	70.709	29.311	30.465	103.363	9.688	12.602
9	51.801	48.199	48.646	65.556	34.457	35.394
10	69.426	30.607	31.886	100.449	10.199	13.019
11	72.725	27.505	29.385	101.592	11.770	15.212
12	63.461	36.541	37.427	83.910	17.057	19.232
13	69.040	31.034	32.528	94.669	11.915	14.568
14	87.050	15.280	17.826	130.327	30.598	35.454
15	78.362	22.571	25.023	118.077	20.317	26.201
media	74.025	27.104	28.889	109.840	21.080	25.012

Estimador 5

Estimador 6

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	101.008	14.758	18.734	101.008	14.758	18.734
2	101.431	16.223	20.897	101.431	16.223	20.897
3	100.879	15.194	19.487	100.879	15.194	19.487
4	100.913	16.026	20.411	100.913	16.026	20.411
5	101.440	16.437	21.061	101.440	16.437	21.061
6	100.839	23.698	30.357	100.839	23.698	30.357
7	101.763	20.312	26.064	101.763	20.312	26.064
8	100.829	12.114	15.392	100.829	12.114	15.392
9	101.262	10.954	14.011	101.262	10.954	14.011
10	101.053	13.787	17.637	101.053	13.787	17.637
11	101.108	15.143	19.262	101.108	15.143	19.262
12	100.949	11.807	15.105	100.949	11.807	15.105
13	101.220	14.105	18.102	101.220	14.105	18.102
14	101.173	16.955	21.661	101.173	16.955	21.661
15	101.974	18.356	23.578	101.974	18.356	23.578
media	101.189	15.725	20.117	101.189	15.725	20.117

Estimador 7

Estimador 8

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	101.008	14.758	18.734	69.505	30.554	31.794
2	101.430	16.222	20.896	66.366	33.744	35.269
3	100.879	15.193	19.487	65.016	34.986	36.031
4	100.913	16.026	20.411	71.303	28.817	30.320
5	101.439	16.437	21.061	67.076	32.973	34.398
6	100.838	23.697	30.357	88.344	15.753	18.537
7	101.762	20.312	26.064	68.221	31.942	33.673
8	100.829	12.113	15.391	64.177	35.823	36.641
9	101.261	10.954	14.011	47.033	52.967	53.310
10	101.053	13.787	17.636	62.817	37.184	38.055
11	101.108	15.143	19.262	65.596	34.467	35.830
12	100.948	11.807	15.105	57.525	42.475	43.128
13	101.219	14.105	18.101	62.288	37.715	38.804
14	101.172	16.955	21.661	78.840	21.751	23.913
15	101.974	18.356	23.578	70.833	29.324	31.204
media	101.189	15.724	20.117	66.996	33.365	34.727

Estimador 9

Estimador 9 (synthetic)

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	101.008	14.758	18.734	102.289	17.843	22.726
2	101.430	16.222	20.896	101.816	19.320	24.539
3	100.879	15.194	19.487	101.573	17.900	22.841
4	100.913	16.026	20.411	102.649	19.499	24.895
5	101.439	16.437	21.061	102.265	19.650	24.942
6	100.838	23.697	30.357	105.762	29.249	38.001
7	101.762	20.312	26.064	103.556	24.009	30.782
8	100.829	12.113	15.391	100.870	14.198	17.928
9	101.261	10.954	14.011	98.894	11.153	13.891
10	101.053	13.787	17.636	101.123	16.332	20.709
11	101.108	15.143	19.262	100.783	17.881	22.455
12	100.948	11.807	15.105	99.674	13.128	16.431
13	101.219	14.105	18.101	100.764	16.238	20.572
14	101.172	16.955	21.661	103.256	20.559	26.337
15	101.974	18.356	23.578	103.234	22.317	28.503
media	101.189	15.724	20.117	101.901	18.618	23.703

Estimador 10

Estimador 11(g)

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	101.561	17.255	21.989	99.057	13.586	17.065
2	101.991	19.510	24.714	98.862	14.803	18.735
3	102.135	18.020	22.894	98.308	13.912	17.541
4	102.767	19.411	24.711	98.991	14.711	18.580
5	102.070	20.004	25.169	98.943	15.029	19.025
6	106.568	29.721	38.711	100.377	21.717	27.606
7	103.383	23.819	30.591	98.783	18.254	23.150
8	100.907	14.357	18.178	98.629	11.121	13.960
9	98.448	11.179	13.920	97.712	9.875	12.293
10	100.944	16.072	20.364	98.567	12.715	16.006
11	101.320	17.767	22.627	98.681	13.881	17.351
12	99.843	13.032	16.364	98.255	10.824	13.571
13	100.782	16.235	20.467	98.544	12.846	16.192
14	103.113	20.617	26.323	99.932	15.638	19.818
15	102.611	21.879	28.048	99.674	16.713	21.178
media	101.896	18.592	23.671	98.888	14.375	18.138

Estimador 11(h)

Estimador 12

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	101.922	15.787	20.101	102.025	16.056	20.415
2	101.885	18.327	23.265	102.231	18.665	23.706
3	101.888	16.355	20.743	101.984	16.192	20.581
4	102.446	17.130	21.811	102.648	17.099	21.641
5	102.228	17.834	22.677	101.971	17.981	22.759
6	106.558	25.813	33.038	106.757	25.749	32.914
7	103.336	20.991	26.607	103.456	20.895	26.586
8	100.796	13.399	16.869	100.792	13.516	16.996
9	98.912	12.948	16.102	98.570	13.034	16.086
10	101.084	15.431	19.495	100.996	15.631	19.708
11	101.048	17.178	21.710	100.945	16.886	21.371
12	99.890	13.497	16.775	99.930	13.302	16.635
13	100.605	15.641	19.692	100.871	15.756	19.774
14	103.527	17.971	23.039	103.556	18.206	23.312
15	102.963	19.687	25.119	103.076	19.766	25.218
media	101.939	17.199	21.803	101.987	17.249	21.847

Estimador 13(g)

Estimador 13(h)

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	101.144	15.178	19.298	101.144	15.178	19.298
2	101.527	16.508	21.266	101.527	16.508	21.266
3	100.985	15.457	19.878	100.985	15.457	19.878
4	101.087	16.416	20.934	101.087	16.416	20.934
5	101.526	16.712	21.454	101.526	16.712	21.454
6	101.154	24.325	31.227	101.154	24.325	31.227
7	101.989	20.748	26.682	101.989	20.748	26.682
8	100.907	12.397	15.768	100.907	12.397	15.768
9	101.325	11.125	14.236	101.325	11.125	14.236
10	101.171	14.047	18.007	101.171	14.047	18.007
11	101.215	15.405	19.620	101.215	15.405	19.620
12	100.980	11.997	15.337	100.980	11.997	15.337
13	101.310	14.389	18.474	101.310	14.389	18.474
14	101.267	17.292	22.111	101.267	17.292	22.111
15	102.165	18.824	24.203	102.165	18.824	24.203
media	101.317	16.055	20.566	101.317	16.055	20.566

Estimador 14

Estimador 15

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	118.915	19.809	24.263	118.915	19.809	24.263
2	103.840	12.563	16.500	103.840	12.563	16.500
3	108.578	12.607	16.534	108.578	12.607	16.534
4	121.762	22.474	27.190	121.762	22.474	27.190
5	109.411	13.725	18.130	109.411	13.725	18.130
6	166.742	66.745	72.345	166.742	66.745	72.345
7	120.405	22.278	28.532	120.405	22.278	28.532
8	103.363	9.688	12.602	103.363	9.688	12.602
9	65.556	34.457	35.394	65.555	34.457	35.394
10	100.449	10.199	13.019	100.449	10.199	13.019
11	101.592	11.770	15.212	101.592	11.770	15.212
12	83.910	17.057	19.232	83.910	17.057	19.232
13	94.669	11.915	14.568	94.669	11.915	14.568
14	130.327	30.598	35.454	130.327	30.598	35.454
15	118.077	20.317	26.201	118.077	20.317	26.201
media	109.840	21.080	25.012	109.840	21.080	25.012

Estimador 16

Estimador 17

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	100.977	15.013	19.143	100.648	14.732	18.797
2	101.311	16.481	21.253	101.461	16.613	21.407
3	100.839	15.471	19.877	101.086	15.508	19.699
4	100.892	16.301	20.786	101.073	16.101	20.560
5	101.308	16.702	21.440	101.233	17.172	21.690
6	100.180	23.791	30.592	100.699	24.186	30.898
7	101.629	20.550	26.403	101.327	20.178	26.064
8	100.821	12.347	15.728	100.924	12.513	15.927
9	101.377	11.323	14.496	101.095	11.181	14.431
10	100.988	13.989	17.929	100.805	13.582	17.311
11	100.995	15.340	19.544	101.386	15.322	19.753
12	100.968	12.002	15.362	101.082	11.967	15.326
13	101.179	14.371	18.454	101.220	14.322	18.371
14	100.944	17.086	21.815	101.115	17.233	22.022
15	101.802	18.661	24.008	101.308	18.456	23.748
media	101.081	15.962	20.455	101.097	15.938	20.400

Estimador 18(g)

Estimador 18(h)

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	100.977	15.013	19.143	100.648	14.732	18.797
2	101.311	16.481	21.253	101.461	16.613	21.407
3	100.839	15.471	19.877	101.086	15.508	19.699
4	100.892	16.301	20.786	101.073	16.101	20.560
5	101.308	16.702	21.440	101.233	17.172	21.690
6	100.180	23.791	30.592	100.699	24.186	30.898
7	101.629	20.550	26.403	101.327	20.178	26.064
8	100.821	12.347	15.728	100.924	12.513	15.927
9	101.377	11.323	14.496	101.095	11.181	14.431
10	100.988	13.989	17.929	100.805	13.582	17.311
11	100.995	15.340	19.544	101.386	15.322	19.753
12	100.968	12.002	15.362	101.082	11.967	15.326
13	101.179	14.371	18.454	101.220	14.322	18.371
14	100.944	17.086	21.815	101.115	17.233	22.022
15	101.802	18.661	24.008	101.308	18.456	23.748
media	101.081	15.962	20.455	101.097	15.938	20.400

Estimador 19(g)

Estimador 19(h)

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	101.424	10.923	13.958	118.230	19.288	24.050
2	106.161	13.424	17.785	112.229	16.541	21.933
3	96.167	11.123	13.715	144.359	44.389	48.534
4	103.962	11.835	15.457	94.587	11.942	14.532
5	100.227	11.445	14.536	113.777	16.866	22.062
6	125.271	27.280	34.611	109.959	15.906	21.129
7	97.777	13.751	17.415	82.807	19.366	22.193
8	98.256	9.561	11.980	97.871	9.872	12.228
9	99.197	11.215	14.100	99.306	9.245	11.792
10	97.742	10.487	13.140	93.342	11.504	13.911
11	108.048	13.770	18.269	86.443	16.363	19.019
12	106.354	12.139	15.900	85.451	15.993	18.249
13	106.286	12.784	16.945	108.363	13.550	17.875
14	117.933	19.791	24.907	105.287	12.463	16.499
15	105.506	13.814	18.238	86.088	16.839	19.578
media	104.687	13.556	17.397	102.540	16.675	20.239

Estimador 20

Estimador 21(a)

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	111.879	14.330	18.663	118.230	19.288	24.050
2	106.847	13.978	18.454	112.229	16.541	21.933
3	104.674	11.357	14.742	144.359	44.389	48.534
4	114.803	16.883	21.676	94.587	11.942	14.532
5	107.979	13.559	17.911	113.777	16.866	22.062
6	142.240	42.365	48.292	109.959	15.906	21.129
7	109.842	15.396	20.582	82.807	19.366	22.193
8	103.315	10.030	12.829	97.871	9.872	12.228
9	75.706	24.461	26.139	99.306	9.245	11.792
10	101.109	10.256	12.980	93.342	11.504	13.911
11	105.594	12.972	17.031	86.443	16.363	19.019
12	92.612	11.752	14.179	85.451	15.993	18.249
13	100.255	11.463	14.620	108.363	13.550	17.875
14	126.962	27.363	32.612	105.287	12.463	16.499
15	114.019	17.473	22.651	86.088	16.839	19.578
media	107.856	16.909	20.891	102.540	16.675	20.239

Estimador 21(b)

Estimador 21(a) sintético

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	111.879	14.330	18.663	98.528	10.538	13.287
2	106.847	13.978	18.454	89.755	16.223	19.352
3	104.674	11.357	14.742	93.934	12.639	15.394
4	114.803	16.883	21.676	100.426	11.480	14.666
5	107.979	13.559	17.911	93.476	13.935	16.962
6	142.240	42.365	48.292	129.988	30.693	37.360
7	109.842	15.396	20.582	101.807	14.194	18.469
8	103.315	10.030	12.829	89.931	12.994	15.383
9	75.706	24.461	26.139	82.622	19.303	22.056
10	101.109	10.256	12.980	88.643	14.661	17.326
11	105.594	12.972	17.031	88.280	16.289	19.256
12	92.612	11.752	14.179	82.367	19.201	21.783
13	100.255	11.463	14.620	85.431	17.562	20.486
14	126.962	27.363	32.612	102.120	12.338	15.931
15	114.019	17.473	22.651	97.492	13.795	17.424
media	107.856	16.909	20.891	94.987	15.723	19.009

Estimador 21(b) sintético

Estimador 22

B.3.2 Resultados de la simulación SD1–MF1 para Castellón

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	100.005	8.245	10.388	100.005	8.245	10.388
2	99.610	13.951	17.493	99.610	13.951	17.493
3	99.559	22.024	27.474	99.559	22.024	27.474
4	100.026	8.837	11.076	100.026	8.837	11.076
5	100.101	14.852	18.620	100.101	14.852	18.620
media	99.860	13.582	17.010	99.860	13.582	17.010

Estimador 1

Estimador 2

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	100.182	8.985	11.262	100.035	8.845	11.134
2	100.156	15.400	19.400	100.700	15.175	19.207
3	101.288	25.311	32.396	101.175	25.017	32.147
4	100.364	9.772	12.289	100.106	9.540	11.986
5	100.762	16.099	20.437	100.698	16.089	20.389
media	100.551	15.114	19.157	100.543	14.933	18.972

Estimador 3(g)

Estimador 3(h)

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	98.124	6.413	7.971	98.267	6.303	7.860
2	109.027	11.655	14.850	108.783	11.431	14.577
3	106.907	14.204	18.851	106.103	13.906	18.388
4	89.936	10.797	12.538	89.975	10.750	12.419
5	125.258	25.394	28.644	124.962	25.099	28.271
media	105.850	13.693	16.571	105.618	13.498	16.303

Estimador 4(g)

Estimador 4(h)

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	45.493	54.507	54.621	93.876	7.453	8.973
2	54.741	45.259	45.628	116.609	17.195	20.420
3	50.776	49.226	49.930	115.092	18.258	23.869
4	46.015	53.985	54.119	91.217	9.482	11.085
5	53.588	46.412	46.757	122.707	22.861	25.907
media	50.123	49.878	50.211	107.900	15.050	18.051

Estimador 5

Estimador 6

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	100.069	7.609	9.558	100.069	7.609	9.558
2	100.180	12.939	16.331	100.180	12.939	16.331
3	101.019	21.429	27.375	101.019	21.429	27.375
4	100.376	8.230	10.323	100.376	8.230	10.323
5	100.677	13.762	17.374	100.677	13.762	17.374
media	100.464	12.794	16.192	100.464	12.794	16.192

Estimador 7

Estimador 8

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	100.069	7.608	9.558	42.144	57.856	57.956
2	100.180	12.938	16.331	50.582	49.419	49.729
3	101.016	21.428	27.374	47.044	52.956	53.516
4	100.376	8.230	10.323	42.513	57.487	57.613
5	100.676	13.762	17.374	49.585	50.415	50.714
media	100.463	12.793	16.192	46.373	53.627	53.906

Estimador 9

Estimador 9 (sintético)

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	100.069	7.608	9.558	100.149	8.887	11.126
2	100.180	12.938	16.331	100.420	15.193	19.077
3	101.016	21.428	27.374	101.599	24.412	30.920
4	100.376	8.230	10.323	100.147	9.576	12.010
5	100.676	13.762	17.374	101.519	16.031	20.340
media	100.463	12.793	16.192	100.767	14.820	18.695

Estimador 10

Estimador 11(g)

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	100.007	8.752	10.999	97.323	8.056	10.057
2	100.963	14.950	18.865	96.528	12.692	15.800
3	101.476	24.091	30.624	93.839	20.209	25.109
4	99.913	9.364	11.741	97.433	8.642	10.754
5	101.449	16.022	20.256	96.721	13.475	16.788
media	100.762	14.636	18.497	96.369	12.615	15.702

Estimador 11(h)

Estimador 12

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	100.217	8.946	11.245	100.135	8.855	11.159
2	100.456	14.415	18.113	100.709	14.386	18.076
3	101.415	22.279	27.985	101.281	22.136	27.939
4	99.975	9.567	11.984	100.072	9.540	11.946
5	101.380	15.187	19.152	101.317	15.338	19.332
media	100.689	14.079	17.696	100.703	14.051	17.690

Estimador 13(g)

Estimador 13(h)

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	100.105	7.725	9.704	100.105	7.725	9.704
2	100.324	13.221	16.703	100.324	13.221	16.703
3	101.380	22.026	28.200	101.380	22.026	28.200
4	100.392	8.377	10.507	100.392	8.377	10.507
5	100.807	14.063	17.769	100.807	14.063	17.769
media	100.602	13.082	16.577	100.602	13.082	16.577

Estimador 14

Estimador 15

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	93.876	7.453	8.973	93.876	7.453	8.973
2	116.609	17.195	20.420	116.609	17.195	20.420
3	115.092	18.258	23.869	115.092	18.257	23.869
4	91.217	9.482	11.085	91.217	9.482	11.085
5	122.707	22.861	25.907	122.707	22.861	25.907
media	107.900	15.050	18.051	107.900	15.050	18.051

Estimador 16

Estimador 17

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	100.073	7.712	9.693	100.000	7.642	9.586
2	100.133	13.201	16.678	100.542	13.031	16.461
3	101.170	21.985	28.227	101.299	21.780	27.935
4	100.368	8.360	10.494	100.089	8.240	10.350
5	100.631	14.045	17.747	100.513	14.004	17.771
media	100.475	13.061	16.568	100.489	12.940	16.421

Estimador 18(g)

Estimador 18(h)

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	100.073	7.712	9.693	100.000	7.642	9.586
2	100.133	13.201	16.678	100.542	13.031	16.461
3	101.170	21.985	28.227	101.299	21.780	27.935
4	100.368	8.360	10.494	100.089	8.240	10.350
5	100.631	14.045	17.747	100.513	14.004	17.771
media	100.475	13.061	16.568	100.489	12.940	16.421

Estimador 19(g)

Estimador 19(h)

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	95.959	6.895	8.481	110.653	11.225	13.446
2	111.529	13.535	17.036	87.813	13.253	15.337
3	98.292	14.936	18.816	90.710	14.436	17.450
4	102.541	8.673	10.984	93.289	8.480	10.099
5	103.170	12.775	16.297	100.884	8.667	10.984
media	102.298	11.363	14.323	96.670	11.212	13.463

Estimador 20

Estimador 21(a)

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	95.074	7.120	8.651	110.653	11.225	13.446
2	114.087	15.164	18.395	87.813	13.253	15.337
3	106.131	13.942	18.167	90.710	14.436	17.450
4	95.888	7.301	8.873	93.289	8.480	10.099
5	111.841	13.315	16.680	100.884	8.667	10.984
media	104.604	11.368	14.153	96.670	11.212	13.463

Estimador 21(b)

Estimador 21(a) sintético

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	95.074	7.120	8.651	101.675	4.926	6.271
2	114.087	15.164	18.395	118.618	18.834	21.735
3	106.131	13.942	18.167	121.066	22.612	28.504
4	95.888	7.301	8.873	98.412	5.519	6.825
5	111.841	13.315	16.680	126.468	26.487	28.945
media	104.604	11.368	14.153	113.248	15.676	18.456

Estimador 21(b) sintético

Estimador 22

B.3.3 Resultados de la simulación SD1–MF1 para Valencia

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	99.609	19.274	24.185	99.609	19.274	24.185
2	99.851	17.052	21.397	99.851	17.052	21.397
3	99.867	15.349	19.253	99.867	15.349	19.253
4	99.989	16.939	21.238	99.989	16.939	21.238
5	99.256	21.748	27.343	99.256	21.748	27.343
6	99.671	13.356	16.672	99.671	13.356	16.672
7	99.729	16.343	20.537	99.729	16.343	20.537
8	99.622	15.159	19.045	99.622	15.159	19.045
9	99.433	15.617	19.447	99.433	15.617	19.447
10	99.875	14.106	17.675	99.875	14.106	17.675
11	99.767	15.411	19.293	99.767	15.411	19.293
12	99.410	18.841	23.586	99.410	18.841	23.586
13	99.872	18.271	22.875	99.872	18.271	22.875
14	99.509	20.296	25.466	99.509	20.296	25.466
15	99.418	16.291	20.387	99.418	16.291	20.387
16	99.940	16.078	20.099	99.940	16.078	20.099
17	99.465	19.561	24.512	99.465	19.561	24.512
18	100.116	17.984	22.463	100.116	17.984	22.463
19	99.750	15.789	19.749	99.750	15.789	19.749
20	99.933	18.264	22.807	99.933	18.264	22.807
21	99.957	16.259	20.356	99.957	16.259	20.356
22	99.487	14.693	18.500	99.487	14.693	18.500
23	99.936	16.155	20.198	99.936	16.155	20.198
media	99.716	16.906	21.177	99.716	16.906	21.177

Estimador 1

Estimador 2

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	101.123	21.967	28.180	101.376	21.978	28.211
2	100.999	19.470	24.909	100.936	19.366	24.672
3	101.123	18.415	23.517	100.879	18.273	23.240
4	101.362	19.551	25.106	100.822	19.090	24.304
5	100.898	24.840	32.174	101.859	25.188	32.469
6	100.684	15.908	20.252	100.690	15.726	19.974
7	101.179	19.377	24.859	101.250	19.456	24.901
8	100.914	17.700	22.617	101.444	17.628	22.608
9	100.406	17.952	22.795	101.379	17.844	22.758
10	101.139	17.053	21.835	100.774	16.920	21.395
11	101.179	17.834	22.825	100.960	17.914	22.810
12	101.053	21.630	27.825	101.507	21.790	27.983
13	101.537	21.458	27.667	101.254	21.471	27.591
14	101.267	23.743	30.677	101.643	23.694	30.331
15	100.664	19.192	24.612	101.046	19.031	24.493
16	101.299	18.766	23.975	101.090	18.731	23.973
17	100.977	22.495	28.822	101.335	22.707	29.120
18	101.782	21.167	27.296	101.408	21.205	27.214
19	101.317	19.276	24.788	101.367	19.420	25.017
20	101.473	21.138	27.002	101.067	21.045	26.902
21	101.670	19.916	25.635	101.341	19.907	25.573
22	100.541	17.386	22.066	100.903	17.523	22.457
23	101.840	19.902	25.583	101.843	19.932	25.606
media	101.149	19.832	25.436	101.225	19.819	25.374

Estimador 3(g)

Estimador 3(h)

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	121.212	22.302	27.654	120.502	21.575	26.754
2	112.658	15.351	19.880	112.852	15.447	19.914
3	94.659	11.642	14.282	94.292	11.724	14.243
4	117.724	18.971	23.571	118.073	19.217	23.748
5	140.695	40.779	46.341	141.066	41.142	46.617
6	91.789	11.741	14.027	92.443	11.350	13.652
7	94.682	12.063	14.727	95.440	11.777	14.501
8	104.728	10.953	14.205	105.492	11.140	14.516
9	108.073	12.223	16.001	108.357	12.464	16.219
10	79.063	21.479	23.569	78.895	21.572	23.679
11	95.140	10.754	13.141	95.722	10.809	13.288
12	121.642	22.681	27.971	122.018	22.925	28.101
13	110.853	15.100	20.001	111.248	15.503	20.419
14	117.460	19.859	25.597	117.707	20.034	25.801
15	93.539	12.303	14.990	92.704	12.523	15.161
16	96.234	10.909	13.461	96.291	10.823	13.413
17	116.417	18.670	24.012	115.778	18.318	23.525
18	101.737	11.774	15.234	101.226	11.589	14.879
19	91.829	13.041	15.635	91.591	13.182	15.767
20	107.007	12.787	16.856	106.405	12.534	16.469
21	87.025	15.822	18.421	86.196	16.260	18.848
22	96.243	10.295	12.717	97.612	10.132	12.597
23	85.243	17.055	19.663	85.327	16.901	19.459
media	103.724	16.024	19.650	103.793	16.041	19.634

Estimador 4(g)

Estimador 4(h)

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	65.242	34.784	36.014	118.646	20.047	25.259
2	61.858	38.145	39.021	110.438	13.739	17.945
3	58.992	41.011	41.824	99.757	10.755	13.707
4	62.819	37.186	38.065	112.357	14.782	19.019
5	71.792	28.494	30.354	135.552	35.724	41.324
6	55.212	44.788	45.299	91.644	11.633	13.854
7	56.844	43.157	43.920	94.393	11.942	14.531
8	60.965	39.038	39.781	102.935	10.187	13.129
9	60.644	39.359	40.091	104.679	10.548	13.844
10	52.344	47.656	48.185	85.956	15.816	18.172
11	56.594	43.406	44.004	96.271	10.274	12.648
12	67.070	32.990	34.305	121.140	22.143	27.318
13	60.593	39.419	40.442	107.890	13.442	17.886
14	67.918	32.185	33.806	121.292	22.711	28.524
15	55.328	44.673	45.371	94.207	11.927	14.580
16	55.758	44.243	44.857	95.894	10.737	13.228
17	58.731	41.278	42.187	112.586	15.961	20.914
18	57.464	42.542	43.370	100.901	11.456	14.743
19	55.017	44.983	45.665	92.318	12.661	15.209
20	55.858	44.143	44.843	104.305	11.668	15.291
21	54.161	45.839	46.548	93.763	12.471	15.211
22	52.211	47.789	48.233	92.352	11.403	13.723
23	55.218	44.782	45.557	92.257	13.131	15.879
media	59.071	40.952	41.815	103.545	14.572	18.084

Estimador 5

Estimador 6

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	101.141	17.973	22.793	101.141	17.973	22.793
2	101.011	16.385	20.927	101.011	16.385	20.927
3	101.095	15.500	19.799	101.095	15.500	19.799
4	101.031	16.097	20.409	101.031	16.097	20.409
5	101.052	20.752	26.614	101.052	20.752	26.614
6	100.847	13.255	16.919	100.847	13.255	16.919
7	101.323	15.896	20.382	101.323	15.896	20.382
8	100.960	14.491	18.540	100.960	14.491	18.540
9	100.527	14.699	18.680	100.527	14.699	18.680
10	100.945	13.983	17.917	100.945	13.983	17.917
11	101.135	14.768	18.901	101.135	14.768	18.901
12	101.259	17.870	22.868	101.259	17.870	22.868
13	101.390	18.087	23.154	101.390	18.087	23.154
14	101.193	19.081	24.488	101.193	19.081	24.488
15	100.898	16.052	20.535	100.898	16.052	20.535
16	101.280	15.699	20.019	101.280	15.699	20.019
17	101.166	18.898	24.030	101.166	18.898	24.030
18	101.657	17.579	22.604	101.657	17.579	22.604
19	101.543	15.950	20.549	101.543	15.950	20.549
20	101.304	17.493	22.293	101.304	17.493	22.293
21	101.485	16.378	20.899	101.485	16.378	20.899
22	100.530	14.683	18.556	100.530	14.683	18.556
23	101.917	16.148	20.746	101.917	16.148	20.746
media	101.160	16.423	20.984	101.160	16.423	20.984

Estimador 7

Estimador 8

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	101.141	17.973	22.792	59.705	40.295	41.186
2	101.010	16.385	20.927	56.785	43.215	43.878
3	101.095	15.500	19.799	54.580	45.420	46.060
4	101.030	16.097	20.409	57.771	42.229	42.974
5	101.051	20.752	26.614	66.294	33.750	35.211
6	100.846	13.255	16.918	50.725	49.275	49.659
7	101.322	15.896	20.382	52.522	47.485	48.065
8	100.960	14.491	18.539	55.734	44.266	44.829
9	100.527	14.699	18.680	55.732	44.268	44.853
10	100.945	13.983	17.917	48.342	51.658	52.081
11	101.134	14.768	18.901	52.019	47.981	48.495
12	101.259	17.870	22.868	61.751	38.249	39.223
13	101.389	18.087	23.154	56.164	43.836	44.715
14	101.192	19.081	24.488	62.960	37.067	38.473
15	100.897	16.052	20.535	50.764	49.236	49.738
16	101.279	15.699	20.018	51.118	48.882	49.360
17	101.165	18.898	24.029	54.079	45.921	46.615
18	101.656	17.579	22.604	52.508	47.492	48.117
19	101.543	15.950	20.548	50.823	49.177	49.739
20	101.304	17.493	22.292	51.597	48.403	48.990
21	101.484	16.378	20.898	50.079	49.922	50.483
22	100.529	14.682	18.556	48.108	51.892	52.239
23	101.916	16.148	20.746	50.661	49.339	49.907
media	101.160	16.422	20.983	54.384	45.620	46.300

Estimador 9

Estimador 9 (sintético)

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	102.261	19.673	25.133	102.580	20.014	25.312
2	101.863	17.919	22.721	102.115	17.970	22.830
3	101.092	16.909	21.250	100.909	16.850	21.172
4	102.111	17.610	22.268	101.977	17.330	21.987
5	103.270	21.786	27.812	103.779	22.447	28.671
6	100.459	14.949	18.723	100.509	14.969	18.857
7	101.039	17.837	22.565	101.077	18.158	22.855
8	100.895	16.293	20.517	101.247	16.448	20.744
9	101.142	16.636	20.963	101.869	16.409	20.709
10	100.285	16.280	20.358	100.215	16.225	20.286
11	100.705	16.837	21.086	100.533	16.664	21.014
12	101.913	19.202	24.344	102.379	19.035	24.141
13	102.118	19.030	24.099	102.013	18.744	23.716
14	102.360	20.782	26.484	102.605	21.141	26.957
15	100.793	17.979	22.601	100.843	17.957	22.640
16	101.017	17.401	21.891	101.008	17.227	21.725
17	102.188	20.309	25.787	102.149	20.284	25.791
18	101.833	19.119	24.116	101.462	19.123	24.155
19	100.819	17.300	21.837	101.007	17.544	22.057
20	101.724	19.101	24.158	101.579	18.822	23.940
21	100.775	17.820	22.435	100.491	17.826	22.420
22	100.595	16.216	20.358	100.657	16.085	20.394
23	100.580	17.931	22.522	100.890	18.021	22.693
media	101.384	18.040	22.784	101.474	18.056	22.829

Estimador 13(g)

Estimador 13(h)

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	101.322	18.445	23.423	101.322	18.445	23.423
2	101.138	16.745	21.413	101.138	16.745	21.413
3	101.253	15.833	20.271	101.253	15.833	20.271
4	101.193	16.458	20.900	101.193	16.458	20.900
5	101.350	21.302	27.425	101.350	21.302	27.425
6	100.916	13.499	17.222	100.916	13.499	17.222
7	101.424	16.177	20.767	101.424	16.177	20.767
8	101.049	14.761	18.896	101.049	14.761	18.896
9	100.593	14.993	19.068	100.593	14.993	19.068
10	101.028	14.291	18.327	101.028	14.291	18.327
11	101.274	15.053	19.276	101.274	15.053	19.276
12	101.418	18.281	23.437	101.418	18.281	23.437
13	101.575	18.496	23.720	101.575	18.496	23.720
14	101.377	19.704	25.284	101.377	19.704	25.284
15	100.993	16.354	20.956	100.993	16.354	20.956
16	101.380	16.012	20.405	101.380	16.012	20.405
17	101.401	19.604	24.947	101.401	19.604	24.947
18	101.837	17.973	23.170	101.837	17.973	23.170
19	101.632	16.255	20.944	101.632	16.255	20.944
20	101.471	17.955	22.918	101.471	17.955	22.918
21	101.667	16.895	21.591	101.667	16.895	21.591
22	100.604	14.958	18.906	100.604	14.958	18.906
23	102.098	16.572	21.312	102.098	16.572	21.312
media	101.304	16.809	21.503	101.304	16.809	21.503

Estimador 14

Estimador 15

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	118.646	20.047	25.259	118.646	20.047	25.259
2	110.438	13.739	17.945	110.438	13.739	17.945
3	99.757	10.755	13.707	99.757	10.755	13.707
4	112.357	14.782	19.019	112.357	14.782	19.019
5	135.552	35.724	41.324	135.552	35.724	41.324
6	91.644	11.633	13.854	91.644	11.633	13.854
7	94.393	11.942	14.531	94.393	11.942	14.531
8	102.935	10.187	13.129	102.935	10.187	13.129
9	104.679	10.548	13.844	104.679	10.548	13.844
10	85.956	15.816	18.172	85.956	15.816	18.172
11	96.271	10.274	12.648	96.271	10.274	12.648
12	121.140	22.143	27.318	121.140	22.143	27.318
13	107.890	13.442	17.886	107.890	13.442	17.886
14	121.292	22.711	28.524	121.292	22.711	28.524
15	94.207	11.927	14.580	94.207	11.927	14.580
16	95.894	10.737	13.228	95.894	10.737	13.228
17	112.586	15.961	20.914	112.585	15.961	20.914
18	100.901	11.456	14.743	100.901	11.456	14.743
19	92.318	12.661	15.209	92.318	12.661	15.209
20	104.305	11.668	15.291	104.305	11.668	15.291
21	93.763	12.471	15.211	93.763	12.471	15.211
22	92.352	11.403	13.723	92.352	11.403	13.723
23	92.257	13.131	15.879	92.257	13.131	15.879
media	103.545	14.572	18.084	103.545	14.572	18.084

Estimador 16

Estimador 17

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	100.948	18.395	23.354	101.076	18.150	23.281
2	100.998	16.676	21.335	101.110	16.568	21.115
3	101.172	15.808	20.254	101.050	15.534	19.788
4	100.986	16.383	20.838	100.962	16.045	20.411
5	100.838	21.080	27.124	101.545	21.209	27.290
6	100.871	13.545	17.294	100.834	13.385	17.016
7	101.255	16.155	20.760	101.259	16.183	20.795
8	100.893	14.711	18.854	101.451	14.623	18.773
9	100.462	14.962	19.052	101.205	15.074	19.210
10	100.990	14.342	18.436	100.906	14.294	18.287
11	101.192	15.075	19.303	101.035	15.207	19.378
12	101.067	18.167	23.296	101.124	18.152	23.225
13	101.356	18.374	23.605	101.316	18.295	23.618
14	101.047	19.531	25.106	101.209	19.211	24.655
15	100.887	16.416	21.089	101.174	16.245	20.876
16	101.330	16.041	20.507	101.024	15.818	20.221
17	101.237	19.622	24.998	101.372	19.356	24.819
18	101.720	18.016	23.244	101.206	17.857	22.949
19	101.589	16.373	21.096	101.274	16.535	21.232
20	101.287	17.988	22.991	101.153	17.659	22.670
21	101.653	16.969	21.751	101.372	16.907	21.789
22	100.588	14.992	19.008	101.044	15.156	19.371
23	102.010	16.645	21.474	101.653	16.491	21.264
media	101.147	16.794	21.512	101.189	16.694	21.393

Estimador 18(g)

Estimador 18(h)

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	100.948	18.395	23.354	101.076	18.150	23.281
2	100.998	16.676	21.335	101.110	16.568	21.115
3	101.172	15.808	20.254	101.050	15.534	19.788
4	100.986	16.383	20.838	100.962	16.045	20.411
5	100.838	21.080	27.124	101.545	21.209	27.290
6	100.871	13.545	17.294	100.834	13.385	17.016
7	101.255	16.155	20.760	101.259	16.183	20.795
8	100.893	14.711	18.854	101.451	14.623	18.773
9	100.462	14.962	19.052	101.205	15.074	19.210
10	100.990	14.342	18.436	100.906	14.294	18.287
11	101.192	15.075	19.303	101.035	15.207	19.378
12	101.067	18.167	23.296	101.124	18.152	23.225
13	101.356	18.374	23.605	101.316	18.295	23.618
14	101.047	19.531	25.106	101.209	19.211	24.655
15	100.887	16.416	21.089	101.174	16.245	20.876
16	101.330	16.041	20.507	101.024	15.818	20.221
17	101.237	19.622	24.998	101.372	19.356	24.819
18	101.720	18.016	23.244	101.206	17.857	22.949
19	101.589	16.373	21.096	101.274	16.535	21.232
20	101.287	17.988	22.991	101.153	17.659	22.670
21	101.653	16.969	21.751	101.372	16.907	21.789
22	100.588	14.992	19.008	101.044	15.156	19.371
23	102.010	16.645	21.474	101.653	16.491	21.264
media	101.147	16.794	21.512	101.189	16.694	21.393

Estimador 19(g)

Estimador 19(h)

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	110.815	15.306	20.172	120.579	21.632	27.032
2	106.620	12.353	16.180	126.952	27.237	31.872
3	107.659	12.953	17.116	121.038	21.925	27.027
4	108.104	12.803	16.730	96.388	10.989	13.696
5	119.209	22.168	28.827	120.817	22.268	27.912
6	103.358	10.963	14.105	95.376	10.292	12.477
7	106.354	13.070	17.351	74.294	26.023	27.874
8	111.516	14.454	18.551	112.213	14.584	18.777
9	108.025	12.165	15.925	112.356	14.612	19.189
10	99.547	11.576	14.643	111.246	14.079	18.620
11	102.521	10.471	13.529	114.440	16.176	21.043
12	114.523	17.423	22.604	131.741	31.999	36.893
13	104.657	12.682	16.701	109.070	14.507	19.631
14	117.049	19.706	25.489	122.931	24.341	30.786
15	100.121	11.399	14.522	85.327	16.474	18.894
16	99.720	10.533	13.344	71.795	28.273	29.866
17	96.748	13.838	17.269	67.417	32.635	34.071
18	100.539	11.639	14.938	92.003	13.103	15.750
19	101.482	11.802	15.215	97.418	11.709	14.613
20	93.226	13.279	16.162	82.902	18.617	21.078
21	96.148	12.024	14.891	69.996	30.116	31.797
22	90.709	12.376	14.764	96.272	10.113	12.467
23	102.418	12.490	16.257	71.659	28.454	30.277
media	104.394	13.368	17.186	100.184	20.007	23.550

Estimador 20

Estimador 21(a)

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	112.944	15.879	20.784	120.579	21.632	27.032
2	107.391	12.257	16.046	126.952	27.237	31.872
3	103.228	11.370	14.798	121.038	21.925	27.027
4	109.242	13.378	17.464	96.388	10.989	13.696
5	125.371	26.124	31.760	120.817	22.268	27.912
6	95.937	10.134	12.313	95.376	10.292	12.477
7	99.359	11.274	14.336	74.294	26.023	27.874
8	105.420	11.156	14.486	112.213	14.584	18.777
9	105.411	10.963	14.695	112.356	14.612	19.189
10	91.405	12.603	14.993	111.246	14.079	18.620
11	98.362	10.390	13.204	114.440	16.176	21.043
12	116.805	18.732	23.563	131.741	31.999	36.893
13	106.244	13.344	17.914	109.070	14.507	19.631
14	119.094	21.272	27.445	122.931	24.341	30.786
15	96.011	11.322	13.889	85.327	16.474	18.894
16	96.693	10.996	13.434	71.795	28.273	29.866
17	102.253	11.562	15.041	67.417	32.635	34.071
18	99.298	11.309	14.528	92.003	13.103	15.750
19	96.133	11.847	14.646	97.418	11.709	14.613
20	97.592	11.640	14.471	82.902	18.617	21.078
21	94.703	12.210	15.038	69.996	30.116	31.797
22	90.964	12.068	14.325	96.272	10.113	12.467
23	95.808	12.002	14.734	71.659	28.454	30.277
media	102.855	13.210	16.692	100.184	20.007	23.550

Estimador 21(b)

Estimador 21(a) sintético

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	112.944	15.879	20.784	103.923	12.714	16.694
2	107.391	12.257	16.046	98.787	11.462	14.483
3	103.228	11.370	14.798	91.671	13.551	16.193
4	109.242	13.378	17.464	99.672	11.282	14.261
5	125.371	26.124	31.760	115.361	18.617	24.441
6	95.937	10.134	12.313	87.630	14.843	17.354
7	99.359	11.274	14.336	89.237	15.636	18.519
8	105.420	11.156	14.486	93.335	12.391	14.992
9	105.411	10.963	14.695	94.939	11.801	14.427
10	91.405	12.603	14.993	85.224	17.146	19.834
11	98.362	10.390	13.204	90.536	13.910	16.568
12	116.805	18.732	23.563	104.826	13.001	17.093
13	106.244	13.344	17.914	97.726	13.212	16.610
14	119.094	21.272	27.445	104.766	13.961	18.304
15	96.011	11.322	13.889	89.848	14.952	17.833
16	96.693	10.996	13.434	90.676	14.131	16.954
17	102.253	11.562	15.041	103.407	13.073	17.129
18	99.298	11.309	14.528	93.915	13.837	16.955
19	96.133	11.847	14.646	88.781	15.900	18.835
20	97.592	11.640	14.471	97.805	12.445	15.571
21	94.703	12.210	15.038	90.109	15.163	18.075
22	90.964	12.068	14.325	90.184	13.913	16.504
23	95.808	12.002	14.734	88.690	16.089	19.027
media	102.855	13.210	16.692	95.263	14.045	17.246

Estimador 21(b) sintético

Estimador 22

B.4 Resultados de la simulación SD2–MF1

El tiempo de ejecución de 10000 replicaciones ha sido de 7 horas, 1 minutos y 26 segundos. Para cada medida de eficiencia los mejores resultados se imprimen en negrita. En las siguientes subapartados se muestran los resultados obtenidos en las provincias de Alicante, Castellón y Valencia.

B.4.1 Resultados de la simulación SD2–MF1 para Alicante

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	99.751	13.634	17.103	99.751	13.634	17.103
2	99.555	15.492	19.364	99.555	15.492	19.364
3	99.737	13.884	17.455	99.737	13.884	17.455
4	100.023	19.284	24.203	100.023	19.284	24.203
5	99.494	19.680	24.585	99.494	19.680	24.585
6	99.756	28.732	35.963	99.756	28.732	35.963
7	99.627	22.100	27.761	99.627	22.100	27.761
8	100.204	11.312	14.145	100.204	11.312	14.145
9	99.930	8.468	10.564	99.930	8.468	10.564
10	99.870	15.542	19.419	99.870	15.542	19.419
11	99.352	17.549	21.975	99.352	17.549	21.975
12	99.967	11.098	13.899	99.967	11.098	13.899
13	99.539	14.202	17.767	99.539	14.202	17.767
14	99.810	20.200	25.330	99.810	20.200	25.330
15	99.690	21.259	26.649	99.690	21.259	26.649
media	99.754	16.829	21.079	99.754	16.829	21.079

Estimador 1

Estimador 2

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	100.570	15.181	19.302	100.730	15.365	19.475
2	100.599	17.671	22.471	101.002	17.773	22.669
3	100.503	15.958	20.251	100.586	15.839	20.034
4	101.269	22.011	28.244	101.146	22.256	28.478
5	101.701	23.139	30.031	101.776	23.082	30.017
6	102.010	32.048	41.723	101.343	32.095	41.740
7	101.531	25.577	33.148	101.126	26.164	33.844
8	100.848	13.333	16.928	100.752	13.325	16.930
9	100.996	11.896	15.157	100.882	11.797	15.021
10	101.247	18.431	23.539	101.077	18.341	23.564
11	101.382	20.882	27.041	101.544	21.329	27.570
12	100.573	13.182	16.818	100.318	13.205	16.673
13	100.771	16.664	21.349	100.902	16.551	21.090
14	101.390	23.375	30.081	101.698	23.013	29.742
15	101.727	24.542	31.882	101.283	24.643	31.696
media	101.141	19.593	25.198	101.078	19.652	25.236

Estimador 3(g)

Estimador 3(h)

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	125.911	26.045	29.339	124.201	24.368	27.797
2	104.686	11.430	14.873	104.851	11.487	15.158
3	119.865	20.402	24.197	120.252	20.721	24.532
4	132.850	33.094	38.380	133.295	33.513	39.038
5	117.701	20.347	26.421	117.736	20.353	26.319
6	193.386	93.386	100.092	191.193	91.193	97.768
7	130.893	31.786	39.015	130.238	31.088	38.400
8	101.761	8.956	11.436	101.920	9.094	11.639
9	50.022	49.978	50.313	50.246	49.754	50.092
10	99.837	11.068	14.113	100.391	11.110	14.281
11	98.784	13.159	16.879	98.932	13.368	16.913
12	74.553	25.497	26.821	75.169	24.882	26.256
13	89.675	13.388	15.876	89.432	13.557	15.999
14	141.800	41.883	47.642	141.848	41.957	47.606
15	122.076	23.909	30.790	121.706	23.722	30.408
media	113.587	28.289	32.412	113.427	28.011	32.147

Estimador 4(g)

Estimador 4(h)

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	76.503	23.547	24.838	118.347	18.810	22.130
2	72.649	27.447	29.001	103.034	10.763	13.918
3	71.491	28.517	29.607	108.252	11.286	14.539
4	78.785	21.880	24.111	121.821	22.828	28.118
5	74.086	26.422	28.633	110.232	15.513	20.687
6	98.858	14.095	18.005	167.935	67.940	74.553
7	75.534	25.399	27.965	120.593	23.057	29.863
8	70.450	29.558	30.515	103.007	8.861	11.384
9	51.725	48.275	48.653	65.472	34.532	35.328
10	69.505	30.582	32.007	100.581	10.844	13.934
11	73.290	27.287	29.450	102.410	13.200	17.403
12	63.214	36.787	37.452	83.605	16.891	18.763
13	68.738	31.306	32.543	94.279	11.104	13.561
14	87.372	15.892	18.628	130.849	31.213	37.072
15	78.662	22.709	25.330	118.544	21.085	27.635
media	74.057	27.313	29.116	109.931	21.195	25.259

Estimador 5

Estimador 6

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	100.651	12.594	15.950	100.651	12.594	15.950
2	100.721	14.338	18.230	100.721	14.338	18.230
3	100.687	13.243	16.845	100.687	13.243	16.845
4	101.049	18.284	23.333	101.041	18.281	23.329
5	101.691	19.149	24.646	101.700	19.149	24.647
6	101.778	26.470	34.236	101.784	26.468	34.233
7	101.453	21.330	27.460	101.449	21.328	27.457
8	100.728	11.095	14.040	100.731	11.090	14.034
9	101.044	10.036	12.758	101.039	10.033	12.753
10	101.097	14.953	18.976	101.100	14.952	18.976
11	101.609	17.276	22.323	101.608	17.275	22.321
12	100.507	10.633	13.502	100.507	10.633	13.502
13	100.799	13.381	17.023	100.799	13.381	17.023
14	101.572	19.298	24.887	101.578	19.297	24.886
15	101.762	19.866	25.613	101.757	19.863	25.610
media	101.143	16.130	20.655	101.143	16.128	20.653

Estimador 7

Estimador 8

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	100.650	12.594	15.950	69.223	30.777	31.607
2	100.721	14.337	18.229	65.884	34.140	35.324
3	100.686	13.243	16.845	64.656	35.345	36.068
4	101.049	18.283	23.332	71.421	28.736	30.512
5	101.690	19.149	24.646	67.491	32.684	34.437
6	101.778	26.470	34.235	89.959	16.031	19.346
7	101.453	21.330	27.460	68.003	32.178	34.163
8	100.727	11.095	14.040	63.710	36.290	36.949
9	101.043	10.036	12.757	46.717	53.283	53.589
10	101.096	14.953	18.976	62.784	37.223	38.294
11	101.608	17.276	22.322	66.203	33.872	35.503
12	100.506	10.632	13.501	57.135	42.865	43.363
13	100.798	13.380	17.023	62.345	37.660	38.546
14	101.571	19.298	24.887	79.453	21.593	24.065
15	101.761	19.865	25.613	71.017	29.362	31.453
media	101.142	16.129	20.654	67.067	33.469	34.881

Estimador 9

Estimador 9 (sintético)

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	100.650	12.594	15.950	101.419	15.167	19.249
2	100.721	14.337	18.229	100.842	17.185	21.681
3	100.686	13.243	16.845	101.225	15.902	20.096
4	101.040	18.281	23.328	102.833	21.981	28.114
5	101.700	19.149	24.647	102.703	22.618	29.039
6	101.783	26.467	34.233	107.433	32.889	43.203
7	101.448	21.328	27.456	103.482	25.240	32.558
8	100.731	11.090	14.034	100.889	13.087	16.514
9	101.038	10.032	12.753	98.796	10.459	13.078
10	101.100	14.952	18.975	101.192	17.818	22.510
11	101.608	17.274	22.320	101.319	19.992	25.503
12	100.506	10.632	13.501	99.671	12.496	15.759
13	100.798	13.380	17.023	100.309	15.957	20.214
14	101.578	19.297	24.886	103.695	23.627	30.370
15	101.756	19.863	25.609	103.075	24.086	30.991
media	101.143	16.128	20.653	101.925	19.234	24.592

Estimador 10

Estimador 11(g)

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	101.545	15.312	19.385	98.940	11.728	14.763
2	101.233	17.272	21.846	98.461	13.299	16.737
3	101.345	15.775	19.877	98.425	12.280	15.479
4	102.851	22.249	28.355	98.889	16.658	21.108
5	102.770	22.585	29.025	98.747	17.271	21.911
6	106.681	32.841	42.908	101.150	23.994	30.880
7	103.029	25.752	33.055	98.297	19.010	24.106
8	100.803	13.090	16.539	98.780	10.323	12.940
9	98.682	10.349	12.923	97.744	9.230	11.485
10	101.056	17.742	22.531	98.435	13.741	17.218
11	101.445	20.388	25.918	98.839	15.570	19.714
12	99.456	12.539	15.675	98.042	10.062	12.602
13	100.457	15.848	20.005	98.221	12.410	15.554
14	104.062	23.353	30.112	100.136	17.711	22.636
15	102.633	24.133	30.837	99.375	17.998	22.898
media	101.870	19.282	24.599	98.832	14.752	18.669

Estimador 11(h)

Estimador 12

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	101.129	14.243	17.866	101.310	14.270	18.024
2	101.163	16.842	21.160	101.327	16.726	21.055
3	101.382	14.722	18.646	101.455	14.609	18.470
4	103.183	19.680	25.031	102.917	19.909	25.322
5	102.446	20.295	25.732	102.726	20.233	25.858
6	107.303	28.512	36.340	106.969	28.879	36.794
7	103.993	22.593	29.072	103.700	22.884	29.076
8	101.009	12.452	15.694	100.746	12.414	15.650
9	98.626	12.269	15.106	98.705	12.263	15.189
10	101.230	16.784	21.214	101.158	16.842	21.302
11	101.393	19.139	24.244	101.573	19.096	24.130
12	99.889	12.926	16.149	99.721	12.875	16.113
13	100.186	15.770	19.730	100.474	15.905	19.943
14	103.955	20.470	26.256	104.127	20.402	26.225
15	103.024	21.810	27.699	102.972	21.969	27.988
media	101.994	17.901	22.663	101.992	17.952	22.743

Estimador 13(g)

Estimador 13(h)

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	100.768	12.973	16.432	100.768	12.973	16.432
2	100.803	14.596	18.560	100.803	14.596	18.560
3	100.774	13.515	17.209	100.774	13.515	17.209
4	101.261	18.692	23.908	101.255	18.690	23.905
5	101.855	19.506	25.141	101.866	19.506	25.143
6	102.223	27.166	35.237	102.229	27.163	35.234
7	101.702	21.803	28.130	101.698	21.801	28.127
8	100.795	11.397	14.421	100.799	11.392	14.415
9	101.071	10.189	12.958	101.066	10.186	12.954
10	101.180	15.244	19.381	101.184	15.243	19.381
11	101.747	17.575	22.736	101.747	17.573	22.734
12	100.562	10.848	13.787	100.562	10.848	13.787
13	100.902	13.656	17.401	100.902	13.656	17.401
14	101.702	19.763	25.510	101.709	19.762	25.509
15	101.986	20.339	26.268	101.981	20.337	26.265
media	101.289	16.484	21.139	101.289	16.483	21.137

Estimador 14

Estimador 15

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	118.347	18.810	22.130	118.463	18.912	22.226
2	103.034	10.763	13.918	103.179	10.786	13.959
3	108.252	11.286	14.539	108.378	11.347	14.611
4	121.821	22.828	28.118	121.964	22.948	28.237
5	110.232	15.513	20.687	110.378	15.582	20.777
6	167.935	67.940	74.553	168.238	68.243	74.844
7	120.593	23.057	29.863	120.814	23.221	30.038
8	103.007	8.861	11.384	103.092	8.878	11.410
9	65.472	34.532	35.328	65.525	34.479	35.277
10	100.581	10.844	13.934	100.685	10.847	13.949
11	102.410	13.200	17.403	102.534	13.218	17.440
12	83.605	16.891	18.763	83.674	16.829	18.704
13	94.279	11.104	13.561	94.382	11.067	13.526
14	130.849	31.213	37.072	131.003	31.358	37.209
15	118.544	21.085	27.635	118.724	21.213	27.775
media	109.931	21.195	25.259	110.069	21.262	25.332

Estimador 16

Estimador 17

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	100.639	12.848	16.293	100.757	12.825	16.304
2	100.586	14.504	18.469	100.928	14.585	18.684
3	100.730	13.504	17.194	100.606	13.349	17.043
4	100.930	18.607	23.790	100.936	18.496	23.593
5	101.596	19.489	25.149	101.375	19.242	25.083
6	101.017	26.756	34.692	100.398	26.851	34.515
7	101.378	21.684	27.969	100.970	21.910	28.333
8	100.710	11.341	14.371	100.745	11.469	14.492
9	101.134	10.336	13.179	101.064	10.346	13.250
10	100.956	15.156	19.271	100.865	15.054	19.367
11	101.439	17.551	22.725	101.498	17.524	22.564
12	100.555	10.871	13.844	100.535	10.847	13.742
13	100.883	13.703	17.508	100.985	13.679	17.472
14	101.276	19.588	25.224	101.300	19.238	24.710
15	101.477	20.202	26.176	100.928	20.116	25.883
media	101.020	16.409	21.057	100.926	16.369	21.002

Estimador 18(g)

Estimador 18(h)

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	100.639	12.848	16.293	100.758	12.825	16.304
2	100.586	14.505	18.470	100.930	14.584	18.683
3	100.730	13.503	17.193	100.608	13.349	17.044
4	100.931	18.604	23.786	100.938	18.494	23.591
5	101.597	19.488	25.148	101.377	19.241	25.083
6	101.018	26.754	34.689	100.403	26.851	34.515
7	101.379	21.682	27.967	100.973	21.909	28.331
8	100.710	11.336	14.364	100.746	11.463	14.485
9	101.135	10.334	13.175	101.065	10.345	13.247
10	100.956	15.155	19.270	100.866	15.053	19.366
11	101.440	17.549	22.722	101.500	17.523	22.564
12	100.555	10.871	13.844	100.536	10.847	13.743
13	100.883	13.703	17.507	100.987	13.679	17.472
14	101.276	19.586	25.221	101.302	19.237	24.707
15	101.477	20.201	26.174	100.931	20.114	25.882
media	101.021	16.408	21.055	100.928	16.368	21.001

Estimador 19(g)

Estimador 19(h)

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	101.742	9.348	11.914	116.376	17.052	20.633
2	105.967	11.848	15.462	110.104	13.962	18.507
3	96.607	9.726	12.015	141.869	41.869	44.914
4	104.829	12.849	16.870	93.655	13.086	15.971
5	101.730	13.244	17.193	113.165	17.610	23.527
6	127.382	29.575	37.731	110.611	17.253	23.227
7	98.749	14.734	18.729	81.548	20.738	23.567
8	98.565	8.619	10.816	96.031	9.371	11.574
9	99.253	10.267	12.917	97.382	8.335	10.248
10	98.510	11.093	14.006	92.226	13.012	15.649
11	109.541	15.600	21.079	86.224	17.005	19.831
12	106.367	11.124	14.373	83.895	16.808	18.777
13	106.374	11.925	15.702	107.228	12.183	16.011
14	119.287	21.401	27.408	104.838	13.440	17.584
15	106.716	15.038	20.085	85.343	18.065	21.087
media	105.441	13.759	17.753	101.366	16.653	20.074

Estimador 20

Estimador 21(a)

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	113.313	14.380	17.799	116.376	17.052	20.633
2	107.850	12.780	16.937	110.104	13.962	18.507
3	105.851	10.346	13.272	141.869	41.869	44.914
4	116.937	19.045	24.493	93.655	13.086	15.971
5	110.465	15.987	21.259	113.165	17.610	23.527
6	147.224	47.363	54.356	110.611	17.253	23.227
7	111.318	16.978	22.688	81.548	20.738	23.567
8	104.287	9.345	12.151	96.031	9.371	11.574
9	76.414	23.674	25.199	97.382	8.335	10.248
10	102.786	11.682	15.172	92.226	13.012	15.649
11	108.369	14.878	19.644	86.224	17.005	19.831
12	93.509	10.276	12.430	83.895	16.808	18.777
13	102.034	10.612	13.488	107.228	12.183	16.011
14	130.054	30.600	36.346	104.838	13.440	17.584
15	116.283	19.720	25.936	85.343	18.065	21.087
media	109.780	17.844	22.078	101.366	16.653	20.074

Estimador 21(b)

Estimador 21(a) sintético

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	113.313	14.380	17.799	98.575	8.978	11.219
2	107.850	12.780	16.937	88.992	15.073	17.826
3	105.851	10.346	13.272	93.273	11.244	13.585
4	116.937	19.045	24.493	100.616	12.888	16.482
5	110.465	15.987	21.259	93.940	15.282	18.899
6	147.224	47.363	54.356	130.178	31.186	38.633
7	111.318	16.978	22.688	102.010	15.296	19.947
8	104.287	9.345	12.151	89.734	12.402	14.647
9	76.414	23.674	25.199	82.607	18.820	21.437
10	102.786	11.682	15.172	88.804	15.462	18.291
11	108.369	14.878	19.644	88.615	17.383	20.694
12	93.509	10.276	12.430	81.844	19.111	21.477
13	102.034	10.612	13.488	85.140	17.324	20.039
14	130.054	30.600	36.346	102.861	13.936	18.210
15	116.283	19.720	25.936	97.949	15.033	18.980
media	109.780	17.844	22.078	95.009	15.961	19.358

Estimador 21(b) sintético

Estimador 22

B.4.2 Resultados de la simulación SD2–MF1 para Castellón

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	99.697	7.758	9.711	99.697	7.758	9.711
2	100.026	14.706	18.467	100.026	14.706	18.467
3	99.707	25.780	32.226	99.707	25.780	32.226
4	99.869	9.481	11.856	99.869	9.481	11.856
5	99.960	14.933	18.781	99.960	14.933	18.781
media	99.852	14.531	18.208	99.852	14.531	18.208

Estimador 1

Estimador 2

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	99.719	8.092	10.129	99.934	8.038	10.039
2	100.679	16.059	20.365	100.555	15.668	19.838
3	102.091	29.523	38.186	101.536	29.327	38.049
4	100.015	10.114	12.650	100.066	10.043	12.691
5	100.481	16.201	20.499	100.188	15.895	20.148
media	100.597	15.998	20.366	100.456	15.794	20.153

Estimador 3(g)

Estimador 3(h)

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	97.866	6.020	7.490	98.087	5.898	7.356
2	108.938	11.503	14.641	108.474	11.192	14.344
3	107.711	15.795	21.149	106.334	15.274	20.395
4	89.676	10.917	12.591	89.928	10.736	12.413
5	124.821	24.977	28.172	124.709	24.859	27.993
media	105.802	13.842	16.809	105.506	13.592	16.500

Estimador 4(g)

Estimador 4(h)

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	45.382	54.618	54.713	93.662	7.233	8.628
2	54.719	45.281	45.650	116.556	17.079	20.233
3	51.160	48.844	49.724	115.991	19.752	26.224
4	45.893	54.107	54.232	90.982	9.564	11.043
5	53.407	46.593	46.921	122.324	22.498	25.458
media	50.112	49.889	50.248	107.903	15.225	18.317

Estimador 5

Estimador 6

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	99.743	6.664	8.359	99.746	6.663	8.358
2	100.540	13.521	17.118	100.570	13.516	17.113
3	101.840	25.052	32.009	101.828	25.040	31.994
4	100.027	8.457	10.577	100.016	8.454	10.573
5	100.354	13.791	17.424	100.374	13.788	17.422
media	100.501	13.497	17.097	100.507	13.492	17.092

Estimador 7

Estimador 8

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	99.743	6.664	8.359	42.002	57.998	58.083
2	100.539	13.521	17.117	50.552	49.448	49.753
3	101.838	25.051	32.007	47.467	52.533	53.248
4	100.026	8.457	10.577	42.590	57.410	57.525
5	100.353	13.791	17.424	49.390	50.610	50.877
media	100.500	13.497	17.097	46.400	53.600	53.897

Estimador 9

Estimador 9 (sintético)

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	99.745	6.663	8.358	99.700	8.041	10.059
2	100.569	13.516	17.113	100.902	15.813	19.985
3	101.825	25.039	31.992	102.444	28.220	36.062
4	100.016	8.454	10.573	99.843	9.965	12.440
5	100.373	13.788	17.422	101.195	16.111	20.368
media	100.506	13.492	17.091	100.817	15.630	19.783

Estimador 10

Estimador 11(g)

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	99.916	7.987	9.971	97.279	7.409	9.235
2	100.783	15.430	19.485	96.858	13.295	16.577
3	101.919	28.000	35.862	93.456	23.381	28.907
4	99.893	9.889	12.470	96.967	9.144	11.281
5	100.888	15.832	20.041	96.468	13.573	16.934
media	100.680	15.428	19.566	96.205	13.360	16.587

Estimador 11(h)

Estimador 12

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	99.804	8.058	10.083	99.915	8.007	10.049
2	100.726	15.100	18.962	100.611	14.810	18.620
3	101.690	25.576	32.385	101.958	25.844	32.539
4	99.899	9.945	12.458	99.787	9.838	12.342
5	101.191	15.167	19.158	100.823	14.955	18.915
media	100.662	14.769	18.609	100.619	14.691	18.493

Estimador 13(g)

Estimador 13(h)

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	99.768	6.784	8.514	99.770	6.783	8.513
2	100.704	13.852	17.565	100.725	13.847	17.560
3	102.390	25.865	33.185	102.377	25.854	33.170
4	100.049	8.626	10.777	100.040	8.624	10.773
5	100.441	14.096	17.847	100.455	14.094	17.845
media	100.670	13.845	17.578	100.673	13.840	17.572

Estimador 14

Estimador 15

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	93.662	7.233	8.628	93.676	7.219	8.612
2	116.556	17.079	20.233	116.596	17.112	20.262
3	115.991	19.752	26.224	116.104	19.822	26.307
4	90.982	9.564	11.043	90.999	9.550	11.028
5	122.324	22.498	25.458	122.368	22.540	25.492
media	107.903	15.225	18.317	107.949	15.249	18.340

Estimador 16

Estimador 17

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	99.738	6.795	8.512	99.932	6.840	8.571
2	100.509	13.841	17.542	100.474	13.468	17.028
3	102.017	25.888	33.377	101.386	25.243	32.587
4	100.033	8.628	10.777	100.073	8.594	10.819
5	100.324	14.042	17.772	100.200	13.989	17.725
media	100.524	13.839	17.596	100.413	13.627	17.346

Estimador 18(g)

Estimador 18(h)

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	99.744	6.794	8.510	99.938	6.839	8.569
2	100.527	13.835	17.535	100.491	13.462	17.021
3	102.067	25.882	33.375	101.435	25.235	32.580
4	100.040	8.625	10.774	100.080	8.591	10.816
5	100.344	14.039	17.769	100.219	13.987	17.722
media	100.545	13.835	17.593	100.432	13.623	17.342

Estimador 19(g)

Estimador 19(h)

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	95.993	6.456	7.944	109.144	9.841	11.811
2	111.754	13.698	17.122	86.855	13.987	16.025
3	99.245	16.126	20.572	90.577	15.807	19.025
4	102.589	8.550	10.822	92.531	8.864	10.599
5	103.118	13.124	16.676	99.461	8.327	10.385
media	102.540	11.591	14.627	95.714	11.365	13.569

Estimador 20

Estimador 21(a)

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	95.063	6.724	8.230	109.144	9.841	11.811
2	114.400	15.407	18.684	86.855	13.987	16.025
3	107.410	15.528	20.699	90.577	15.807	19.025
4	96.407	7.073	8.674	92.531	8.864	10.599
5	111.794	13.250	16.444	99.461	8.327	10.385
media	105.015	11.596	14.546	95.714	11.365	13.569

Estimador 21(b)

Estimador 21(a) sintético

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	95.063	6.724	8.230	101.592	4.024	5.065
2	114.400	15.407	18.684	118.491	18.745	21.665
3	107.410	15.528	20.699	121.613	23.813	30.736
4	96.407	7.073	8.674	98.447	5.435	6.781
5	111.794	13.250	16.444	126.209	26.235	28.651
media	105.015	11.596	14.546	113.271	15.650	18.580

Estimador 21(b) sintético

Estimador 22

B.4.3 Resultados de la simulación SD2–MF1 para Valencia

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	99.570	20.069	25.208	99.570	20.069	25.208
2	99.140	18.728	23.589	99.140	18.728	23.589
3	99.924	17.707	22.245	99.924	17.707	22.245
4	99.769	18.597	23.270	99.769	18.597	23.270
5	100.102	23.472	29.443	100.102	23.472	29.443
6	99.714	13.189	16.596	99.714	13.189	16.596
7	99.711	16.241	20.315	99.711	16.241	20.315
8	99.248	16.470	20.593	99.248	16.470	20.593
9	100.151	16.468	20.618	100.151	16.468	20.618
10	99.674	14.598	18.336	99.674	14.598	18.336
11	99.666	16.456	20.578	99.666	16.456	20.578
12	99.825	19.926	25.026	99.825	19.926	25.026
13	99.592	18.915	23.776	99.592	18.915	23.776
14	100.204	22.042	27.711	100.204	22.042	27.711
15	99.662	15.031	18.801	99.662	15.031	18.801
16	99.906	14.683	18.334	99.906	14.683	18.334
17	99.640	17.918	22.473	99.640	17.918	22.473
18	99.574	16.474	20.584	99.574	16.474	20.584
19	99.711	14.371	18.016	99.711	14.371	18.016
20	99.388	16.504	20.661	99.388	16.504	20.661
21	99.949	14.901	18.718	99.949	14.901	18.718
22	100.142	13.685	17.131	100.142	13.685	17.131
23	99.647	14.838	18.554	99.647	14.838	18.554
media	99.735	17.012	21.329	99.735	17.012	21.329

Estimador 1

Estimador 2

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	101.467	23.068	29.767	101.747	22.826	29.388
2	100.772	21.609	27.973	101.031	21.469	27.428
3	101.516	20.999	27.084	101.263	20.760	26.659
4	101.133	21.260	27.307	101.516	21.048	26.915
5	101.899	26.607	34.361	101.293	26.601	34.153
6	100.577	15.528	19.777	100.578	15.528	19.645
7	100.928	19.229	24.477	101.045	19.172	24.482
8	100.479	18.702	23.799	100.750	19.023	24.368
9	101.431	18.987	24.231	101.218	19.002	24.240
10	101.371	17.692	22.656	101.102	17.679	22.761
11	101.120	19.274	24.570	101.189	19.169	24.423
12	101.561	22.982	29.704	100.973	22.828	29.086
13	101.655	22.503	29.183	101.795	22.729	29.289
14	102.072	25.471	33.233	101.025	25.358	32.807
15	100.720	17.456	22.204	100.927	17.277	22.147
16	100.916	17.085	21.746	100.859	16.746	21.330
17	100.935	20.489	26.208	101.175	20.902	26.830
18	100.984	19.022	24.343	101.336	19.080	24.471
19	100.911	17.379	22.142	101.027	17.349	22.146
20	100.661	18.856	24.006	100.687	18.821	23.964
21	101.150	17.898	22.988	100.983	17.921	22.935
22	101.075	15.926	20.257	100.904	15.759	19.975
23	100.810	17.796	22.829	100.801	17.717	22.801
media	101.137	19.818	25.428	101.097	19.772	25.315

Estimador 3(g)

Estimador 3(h)

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	121.693	22.837	28.483	120.688	21.972	27.312
2	113.123	15.901	20.725	113.423	16.046	20.685
3	94.881	12.060	14.810	94.557	12.242	15.021
4	117.855	19.282	24.185	118.243	19.649	24.584
5	140.956	41.068	47.263	141.125	41.243	47.293
6	91.495	11.237	13.421	91.954	11.041	13.218
7	94.555	11.812	14.470	95.317	11.664	14.310
8	104.765	11.064	14.425	104.998	11.165	14.639
9	108.283	12.425	16.319	108.566	12.857	16.684
10	79.514	21.067	23.262	79.124	21.428	23.532
11	95.178	11.215	13.729	95.631	11.048	13.588
12	121.652	22.774	28.323	122.081	23.136	28.733
13	111.247	15.796	21.007	111.292	15.835	20.838
14	118.184	20.804	26.944	117.728	20.352	26.492
15	93.208	11.385	13.750	92.325	11.816	14.230
16	95.851	10.111	12.411	96.063	10.019	12.391
17	116.037	17.772	22.576	115.409	17.336	22.117
18	101.388	10.624	13.684	100.819	10.530	13.421
19	91.659	12.290	14.751	91.186	12.411	14.842
20	106.683	11.688	15.341	105.887	11.430	14.885
21	86.581	15.444	17.846	86.049	15.756	18.174
22	96.052	9.394	11.547	97.120	9.295	11.482
23	84.589	16.900	19.310	84.957	16.587	18.992
media	103.714	15.867	19.504	103.676	15.863	19.455

Estimador 4(g)

Estimador 4(h)

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	65.450	34.599	35.899	119.129	20.593	26.062
2	62.077	37.937	38.902	110.915	14.349	18.869
3	59.089	40.915	41.808	99.991	11.298	14.383
4	62.840	37.164	38.126	112.487	15.129	19.668
5	71.878	28.529	30.532	135.837	36.058	42.289
6	54.995	45.005	45.428	91.349	11.132	13.256
7	56.721	43.279	43.996	94.259	11.672	14.235
8	60.946	39.057	39.823	102.979	10.347	13.384
9	60.726	39.280	40.046	104.889	10.789	14.162
10	52.607	47.393	47.943	86.448	15.488	17.931
11	56.577	43.424	44.082	96.314	10.733	13.263
12	67.036	33.025	34.427	121.173	22.284	27.724
13	60.768	39.247	40.388	108.291	14.203	18.921
14	68.300	31.875	33.675	122.069	23.679	29.963
15	55.096	44.904	45.449	93.879	10.967	13.289
16	55.493	44.507	45.002	95.515	9.986	12.216
17	58.500	41.505	42.252	112.234	14.950	19.444
18	57.224	42.776	43.444	100.566	10.340	13.257
19	54.879	45.121	45.688	92.149	11.875	14.295
20	55.647	44.353	44.914	103.997	10.518	13.736
21	53.845	46.155	46.717	93.291	11.695	14.117
22	52.063	47.937	48.283	92.163	10.661	12.763
23	54.756	45.244	45.855	91.546	12.480	14.945
media	59.022	41.010	41.856	103.542	14.401	17.921

Estimador 5

Estimador 6

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	101.491	18.950	24.308	101.495	18.950	24.309
2	100.995	17.975	23.004	100.995	17.974	23.004
3	101.531	17.370	22.271	101.530	17.370	22.270
4	101.067	17.346	22.198	101.067	17.346	22.198
5	101.520	21.894	28.086	101.519	21.893	28.086
6	100.538	12.889	16.355	100.538	12.889	16.355
7	100.915	15.564	19.744	100.917	15.564	19.744
8	100.735	15.260	19.400	100.735	15.259	19.400
9	101.305	15.611	19.856	101.305	15.611	19.855
10	101.423	14.614	18.658	101.423	14.613	18.658
11	101.090	15.827	20.244	101.095	15.827	20.244
12	101.452	18.739	24.162	101.455	18.739	24.162
13	101.842	18.934	24.450	101.843	18.934	24.450
14	102.087	20.509	26.608	102.089	20.509	26.608
15	100.795	14.434	18.370	100.795	14.434	18.370
16	100.792	14.155	18.076	100.792	14.155	18.076
17	101.128	17.101	21.900	101.128	17.101	21.900
18	101.069	15.832	20.198	101.069	15.832	20.198
19	101.019	14.428	18.318	101.019	14.428	18.318
20	100.693	15.652	19.933	100.693	15.652	19.933
21	101.161	14.867	18.943	101.161	14.867	18.943
22	101.024	13.323	17.010	101.024	13.323	17.010
23	100.803	14.496	18.532	100.803	14.496	18.532
media	101.151	16.338	20.897	101.152	16.338	20.897

Estimador 7

Estimador 8

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	101.490	18.950	24.308	60.178	39.834	40.807
2	100.995	17.974	23.004	57.184	42.816	43.532
3	101.531	17.370	22.271	54.162	45.838	46.502
4	101.067	17.346	22.198	57.607	42.394	43.141
5	101.519	21.893	28.086	65.966	34.164	35.779
6	100.537	12.889	16.354	50.768	49.232	49.576
7	100.914	15.564	19.744	52.546	47.455	48.043
8	100.735	15.260	19.400	56.103	43.897	44.492
9	101.305	15.611	19.856	55.918	44.082	44.665
10	101.422	14.614	18.658	48.127	51.873	52.298
11	101.090	15.827	20.243	52.087	47.913	48.398
12	101.451	18.739	24.162	61.864	38.146	39.199
13	101.841	18.934	24.450	55.793	44.208	45.130
14	102.087	20.509	26.607	62.840	37.207	38.596
15	100.794	14.434	18.369	50.629	49.371	49.789
16	100.791	14.155	18.076	50.811	49.189	49.571
17	101.127	17.101	21.900	53.894	46.106	46.679
18	101.068	15.832	20.198	52.625	47.376	47.909
19	101.019	14.428	18.318	50.648	49.352	49.825
20	100.692	15.652	19.933	51.289	48.711	49.149
21	101.160	14.867	18.942	49.482	50.518	50.975
22	101.024	13.323	17.010	47.801	52.199	52.482
23	100.802	14.495	18.532	50.419	49.581	50.028
media	101.150	16.338	20.896	54.293	45.716	46.372

Estimador 9

Estimador 9 (sintético)

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	101.494	18.950	24.308	102.581	22.653	29.048
2	100.994	17.974	23.003	101.370	21.059	26.967
3	101.530	17.370	22.270	101.165	20.025	25.435
4	101.066	17.346	22.198	101.963	20.829	26.534
5	101.519	21.893	28.085	104.242	26.541	34.147
6	100.537	12.889	16.354	100.200	14.929	18.808
7	100.916	15.564	19.744	100.623	18.416	23.122
8	100.735	15.259	19.399	100.698	18.166	22.939
9	101.304	15.611	19.855	101.763	18.505	23.420
10	101.422	14.613	18.658	100.250	16.539	20.822
11	101.095	15.827	20.244	100.837	18.474	23.261
12	101.454	18.739	24.162	102.632	22.561	28.907
13	101.843	18.934	24.450	102.230	21.787	27.926
14	102.088	20.509	26.607	103.049	24.717	31.848
15	100.794	14.434	18.369	100.389	16.734	21.033
16	100.791	14.155	18.076	100.693	16.456	20.708
17	101.127	17.101	21.900	101.692	20.045	25.473
18	101.068	15.832	20.198	101.018	18.360	23.283
19	101.019	14.428	18.318	100.455	16.585	20.851
20	100.692	15.652	19.933	100.977	18.315	23.144
21	101.160	14.867	18.942	100.461	16.975	21.481
22	101.024	13.323	17.010	100.857	15.367	19.356
23	100.802	14.495	18.532	100.019	16.848	21.272
media	101.151	16.338	20.896	101.311	19.169	24.338

Estimador 10

Estimador 11(g)

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	102.809	22.372	28.575	97.287	17.220	21.715
2	101.707	20.902	26.503	96.625	16.615	20.918
3	100.927	19.821	25.096	96.830	16.025	19.987
4	102.401	20.700	26.275	96.981	16.107	20.272
5	103.798	26.404	33.776	97.619	19.544	24.786
6	100.252	14.941	18.726	96.609	12.372	15.399
7	100.789	18.332	23.081	96.451	14.853	18.346
8	100.971	18.473	23.442	96.720	14.407	17.937
9	101.574	18.517	23.422	97.356	14.526	18.180
10	99.997	16.555	20.937	96.392	13.896	17.235
11	100.920	18.393	23.150	96.566	14.994	18.665
12	102.158	22.433	28.395	97.526	17.040	21.570
13	102.405	22.027	28.045	96.680	17.081	21.525
14	102.079	24.587	31.497	97.859	18.416	23.363
15	100.551	16.546	20.971	96.419	13.753	17.100
16	100.690	16.128	20.360	96.635	13.573	16.844
17	101.863	20.411	26.023	96.490	15.925	19.939
18	101.341	18.409	23.355	96.555	14.938	18.644
19	100.567	16.559	20.875	96.610	13.672	16.965
20	100.965	18.278	23.091	96.026	14.958	18.566
21	100.275	16.999	21.433	96.530	13.958	17.338
22	100.780	15.242	19.171	96.648	12.959	16.095
23	100.038	16.762	21.231	96.252	13.824	17.157
media	101.298	19.121	24.236	96.768	15.246	19.067

Estimador 11(h)

Estimador 12

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	102.180	20.456	25.931	102.807	20.716	26.321
2	100.954	19.143	24.286	101.179	19.293	24.508
3	101.040	18.609	23.523	101.210	18.849	23.788
4	102.029	19.058	24.195	102.623	19.110	24.132
5	104.518	23.674	30.384	103.658	23.551	30.202
6	100.345	14.490	18.241	100.486	14.802	18.519
7	101.113	17.637	22.274	100.817	17.655	22.379
8	100.724	17.345	21.869	101.344	17.697	22.345
9	101.755	17.384	21.915	101.248	16.980	21.517
10	99.833	16.649	20.907	99.776	16.644	20.819
11	100.633	17.537	22.058	100.932	17.468	22.110
12	102.472	20.288	25.835	102.558	20.793	26.423
13	101.876	19.582	24.890	102.307	19.743	25.170
14	103.278	22.534	28.665	102.579	22.739	28.977
15	100.646	16.597	20.874	100.644	16.370	20.590
16	100.871	15.998	20.114	100.724	15.883	19.935
17	101.788	18.672	23.773	101.439	18.498	23.359
18	100.899	17.634	22.205	101.315	17.642	22.428
19	100.529	15.841	20.090	100.624	16.056	20.148
20	100.859	17.240	21.799	101.119	17.441	21.978
21	100.648	16.500	20.762	99.949	16.443	20.625
22	100.826	14.825	18.686	100.768	14.868	18.734
23	100.363	16.743	20.960	100.031	16.606	20.876
media	101.312	18.019	22.793	101.310	18.080	22.864

Estimador 13(g)

Estimador 13(h)

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	101.711	19.436	24.988	101.715	19.436	24.988
2	101.137	18.425	23.603	101.137	18.424	23.602
3	101.717	17.775	22.831	101.716	17.775	22.831
4	101.220	17.735	22.735	101.220	17.735	22.734
5	101.865	22.488	28.932	101.865	22.488	28.932
6	100.608	13.104	16.648	100.608	13.104	16.648
7	101.051	15.865	20.157	101.053	15.865	20.157
8	100.856	15.544	19.768	100.856	15.543	19.767
9	101.451	15.925	20.275	101.450	15.925	20.274
10	101.559	14.928	19.093	101.559	14.928	19.093
11	101.221	16.202	20.714	101.226	16.203	20.715
12	101.706	19.245	24.843	101.709	19.245	24.843
13	102.069	19.380	25.094	102.071	19.380	25.094
14	102.398	21.153	27.506	102.400	21.153	27.506
15	100.901	14.730	18.763	100.901	14.730	18.763
16	100.885	14.450	18.473	100.885	14.450	18.473
17	101.315	17.738	22.762	101.315	17.738	22.762
18	101.197	16.203	20.680	101.197	16.203	20.680
19	101.088	14.737	18.710	101.088	14.737	18.710
20	100.882	16.054	20.486	100.882	16.054	20.486
21	101.276	15.300	19.522	101.276	15.300	19.522
22	101.089	13.555	17.314	101.089	13.555	17.314
23	100.913	14.851	19.001	100.913	14.851	19.001
media	101.309	16.732	21.430	101.310	16.731	21.430

Estimador 14

Estimador 15

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	119.129	20.593	26.062	119.216	20.662	26.134
2	110.915	14.349	18.869	110.987	14.391	18.919
3	99.991	11.298	14.383	100.057	11.301	14.394
4	112.487	15.129	19.668	112.558	15.176	19.721
5	135.837	36.058	42.289	135.955	36.172	42.398
6	91.349	11.132	13.256	91.399	11.103	13.227
7	94.259	11.672	14.235	94.326	11.651	14.215
8	102.979	10.347	13.384	103.036	10.359	13.403
9	104.889	10.789	14.162	104.950	10.808	14.190
10	86.448	15.488	17.931	86.501	15.452	17.894
11	96.314	10.733	13.263	96.372	10.721	13.254
12	121.173	22.284	27.724	121.260	22.358	27.798
13	108.291	14.203	18.921	108.381	14.238	18.971
14	122.069	23.679	29.963	122.175	23.764	30.053
15	93.879	10.967	13.289	93.947	10.940	13.261
16	95.515	9.986	12.216	95.583	9.964	12.195
17	112.234	14.950	19.444	112.329	15.008	19.509
18	100.566	10.340	13.257	100.649	10.341	13.268
19	92.149	11.875	14.295	92.219	11.841	14.261
20	103.997	10.518	13.736	104.079	10.537	13.766
21	93.291	11.695	14.117	93.362	11.664	14.087
22	92.163	10.661	12.763	92.222	10.628	12.728
23	91.546	12.480	14.945	91.618	12.444	14.909
media	103.542	14.401	17.921	103.616	14.414	17.937

Estimador 16

Estimador 17

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	101.304	19.357	24.845	101.543	18.891	24.273
2	100.940	18.363	23.557	101.193	18.166	23.262
3	101.620	17.857	22.996	101.231	17.622	22.571
4	101.004	17.745	22.744	101.411	17.705	22.726
5	101.353	22.191	28.600	101.332	22.516	29.008
6	100.600	13.160	16.718	100.602	13.104	16.621
7	100.922	15.905	20.212	101.087	15.829	20.358
8	100.666	15.527	19.744	100.611	15.505	19.878
9	101.275	15.918	20.292	101.086	15.754	20.195
10	101.520	15.046	19.255	101.262	14.938	19.164
11	101.092	16.245	20.787	101.137	16.067	20.547
12	101.307	19.119	24.746	100.685	18.938	24.232
13	101.913	19.311	25.049	101.785	19.341	24.869
14	101.843	20.890	27.242	100.832	20.826	27.059
15	100.814	14.736	18.804	100.816	14.628	18.693
16	100.839	14.478	18.542	100.717	14.117	18.005
17	101.171	17.678	22.755	101.275	17.831	22.939
18	101.099	16.201	20.718	101.107	16.068	20.489
19	101.027	14.761	18.783	101.122	14.895	19.033
20	100.743	16.033	20.491	100.704	16.012	20.360
21	101.188	15.367	19.627	101.013	15.071	19.274
22	101.080	13.587	17.363	100.846	13.425	16.957
23	100.855	14.908	19.135	101.064	14.919	19.158
media	101.138	16.712	21.435	101.064	16.616	21.290

Estimador 18(g) Estimador 18(h)

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	101.319	19.357	24.847	101.559	18.891	24.275
2	100.953	18.363	23.558	101.206	18.166	23.262
3	101.632	17.857	22.997	101.242	17.622	22.573
4	101.017	17.745	22.745	101.424	17.705	22.727
5	101.374	22.191	28.602	101.353	22.516	29.010
6	100.608	13.160	16.719	100.610	13.104	16.622
7	100.934	15.905	20.213	101.099	15.829	20.360
8	100.677	15.527	19.744	100.621	15.504	19.878
9	101.286	15.918	20.293	101.097	15.754	20.196
10	101.529	15.045	19.256	101.272	14.938	19.165
11	101.103	16.245	20.788	101.147	16.067	20.548
12	101.323	19.118	24.747	100.701	18.938	24.232
13	101.928	19.311	25.051	101.801	19.341	24.871
14	101.862	20.891	27.244	100.851	20.826	27.061
15	100.826	14.737	18.806	100.828	14.628	18.694
16	100.851	14.478	18.544	100.729	14.118	18.006
17	101.188	17.677	22.756	101.293	17.831	22.941
18	101.114	16.201	20.720	101.122	16.068	20.491
19	101.039	14.762	18.784	101.135	14.895	19.034
20	100.757	16.033	20.492	100.719	16.012	20.361
21	101.201	15.367	19.629	101.025	15.072	19.275
22	101.090	13.588	17.364	100.856	13.425	16.958
23	100.868	14.908	19.136	101.076	14.919	19.160
media	101.151	16.712	21.436	101.077	16.616	21.291

Estimador 19(g) Estimador 19(h)

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	112.759	16.631	21.956	124.272	25.120	30.402
2	108.273	13.389	17.742	130.801	30.990	35.778
3	108.322	13.800	18.125	122.872	23.643	28.979
4	109.462	13.799	18.173	98.352	11.079	13.956
5	121.493	24.065	31.061	122.970	24.504	30.813
6	103.119	10.067	13.009	97.642	9.205	11.386
7	106.307	12.931	16.925	76.005	24.342	26.319
8	111.951	14.748	19.046	115.576	17.268	21.732
9	108.957	12.714	16.683	115.313	16.881	21.347
10	100.042	11.765	14.816	113.309	15.813	20.332
11	103.035	10.964	14.314	117.218	18.454	22.932
12	115.986	18.609	24.068	135.012	35.154	40.321
13	106.179	13.727	18.210	110.815	15.624	21.130
14	119.103	21.619	27.876	125.480	26.516	32.949
15	100.238	10.142	12.886	87.057	14.761	17.087
16	99.927	9.551	12.109	72.988	27.113	28.447
17	98.300	12.811	16.083	68.749	31.312	32.652
18	101.102	10.595	13.620	94.323	11.393	13.977
19	101.543	10.796	13.903	99.276	10.344	13.310
20	94.486	12.025	14.741	84.278	16.845	19.079
21	96.336	10.879	13.480	70.741	29.336	30.829
22	91.422	11.222	13.416	97.861	9.037	11.276
23	101.833	11.350	14.628	72.946	27.117	28.712
media	105.225	13.400	17.255	102.342	20.515	24.076

Estimador 20

Estimador 21(a)

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	114.839	17.528	22.406	124.272	25.120	30.402
2	109.163	13.371	17.652	130.801	30.990	35.778
3	103.378	11.684	15.290	122.872	23.643	28.979
4	109.969	13.924	18.296	98.352	11.079	13.956
5	125.875	26.927	33.166	122.970	24.504	30.813
6	96.902	9.362	11.521	97.642	9.205	11.386
7	100.289	11.267	14.252	76.005	24.342	26.319
8	107.099	12.013	15.633	115.576	17.268	21.732
9	106.744	11.713	15.345	115.313	16.881	21.347
10	91.844	12.410	14.961	113.309	15.813	20.332
11	99.398	10.309	12.841	117.218	18.454	22.932
12	118.098	19.798	25.110	135.012	35.154	40.321
13	106.498	13.707	18.533	110.815	15.624	21.130
14	119.934	21.909	28.103	125.480	26.516	32.949
15	96.642	10.405	12.777	87.057	14.761	17.087
16	96.984	9.648	12.079	72.988	27.113	28.447
17	102.865	10.926	14.167	68.749	31.312	32.652
18	100.431	10.519	13.468	94.323	11.393	13.977
19	96.656	10.658	13.357	99.276	10.344	13.310
20	97.887	10.080	12.564	84.278	16.845	19.079
21	94.430	11.553	13.988	70.741	29.336	30.829
22	91.234	11.407	13.532	97.861	9.037	11.276
23	96.227	10.753	13.189	72.946	27.117	28.712
media	103.625	13.125	16.619	102.342	20.515	24.076

Estimador 21(b)

Estimador 21(a) sintético

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	114.839	17.528	22.406	104.296	13.207	17.354
2	109.163	13.371	17.652	99.165	12.324	15.631
3	103.378	11.684	15.290	92.177	14.309	17.356
4	109.969	13.924	18.296	100.255	12.191	15.521
5	125.875	26.927	33.166	115.260	19.067	25.038
6	96.902	9.362	11.521	87.381	14.771	17.170
7	100.289	11.267	14.252	89.095	15.510	18.346
8	107.099	12.013	15.633	92.924	13.082	15.819
9	106.744	11.713	15.345	95.061	12.253	15.012
10	91.844	12.410	14.961	85.584	17.285	19.974
11	99.398	10.309	12.841	90.687	14.309	17.107
12	118.098	19.798	25.110	104.692	13.320	17.376
13	106.498	13.707	18.533	98.166	13.728	17.318
14	119.934	21.909	28.103	104.609	14.584	19.302
15	96.642	10.405	12.777	89.465	14.237	16.865
16	96.984	9.648	12.079	90.447	13.218	15.735
17	102.865	10.926	14.167	103.026	12.030	15.622
18	100.431	10.519	13.468	93.641	12.644	15.457
19	96.656	10.658	13.357	88.308	15.096	17.715
20	97.887	10.080	12.564	97.314	11.201	13.955
21	94.430	11.553	13.988	89.824	14.186	16.881
22	91.234	11.407	13.532	89.910	13.019	15.372
23	96.227	10.753	13.189	87.933	15.463	18.181
media	103.625	13.125	16.619	95.184	13.958	17.135

Estimador 21(b) sintético

Estimador 22

B.5 Resultados de la simulación SD1–MF2

El tiempo de ejecución de 10000 replicaciones ha sido de 17 horas, 20 minutos y 15 segundos. Para cada medida de eficiencia los mejores resultados se imprimen en negrita. En las siguientes subapartados se muestran los resultados obtenidos en las provincias de Alicante, Castellón y Valencia.

B.5.1 Resultados de la simulación SD1–MF2 para Alicante

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	99.967	15.052	18.884	99.967	15.052	18.884
2	99.727	16.802	21.009	99.727	16.802	21.009
3	100.275	15.167	19.041	100.275	15.167	19.041
4	100.159	16.670	20.865	100.159	16.670	20.865
5	99.846	17.145	21.528	99.846	17.145	21.528
6	99.647	25.865	32.525	99.647	25.865	32.525
7	100.019	20.461	25.778	100.019	20.461	25.778
8	99.885	12.102	15.226	99.885	12.102	15.226
9	99.739	8.785	11.105	99.739	8.785	11.105
10	99.807	13.873	17.355	99.807	13.873	17.355
11	99.885	15.356	19.283	99.885	15.356	19.283
12	99.771	10.702	13.413	99.771	10.702	13.413
13	99.744	13.544	17.004	99.744	13.544	17.004
14	99.813	17.704	22.285	99.813	17.704	22.285
15	99.643	18.648	23.480	99.643	18.648	23.480
media	99.862	15.858	19.919	99.862	15.858	19.919

Estimador 1

Estimador 2

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	101.128	17.278	22.194	100.618	17.270	22.107
2	101.678	20.062	25.976	101.097	19.942	25.463
3	101.373	18.023	22.969	101.217	18.073	22.961
4	101.086	19.081	24.168	100.901	18.709	24.011
5	101.335	20.048	25.689	101.292	20.121	25.702
6	101.407	28.603	36.961	100.841	28.470	36.423
7	101.775	24.051	31.199	101.835	23.963	30.877
8	100.865	14.428	18.372	100.633	14.789	18.874
9	101.160	13.012	16.702	101.246	12.940	16.615
10	100.988	16.677	21.164	100.309	16.831	21.462
11	101.586	18.681	24.103	101.064	18.631	23.884
12	101.022	14.103	18.109	100.916	14.049	17.875
13	101.151	17.136	21.924	101.795	17.059	21.915
14	100.938	20.381	25.974	100.896	20.817	26.380
15	101.610	22.214	28.651	101.573	22.720	29.174
media	101.273	18.919	24.277	101.082	18.959	24.248

Estimador 3(g)

Estimador 3(h)

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	126.454	26.743	31.257	124.428	24.808	29.224
2	105.691	13.357	17.825	105.604	13.306	17.621
3	120.283	21.264	25.982	120.596	21.503	26.177
4	132.259	32.383	36.818	132.768	32.879	37.409
5	117.096	19.025	24.235	117.141	19.176	24.397
6	192.727	92.727	98.756	191.095	91.095	97.216
7	130.273	30.862	37.318	130.201	30.807	37.262
8	102.257	9.609	12.334	101.992	9.633	12.371
9	50.183	49.817	50.217	50.338	49.662	50.058
10	99.605	10.364	13.149	100.137	10.623	13.486
11	98.153	12.018	15.109	98.078	12.160	15.259
12	74.959	25.225	26.859	75.402	24.730	26.383
13	89.682	14.058	16.666	89.765	14.125	16.725
14	141.115	41.161	45.967	141.200	41.245	45.930
15	121.727	23.299	29.505	121.023	22.802	28.848
media	113.497	28.127	32.133	113.318	27.904	31.891

Estimador 4(g)

Estimador 4(h)

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	80.844	19.733	21.643	118.092	19.025	23.547
2	77.174	23.518	25.743	104.219	12.640	16.774
3	75.488	24.694	26.358	108.157	12.517	16.351
4	82.550	18.264	20.385	120.531	21.293	25.895
5	77.560	22.939	24.956	109.379	13.836	18.235
6	103.668	13.576	17.849	164.962	64.971	71.061
7	79.109	22.028	24.514	118.923	21.130	27.281
8	74.506	25.540	26.859	103.414	9.568	12.391
9	54.630	45.370	45.898	66.620	33.390	34.393
10	72.964	27.127	28.564	100.347	10.110	12.893
11	76.635	23.870	26.003	102.111	11.887	15.431
12	66.903	33.121	34.159	84.852	16.356	18.525
13	72.354	27.811	29.484	94.810	11.776	14.458
14	91.509	12.776	15.248	129.807	30.067	35.043
15	82.535	19.230	21.829	117.747	20.043	25.983
media	77.895	23.973	25.966	109.598	20.574	24.551

Estimador 5

Estimador 6

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	101.217	14.609	18.644	101.217	14.609	18.644
2	101.660	16.424	21.248	101.660	16.424	21.248
3	101.331	15.330	19.619	101.331	15.330	19.619
4	100.820	15.791	19.996	100.820	15.791	19.996
5	101.349	16.758	21.490	101.349	16.758	21.490
6	101.128	23.908	30.667	101.128	23.908	30.667
7	101.962	20.262	26.196	101.962	20.262	26.196
8	100.947	12.085	15.377	100.947	12.085	15.377
9	101.226	11.105	14.217	101.226	11.105	14.217
10	100.915	13.670	17.361	100.915	13.670	17.361
11	101.562	15.440	19.801	101.562	15.440	19.801
12	101.045	11.725	14.966	101.045	11.725	14.966
13	101.243	14.170	18.127	101.243	14.170	18.127
14	101.111	16.848	21.498	101.111	16.848	21.498
15	101.472	17.943	22.956	101.472	17.943	22.956
media	101.266	15.738	20.144	101.266	15.738	20.144

Estimador 7

Estimador 8

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	101.217	14.609	18.644	73.773	26.287	27.732
2	101.660	16.424	21.247	70.588	29.570	31.327
3	101.330	15.330	19.618	69.043	30.982	32.209
4	100.820	15.791	19.996	75.642	24.533	26.244
5	101.348	16.757	21.490	70.802	29.314	30.908
6	101.128	23.908	30.666	94.988	13.769	16.940
7	101.962	20.261	26.195	72.649	27.761	29.784
8	100.947	12.084	15.377	68.024	31.980	32.900
9	101.226	11.105	14.217	49.897	50.103	50.499
10	100.914	13.670	17.361	66.798	33.223	34.320
11	101.561	15.440	19.801	69.925	30.182	31.839
12	101.045	11.725	14.966	61.077	38.924	39.668
13	101.242	14.170	18.127	66.414	33.620	34.922
14	101.111	16.847	21.498	83.897	17.438	19.827
15	101.471	17.943	22.956	75.188	25.286	27.500
media	101.265	15.738	20.144	71.247	29.531	31.108

Estimador 9

Estimador 9 (sintético)

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	101.217	14.609	18.644	102.252	17.348	22.232
2	101.660	16.424	21.247	101.954	19.466	24.870
3	101.330	15.330	19.618	102.290	17.944	22.766
4	100.820	15.791	19.996	102.512	19.133	24.251
5	101.348	16.757	21.490	102.199	19.744	25.098
6	101.128	23.908	30.666	106.752	29.689	38.774
7	101.962	20.261	26.195	103.414	23.928	30.813
8	100.947	12.084	15.377	100.946	14.108	17.814
9	101.226	11.105	14.217	98.630	11.280	14.085
10	100.914	13.670	17.361	100.936	16.163	20.327
11	101.561	15.440	19.801	101.437	17.941	22.788
12	101.045	11.725	14.966	99.797	13.098	16.475
13	101.242	14.170	18.127	100.552	16.302	20.536
14	101.111	16.847	21.498	103.044	20.807	26.452
15	101.471	17.943	22.956	102.781	21.988	28.160
media	101.265	15.738	20.144	101.966	18.596	23.696

Estimador 10

Estimador 11(g)

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	101.711	17.227	21.996	99.496	13.363	16.895
2	101.404	19.351	24.421	99.283	14.858	18.889
3	102.164	18.036	22.735	99.049	13.933	17.579
4	102.415	18.859	24.111	99.265	14.485	18.232
5	102.166	19.803	25.136	99.134	15.213	19.264
6	106.209	29.784	38.359	101.262	22.219	28.405
7	103.575	23.739	30.456	99.257	18.077	23.077
8	100.699	14.446	18.277	98.996	11.065	13.936
9	98.792	11.236	14.122	97.780	9.943	12.372
10	100.355	16.314	20.621	98.650	12.483	15.649
11	100.958	17.949	22.701	99.375	13.998	17.670
12	99.746	13.069	16.359	98.564	10.649	13.366
13	101.181	16.188	20.449	98.811	12.849	16.133
14	102.995	21.164	26.787	100.225	15.664	19.820
15	102.729	22.332	28.518	99.607	16.395	20.757
media	101.807	18.633	23.670	99.250	14.346	18.136

Estimador 11(h)

Estimador 12

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	102.224	15.825	20.047	101.785	15.896	20.100
2	101.857	18.264	23.157	101.569	18.213	23.254
3	102.536	16.077	20.455	102.415	16.233	20.755
4	102.964	17.241	21.891	102.571	16.722	21.328
5	102.192	17.888	22.746	102.215	17.891	22.618
6	106.982	25.812	33.189	105.904	25.214	32.324
7	103.777	20.946	26.909	103.490	20.695	26.265
8	100.779	13.405	16.866	100.616	13.634	17.114
9	98.386	13.055	16.159	98.785	12.840	16.005
10	101.036	15.248	19.305	100.550	15.657	19.773
11	101.489	17.133	21.663	101.502	17.139	21.613
12	99.730	13.261	16.505	99.872	13.248	16.622
13	100.767	15.593	19.625	101.029	15.637	19.773
14	103.540	18.235	23.346	103.059	18.182	23.056
15	102.482	19.167	24.494	103.045	20.011	25.505
media	102.049	17.143	21.757	101.894	17.148	21.740

Estimador 13(g)

Estimador 13(h)

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	101.376	15.044	19.187	101.376	15.044	19.187
2	101.807	16.745	21.697	101.807	16.745	21.697
3	101.389	15.603	19.983	101.389	15.603	19.983
4	100.957	16.167	20.496	100.957	16.167	20.496
5	101.440	17.065	21.899	101.440	17.065	21.899
6	101.548	24.620	31.639	101.548	24.620	31.639
7	102.191	20.762	26.873	102.191	20.762	26.873
8	101.018	12.389	15.769	101.018	12.389	15.769
9	101.265	11.277	14.440	101.265	11.277	14.440
10	101.029	13.952	17.720	101.029	13.952	17.720
11	101.648	15.714	20.172	101.648	15.714	20.172
12	101.099	11.927	15.243	101.099	11.927	15.243
13	101.317	14.464	18.517	101.317	14.464	18.517
14	101.249	17.177	21.932	101.249	17.177	21.932
15	101.713	18.452	23.652	101.713	18.452	23.652
media	101.403	16.091	20.615	101.403	16.091	20.615

Estimador 14

Estimador 15

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	123.840	24.136	28.349	123.599	23.909	28.128
2	108.562	13.973	18.774	108.260	13.837	18.590
3	113.234	15.352	19.580	112.973	15.165	19.376
4	126.386	26.614	30.882	126.094	26.334	30.611
5	114.370	16.676	21.553	114.071	16.464	21.317
6	174.090	74.091	79.682	173.470	73.472	79.073
7	124.989	25.922	32.109	124.538	25.529	31.713
8	107.991	11.241	14.559	107.816	11.143	14.441
9	68.754	31.268	32.424	68.643	31.378	32.524
10	104.694	10.676	13.967	104.480	10.606	13.867
11	106.245	12.801	16.949	105.991	12.707	16.814
12	87.887	14.108	16.362	87.744	14.203	16.451
13	98.491	11.048	13.933	98.279	11.057	13.923
14	135.771	35.840	40.375	135.456	35.529	40.076
15	123.232	24.308	30.332	122.863	23.990	30.009
media	114.569	23.204	27.322	114.285	23.021	27.128

Estimador 16

Estimador 17

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	101.160	14.825	18.977	100.976	14.816	18.981
2	101.641	16.721	21.689	101.418	16.599	21.463
3	101.396	15.520	19.927	101.171	15.547	19.895
4	100.804	16.016	20.327	100.753	15.758	20.183
5	101.284	17.050	21.903	101.096	17.130	22.013
6	100.634	24.088	30.903	100.418	23.978	30.570
7	101.860	20.569	26.669	101.869	20.239	26.364
8	100.952	12.334	15.708	100.559	12.401	15.694
9	101.360	11.464	14.718	101.296	11.338	14.584
10	100.944	13.905	17.665	100.463	13.960	17.742
11	101.455	15.641	20.097	100.829	15.556	20.075
12	101.112	11.952	15.304	101.057	11.805	15.010
13	101.238	14.522	18.619	101.706	14.375	18.499
14	100.897	17.007	21.706	100.702	17.349	22.051
15	101.308	18.270	23.497	101.118	18.497	23.577
media	101.203	15.992	20.514	101.029	15.956	20.447

Estimador 18(g)

Estimador 18(h)

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	101.160	14.825	18.977	100.976	14.816	18.981
2	101.641	16.721	21.689	101.418	16.599	21.463
3	101.396	15.520	19.927	101.171	15.547	19.895
4	100.804	16.016	20.327	100.753	15.758	20.183
5	101.284	17.050	21.903	101.096	17.130	22.013
6	100.634	24.088	30.903	100.418	23.978	30.570
7	101.860	20.569	26.669	101.869	20.239	26.364
8	100.952	12.334	15.708	100.559	12.401	15.694
9	101.360	11.464	14.718	101.296	11.338	14.584
10	100.944	13.905	17.665	100.463	13.960	17.742
11	101.455	15.641	20.097	100.829	15.556	20.075
12	101.112	11.952	15.304	101.057	11.805	15.010
13	101.238	14.522	18.619	101.706	14.375	18.499
14	100.897	17.007	21.706	100.702	17.349	22.051
15	101.308	18.270	23.497	101.118	18.497	23.577
media	101.203	15.992	20.514	101.029	15.956	20.447

Estimador 19(g)

Estimador 19(h)

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	101.933	9.884	12.889	109.031	12.318	16.181
2	97.887	12.178	15.361	103.708	12.432	16.298
3	98.972	10.065	12.718	133.164	33.233	37.314
4	102.302	10.294	13.312	87.144	14.745	17.100
5	99.105	11.048	14.022	104.337	11.885	15.543
6	124.102	25.502	32.158	102.673	13.732	17.795
7	104.028	13.172	17.301	76.578	24.241	26.550
8	97.392	9.162	11.343	90.132	12.141	14.275
9	116.161	18.401	23.654	91.607	11.702	13.884
10	96.995	10.153	12.625	86.244	15.412	17.732
11	97.417	11.825	14.781	80.079	21.000	23.298
12	100.191	10.179	13.069	78.837	21.456	23.274
13	97.274	11.359	14.187	100.418	11.186	14.332
14	103.203	11.285	14.699	97.293	11.028	13.737
15	101.465	12.566	16.199	79.393	21.680	24.169
media	102.562	12.472	15.888	94.709	16.546	19.432

Estimador 20

Estimador 21(a)

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	101.262	9.662	12.401	109.031	12.318	16.181
2	102.334	12.181	15.820	103.708	12.432	16.298
3	101.348	10.172	13.002	133.164	33.233	37.314
4	101.407	10.284	13.105	87.144	14.745	17.100
5	101.715	11.306	14.564	104.337	11.885	15.543
6	102.663	13.615	17.645	102.673	13.732	17.795
7	102.585	12.824	16.814	76.578	24.241	26.550
8	101.130	9.072	11.534	90.132	12.141	14.275
9	101.420	9.949	12.823	91.607	11.702	13.884
10	101.430	10.231	13.174	86.244	15.412	17.732
11	101.812	11.864	15.385	80.079	21.000	23.298
12	101.276	9.906	12.638	78.837	21.456	23.274
13	101.972	11.397	14.756	100.418	11.186	14.332
14	101.767	10.943	14.056	97.293	11.028	13.737
15	102.036	12.564	16.239	79.393	21.680	24.169
media	101.744	11.065	14.264	94.709	16.546	19.432

Estimador 21(b)

Estimador 21(a) sintético

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	101.262	9.662	12.401	95.964	10.934	13.542
2	102.334	12.181	15.820	86.931	17.338	20.398
3	101.348	10.172	13.002	91.541	13.382	16.038
4	101.407	10.284	13.105	97.249	11.567	14.386
5	101.715	11.306	14.564	90.927	14.789	17.735
6	102.663	13.615	17.645	125.129	26.504	33.132
7	102.585	12.824	16.814	99.580	13.903	17.837
8	101.130	9.072	11.534	87.581	14.543	16.915
9	101.420	9.949	12.823	82.922	19.149	21.972
10	101.430	10.231	13.174	86.192	16.335	18.958
11	101.812	11.864	15.385	85.357	17.938	20.807
12	101.276	9.906	12.638	80.708	20.439	22.967
13	101.972	11.397	14.756	83.691	18.763	21.653
14	101.767	10.943	14.056	98.377	12.354	15.537
15	102.036	12.564	16.239	94.706	14.374	17.746
media	101.744	11.065	14.264	92.457	16.154	19.308

Estimador 21(b) sintético

Estimador 22

B.5.2 Resultados de la simulación SD1–MF2 para Castellón

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	99.978	8.291	10.409	99.978	8.291	10.409
2	99.790	14.079	17.619	99.790	14.079	17.619
3	99.605	21.880	27.457	99.605	21.880	27.457
4	99.970	8.879	11.124	99.970	8.879	11.124
5	99.933	14.823	18.654	99.933	14.823	18.654
media	99.855	13.590	17.053	99.855	13.590	17.053

Estimador 1

Estimador 2

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	100.200	9.029	11.318	100.063	9.019	11.313
2	100.422	15.380	19.432	100.350	15.163	19.216
3	101.442	25.036	32.242	101.757	25.062	32.106
4	100.202	9.775	12.290	100.188	9.508	12.046
5	100.350	16.096	20.364	100.053	15.923	19.984
media	100.523	15.063	19.129	100.482	14.935	18.933

Estimador 3(g)

Estimador 3(h)

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	98.135	6.426	8.022	98.340	6.377	7.895
2	109.092	11.568	14.716	108.412	11.274	14.374
3	106.887	14.259	18.696	106.034	13.668	18.071
4	89.855	10.886	12.602	89.962	10.729	12.426
5	124.982	25.124	28.335	124.468	24.601	27.794
media	105.790	13.652	16.474	105.443	13.330	16.112

Estimador 4(g)

Estimador 4(h)

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	45.358	54.642	54.703	93.924	7.417	8.947
2	54.615	45.385	45.653	116.768	17.270	20.463
3	50.602	49.398	49.998	115.202	18.382	23.825
4	45.831	54.169	54.245	91.141	9.545	11.098
5	53.298	46.702	46.938	122.602	22.769	25.849
media	49.941	50.059	50.308	107.927	15.077	18.036

Estimador 5

Estimador 6

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	100.228	7.670	9.608	100.228	7.670	9.608
2	100.473	12.993	16.413	100.473	12.993	16.413
3	101.456	21.238	27.159	101.456	21.238	27.159
4	100.146	8.258	10.392	100.146	8.258	10.392
5	100.392	13.665	17.219	100.392	13.665	17.219
media	100.539	12.765	16.158	100.539	12.765	16.158

Estimador 7 Estimador 8

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	100.228	7.669	9.608	41.533	58.467	58.517
2	100.472	12.993	16.413	49.866	50.134	50.339
3	101.453	21.237	27.157	46.351	53.649	54.107
4	100.145	8.258	10.392	41.922	58.078	58.141
5	100.391	13.665	17.219	48.683	51.317	51.501
media	100.538	12.764	16.158	45.671	54.329	54.521

Estimador 9 Estimador 9 (sintético)

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	100.228	7.669	9.608	100.163	8.933	11.180
2	100.472	12.993	16.413	100.691	15.165	19.089
3	101.453	21.237	27.157	101.747	24.122	30.748
4	100.145	8.258	10.392	99.994	9.590	12.029
5	100.391	13.665	17.219	101.070	16.013	20.252
media	100.538	12.764	16.158	100.733	14.765	18.660

Estimador 10 Estimador 11(g)

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	100.038	8.918	11.175	97.430	8.074	10.056
2	100.594	14.949	18.874	96.839	12.783	15.872
3	102.031	24.125	30.653	94.039	20.253	25.142
4	99.982	9.328	11.782	97.236	8.709	10.797
5	100.769	15.853	19.890	96.479	13.507	16.767
media	100.683	14.635	18.475	96.405	12.665	15.727

Estimador 11(h) Estimador 12

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	100.132	8.927	11.218	99.877	9.084	11.400
2	100.550	14.618	18.323	100.629	14.195	17.909
3	101.402	22.220	28.014	101.666	22.082	27.840
4	100.030	9.621	12.044	100.000	9.424	11.773
5	101.208	15.084	19.122	101.238	15.171	19.124
media	100.665	14.094	17.744	100.682	13.991	17.609

Estimador 13(g) Estimador 13(h)

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	100.257	7.797	9.772	100.257	7.797	9.772
2	100.621	13.310	16.829	100.621	13.310	16.829
3	101.897	21.968	28.179	101.897	21.968	28.179
4	100.179	8.423	10.614	100.179	8.423	10.614
5	100.471	14.017	17.692	100.471	14.017	17.692
media	100.665	14.094	17.744	100.685	13.103	16.617

Estimador 14

Estimador 15

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	98.850	4.658	5.807	98.706	4.649	5.790
2	123.045	23.098	25.620	122.644	22.700	25.217
3	121.690	22.962	28.569	120.598	22.033	27.583
4	95.759	6.068	7.368	95.598	6.123	7.421
5	129.527	29.530	31.716	129.079	29.082	31.265
media	113.774	17.263	19.816	113.325	16.918	19.455

Estimador 16

Estimador 17

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	100.239	7.752	9.726	100.091	7.772	9.722
2	100.430	13.172	16.680	100.221	12.960	16.399
3	101.535	21.741	27.948	101.722	21.665	27.896
4	100.140	8.383	10.551	100.050	8.136	10.308
5	100.315	13.917	17.557	100.027	13.795	17.444
media	100.532	12.993	16.492	100.422	12.866	16.354

Estimador 18(g)

Estimador 18(h)

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	100.239	7.752	9.726	100.091	7.772	9.722
2	100.430	13.172	16.680	100.221	12.960	16.399
3	101.535	21.741	27.948	101.722	21.665	27.896
4	100.140	8.383	10.551	100.050	8.136	10.308
5	100.315	13.917	17.557	100.027	13.795	17.444
media	100.532	12.993	16.492	100.422	12.866	16.354

Estimador 19(g)

Estimador 19(h)

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	105.923	6.995	8.663	108.796	9.155	10.871
2	118.225	18.484	21.423	86.368	14.089	15.784
3	120.957	22.483	28.211	89.156	14.826	17.424
4	103.596	5.928	7.582	91.795	8.736	10.089
5	124.528	24.580	27.298	98.804	7.216	9.009
media	114.646	15.694	18.635	94.984	10.804	12.635

Estimador 20

Estimador 21(a)

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	100.324	4.633	5.834	108.796	9.155	10.871
2	100.566	7.246	9.151	86.368	14.089	15.784
3	102.285	12.068	15.710	89.156	14.826	17.424
4	100.281	5.093	6.398	91.795	8.736	10.089
5	100.381	7.072	8.933	98.804	7.216	9.009
media	100.767	7.222	9.205	94.984	10.804	12.635

Estimador 21(b) Estimador 21(a) sintético

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	100.324	4.633	5.834	102.719	5.313	6.746
2	100.566	7.246	9.151	118.290	18.539	21.450
3	102.285	12.068	15.710	121.846	23.252	29.092
4	100.281	5.093	6.398	99.372	5.422	6.833
5	100.381	7.072	8.933	126.136	26.146	28.628
media	100.767	7.222	9.205	113.673	15.734	18.550

Estimador 21(b) sintético Estimador 22

B.5.3 Resultados de la simulación SD1–MF2 para Valencia

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	100.138	19.299	24.239	100.138	19.299	24.239
2	99.520	16.936	21.269	99.520	16.936	21.269
3	99.594	15.704	19.674	99.594	15.704	19.674
4	99.701	16.454	20.606	99.701	16.454	20.606
5	99.351	21.848	27.484	99.351	21.848	27.484
6	99.859	13.286	16.643	99.859	13.286	16.643
7	99.428	16.531	20.636	99.428	16.531	20.636
8	99.903	15.070	18.908	99.903	15.070	18.908
9	99.629	15.358	19.186	99.629	15.358	19.186
10	99.880	14.281	17.962	99.880	14.281	17.962
11	100.030	15.305	19.138	100.030	15.305	19.138
12	99.788	18.622	23.400	99.788	18.622	23.400
13	99.972	18.097	22.747	99.972	18.097	22.747
14	99.897	20.175	25.254	99.897	20.175	25.254
15	99.559	16.214	20.392	99.559	16.214	20.392
16	99.719	15.861	19.879	99.719	15.861	19.879
17	99.715	19.830	24.805	99.715	19.830	24.805
18	99.962	18.071	22.646	99.962	18.071	22.646
19	99.276	15.943	20.007	99.276	15.943	20.007
20	99.928	18.225	22.826	99.928	18.225	22.826
21	100.135	16.163	20.321	100.135	16.163	20.321
22	99.735	14.733	18.455	99.735	14.733	18.455
23	99.831	16.391	20.496	99.831	16.391	20.496
media	99.763	16.887	21.173	99.763	16.887	21.173

Estimador 1 Estimador 2

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	101.448	21.886	28.082	100.907	21.661	27.625
2	100.825	19.295	24.710	100.759	19.395	24.767
3	100.782	18.512	23.811	100.854	17.991	23.159
4	101.006	18.865	24.044	101.235	19.006	24.317
5	101.164	24.762	32.055	101.421	25.129	32.551
6	101.021	15.969	20.446	100.979	16.080	20.589
7	101.108	19.437	24.930	100.870	19.255	24.628
8	101.257	17.672	22.639	100.733	17.366	22.145
9	100.762	17.757	22.696	100.936	17.781	22.660
10	101.405	17.330	22.330	100.899	17.179	21.868
11	101.241	17.992	23.050	101.161	17.863	23.016
12	101.355	21.469	27.515	100.654	21.168	27.169
13	101.464	21.535	27.644	100.713	21.882	28.173
14	102.114	23.616	30.382	101.967	23.453	30.346
15	100.981	19.330	24.733	101.719	18.728	24.247
16	100.697	18.520	23.426	101.796	18.878	24.195
17	101.076	22.644	28.994	101.190	22.210	28.384
18	101.422	21.094	27.364	101.598	20.942	26.869
19	100.782	19.210	24.680	100.901	19.110	24.324
20	101.600	21.234	27.056	101.339	20.993	27.001
21	101.856	19.766	25.503	101.400	20.017	25.784
22	101.321	17.646	22.580	101.142	17.438	22.226
23	101.601	19.915	25.768	101.643	19.677	25.330
media	101.230	19.802	25.410	101.166	19.704	25.277

Estimador 3(g)

Estimador 3(h)

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	121.181	22.163	27.235	120.432	21.540	26.646
2	112.661	15.193	19.603	112.778	15.486	20.041
3	94.657	11.486	14.081	94.362	11.647	14.174
4	117.921	19.080	23.659	118.392	19.464	23.904
5	140.963	41.052	46.516	140.637	40.722	46.136
6	92.011	11.534	13.855	92.521	11.435	13.721
7	94.964	11.934	14.664	95.390	11.623	14.350
8	104.746	10.937	14.242	104.903	10.790	14.010
9	108.320	12.355	16.166	108.237	12.327	16.166
10	79.288	21.275	23.325	78.968	21.501	23.564
11	94.968	10.885	13.336	95.369	10.745	13.195
12	121.650	22.647	27.834	121.794	22.675	27.861
13	110.620	15.017	19.941	111.373	15.658	20.705
14	118.203	20.478	26.354	117.800	20.194	26.088
15	93.616	12.245	14.881	92.569	12.508	15.238
16	96.024	10.903	13.524	96.484	10.939	13.506
17	116.398	18.701	24.191	115.316	18.056	23.517
18	101.502	11.708	15.016	101.268	11.783	15.172
19	91.954	12.915	15.534	91.420	13.280	15.873
20	106.998	12.879	16.999	106.423	12.605	16.491
21	87.124	15.761	18.439	86.230	16.161	18.871
22	96.619	10.313	12.783	97.616	10.218	12.755
23	85.242	17.089	19.670	85.465	16.776	19.412
media	103.810	16.024	19.646	103.728	16.006	19.626

Estimador 4(g)

Estimador 4(h)

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	62.293	37.717	38.667	118.867	20.138	25.088
2	59.081	40.920	41.614	110.577	13.703	17.835
3	56.330	43.670	44.319	99.593	10.561	13.438
4	60.085	39.915	40.623	112.679	14.921	19.202
5	68.689	31.406	33.007	136.324	36.483	41.963
6	52.848	47.152	47.569	91.626	11.566	13.807
7	54.439	45.563	46.200	94.430	11.880	14.522
8	58.235	41.766	42.387	102.782	10.174	13.142
9	58.042	41.958	42.560	104.856	10.666	13.922
10	50.134	49.866	50.307	85.936	15.758	18.110
11	53.942	46.058	46.555	95.973	10.442	12.856
12	64.058	35.959	37.033	121.362	22.320	27.418
13	57.738	42.266	43.120	107.772	13.466	17.928
14	65.276	34.789	36.200	122.206	23.534	29.476
15	52.876	47.125	47.698	94.162	11.901	14.476
16	53.127	46.873	47.383	95.609	10.780	13.333
17	56.076	43.927	44.708	113.074	16.335	21.500
18	54.746	45.254	45.927	100.700	11.429	14.578
19	52.622	47.378	47.961	92.262	12.649	15.226
20	53.334	46.666	47.259	104.641	11.904	15.643
21	51.776	48.224	48.821	93.829	12.488	15.224
22	50.046	49.954	50.330	92.763	11.331	13.632
23	52.733	47.267	47.921	92.055	13.269	15.974
media	56.458	43.551	44.268	103.655	14.683	18.187

Estimador 5

Estimador 6

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	101.224	17.669	22.620	101.224	17.669	22.620
2	100.877	16.238	20.687	100.877	16.238	20.687
3	100.870	15.401	19.677	100.870	15.401	19.677
4	101.039	15.703	19.992	101.039	15.703	19.992
5	101.025	20.690	26.694	101.025	20.690	26.694
6	101.000	13.318	17.039	101.000	13.318	17.039
7	101.167	15.853	20.364	101.167	15.853	20.364
8	101.221	14.464	18.411	101.221	14.464	18.411
9	100.878	14.763	18.828	100.878	14.763	18.828
10	101.396	14.335	18.383	101.396	14.335	18.383
11	101.324	14.978	19.104	101.324	14.978	19.104
12	101.353	17.803	22.754	101.353	17.803	22.754
13	101.310	17.914	23.002	101.310	17.914	23.002
14	101.984	19.281	24.829	101.984	19.281	24.829
15	101.223	16.254	20.684	101.223	16.254	20.684
16	100.846	15.330	19.399	100.846	15.330	19.399
17	101.220	19.021	24.291	101.220	19.021	24.291
18	101.424	17.677	22.645	101.424	17.677	22.645
19	100.920	15.948	20.540	100.920	15.948	20.540
20	101.198	17.418	22.192	101.198	17.418	22.192
21	101.557	16.318	21.015	101.557	16.318	21.015
22	101.270	14.911	19.045	101.270	14.911	19.045
23	101.628	16.371	21.024	101.628	16.371	21.024
media	101.215	16.420	21.009	101.215	16.420	21.009

Estimador 7

Estimador 8

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	101.223	17.669	22.619	56.957	43.046	43.745
2	100.876	16.238	20.686	53.959	46.041	46.597
3	100.870	15.400	19.677	51.573	48.427	48.927
4	101.038	15.703	19.992	55.013	44.987	45.505
5	101.025	20.690	26.694	62.793	37.220	38.390
6	101.000	13.318	17.038	48.389	51.611	51.940
7	101.166	15.852	20.364	49.786	50.214	50.693
8	101.221	14.464	18.411	53.113	46.887	47.328
9	100.877	14.763	18.828	53.081	46.919	47.385
10	101.395	14.335	18.383	45.805	54.195	54.533
11	101.324	14.978	19.103	49.367	50.633	51.017
12	101.353	17.803	22.754	58.457	41.549	42.334
13	101.310	17.914	23.001	53.060	46.941	47.630
14	101.984	19.280	24.829	59.670	40.345	41.428
15	101.222	16.254	20.684	48.350	51.650	52.106
16	100.846	15.330	19.399	48.734	51.266	51.668
17	101.220	19.020	24.290	51.223	48.777	49.387
18	101.423	17.677	22.645	50.238	49.762	50.292
19	100.919	15.947	20.539	48.088	51.912	52.367
20	101.197	17.418	22.191	48.837	51.163	51.611
21	101.556	16.317	21.015	47.332	52.668	53.128
22	101.269	14.911	19.045	45.783	54.217	54.520
23	101.627	16.371	21.024	48.286	51.714	52.218
media	101.215	16.420	21.009	51.648	48.354	48.902

Estimador 9

Estimador 9 (sintético)

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	101.223	17.669	22.619	102.451	21.536	27.432
2	100.876	16.238	20.686	101.412	18.876	23.982
3	100.870	15.400	19.677	100.493	17.757	22.570
4	101.038	15.703	19.992	101.849	18.662	23.619
5	101.025	20.690	26.694	103.424	24.709	31.873
6	101.000	13.318	17.038	100.608	15.279	19.299
7	101.166	15.852	20.364	100.790	18.525	23.447
8	101.221	14.464	18.411	101.427	17.206	21.820
9	100.877	14.763	18.828	101.133	17.353	21.981
10	101.395	14.335	18.383	100.284	16.211	20.478
11	101.324	14.978	19.103	100.933	17.256	21.804
12	101.353	17.803	22.754	102.458	21.141	26.956
13	101.310	17.914	23.001	101.978	20.983	26.636
14	101.984	19.280	24.829	103.091	23.082	29.422
15	101.222	16.254	20.684	100.581	18.401	23.210
16	100.846	15.330	19.399	100.534	17.788	22.274
17	101.220	19.020	24.290	101.977	22.073	28.030
18	101.423	17.677	22.645	101.415	20.235	25.849
19	100.919	15.947	20.539	100.304	18.259	23.102
20	101.197	17.418	22.191	101.924	20.570	25.935
21	101.556	16.317	21.015	101.041	18.665	23.665
22	101.269	14.911	19.045	101.064	16.942	21.373
23	101.627	16.371	21.024	100.679	18.715	23.747
media	101.215	16.420	21.009	101.385	19.140	24.283

Estimador 10

Estimador 11(g)

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	101.944	21.349	27.028	97.216	16.472	20.707
2	101.393	19.021	24.102	96.674	15.204	18.979
3	100.599	17.232	21.906	96.584	14.592	18.256
4	102.074	18.725	23.780	96.943	14.671	18.350
5	103.678	24.923	32.116	97.108	18.734	23.824
6	100.604	15.417	19.510	96.726	12.744	15.829
7	100.638	18.390	23.209	96.355	15.123	18.813
8	100.924	16.919	21.420	97.246	13.595	17.012
9	101.306	17.377	21.972	96.929	13.997	17.481
10	99.829	16.109	20.157	96.395	13.869	17.260
11	100.895	17.162	21.791	96.774	14.330	17.811
12	101.728	20.872	26.632	97.382	16.286	20.446
13	101.338	21.291	27.076	96.466	16.611	20.719
14	102.975	22.855	29.303	97.557	17.387	21.943
15	101.268	17.805	22.699	96.116	15.310	19.019
16	101.523	18.071	22.876	96.121	14.718	18.184
17	102.052	21.708	27.530	95.930	17.741	22.088
18	101.604	20.108	25.473	96.312	16.666	20.766
19	100.433	18.191	22.802	95.794	15.229	18.992
20	101.659	20.309	25.883	95.929	16.614	20.590
21	100.631	18.941	24.038	96.316	15.469	19.300
22	101.020	16.780	21.158	96.175	14.315	17.812
23	100.803	18.540	23.465	96.286	15.461	19.194
media	101.344	19.048	24.171	96.580	15.441	19.277

Estimador 11(h)

Estimador 12

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	102.721	19.861	25.271	102.166	19.573	25.009
2	101.436	17.724	22.470	101.940	17.975	22.795
3	100.722	16.993	21.324	100.754	16.914	21.314
4	101.772	17.193	21.794	101.704	17.238	21.943
5	103.338	21.898	27.952	103.366	21.853	27.861
6	100.537	14.826	18.653	100.411	15.022	18.826
7	100.676	18.000	22.692	100.638	18.192	22.819
8	101.245	16.273	20.559	101.271	16.061	20.331
9	101.211	16.287	20.495	101.491	16.442	20.752
10	100.079	16.288	20.366	99.931	16.125	20.178
11	101.085	16.575	20.808	101.091	16.470	20.838
12	102.432	19.133	24.305	101.957	18.878	23.977
13	102.269	18.814	23.989	101.458	19.121	24.317
14	102.696	20.795	26.552	102.475	20.742	26.422
15	100.768	17.799	22.482	101.485	17.884	22.604
16	101.112	17.296	21.848	101.151	17.141	21.566
17	102.516	20.576	26.124	103.000	20.391	26.065
18	101.803	19.284	24.390	101.560	18.691	23.707
19	100.435	17.466	21.949	100.803	17.566	22.025
20	101.867	19.215	24.361	101.572	18.919	24.126
21	100.885	17.808	22.429	100.717	18.392	23.073
22	100.473	16.008	20.131	100.860	16.142	20.353
23	100.601	18.227	22.890	100.534	18.219	22.770
media	101.421	18.015	22.775	101.406	17.998	22.768

Estimador 13(g)

Estimador 13(h)

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	101.414	18.114	23.194	101.414	18.114	23.194
2	101.038	16.531	21.101	101.038	16.531	21.101
3	100.991	15.736	20.135	100.991	15.736	20.135
4	101.195	16.012	20.413	101.195	16.012	20.413
5	101.332	21.233	27.419	101.332	21.233	27.419
6	101.067	13.532	17.331	101.067	13.532	17.331
7	101.299	16.103	20.718	101.299	16.103	20.718
8	101.317	14.731	18.778	101.317	14.731	18.778
9	100.984	15.051	19.188	100.984	15.051	19.188
10	101.512	14.635	18.778	101.512	14.635	18.778
11	101.430	15.230	19.465	101.430	15.230	19.465
12	101.559	18.223	23.347	101.559	18.223	23.347
13	101.437	18.327	23.547	101.437	18.327	23.547
14	102.232	19.803	25.521	102.232	19.803	25.521
15	101.329	16.495	21.016	101.329	16.495	21.016
16	100.924	15.623	19.778	100.924	15.623	19.778
17	101.399	19.597	25.085	101.399	19.597	25.085
18	101.559	18.009	23.141	101.559	18.009	23.141
19	101.038	16.254	20.954	101.038	16.254	20.954
20	101.429	17.901	22.818	101.429	17.901	22.818
21	101.744	16.734	21.603	101.744	16.734	21.603
22	101.362	15.201	19.402	101.362	15.201	19.402
23	101.767	16.693	21.484	101.767	16.693	21.484
media	101.363	16.773	21.488	101.363	16.773	21.488

Estimador 14

Estimador 15

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	113.963	16.261	20.957	114.326	16.516	21.236
2	106.097	11.342	14.877	106.393	11.454	15.033
3	95.779	10.893	13.444	96.051	10.829	13.394
4	108.101	12.037	15.805	108.396	12.186	15.991
5	130.502	30.853	36.376	130.994	31.320	36.831
6	88.189	13.550	15.745	88.396	13.409	15.605
7	90.882	13.142	15.671	91.163	13.009	15.542
8	98.855	9.735	12.254	99.093	9.723	12.260
9	100.749	9.680	12.355	101.002	9.698	12.403
10	82.756	18.197	20.391	82.976	18.014	20.219
11	92.273	11.611	13.919	92.512	11.502	13.812
12	116.387	18.165	23.071	116.751	18.446	23.366
13	103.410	11.928	15.652	103.780	12.010	15.793
14	117.249	19.541	25.192	117.691	19.869	25.549
15	90.529	13.240	15.751	90.811	13.103	15.613
16	91.879	12.013	14.437	92.162	11.881	14.310
17	108.185	13.548	18.065	108.586	13.726	18.302
18	96.678	11.420	14.150	97.027	11.370	14.125
19	88.762	14.302	16.808	89.056	14.133	16.642
20	100.212	10.995	14.049	100.557	11.010	14.110
21	90.140	13.853	16.466	90.439	13.709	16.325
22	89.039	13.228	15.464	89.290	13.070	15.309
23	88.575	14.857	17.462	88.878	14.687	17.300
media	99.530	14.104	17.320	99.840	14.116	17.351

Estimador 16

Estimador 17

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	106.574	12.223	16.131	129.716	29.924	34.694
2	103.262	10.598	13.759	136.055	36.086	40.338
3	99.175	10.530	13.325	128.988	29.176	33.796
4	103.994	10.550	13.776	103.536	10.388	13.404
5	114.722	17.731	23.070	129.083	29.477	35.058
6	97.489	9.568	11.887	102.628	9.766	12.723
7	98.310	11.126	13.981	79.411	21.259	23.401
8	99.770	9.761	12.372	120.599	21.128	25.208
9	100.695	9.745	12.430	120.679	21.299	25.567
10	97.188	10.631	13.280	118.934	19.960	24.575
11	98.476	10.027	12.567	122.521	22.994	27.336
12	107.217	12.641	16.723	140.628	40.656	45.109
13	102.543	11.813	15.440	116.178	18.390	23.970
14	107.469	13.974	18.570	131.369	31.707	37.690
15	98.539	11.027	13.877	91.646	12.792	15.425
16	98.652	10.265	12.988	77.169	23.090	24.989
17	106.630	12.998	17.318	72.035	28.184	30.040
18	100.364	11.257	14.362	99.295	11.415	14.536
19	98.048	11.154	14.034	103.953	11.732	15.432
20	103.099	11.420	14.883	88.483	14.342	16.895
21	98.971	11.607	14.622	74.611	25.703	27.674
22	98.802	9.745	12.273	103.341	10.225	13.290
23	98.294	11.767	14.872	77.021	23.543	25.678
media	101.664	11.398	14.632	107.299	21.880	25.514

Estimador 20

Estimador 21(a)

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	101.654	10.945	14.053	129.716	29.924	34.694
2	101.312	10.545	13.483	136.055	36.086	40.338
3	101.619	10.753	13.789	128.988	29.176	33.796
4	101.668	9.981	12.753	103.536	10.388	13.404
5	102.145	12.057	15.547	129.083	29.477	35.058
6	101.496	9.547	12.365	102.628	9.766	12.723
7	101.908	11.056	14.371	79.411	21.259	23.401
8	101.228	9.590	12.274	120.599	21.128	25.208
9	101.363	9.873	12.688	120.679	21.299	25.567
10	101.589	10.566	13.489	118.934	19.960	24.575
11	101.378	10.025	12.908	122.521	22.994	27.336
12	101.582	10.899	14.170	140.628	40.656	45.109
13	102.151	12.058	15.621	116.178	18.390	23.970
14	102.393	12.692	16.417	131.369	31.707	37.690
15	101.706	11.057	14.454	91.646	12.792	15.425
16	101.645	10.499	13.420	77.169	23.090	24.989
17	101.688	11.923	15.490	72.035	28.184	30.040
18	101.987	11.543	15.007	99.295	11.415	14.536
19	101.693	11.367	14.714	103.953	11.732	15.432
20	101.862	11.099	14.270	88.483	14.342	16.895
21	101.934	11.737	15.112	74.611	25.703	27.674
22	101.559	9.928	12.748	103.341	10.225	13.290
23	102.259	11.817	15.381	77.021	23.543	25.678
media	101.731	10.937	14.110	107.299	21.880	25.514

Estimador 21(b)

Estimador 21(a) sintético

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	101.654	10.945	14.053	102.983	12.538	16.147
2	101.312	10.545	13.483	98.204	11.646	14.649
3	101.619	10.753	13.789	91.514	13.322	16.165
4	101.668	9.981	12.753	99.486	11.137	14.132
5	102.145	12.057	15.547	113.576	17.534	23.035
6	101.496	9.547	12.365	87.989	14.867	17.318
7	101.908	11.056	14.371	89.110	15.560	18.369
8	101.228	9.590	12.274	92.350	12.656	15.191
9	101.363	9.873	12.688	94.330	11.962	14.568
10	101.589	10.566	13.489	85.916	16.754	19.503
11	101.378	10.025	12.908	90.599	13.863	16.617
12	101.582	10.899	14.170	103.468	12.331	16.237
13	102.151	12.058	15.621	97.227	13.373	16.821
14	102.393	12.692	16.417	103.786	13.749	18.068
15	101.706	11.057	14.454	90.319	14.624	17.527
16	101.645	10.499	13.420	91.214	13.984	16.769
17	101.688	11.923	15.490	103.017	13.098	16.980
18	101.987	11.543	15.007	94.056	13.844	16.970
19	101.693	11.367	14.714	88.781	15.609	18.558
20	101.862	11.099	14.270	98.083	12.526	15.710
21	101.934	11.737	15.112	90.498	14.958	17.937
22	101.559	9.928	12.748	90.808	13.573	16.150
23	102.259	11.817	15.381	88.855	15.741	18.723
media	101.731	10.937	14.110	95.051	13.880	17.050

Estimador 21(b) sintético

Estimador 22

B.6 Resultados de la simulación SD2–MF2

El tiempo de ejecución de 10000 replicaciones ha sido de 16 horas, 55 minutos y 10 segundos. Para cada medida de eficiencia los mejores resultados se imprimen en negrita. En las siguientes subpartados se muestran los resultados obtenidos en las provincias de Alicante, Castellón y Valencia.

B.6.1 Resultados de la simulación SD2–MF2 para Alicante

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	99.772	13.614	17.147	99.772	13.614	17.147
2	99.914	15.443	19.296	99.914	15.443	19.296
3	100.103	14.012	17.557	100.103	14.012	17.557
4	99.532	19.361	24.143	99.532	19.361	24.143
5	99.310	19.388	24.295	99.310	19.388	24.295
6	99.241	28.849	35.982	99.241	28.849	35.982
7	99.007	22.596	28.198	99.007	22.596	28.198
8	99.878	11.278	14.125	99.878	11.278	14.125
9	99.923	8.443	10.589	99.923	8.443	10.589
10	99.627	15.466	19.407	99.627	15.466	19.407
11	99.846	17.712	22.183	99.846	17.712	22.183
12	100.125	11.328	14.156	100.125	11.328	14.156
13	100.018	14.144	17.699	100.018	14.144	17.699
14	99.620	19.944	24.961	99.620	19.944	24.961
15	99.673	21.152	26.493	99.673	21.152	26.493
media	99.706	16.849	21.082	99.706	16.849	21.082

Estimador 1

Estimador 2

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	100.545	15.323	19.469	100.516	14.989	19.001
2	100.884	17.699	22.560	100.133	17.410	22.054
3	100.923	15.863	20.280	101.125	16.051	20.411
4	101.045	22.035	28.314	100.898	22.018	28.048
5	101.382	22.963	29.676	101.973	22.865	29.662
6	101.466	31.989	41.565	101.883	31.958	41.378
7	101.205	26.169	33.927	100.849	25.859	33.442
8	100.664	13.434	17.069	100.902	13.554	17.059
9	100.915	11.774	14.901	100.596	11.632	14.714
10	101.094	18.539	23.737	101.122	18.214	23.415
11	101.464	21.115	27.267	100.682	20.721	26.932
12	100.911	13.484	17.162	100.574	13.374	16.868
13	101.106	16.716	21.227	100.294	16.529	20.810
14	101.166	23.044	29.590	101.268	23.062	29.956
15	101.691	24.575	31.877	102.452	24.682	32.280
media	101.097	19.648	25.241	101.018	19.528	25.069

Estimador 3(g)

Estimador 3(h)

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	125.816	25.929	29.309	123.950	24.120	27.511
2	104.713	11.435	15.035	104.349	11.359	14.688
3	119.966	20.463	24.229	120.275	20.767	24.629
4	133.112	33.344	38.710	133.553	33.740	39.025
5	117.616	20.355	26.410	117.943	20.438	26.672
6	193.595	93.596	100.298	191.673	91.675	98.399
7	131.156	31.966	39.051	130.171	31.008	38.108
8	101.824	9.075	11.567	101.996	9.083	11.607
9	50.029	49.971	50.296	50.203	49.797	50.133
10	99.898	11.277	14.324	100.544	11.012	14.084
11	98.337	13.216	16.731	98.155	13.174	16.694
12	74.630	25.421	26.746	75.421	24.636	25.994
13	89.564	13.508	15.938	89.233	13.571	16.071
14	141.706	41.790	47.496	141.302	41.429	47.316
15	122.154	24.088	31.039	121.678	23.735	30.654
media	113.608	28.362	32.478	113.363	27.970	32.106

Estimador 4(g)

Estimador 4(h)

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	80.409	19.722	21.212	117.475	17.999	21.482
2	76.428	23.838	25.563	103.222	10.680	13.978
3	75.268	24.772	25.998	107.846	11.022	14.234
4	83.042	18.310	20.705	121.260	22.349	27.730
5	77.869	23.029	25.448	109.820	15.430	20.474
6	104.121	14.433	19.172	165.646	65.651	72.389
7	79.618	21.968	24.652	119.681	22.256	28.885
8	74.143	25.877	26.975	102.937	8.926	11.473
9	54.432	45.568	45.984	66.388	33.612	34.416
10	73.160	27.009	28.699	100.612	11.065	14.139
11	76.755	24.116	26.517	102.264	13.150	17.175
12	66.574	33.428	34.191	84.449	16.156	18.055
13	72.214	27.846	29.280	94.637	10.957	13.360
14	91.848	13.507	16.282	130.293	30.737	36.524
15	82.787	19.543	22.356	118.116	20.902	27.484
media	77.911	24.198	26.202	109.643	20.726	24.786

Estimador 5

Estimador 6

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	100.394	12.718	16.066	100.394	12.718	16.066
2	100.895	14.287	18.238	100.895	14.287	18.238
3	100.890	13.270	16.854	100.890	13.270	16.854
4	100.988	18.153	23.323	100.981	18.150	23.319
5	101.519	18.971	24.482	101.528	18.971	24.482
6	101.138	26.605	34.141	101.144	26.602	34.138
7	101.196	21.638	27.857	101.191	21.635	27.854
8	100.613	11.111	14.109	100.617	11.106	14.103
9	100.996	9.971	12.613	100.991	9.968	12.609
10	100.990	14.989	19.107	100.993	14.988	19.107
11	101.375	17.043	22.009	101.374	17.042	22.007
12	100.821	10.810	13.670	100.821	10.810	13.670
13	101.053	13.403	17.070	101.053	13.403	17.070
14	101.447	18.993	24.355	101.453	18.992	24.354
15	101.828	19.750	25.586	101.824	19.748	25.583
media	101.076	16.114	20.632	101.077	16.113	20.630

Estimador 7

Estimador 8

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	100.394	12.717	16.065	73.540	26.483	27.503
2	100.894	14.287	18.238	69.777	30.266	31.536
3	100.889	13.270	16.853	68.868	31.141	32.023
4	100.988	18.152	23.323	76.134	24.295	26.287
5	101.519	18.971	24.481	71.297	28.994	30.935
6	101.138	26.604	34.140	95.334	14.314	17.785
7	101.195	21.637	27.857	72.660	27.929	30.102
8	100.613	11.111	14.109	68.041	31.960	32.737
9	100.995	9.971	12.613	49.778	50.222	50.561
10	100.989	14.988	19.107	67.087	32.944	34.140
11	101.374	17.043	22.008	70.023	30.255	32.156
12	100.821	10.810	13.669	61.088	38.912	39.471
13	101.052	13.403	17.069	66.035	33.985	35.011
14	101.447	18.992	24.354	83.956	17.956	20.667
15	101.828	19.750	25.586	75.657	25.279	27.706
media	101.076	16.114	20.632	71.285	29.662	31.241

Estimador 9

Estimador 9 (sintético)

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	100.394	12.717	16.065	101.385	15.298	19.412
2	100.894	14.287	18.238	101.107	17.206	21.756
3	100.889	13.270	16.853	101.639	15.776	20.078
4	100.980	18.150	23.319	102.702	21.951	28.117
5	101.527	18.971	24.482	102.398	22.451	28.772
6	101.144	26.601	34.137	106.932	32.838	43.090
7	101.190	21.635	27.853	103.170	25.806	33.254
8	100.616	11.106	14.103	100.702	13.180	16.644
9	100.991	9.968	12.609	98.765	10.412	12.958
10	100.993	14.988	19.107	101.045	17.908	22.675
11	101.374	17.042	22.007	101.357	20.190	25.637
12	100.821	10.810	13.669	99.979	12.769	16.051
13	101.052	13.403	17.069	100.633	15.996	20.112
14	101.453	18.991	24.353	103.474	23.323	29.914
15	101.824	19.748	25.582	103.026	24.105	31.012
media	101.076	16.112	20.630	101.888	19.280	24.632

Estimador 10

Estimador 11(g)

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	101.301	14.924	18.894	98.977	11.803	14.837
2	100.384	16.893	21.271	98.918	13.190	16.621
3	101.845	15.959	20.243	98.906	12.191	15.361
4	102.599	21.904	27.894	99.147	16.506	21.011
5	102.959	22.439	28.788	98.884	17.073	21.746
6	107.319	32.556	42.626	101.090	24.398	31.154
7	102.741	25.514	32.787	98.455	19.278	24.519
8	100.964	13.286	16.641	98.861	10.255	12.943
9	98.481	10.316	12.843	97.874	9.059	11.264
10	101.114	17.610	22.318	98.546	13.701	17.206
11	100.611	19.815	25.339	99.144	15.484	19.629
12	99.671	12.672	15.820	98.530	10.105	12.593
13	99.876	15.871	19.811	98.767	12.361	15.505
14	103.584	23.270	30.167	100.393	17.497	22.254
15	103.725	24.201	31.308	99.763	17.849	22.848
media	101.812	19.149	24.450	99.084	14.717	18.633

Estimador 11(h)

Estimador 12

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	101.266	14.203	17.981	101.011	14.219	17.790
2	101.597	16.786	21.216	101.140	16.871	21.343
3	101.657	14.846	18.734	101.832	14.626	18.467
4	102.495	19.561	24.765	102.602	19.725	24.874
5	102.348	20.002	25.469	103.167	20.079	25.617
6	106.838	28.692	36.607	107.393	28.914	36.812
7	103.110	22.802	28.952	103.194	22.916	29.347
8	100.628	12.364	15.540	100.550	12.499	15.673
9	98.720	12.124	15.091	98.686	12.411	15.426
10	101.088	16.930	21.376	100.859	16.619	20.863
11	102.127	19.544	24.789	101.612	19.437	24.518
12	99.976	13.140	16.375	99.292	13.191	16.296
13	100.635	15.613	19.599	100.163	15.930	19.790
14	103.819	20.404	25.996	104.163	20.625	26.574
15	103.098	21.688	27.641	104.038	22.000	28.287
media	101.960	17.913	22.675	101.980	18.004	22.779

Estimador 13(g)

Estimador 13(h)

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	100.533	13.077	16.541	100.533	13.077	16.541
2	100.979	14.554	18.591	100.979	14.554	18.591
3	100.987	13.546	17.209	100.987	13.546	17.209
4	101.157	18.639	23.958	101.152	18.637	23.955
5	101.691	19.392	25.026	101.700	19.392	25.027
6	101.609	27.430	35.350	101.616	27.427	35.348
7	101.515	22.194	28.625	101.510	22.191	28.622
8	100.697	11.410	14.487	100.702	11.405	14.481
9	101.039	10.130	12.815	101.035	10.127	12.810
10	101.075	15.313	19.554	101.079	15.312	19.553
11	101.518	17.358	22.451	101.517	17.357	22.449
12	100.894	11.048	13.983	100.894	11.048	13.983
13	101.143	13.705	17.465	101.143	13.705	17.465
14	101.628	19.456	24.978	101.634	19.455	24.977
15	102.058	20.274	26.312	102.054	20.271	26.309
media	101.235	16.502	21.156	101.236	16.500	21.155

Estimador 14

Estimador 15

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	123.156	23.241	26.254	123.033	23.121	26.136
2	107.498	11.889	15.760	107.344	11.809	15.659
3	112.888	14.124	17.552	112.754	14.013	17.436
4	127.119	27.534	32.612	126.968	27.392	32.474
5	114.802	18.011	23.656	114.649	17.910	23.537
6	174.815	74.815	81.144	174.494	74.494	80.822
7	125.766	26.966	33.734	125.533	26.764	33.524
8	107.450	10.297	13.319	107.361	10.247	13.259
9	68.501	31.501	32.429	68.444	31.558	32.479
10	104.961	11.690	15.342	104.850	11.651	15.283
11	106.393	13.985	18.729	106.262	13.937	18.656
12	87.449	13.666	15.660	87.376	13.720	15.710
13	98.290	10.046	12.596	98.181	10.050	12.591
14	136.252	36.376	41.818	136.090	36.218	41.664
15	123.583	24.968	31.716	123.395	24.810	31.554
media	114.595	23.274	27.488	114.449	23.180	27.386

Estimador 16

Estimador 17

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	100.423	12.959	16.409	100.374	12.636	16.027
2	100.820	14.522	18.604	100.372	14.239	18.006
3	100.909	13.458	17.148	101.000	13.420	16.997
4	100.929	18.509	23.815	100.945	18.307	23.322
5	101.489	19.455	25.122	101.942	19.603	25.165
6	100.516	26.819	34.449	100.956	26.786	34.664
7	101.129	22.080	28.534	101.034	21.955	28.158
8	100.634	11.376	14.438	100.769	11.502	14.495
9	101.113	10.291	13.057	100.953	10.094	12.847
10	100.957	15.277	19.530	100.909	15.148	19.398
11	101.166	17.349	22.441	100.777	17.214	22.233
12	100.852	11.094	14.072	100.675	11.104	14.085
13	101.068	13.724	17.534	100.502	13.446	17.116
14	101.227	19.283	24.744	100.967	19.150	24.572
15	101.595	20.132	26.213	101.687	20.100	25.892
media	100.988	16.422	21.074	100.924	16.314	20.865

Estimador 18(g)

Estimador 18(h)

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	100.425	12.959	16.409	100.376	12.636	16.027
2	100.822	14.522	18.603	100.374	14.240	18.006
3	100.911	13.459	17.148	101.002	13.420	16.998
4	100.931	18.507	23.813	100.948	18.305	23.322
5	101.491	19.454	25.122	101.945	19.602	25.165
6	100.521	26.818	34.449	100.963	26.787	34.668
7	101.132	22.077	28.531	101.039	21.953	28.158
8	100.636	11.371	14.431	100.771	11.496	14.488
9	101.114	10.288	13.053	100.954	10.091	12.844
10	100.959	15.276	19.529	100.910	15.146	19.397
11	101.169	17.349	22.440	100.780	17.215	22.233
12	100.853	11.094	14.072	100.676	11.104	14.085
13	101.069	13.724	17.535	100.504	13.446	17.116
14	101.230	19.282	24.741	100.970	19.149	24.572
15	101.598	20.131	26.212	101.691	20.099	25.891
media	100.991	16.421	21.073	100.927	16.313	20.865

Estimador 19(g)

Estimador 19(h)

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	101.673	8.170	10.452	109.309	11.397	14.519
2	96.625	10.525	13.076	103.106	10.553	13.609
3	98.729	8.429	10.592	133.609	33.626	36.634
4	103.248	11.583	15.164	88.230	14.793	17.425
5	99.492	12.647	16.104	105.692	13.575	18.077
6	125.895	27.385	34.638	103.645	14.461	19.105
7	105.094	14.365	18.983	77.039	24.107	26.609
8	96.732	8.540	10.484	90.688	11.333	13.383
9	112.994	15.548	19.629	91.888	10.754	12.808
10	96.968	11.167	13.868	87.125	15.072	17.463
11	97.144	13.146	16.475	80.651	20.962	23.568
12	98.468	9.105	11.442	79.330	20.856	22.375
13	96.388	10.524	13.009	100.441	10.044	12.890
14	103.962	12.549	16.496	97.956	12.241	15.567
15	101.953	13.539	17.676	80.343	21.529	24.187
media	102.358	12.481	15.873	95.270	16.354	19.215

Estimador 20

Estimador 21(a)

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	100.920	8.064	10.225	109.309	11.397	14.519
2	101.140	10.287	13.091	103.106	10.553	13.609
3	101.084	8.596	11.015	133.609	33.626	36.634
4	102.046	11.432	14.810	88.230	14.793	17.425
5	102.423	12.800	16.735	105.692	13.575	18.077
6	103.016	14.232	18.717	103.645	14.461	19.105
7	102.590	13.678	17.982	77.039	24.107	26.609
8	101.144	8.336	10.629	90.688	11.333	13.383
9	101.135	9.047	11.597	91.888	10.754	12.808
10	101.860	10.752	13.875	87.125	15.072	17.463
11	101.929	13.098	17.046	80.651	20.962	23.568
12	101.285	8.575	11.007	79.330	20.856	22.375
13	101.371	10.066	13.019	100.441	10.044	12.890
14	101.852	12.270	16.035	97.956	12.241	15.567
15	102.639	13.689	18.055	80.343	21.529	24.187
media	101.762	10.995	14.256	95.270	16.354	19.215

Estimador 21(b)

Estimador 21(a) sintético

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	100.920	8.064	10.225	95.627	9.335	11.437
2	101.140	10.287	13.091	85.948	16.721	19.367
3	101.084	8.596	11.015	91.263	12.157	14.557
4	102.046	11.432	14.810	97.743	12.808	16.050
5	102.423	12.800	16.735	91.692	16.004	19.413
6	103.016	14.232	18.717	125.934	27.562	34.965
7	102.590	13.678	17.982	99.324	14.919	19.092
8	101.144	8.336	10.629	87.634	13.874	16.064
9	101.135	9.047	11.597	82.332	18.959	21.554
10	101.860	10.752	13.875	86.746	16.408	19.302
11	101.929	13.098	17.046	85.382	18.880	21.969
12	101.285	8.575	11.007	80.513	20.282	22.607
13	101.371	10.066	13.019	82.679	19.019	21.683
14	101.852	12.270	16.035	98.664	13.737	17.607
15	102.639	13.689	18.055	95.541	15.454	19.281
media	101.762	10.995	14.256	92.468	16.408	19.663

Estimador 21(b) sintético

Estimador 22

B.6.2 Resultados de la simulación SD2–MF2 para Castellón

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	100.000	7.923	9.945	100.000	7.923	9.945
2	100.345	14.566	18.272	100.345	14.566	18.272
3	99.470	25.732	32.208	99.470	25.732	32.208
4	99.932	9.418	11.755	99.932	9.418	11.755
5	99.757	14.723	18.551	99.757	14.723	18.551
media	99.901	14.472	18.146	99.901	14.472	18.146

Estimador 1

Estimador 2

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	100.175	8.213	10.335	100.045	8.211	10.295
2	101.029	15.937	20.194	100.183	16.261	20.450
3	101.613	29.252	37.686	101.645	28.951	37.665
4	100.137	10.028	12.583	100.453	10.198	12.817
5	100.257	15.854	20.141	100.952	16.146	20.380
media	100.642	15.857	20.188	100.656	15.953	20.322

Estimador 3(g)

Estimador 3(h)

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	98.124	5.884	7.363	98.253	5.942	7.402
2	109.145	11.690	14.856	108.648	11.346	14.509
3	107.630	15.769	20.911	107.140	15.599	20.800
4	89.851	10.812	12.463	90.132	10.576	12.309
5	125.158	25.275	28.383	125.075	25.256	28.458
media	105.981	13.886	16.795	105.850	13.744	16.696

Estimador 4(g) Estimador 4(h)

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	45.312	54.689	54.726	93.847	7.057	8.454
2	54.584	45.416	45.683	116.722	17.232	20.446
3	50.911	49.089	49.869	115.906	19.761	26.021
4	45.790	54.210	54.277	91.066	9.466	10.928
5	53.326	46.674	46.898	122.677	22.815	25.775
media	49.985	50.015	50.291	108.044	15.266	18.325

Estimador 5 Estimador 6

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	100.112	6.857	8.609	100.114	6.856	8.608
2	100.594	13.341	16.852	100.625	13.337	16.849
3	101.224	24.559	31.379	101.211	24.548	31.365
4	100.155	8.355	10.490	100.144	8.352	10.486
5	100.278	13.678	17.282	100.300	13.676	17.280
media	100.472	13.358	16.922	100.479	13.354	16.917

Estimador 7 Estimador 8

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	100.111	6.857	8.609	41.452	58.548	58.580
2	100.593	13.341	16.852	49.934	50.066	50.274
3	101.221	24.558	31.377	46.783	53.217	53.827
4	100.154	8.355	10.490	41.955	58.046	58.101
5	100.277	13.678	17.281	48.867	51.133	51.317
media	100.471	13.358	16.922	45.798	54.202	54.420

Estimador 9 Estimador 9 (sintético)

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	100.113	6.856	8.608	100.153	8.156	10.257
2	100.624	13.337	16.849	101.257	15.721	19.851
3	101.209	24.547	31.364	102.031	28.016	35.690
4	100.143	8.352	10.486	99.968	9.877	12.369
5	100.299	13.675	17.279	100.963	15.796	20.042
media	100.478	13.354	16.917	100.875	15.513	19.642

Estimador 10 Estimador 11(g)

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	100.029	8.159	10.227	97.620	7.515	9.351
2	100.427	16.011	20.101	96.957	13.118	16.326
3	102.022	27.673	35.523	92.959	23.172	28.620
4	100.278	10.042	12.594	97.116	9.031	11.176
5	101.660	16.104	20.306	96.347	13.464	16.756
media	100.883	15.598	19.750	96.200	13.260	16.446

Estimador 11(h)

Estimador 12

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	99.999	8.206	10.300	100.031	8.183	10.324
2	101.071	14.975	18.798	100.395	15.361	19.318
3	101.798	25.912	32.698	101.814	25.826	32.642
4	99.956	9.909	12.384	100.191	9.968	12.467
5	100.969	15.090	19.034	101.445	15.035	19.038
media	100.758	14.818	18.643	100.775	14.875	18.758

Estimador 13(g)

Estimador 13(h)

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	100.168	6.977	8.763	100.170	6.976	8.761
2	100.775	13.731	17.341	100.796	13.727	17.338
3	101.786	25.394	32.526	101.774	25.384	32.512
4	100.216	8.504	10.696	100.207	8.501	10.692
5	100.386	14.002	17.710	100.400	14.000	17.708
media	100.666	13.722	17.407	100.669	13.718	17.402

Estimador 14

Estimador 15

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	98.725	3.770	4.706	98.597	3.756	4.686
2	122.945	22.986	25.530	122.588	22.631	25.167
3	122.404	24.208	30.818	121.427	23.400	29.946
4	95.650	5.886	7.133	95.507	5.935	7.178
5	129.558	29.560	31.632	129.158	29.161	31.222
media	113.856	17.282	19.964	113.455	16.977	19.640

Estimador 16

Estimador 17

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	100.112	6.928	8.703	100.084	6.888	8.647
2	100.618	13.573	17.162	100.057	13.821	17.507
3	101.301	25.261	32.456	101.901	25.281	32.794
4	100.186	8.476	10.663	100.339	8.640	10.832
5	100.233	13.866	17.546	100.707	14.021	17.668
media	100.490	13.621	17.306	100.618	13.730	17.490

Estimador 18(g)

Estimador 18(h)

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	100.119	6.927	8.701	100.092	6.887	8.646
2	100.639	13.568	17.156	100.078	13.814	17.500
3	101.358	25.254	32.455	101.959	25.271	32.789
4	100.195	8.474	10.661	100.347	8.637	10.829
5	100.255	13.863	17.543	100.731	14.018	17.665
media	100.513	13.617	17.303	100.641	13.726	17.486

Estimador 19(g) Estimador 19(h)

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	106.418	6.926	8.258	109.213	9.331	10.526
2	119.254	19.451	22.370	86.987	13.601	15.303
3	122.852	24.695	31.430	90.496	15.353	18.317
4	103.976	5.900	7.465	92.406	8.163	9.453
5	125.906	25.944	28.455	99.757	7.134	9.017
media	115.681	16.583	19.595	95.772	10.716	12.523

Estimador 20 Estimador 21(a)

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	100.108	3.629	4.559	109.213	9.331	10.526
2	100.687	7.326	9.249	86.987	13.601	15.303
3	103.209	13.801	18.079	90.496	15.353	18.317
4	100.345	4.831	6.044	92.406	8.163	9.453
5	100.747	7.042	8.997	99.757	7.134	9.017
media	101.019	7.326	9.385	95.772	10.716	12.523

Estimador 21(b) Estimador 21(a) sintético

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	100.108	3.629	4.559	102.535	4.390	5.523
2	100.687	7.326	9.249	118.296	18.561	21.595
3	103.209	13.801	18.079	122.612	24.559	31.553
4	100.345	4.831	6.044	99.531	5.391	6.708
5	100.747	7.042	8.997	126.687	26.712	29.158
media	101.019	7.326	9.385	113.932	15.923	18.907

Estimador 21(b) sintético Estimador 22

B.6.3 Resultados de la simulación SD2–MF2 para Valencia

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	99.631	20.037	25.001	99.631	20.037	25.001
2	99.474	18.734	23.545	99.474	18.734	23.545
3	99.928	17.657	22.205	99.928	17.657	22.205
4	99.734	18.327	23.053	99.734	18.327	23.053
5	99.354	23.822	29.816	99.354	23.822	29.816
6	99.949	13.239	16.623	99.949	13.239	16.623
7	99.720	16.261	20.362	99.720	16.261	20.362
8	99.855	16.587	20.789	99.855	16.587	20.789
9	99.637	16.415	20.534	99.637	16.415	20.534
10	99.530	14.765	18.469	99.530	14.765	18.469
11	99.561	16.434	20.587	99.561	16.434	20.587
12	99.389	20.090	25.128	99.389	20.090	25.128
13	99.861	19.260	24.155	99.861	19.260	24.155
14	99.532	22.148	27.759	99.532	22.148	27.759
15	99.629	15.046	18.919	99.629	15.046	18.919
16	99.624	14.597	18.263	99.624	14.597	18.263
17	99.594	17.785	22.274	99.594	17.785	22.274
18	99.611	16.390	20.512	99.611	16.390	20.512
19	99.917	14.626	18.312	99.917	14.626	18.312
20	99.729	16.555	20.696	99.729	16.555	20.696
21	100.021	15.045	18.783	100.021	15.045	18.783
22	99.579	13.571	17.050	99.579	13.571	17.050
23	99.729	15.090	18.897	99.729	15.090	18.897
media	99.678	17.064	21.380	99.678	17.064	21.380

Estimador 1

Estimador 2

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	101.493	23.076	29.558	101.367	22.518	28.934
2	100.920	21.387	27.351	101.023	21.428	27.259
3	101.087	20.645	26.540	100.566	20.613	26.370
4	101.134	20.921	26.946	100.619	21.118	26.905
5	100.916	26.704	34.620	101.543	26.781	34.523
6	100.717	15.459	19.697	100.522	15.075	19.088
7	101.041	19.119	24.511	101.107	18.934	24.216
8	101.218	18.871	24.074	100.458	18.883	23.932
9	100.816	19.088	24.273	101.087	18.794	24.093
10	101.055	17.685	22.574	101.004	17.435	22.108
11	100.989	19.024	24.389	101.222	19.028	24.481
12	101.043	22.764	29.275	101.892	22.892	29.680
13	101.818	22.628	29.382	101.651	22.855	29.288
14	101.725	25.500	33.090	102.291	25.377	32.659
15	100.636	17.461	22.243	100.859	17.680	22.515
16	100.522	16.818	21.322	101.214	16.826	21.534
17	100.724	20.331	25.878	101.237	20.247	25.828
18	101.053	19.086	24.427	101.071	19.191	24.503
19	101.393	17.405	22.313	101.160	17.263	22.125
20	100.872	18.986	24.170	100.856	18.967	24.055
21	101.321	18.043	23.026	101.429	18.013	23.075
22	100.431	15.899	20.072	101.138	15.660	19.942
23	101.117	18.035	22.985	100.916	17.781	22.888
media	101.045	19.780	25.335	101.141	19.711	25.217

Estimador 3(g)

Estimador 3(h)

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	121.387	22.616	28.097	121.062	22.338	27.917
2	113.052	15.878	20.735	113.008	15.734	20.409
3	94.721	12.206	14.921	94.599	12.047	14.763
4	117.872	19.358	24.592	118.368	19.680	24.611
5	140.606	40.730	46.729	141.368	41.494	47.650
6	91.570	11.346	13.550	92.175	10.942	13.135
7	94.610	11.696	14.295	95.179	11.419	14.019
8	104.810	11.058	14.485	104.999	11.173	14.712
9	108.159	12.543	16.461	108.353	12.646	16.593
10	79.283	21.248	23.385	79.139	21.483	23.597
11	95.136	11.104	13.605	95.356	11.007	13.558
12	121.740	22.938	28.514	122.683	23.769	29.302
13	111.020	15.542	20.595	111.652	16.104	21.374
14	118.234	20.860	27.248	118.058	20.663	26.929
15	93.087	11.403	13.809	92.296	11.857	14.267
16	95.729	10.167	12.491	96.096	9.941	12.254
17	115.952	17.725	22.516	115.052	17.112	21.918
18	101.461	10.593	13.617	101.064	10.688	13.639
19	91.825	12.169	14.561	91.470	12.290	14.766
20	106.381	11.476	15.087	105.887	11.373	14.812
21	86.752	15.169	17.636	85.845	15.895	18.282
22	95.963	9.534	11.732	97.356	9.076	11.203
23	84.886	16.736	19.127	85.020	16.674	18.983
media	103.662	15.830	19.469	103.743	15.887	19.508

Estimador 4(g)

Estimador 4(h)

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	62.418	37.599	38.658	119.060	20.575	25.923
2	59.310	40.691	41.496	110.958	14.388	18.934
3	56.395	43.608	44.351	99.666	11.367	14.410
4	60.099	39.913	40.762	112.648	15.435	20.261
5	68.544	31.618	33.320	135.975	36.201	42.222
6	52.629	47.371	47.731	91.204	11.309	13.454
7	54.280	45.720	46.316	94.108	11.663	14.201
8	58.304	41.696	42.335	102.866	10.295	13.380
9	57.995	42.006	42.653	104.727	10.954	14.349
10	50.154	49.846	50.296	85.933	15.776	18.173
11	54.071	45.929	46.464	96.149	10.624	13.117
12	64.135	35.891	37.087	121.450	22.615	28.097
13	57.980	42.025	42.942	108.168	13.961	18.561
14	65.316	34.804	36.354	122.232	23.839	30.348
15	52.609	47.391	47.838	93.649	11.009	13.363
16	52.998	47.002	47.416	95.335	10.063	12.300
17	55.877	44.123	44.733	112.627	15.249	19.772
18	54.758	45.242	45.793	100.672	10.315	13.185
19	52.577	47.423	47.893	92.144	11.818	14.156
20	53.056	46.945	47.401	104.031	10.460	13.702
21	51.579	48.421	48.885	93.428	11.466	13.934
22	49.739	50.262	50.555	92.151	10.813	12.918
23	52.532	47.469	47.985	91.665	12.455	14.910
media	56.407	43.609	44.316	103.515	14.463	17.986

Estimador 5

Estimador 6

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	101.306	18.846	24.183	101.310	18.846	24.183
2	101.074	17.825	22.736	101.074	17.824	22.736
3	100.965	17.177	21.953	100.964	17.176	21.952
4	101.360	17.352	22.219	101.360	17.351	22.218
5	100.876	22.141	28.367	100.876	22.141	28.367
6	100.854	12.856	16.350	100.854	12.856	16.350
7	101.159	15.648	19.962	101.161	15.648	19.962
8	101.173	15.318	19.494	101.173	15.317	19.493
9	100.839	15.589	19.779	100.839	15.589	19.779
10	101.046	14.479	18.483	101.046	14.479	18.482
11	100.880	15.546	19.905	100.885	15.546	19.906
12	101.032	18.696	23.987	101.035	18.696	23.987
13	101.588	19.070	24.499	101.590	19.069	24.499
14	101.390	20.444	26.326	101.392	20.444	26.326
15	100.708	14.388	18.270	100.708	14.388	18.270
16	100.519	13.952	17.723	100.519	13.952	17.723
17	101.017	16.998	21.634	101.017	16.998	21.634
18	101.055	15.855	20.138	101.055	15.855	20.138
19	101.300	14.465	18.487	101.300	14.465	18.487
20	100.897	15.722	19.860	100.897	15.722	19.860
21	101.258	14.735	18.794	101.258	14.735	18.794
22	100.535	13.309	16.808	100.535	13.309	16.808
23	101.064	14.579	18.529	101.064	14.579	18.529
media	101.039	16.304	20.804	101.040	16.304	20.804

Estimador 7

Estimador 8

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	101.305	18.846	24.182	57.260	42.740	43.564
2	101.074	17.824	22.736	54.073	45.927	46.511
3	100.964	17.176	21.952	51.704	48.297	48.856
4	101.360	17.351	22.218	55.007	44.993	45.597
5	100.875	22.141	28.367	63.116	36.943	38.286
6	100.854	12.856	16.350	48.212	51.788	52.063
7	101.159	15.647	19.961	49.673	50.328	50.767
8	101.172	15.318	19.494	53.163	46.837	47.327
9	100.839	15.589	19.779	53.136	46.864	47.356
10	101.045	14.479	18.482	45.906	54.094	54.460
11	100.880	15.545	19.905	49.368	50.632	51.046
12	101.031	18.696	23.987	58.876	41.129	42.027
13	101.587	19.069	24.499	53.200	46.802	47.549
14	101.390	20.444	26.326	59.794	40.217	41.407
15	100.708	14.388	18.270	48.198	51.802	52.162
16	100.518	13.952	17.722	48.542	51.458	51.774
17	101.016	16.998	21.634	51.103	48.897	49.372
18	101.054	15.855	20.137	50.145	49.855	50.287
19	101.299	14.464	18.487	48.113	51.887	52.253
20	100.896	15.722	19.859	48.591	51.409	51.760
21	101.258	14.735	18.793	47.118	52.882	53.245
22	100.534	13.309	16.808	45.664	54.336	54.559
23	101.063	14.578	18.529	48.021	51.980	52.375
media	101.038	16.304	20.803	51.651	48.352	48.896

Estimador 9

Estimador 9 (sintético)

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	101.309	18.846	24.183	102.571	22.623	28.804
2	101.073	17.824	22.735	101.566	20.830	26.431
3	100.963	17.176	21.952	100.781	19.749	25.022
4	101.360	17.351	22.218	102.019	20.559	26.278
5	100.875	22.141	28.366	103.219	26.500	34.141
6	100.854	12.856	16.350	100.360	14.858	18.747
7	101.160	15.647	19.962	100.682	18.271	23.072
8	101.172	15.317	19.493	101.417	18.311	23.178
9	100.838	15.588	19.779	101.164	18.592	23.436
10	101.045	14.479	18.482	99.950	16.586	20.805
11	100.885	15.545	19.906	100.726	18.220	23.062
12	101.034	18.696	23.987	102.204	22.397	28.576
13	101.589	19.069	24.498	102.344	21.968	28.183
14	101.391	20.444	26.326	102.770	24.805	31.836
15	100.708	14.388	18.270	100.314	16.744	21.089
16	100.518	13.952	17.722	100.330	16.205	20.366
17	101.016	16.998	21.634	101.494	19.892	25.179
18	101.054	15.855	20.137	101.059	18.406	23.288
19	101.299	14.464	18.487	100.914	16.584	20.955
20	100.896	15.722	19.859	101.146	18.433	23.313
21	101.258	14.735	18.793	100.639	17.146	21.563
22	100.534	13.309	16.808	100.255	15.364	19.222
23	101.063	14.578	18.529	100.354	17.086	21.482
media	101.039	16.303	20.803	101.229	19.136	24.262

Estimador 10

Estimador 11(g)

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	102.498	22.162	28.245	96.906	17.375	21.890
2	101.659	20.909	26.410	96.573	16.656	20.834
3	100.236	19.697	24.868	96.182	16.112	20.129
4	101.504	20.764	26.241	96.703	16.060	20.101
5	104.098	26.497	34.073	96.749	19.939	25.282
6	100.203	14.507	18.205	96.722	12.478	15.548
7	100.814	18.116	22.857	96.482	14.969	18.629
8	100.705	18.336	23.079	97.008	14.518	18.132
9	101.428	18.323	23.265	96.678	14.790	18.336
10	99.947	16.363	20.440	95.966	14.159	17.497
11	100.962	18.236	23.196	96.257	14.956	18.703
12	103.082	22.525	28.857	96.848	17.124	21.551
13	102.286	22.276	28.216	96.379	17.551	22.033
14	103.305	24.665	31.505	96.879	18.572	23.394
15	100.472	16.931	21.318	96.168	13.973	17.345
16	100.999	16.203	20.510	96.208	13.505	16.747
17	101.986	19.866	25.180	96.079	16.033	19.937
18	101.106	18.499	23.374	96.354	15.040	18.744
19	100.736	16.458	20.830	96.654	13.819	17.213
20	101.118	18.430	23.215	96.025	15.194	18.759
21	100.738	17.121	21.635	96.373	14.222	17.632
22	100.980	15.131	19.096	95.985	13.073	16.175
23	100.200	16.852	21.372	96.368	14.110	17.474
media	101.350	19.081	24.173	96.458	15.401	19.221

Estimador 11(h)

Estimador 12

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	102.238	20.263	25.681	102.083	20.076	25.612
2	101.406	19.192	24.328	101.861	19.532	24.812
3	101.367	18.912	23.804	99.927	18.460	23.100
4	102.172	19.032	24.268	101.627	18.834	23.821
5	103.898	23.966	30.616	103.866	23.430	29.949
6	100.623	14.627	18.310	100.471	14.544	18.324
7	100.864	17.724	22.379	101.087	17.680	22.218
8	101.183	17.573	22.229	101.247	17.672	22.245
9	101.346	17.296	21.855	101.594	17.344	21.931
10	99.727	16.718	20.989	100.140	16.594	20.739
11	100.548	17.664	22.114	101.133	17.683	22.276
12	102.286	20.540	26.111	102.865	20.568	26.063
13	102.082	19.872	25.255	101.960	19.782	25.164
14	102.716	22.597	28.792	102.893	22.094	28.233
15	100.695	16.606	20.912	100.670	16.578	20.925
16	100.689	16.059	20.186	101.207	15.760	19.892
17	101.788	18.609	23.589	102.171	18.546	23.593
18	100.891	17.526	22.096	100.817	17.418	21.933
19	100.541	16.128	20.323	100.595	16.423	20.626
20	101.237	17.415	22.064	101.428	17.577	22.215
21	100.633	16.573	20.674	101.076	17.026	21.310
22	100.422	14.908	18.739	100.801	14.712	18.509
23	100.281	16.750	21.035	100.360	16.618	20.915
media	101.288	18.111	22.885	101.386	18.041	22.800

Estimador 13(g)

Estimador 13(h)

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	101.552	19.362	24.863	101.556	19.362	24.864
2	101.254	18.216	23.234	101.254	18.215	23.234
3	101.154	17.541	22.477	101.153	17.541	22.477
4	101.516	17.715	22.722	101.516	17.715	22.721
5	101.225	22.693	29.158	101.225	22.693	29.158
6	100.902	13.048	16.608	100.902	13.048	16.608
7	101.244	15.903	20.301	101.246	15.903	20.301
8	101.288	15.603	19.875	101.287	15.602	19.875
9	100.976	15.918	20.218	100.975	15.918	20.218
10	101.155	14.771	18.869	101.155	14.771	18.869
11	101.024	15.885	20.342	101.029	15.885	20.342
12	101.279	19.127	24.566	101.281	19.127	24.566
13	101.775	19.505	25.091	101.776	19.505	25.091
14	101.757	21.040	27.190	101.759	21.040	27.190
15	100.804	14.658	18.624	100.804	14.658	18.624
16	100.595	14.214	18.040	100.595	14.214	18.040
17	101.192	17.577	22.392	101.192	17.577	22.392
18	101.203	16.204	20.595	101.203	16.204	20.595
19	101.396	14.714	18.830	101.396	14.714	18.830
20	101.046	16.155	20.439	101.046	16.155	20.439
21	101.414	15.133	19.324	101.414	15.133	19.324
22	100.604	13.550	17.121	100.604	13.550	17.121
23	101.214	14.907	18.956	101.214	14.907	18.956
media	101.199	16.671	21.297	101.199	16.671	21.297

Estimador 14

Estimador 15

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	114.175	16.840	21.828	114.624	17.146	22.171
2	106.482	12.045	15.930	106.848	12.189	16.130
3	95.875	11.635	14.334	96.211	11.569	14.286
4	108.103	12.758	17.029	108.467	12.925	17.248
5	130.198	30.659	36.695	130.804	31.227	37.251
6	87.804	13.488	15.542	88.058	13.298	15.359
7	90.597	13.007	15.476	90.942	12.836	15.304
8	98.959	9.860	12.454	99.253	9.846	12.468
9	100.648	10.020	12.817	100.960	10.043	12.875
10	82.770	18.188	20.424	83.042	17.965	20.213
11	92.469	11.711	14.106	92.764	11.582	13.981
12	116.497	18.554	23.790	116.947	18.891	24.153
13	103.820	12.362	16.247	104.277	12.473	16.429
14	117.300	19.935	26.129	117.846	20.333	26.565
15	90.057	12.616	14.937	90.403	12.415	14.736
16	91.636	11.461	13.607	91.983	11.277	13.426
17	107.777	12.278	16.212	108.270	12.512	16.511
18	96.681	10.383	12.872	97.111	10.306	12.818
19	88.671	13.627	15.935	89.032	13.399	15.707
20	99.660	9.674	12.292	100.082	9.677	12.336
21	89.778	13.067	15.476	90.145	12.858	15.269
22	88.472	12.982	15.016	88.780	12.764	14.801
23	88.219	14.278	16.627	88.590	14.043	16.398
media	99.420	13.975	17.208	99.802	13.981	17.236

Estimador 16

Estimador 17

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	101.247	19.274	24.727	101.211	18.593	23.964
2	101.003	18.191	23.218	101.121	18.234	23.338
3	101.000	17.485	22.437	100.565	17.331	22.019
4	101.302	17.696	22.712	100.397	17.656	22.404
5	100.622	22.470	28.919	101.328	22.406	29.005
6	100.867	13.058	16.623	100.555	12.967	16.440
7	101.101	15.863	20.269	101.127	15.597	20.021
8	101.099	15.560	19.849	100.519	15.580	19.796
9	100.797	15.923	20.229	100.861	15.535	20.047
10	101.105	14.817	18.941	100.913	14.738	18.767
11	100.907	15.887	20.330	101.105	15.896	20.250
12	100.882	19.066	24.484	101.949	19.404	25.110
13	101.590	19.419	25.003	101.438	19.308	24.681
14	101.284	20.932	27.069	101.979	20.712	26.701
15	100.727	14.681	18.683	100.904	14.947	18.891
16	100.529	14.263	18.132	101.013	14.346	18.291
17	101.046	17.525	22.388	101.521	17.667	22.481
18	101.085	16.242	20.656	101.009	16.267	20.714
19	101.337	14.733	18.893	101.055	14.829	18.858
20	100.962	16.142	20.466	100.803	16.197	20.602
21	101.351	15.180	19.425	101.393	15.207	19.469
22	100.569	13.576	17.155	101.049	13.373	17.187
23	101.149	14.949	19.040	101.012	14.990	19.122
media	101.024	16.649	21.289	101.079	16.599	21.224

Estimador 18(g)

Estimador 18(h)

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	101.263	19.274	24.728	101.227	18.592	23.965
2	101.016	18.190	23.219	101.134	18.234	23.339
3	101.011	17.485	22.438	100.576	17.331	22.019
4	101.315	17.697	22.714	100.410	17.655	22.404
5	100.643	22.469	28.920	101.350	22.406	29.007
6	100.876	13.058	16.624	100.564	12.968	16.440
7	101.113	15.864	20.271	101.139	15.597	20.022
8	101.110	15.560	19.849	100.529	15.579	19.796
9	100.808	15.923	20.229	100.872	15.535	20.047
10	101.115	14.817	18.942	100.922	14.738	18.768
11	100.918	15.888	20.331	101.116	15.896	20.252
12	100.898	19.066	24.485	101.965	19.405	25.112
13	101.606	19.419	25.005	101.454	19.308	24.683
14	101.303	20.932	27.071	101.998	20.713	26.704
15	100.740	14.681	18.684	100.916	14.947	18.893
16	100.541	14.263	18.133	101.025	14.346	18.293
17	101.063	17.525	22.389	101.538	17.668	22.484
18	101.100	16.242	20.658	101.024	16.267	20.716
19	101.349	14.733	18.895	101.067	14.829	18.860
20	100.976	16.143	20.468	100.818	16.197	20.603
21	101.364	15.181	19.427	101.406	15.208	19.472
22	100.580	13.575	17.156	101.059	13.374	17.188
23	101.162	14.949	19.041	101.025	14.990	19.123
media	101.038	16.649	21.290	101.093	16.599	21.226

Estimador 19(g)

Estimador 19(h)

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	107.378	13.261	17.464	131.153	31.392	36.687
2	104.039	11.346	14.901	137.139	37.193	41.558
3	99.346	11.342	14.358	130.073	30.292	35.320
4	104.441	11.529	15.252	104.135	11.141	14.703
5	115.383	18.448	24.262	130.502	31.005	37.246
6	96.908	9.066	11.210	102.840	9.111	11.763
7	97.896	10.833	13.534	79.696	20.853	22.985
8	100.013	9.960	12.683	121.430	21.955	26.472
9	100.820	10.096	12.953	121.516	22.117	26.597
10	96.859	10.817	13.394	119.888	20.838	25.771
11	98.693	10.243	12.917	123.229	23.710	28.281
12	107.945	13.518	17.955	142.461	42.498	47.355
13	103.301	12.360	16.164	117.159	19.500	25.215
14	108.112	14.859	19.950	132.419	32.841	39.206
15	97.980	9.908	12.371	91.897	11.822	14.187
16	98.412	9.393	11.732	77.318	22.849	24.448
17	106.809	11.948	15.765	72.272	27.823	29.366
18	100.541	10.192	13.039	99.676	10.312	13.056
19	97.824	10.128	12.667	104.609	10.968	14.202
20	102.907	10.110	13.136	88.549	13.587	15.913
21	98.554	10.251	12.917	74.707	25.459	27.141
22	98.190	8.753	10.923	103.677	9.116	11.734
23	97.745	10.609	13.273	77.060	23.289	25.169
media	101.743	11.260	14.471	107.974	22.160	25.842

Estimador 20

Estimador 21(a)

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	102.170	11.715	15.174	131.153	31.392	36.687
2	101.513	10.716	13.848	137.139	37.193	41.558
3	101.854	11.264	14.557	130.073	30.292	35.320
4	101.646	10.602	13.807	104.135	11.141	14.703
5	102.654	13.021	16.941	130.502	31.005	37.246
6	101.107	8.867	11.305	102.840	9.111	11.763
7	101.661	10.773	13.796	79.696	20.853	22.985
8	101.315	10.157	13.013	121.430	21.955	26.472
9	101.456	10.202	13.110	121.516	22.117	26.597
10	101.802	10.873	14.107	119.888	20.838	25.771
11	101.355	10.394	13.338	123.229	23.710	28.281
12	102.298	11.688	15.193	142.461	42.498	47.355
13	102.407	12.467	16.293	117.159	19.500	25.215
14	102.593	13.140	17.205	132.419	32.841	39.206
15	101.379	10.108	12.906	91.897	11.822	14.187
16	101.235	9.338	11.942	77.318	22.849	24.448
17	101.415	10.543	13.543	72.272	27.823	29.366
18	101.765	10.420	13.386	99.676	10.312	13.056
19	101.723	10.311	13.175	104.609	10.968	14.202
20	101.330	9.866	12.619	88.549	13.587	15.913
21	101.457	10.413	13.378	74.707	25.459	27.141
22	101.276	8.612	10.914	103.677	9.116	11.734
23	101.695	10.540	13.717	77.060	23.289	25.169
media	101.700	10.697	13.794	107.974	22.160	25.842

Estimador 21(b)

Estimador 21(a) sintético

área pequeña d	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$	ARE_d	ARB_d	$RMSE_d$
1	102.170	11.715	15.174	103.428	12.966	17.015
2	101.513	10.716	13.848	98.524	12.411	15.552
3	101.854	11.264	14.557	91.559	14.469	17.446
4	101.646	10.602	13.807	99.260	12.203	15.463
5	102.654	13.021	16.941	114.042	18.412	24.372
6	101.107	8.867	11.305	87.633	14.408	16.858
7	101.661	10.773	13.796	89.135	15.304	18.160
8	101.315	10.157	13.013	92.370	13.199	15.859
9	101.456	10.202	13.110	94.401	12.347	15.115
10	101.802	10.873	14.107	86.008	16.726	19.505
11	101.355	10.394	13.338	90.615	14.413	17.181
12	102.298	11.688	15.193	104.433	13.283	17.547
13	102.407	12.467	16.293	97.854	13.965	17.475
14	102.593	13.140	17.205	104.209	14.619	19.214
15	101.379	10.108	12.906	89.668	14.224	16.870
16	101.235	9.338	11.942	90.776	13.102	15.651
17	101.415	10.543	13.543	102.705	11.763	15.203
18	101.765	10.420	13.386	93.590	12.744	15.545
19	101.723	10.311	13.175	88.732	14.762	17.438
20	101.330	9.866	12.619	97.538	11.187	13.989
21	101.457	10.413	13.378	90.375	13.963	16.588
22	101.276	8.612	10.914	90.593	12.585	14.954
23	101.695	10.540	13.717	88.260	15.221	17.971
media	101.700	10.697	13.794	95.031	13.838	16.999

Estimador 21(b) sintético

Estimador 22

B.7 Descripción del programa principal C++

Para el universo EURAREA para España el programa C++ sigue los siguientes pasos.

(1) Entradas y Notación. Presentamos una lista de variables de entrada al programa C++ para las cuales damos su significado y su notación.

NR	Número de replicaciones (K),
NProv	Número de Provincias más uno,
Ncom	El mayor número de comarcas en una provincia más uno,
Viv_Prov[NProv][10]	Número de muestras a obtener en cada simulación y en cada región del fichero APES,
Valores[NProv][10][3]	Número de registros en cada estrato del fichero APES
Ng1	Número de grupos A (G_A) más uno,
Media_Y[NProv][Ncom]	Matrix ($\bar{Y}_{ij}, i = 1, \dots, NProv; j = 1, \dots, Ncom$)
Media_X1[NProv][Ncom]	Matrix ($\bar{X}_{ij}^{(1)}, i = 1, \dots, NProv; j = 1, \dots, Ncom$)
Media_X2[NProv][Ncom]	Matrix ($\bar{X}_{ij}^{(2)}, i = 1, \dots, NProv; j = 1, \dots, Ncom$)
Nd[NProv][Ncom]	Matrix ($N_{ij}, i = 1, \dots, NProv; j = 1, \dots, Ncom$)
Md[NProv][Ncom]	Matrix ($N_{ij}, i = 1, \dots, NProv; j = 1, \dots, Ncom$)
Per_Grupol[NProv][Ng1][Ncom]	Matrix ($i = 1, \dots, NProv; g = 1, \dots, G_A + 1, g = 1, \dots, Ncom$)

(2) Declaración de variables. Se declaran las matrices y vectores que se usan en el programas.

Para cada muestra generada se guardan los siguientes vectores y matrices.

Maxviv	Número de muestras a obtener en una provincia,
HabViv	Numero medio de personas que hay en una vivienda,
Ys[NProv][MaxViv*HabViv]	Vector de valores muestrales de Y ,
Xs[NProv][MaxViv*HabViv]	Vector de valores muestrales de $X^{(1)}$,
Xs2[NProv][MaxViv*HabViv]	Vector de valores muestrales de $X^{(2)}$,
Ws[NProv][MaxViv*HabViv]	Vector de valores muestrales de pesos,
Es[NProv][MaxViv*HabViv]	Vector de valores muestrales de estratos,
Cs[NProv][MaxViv*HabViv]	Vector de valores muestrales de área pequeñas.

(3) Apertura de ficheros y tiempo de ejecución. Se crean los ficheros de salida y se inicia el cálculo del tiempo de ejecución.

(4) Inicializando valores de las variables externas. Las variables que miden la eficiencia son externas al bucle y se inicializan aquí.

(5) Punto de inicio de las replicaciones.

(6) Inicializando valores de las variables internas. En este punto se inicializan todos las variables internas antes de que empiece una nueva replicación. Se igualan a cero aquí.

(7) Punto inicial para la generación de una muestra. Se genera un número uniforme en el conjunto $\{1, \dots, N\}$. Este no puede coincidir con otro previamente seleccionado. Este es el número de un registro del fichero APES.


```

720,300,0,0,0,120,0,60,120,120,
1440,360,180,0,240,240,120,180,60,60,
720,300,0,0,0,60,120,60,180,0,
720,240,0,0,0,0,0,180,0,300,
1440,480,0,0,0,240,120,180,240,180,
1440,600,0,0,0,240,240,180,180,0,
2880,1200,0,600,240,360,180,120,120,60,
720,360,0,0,0,120,0,60,0,180,
1440,360,0,0,0,120,60,240,300,360,
1440,300,240,120,240,240,180,120,0,0,
1440,480,0,0,0,300,240,60,180,180,
1440,240,180,0,0,240,180,300,180,120,
1440,600,0,0,0,240,180,240,180,0,
1440,420,0,0,240,120,240,300,120,0,
720,240,0,0,0,0,0,120,120,240,
1440,300,0,0,0,240,240,180,240,240,
1440,480,0,0,0,240,120,240,360,0,
720,300,0,0,0,0,0,120,0,300,
1440,480,0,0,120,300,300,120,120,0,
720,240,0,0,0,0,180,120,180,0,
720,240,0,0,0,0,180,120,0,180,
1440,300,120,0,0,240,240,240,300,0,
1440,480,180,0,0,0,120,360,0,300,
720,240,0,0,0,0,60,60,120,240,
960,420,0,0,0,0,120,120,120,180,
720,240,0,0,0,0,120,180,180,0,
2880,1980,0,420,180,180,0,120,0,0,
1440,720,0,0,120,240,120,0,240,0,
1440,480,240,0,120,240,180,180,0,0,
1440,600,0,0,0,60,120,120,300,240,
720,240,0,0,0,0,60,180,240,0,
2160,420,480,0,360,300,240,180,180,0,
720,300,0,0,0,0,0,180,0,240,
1440,720,0,0,120,240,180,120,60,0,
1440,240,480,0,0,180,300,180,60,0,
720,360,0,0,0,0,60,60,0,240,
1440,480,240,0,0,240,180,180,120,0,
1440,480,180,0,0,0,240,120,240,180,
720,300,0,0,0,0,0,120,0,300,
2160,960,0,0,120,360,240,240,240,0,
720,240,0,0,0,0,0,180,0,300,
1440,360,240,0,0,120,240,120,180,180,
720,240,0,0,0,0,60,180,0,240,
1440,300,300,0,0,0,0,300,300,240,
2160,960,0,0,120,480,180,180,120,120,
720,480,0,0,0,0,60,60,0,120,
1440,600,120,0,240,120,120,120,120,0,
720,240,0,0,0,0,120,0,0,360,
1440,960,0,0,0,0,120,180,0,180,
240,240,0,0,0,0,0,0,0,0,
240,240,0,0,0,0,0,0,0,0};

```

```

int n_Prov[NProv];
const int HabViv=4;
const int MaxViv=3000;

const int Ng1=9; // Número de grupos más uno
int LongLin;
float Valores[NProv][10][3];

```

```

double Media_Y[NProv][Ncom];           // Media de Y del fichero APES
double Var_Y[NProv][Ncom];           // Media de Y del fichero APES
double Media_X1[NProv][Ncom];        // Media de X1 del fichero APES
double Media_X2[NProv][Ncom];        // Media de X2 del fichero APES
double Media_XM[NProv][Ncom];        // Datos del INEM
double Media_XMT[NProv][Ncom];       // Datos del INEM
double Nd[NProv][Ncom];              // Número de registros en cada comarca
double Md[NProv][Ncom];              // Número de registros en cada comarca que cumplen (>=16 años)
double Rd[NProv][Ncom];

double Per_Grupo1[NProv][Ng1][Ncom]; // Número de grupos más uno
double VecesX1[NProv][Ncom][2];
double Comarca_Grupo_X1[NProv][Ng1][Ncom][2];

//-----
__fastcall TForm1::TForm1(TComponent* Owner)
    : TForm(Owner)
{ }
//-----
void __fastcall TForm1::Button1Click(TObject *Sender) {
    // -----
    // ----- (2) Declaración de variables. -----
    // -----

    AnsiString Apes503, Apes208, Apes501, Apes203, Apes412, Comarca, Provincia, G1;
    float W;           // Peso
    double Y;          // Valor numérico de Apes503
    int X1;            // Valor numérico de 2-Apes501
    int X2;            // Valor numérico de Apes203
    int acom;          // Valor numérico del área pequeña
    int NumG1;         // Valor numérico del grupo
    double epsilon=0.001;

    const int NLin=100;
    char texto[NLin];
    AnsiString linea, Apes104, Apes106, Apes401;
    int Niter, i, j, k, h, nprov, Pos, PosFichero, a208, a203, c;
    int LineaTodos, PosTodos, a104, a106, a401, prov, K;
    int ant103, ant104, ant106, ant401;
    int numcom, numgrup;
    bool menor, siguiente;
    float *vector;

    // Variables para el estimador 1
    double MediaEstimador1[NProv][Ncom];
    double **Eficiencia11, **Eficiencia12, **Eficiencia13;
    double Eficiencia11Media[NProv], Eficiencia12Media[NProv], Eficiencia13Media[NProv];
    double Suma_WY[NProv][Ncom];

    // Variables para el estimador 2
    double MediaEstimador2[NProv][Ncom];
    double **Eficiencia21, **Eficiencia22, **Eficiencia23;
    double Eficiencia21Media[NProv], Eficiencia22Media[NProv], Eficiencia23Media[NProv];
    double Suma_NW[NProv][Ncom];
    double Suma_MW[NProv][Ncom];

    // Variables para el estimador 3

```

```

double MediaEstimador3[NProv][Ncom];
double **Eficiencia31,**Eficiencia32,**Eficiencia33;
double Eficiencia31Media[NProv],Eficiencia32Media[NProv],Eficiencia33Media[NProv];
double Suma_WY_G1[Ng1][Ncom];
double Suma_Pesos_G1[Ng1][Ncom];

// Variables para el estimador 4
double MediaEstimador4[NProv][Ncom];
double **Eficiencia41,**Eficiencia42,**Eficiencia43;
double Eficiencia41Media[NProv],Eficiencia42Media[NProv],Eficiencia43Media[NProv];
double Suma_WY_Gr1[Ng1];
double Suma_Pesos_Gr1[Ng1];

// Variables para el estimador 5
double MediaEstimador5[NProv][Ncom];
double **Eficiencia51,**Eficiencia52,**Eficiencia53;
double Eficiencia51Media[NProv],Eficiencia52Media[NProv],Eficiencia53Media[NProv];
double Numerador;
double Denominador;
double Beta;

// Variables para el estimador 6
double MediaEstimador6[NProv][Ncom];
double **Eficiencia61,**Eficiencia62,**Eficiencia63;
double Eficiencia61Media[NProv],Eficiencia62Media[NProv],Eficiencia63Media[NProv];
double **Ys,**Xs,**Cs,**Xs2,**PDJ,**Es;
double Pesos_Est[NProv],Media_VY[NProv],Media_VX1[NProv],Media_VX2[NProv];
double Num6,Den6;
double Beta6,X_WD[NProv],Y_WD[NProv],X2_WD[NProv];

// Variables para el estimador 7
double MediaEstimador7[NProv][Ncom];
double **Eficiencia71,**Eficiencia72,**Eficiencia73;
double Eficiencia71Media[NProv],Eficiencia72Media[NProv],Eficiencia73Media[NProv];
double YWD[NProv][Ncom],XWD[NProv][Ncom],X2WD[NProv][Ncom];
double Suma_WX[NProv][Ncom],Suma_WX2[NProv][Ncom];
double Num7,Den7,Beta7;

// Variables para el estimador 8
double MediaEstimador8[NProv][Ncom];
double **Eficiencia81,**Eficiencia82,**Eficiencia83;
double Eficiencia81Media[NProv],Eficiencia82Media[NProv],Eficiencia83Media[NProv];
double S_YDJ[Ncom],S_XDJ[Ncom],S_X2DJ[Ncom],P[Ncom],N[Ncom];

// Variables para el estimador 9
double MediaEstimador9[NProv][Ncom];
double **Eficiencia91,**Eficiencia92,**Eficiencia93;
double Eficiencia91Media[NProv],Eficiencia92Media[NProv],Eficiencia93Media[NProv];
double Bu,nn_num9,Bu_num,Bu_den,nn_num[NProv][Ncom],nn_den;
double Be,Be_num,Be_den,SigmaE,SigmaU,Fi_d[NProv][Ncom];
double Beta9,Beta9_num,Beta9_den,resta1,resta2,restaA,DivideA,RestaAsigmaU;

// Variables para el estimador 9b
double MediaEstimador9b[NProv][Ncom];
double **Eficiencia9b1,**Eficiencia9b2,**Eficiencia9b3;
double Eficiencia9b1Media[NProv],Eficiencia9b2Media[NProv],Eficiencia9b3Media[NProv];

// Variables para el estimador 10

```

```

double MediaEstimador10[NProv][Ncom];
double **Eficiencia101,**Eficiencia102,**Eficiencia103;
double Eficiencia101Media[NProv],Eficiencia102Media[NProv],Eficiencia103Media[NProv];

// Variables para el estimador 11
double MediaEstimador11[NProv][Ncom];
double **Eficiencia111,**Eficiencia112,**Eficiencia113;
double Eficiencia111Media[NProv],Eficiencia112Media[NProv],Eficiencia113Media[NProv];
double Fi;

// Variables para el estimador 12
double MediaEstimador12[NProv][Ncom];
double **Eficiencia121,**Eficiencia122,**Eficiencia123;
double Eficiencia121Media[NProv],Eficiencia122Media[NProv],Eficiencia123Media[NProv];
double X_D;

// Variables para el estimador 13
double MediaEstimador13[NProv][Ncom];
double **Eficiencia131,**Eficiencia132,**Eficiencia133;
double Eficiencia131Media[NProv],Eficiencia132Media[NProv],Eficiencia133Media[NProv];

// Variables para el estimador 14
double MediaEstimador14[NProv][Ncom];
double **Eficiencia141,**Eficiencia142,**Eficiencia143;
double Eficiencia141Media[NProv],Eficiencia142Media[NProv],Eficiencia143Media[NProv];
double Beta14_1,Beta14_2,E1,E2,E3,E4,E5;

// Variables para el estimador 15
double MediaEstimador15[NProv][Ncom];
double **Eficiencia151,**Eficiencia152,**Eficiencia153;
double Eficiencia151Media[NProv],Eficiencia152Media[NProv],Eficiencia153Media[NProv];

// Variables para el estimador 16
double MediaEstimador16[NProv][Ncom];
double **Eficiencia161,**Eficiencia162,**Eficiencia163;
double Eficiencia161Media[NProv],Eficiencia162Media[NProv],Eficiencia163Media[NProv];
double Beta1,Beta2;
double BetaA1,BetaA2,dr;
double B1_1,B1_2,B1_3,B1_4;
double B2_1,B2_2,B2_3,B2_4;
double dr1,dr2,dr3;

// Variables para el estimador 17
double MediaEstimador17[NProv][Ncom];
double **Eficiencia171,**Eficiencia172,**Eficiencia173;
double Eficiencia171Media[NProv],Eficiencia172Media[NProv],Eficiencia173Media[NProv];

// Variables para el estimador 18
double MediaEstimador18[NProv][Ncom];
double **Eficiencia181,**Eficiencia182,**Eficiencia183;
double Eficiencia181Media[NProv],Eficiencia182Media[NProv],Eficiencia183Media[NProv];
double Gamma18[NProv][Ncom],Td[NProv][Ncom],Zd[NProv][Ncom],nd16[NProv][Ncom];
double Beta18_num,Beta18_den,Beta18,alfa18_num,alfa18_den,alfa18;
double Elem18_1,Elem18_2,Elem18_3,Elem18_4,Elem18_5,Elem18_6;

int Tcom=0,mayor=0;
double Suma;

```

```

// Variables para el estimador 19
const int NumCoVar=1;
TMatrix *Beta_1,*Beta_2,*PDGJ,*H,*U,*Resultado,*X,*V;
TMat3D *Mat,*Datos;
double MediaEstimador19[NProv][Ncom];
double **Eficiencia191,**Eficiencia192,**Eficiencia193;
double Eficiencia191Media[NProv],Eficiencia192Media[NProv],Eficiencia193Media[NProv];

// Variables para el estimador 20
double MediaEstimador20[NProv][Ncom];
double **Eficiencia201,**Eficiencia202,**Eficiencia203;
double Eficiencia201Media[NProv],Eficiencia202Media[NProv],Eficiencia203Media[NProv];

// Variables para el estimador 21
double MediaEstimador21[NProv][Ncom];
double **Eficiencia211,**Eficiencia212,**Eficiencia213;
double Eficiencia211Media[NProv],Eficiencia212Media[NProv],Eficiencia213Media[NProv];
double Gamma21[NProv][Ncom];
double Bu21_num,Bu21_den,Bu21,GammaU21,D;
double Num21,Den21,Beta21,Elem1,Elem2,Suma21;

// Variables para el estimador 21b
double MediaEstimador21b[NProv][Ncom];
double **Eficiencia21b1,**Eficiencia21b2,**Eficiencia21b3;
double Eficiencia21b1Media[NProv],Eficiencia21b2Media[NProv],Eficiencia21b3Media[NProv];
double Gamma21b[NProv][Ncom];
double Bu21b_num,Bu21b_den,Bu21b,GammaU21b;
double Num21b,Den21b,Beta21b,Suma21b;

// Variables para el estimador 21c
double MediaEstimador21c[NProv][Ncom];
double **Eficiencia21c1,**Eficiencia21c2,**Eficiencia21c3;
double Eficiencia21c1Media[NProv],Eficiencia21c2Media[NProv],Eficiencia21c3Media[NProv];

// Variables para el estimador 21d
double MediaEstimador21d[NProv][Ncom];
double **Eficiencia21d1,**Eficiencia21d2,**Eficiencia21d3;
double Eficiencia21d1Media[NProv],Eficiencia21d2Media[NProv],Eficiencia21d3Media[NProv];

// Variables para el estimador 22
double MediaEstimador22[NProv][Ncom];
double **Eficiencia221,**Eficiencia222,**Eficiencia223;
double Eficiencia221Media[NProv],Eficiencia222Media[NProv],Eficiencia223Media[NProv];
TMatrix *B22,*B22_2,*U22,*H22,*R22;
double p0d,p1d,p2d,h1d,h2d,zd,vd,rd,sd;
double U1d,U2d,H11d,H12d,H22d,ud,pd;

// -----
// ----- (3) Apertura de ficheros y tiempo de ejecución -----
// -----

fstream Comunidad((NomFich.c_str()));
Comunidad.seekg(0);
fstream Viviendas("Viviendas.txt");
Viviendas.seekg(0);

time_t first, second;
fstream tiempo("Tarda_Imputacion.txt");

```

```

first = time(NULL);
tiempo<<"Fecha y hora de comienzo del programa: "<<ctime(&first)<<endl;

// -----
// ----- (4) Inicializando valores de las variables externas -----
// -----

Inicializa(Media_XM,Media_Y);
Inicializa2(Media_XMT);

Eficiencia11=new double*[NProv]; Eficiencia12=new double*[NProv]; Eficiencia13=new double*[NProv];
Eficiencia21=new double*[NProv]; Eficiencia22=new double*[NProv]; Eficiencia23=new double*[NProv];
Eficiencia31=new double*[NProv]; Eficiencia32=new double*[NProv]; Eficiencia33=new double*[NProv];
Eficiencia41=new double*[NProv]; Eficiencia42=new double*[NProv]; Eficiencia43=new double*[NProv];
Eficiencia51=new double*[NProv]; Eficiencia52=new double*[NProv]; Eficiencia53=new double*[NProv];
Eficiencia61=new double*[NProv]; Eficiencia62=new double*[NProv]; Eficiencia63=new double*[NProv];
Eficiencia71=new double*[NProv]; Eficiencia72=new double*[NProv]; Eficiencia73=new double*[NProv];
Eficiencia81=new double*[NProv]; Eficiencia82=new double*[NProv]; Eficiencia83=new double*[NProv];
Eficiencia91=new double*[NProv]; Eficiencia92=new double*[NProv]; Eficiencia93=new double*[NProv];
Eficiencia9b1=new double*[NProv]; Eficiencia9b2=new double*[NProv]; Eficiencia9b3=new double*[NProv];
Eficiencia101=new double*[NProv]; Eficiencia102=new double*[NProv]; Eficiencia103=new double*[NProv];
Eficiencia111=new double*[NProv]; Eficiencia112=new double*[NProv]; Eficiencia113=new double*[NProv];
Eficiencia121=new double*[NProv]; Eficiencia122=new double*[NProv]; Eficiencia123=new double*[NProv];
Eficiencia131=new double*[NProv]; Eficiencia132=new double*[NProv]; Eficiencia133=new double*[NProv];
Eficiencia141=new double*[NProv]; Eficiencia142=new double*[NProv]; Eficiencia143=new double*[NProv];
Eficiencia151=new double*[NProv]; Eficiencia152=new double*[NProv]; Eficiencia153=new double*[NProv];
Eficiencia161=new double*[NProv]; Eficiencia162=new double*[NProv]; Eficiencia163=new double*[NProv];
Eficiencia171=new double*[NProv]; Eficiencia172=new double*[NProv]; Eficiencia173=new double*[NProv];
Eficiencia181=new double*[NProv]; Eficiencia182=new double*[NProv]; Eficiencia183=new double*[NProv];
Eficiencia191=new double*[NProv]; Eficiencia192=new double*[NProv]; Eficiencia193=new double*[NProv];
Eficiencia201=new double*[NProv]; Eficiencia202=new double*[NProv]; Eficiencia203=new double*[NProv];
Eficiencia211=new double*[NProv]; Eficiencia212=new double*[NProv]; Eficiencia213=new double*[NProv];
Eficiencia21b1=new double*[NProv]; Eficiencia21b2=new double*[NProv]; Eficiencia21b3=new double*[NProv];
Eficiencia21c1=new double*[NProv]; Eficiencia21c2=new double*[NProv]; Eficiencia21c3=new double*[NProv];
Eficiencia21d1=new double*[NProv]; Eficiencia21d2=new double*[NProv]; Eficiencia21d3=new double*[NProv];
Eficiencia221=new double*[NProv]; Eficiencia222=new double*[NProv]; Eficiencia223=new double*[NProv];
for(j=0;j<NProv;j++) {
  Eficiencia11[j]=new double[Ncom]; Eficiencia12[j]=new double[Ncom]; Eficiencia13[j]=new double[Ncom];
  Eficiencia21[j]=new double[Ncom]; Eficiencia22[j]=new double[Ncom]; Eficiencia23[j]=new double[Ncom];
  Eficiencia31[j]=new double[Ncom]; Eficiencia32[j]=new double[Ncom]; Eficiencia33[j]=new double[Ncom];
  Eficiencia41[j]=new double[Ncom]; Eficiencia42[j]=new double[Ncom]; Eficiencia43[j]=new double[Ncom];
  Eficiencia51[j]=new double[Ncom]; Eficiencia52[j]=new double[Ncom]; Eficiencia53[j]=new double[Ncom];
  Eficiencia61[j]=new double[Ncom]; Eficiencia62[j]=new double[Ncom]; Eficiencia63[j]=new double[Ncom];
  Eficiencia71[j]=new double[Ncom]; Eficiencia72[j]=new double[Ncom]; Eficiencia73[j]=new double[Ncom];
  Eficiencia81[j]=new double[Ncom]; Eficiencia82[j]=new double[Ncom]; Eficiencia83[j]=new double[Ncom];
  Eficiencia91[j]=new double[Ncom]; Eficiencia92[j]=new double[Ncom]; Eficiencia93[j]=new double[Ncom];
  Eficiencia9b1[j]=new double[Ncom]; Eficiencia9b2[j]=new double[Ncom]; Eficiencia9b3[j]=new double[Ncom];
  Eficiencia101[j]=new double[Ncom]; Eficiencia102[j]=new double[Ncom]; Eficiencia103[j]=new double[Ncom];
  Eficiencia111[j]=new double[Ncom]; Eficiencia112[j]=new double[Ncom]; Eficiencia113[j]=new double[Ncom];
  Eficiencia121[j]=new double[Ncom]; Eficiencia122[j]=new double[Ncom]; Eficiencia123[j]=new double[Ncom];
  Eficiencia131[j]=new double[Ncom]; Eficiencia132[j]=new double[Ncom]; Eficiencia133[j]=new double[Ncom];
  Eficiencia141[j]=new double[Ncom]; Eficiencia142[j]=new double[Ncom]; Eficiencia143[j]=new double[Ncom];
  Eficiencia151[j]=new double[Ncom]; Eficiencia152[j]=new double[Ncom]; Eficiencia153[j]=new double[Ncom];
  Eficiencia161[j]=new double[Ncom]; Eficiencia162[j]=new double[Ncom]; Eficiencia163[j]=new double[Ncom];
  Eficiencia171[j]=new double[Ncom]; Eficiencia172[j]=new double[Ncom]; Eficiencia173[j]=new double[Ncom];
  Eficiencia181[j]=new double[Ncom]; Eficiencia182[j]=new double[Ncom]; Eficiencia183[j]=new double[Ncom];
  Eficiencia191[j]=new double[Ncom]; Eficiencia192[j]=new double[Ncom]; Eficiencia193[j]=new double[Ncom];
  Eficiencia201[j]=new double[Ncom]; Eficiencia202[j]=new double[Ncom]; Eficiencia203[j]=new double[Ncom];

```



```

Eficiencia211[j]=new double[Ncom]; Eficiencia212[j]=new double[Ncom]; Eficiencia213[j]=new double[Ncom];
Eficiencia21b1[j]=new double[Ncom]; Eficiencia21b2[j]=new double[Ncom]; Eficiencia21b3[j]=new double[Ncom];
Eficiencia21c1[j]=new double[Ncom]; Eficiencia21c2[j]=new double[Ncom]; Eficiencia21c3[j]=new double[Ncom];
Eficiencia21d1[j]=new double[Ncom]; Eficiencia21d2[j]=new double[Ncom]; Eficiencia21d3[j]=new double[Ncom];
Eficiencia221[j]=new double[Ncom]; Eficiencia222[j]=new double[Ncom]; Eficiencia223[j]=new double[Ncom];
}
for(j=0;j<NProv;j++) {
for(i=1;i<Ncom;i++){
Eficiencia11[j][i]=0; Eficiencia12[j][i]=0; Eficiencia13[j][i]=0;
Eficiencia21[j][i]=0; Eficiencia22[j][i]=0; Eficiencia23[j][i]=0;
Eficiencia31[j][i]=0; Eficiencia32[j][i]=0; Eficiencia33[j][i]=0;
Eficiencia41[j][i]=0; Eficiencia42[j][i]=0; Eficiencia43[j][i]=0;
Eficiencia51[j][i]=0; Eficiencia52[j][i]=0; Eficiencia53[j][i]=0;
Eficiencia61[j][i]=0; Eficiencia62[j][i]=0; Eficiencia63[j][i]=0;
Eficiencia71[j][i]=0; Eficiencia72[j][i]=0; Eficiencia73[j][i]=0;
Eficiencia81[j][i]=0; Eficiencia82[j][i]=0; Eficiencia83[j][i]=0;
Eficiencia91[j][i]=0; Eficiencia92[j][i]=0; Eficiencia93[j][i]=0;
Eficiencia9b1[j][i]=0; Eficiencia9b2[j][i]=0; Eficiencia9b3[j][i]=0;
Eficiencia101[j][i]=0; Eficiencia102[j][i]=0; Eficiencia103[j][i]=0;
Eficiencia111[j][i]=0; Eficiencia112[j][i]=0; Eficiencia113[j][i]=0;
Eficiencia121[j][i]=0; Eficiencia122[j][i]=0; Eficiencia123[j][i]=0;
Eficiencia131[j][i]=0; Eficiencia132[j][i]=0; Eficiencia133[j][i]=0;
Eficiencia141[j][i]=0; Eficiencia142[j][i]=0; Eficiencia143[j][i]=0;
Eficiencia151[j][i]=0; Eficiencia152[j][i]=0; Eficiencia153[j][i]=0;
Eficiencia161[j][i]=0; Eficiencia162[j][i]=0; Eficiencia163[j][i]=0;
Eficiencia171[j][i]=0; Eficiencia172[j][i]=0; Eficiencia173[j][i]=0;
Eficiencia181[j][i]=0; Eficiencia182[j][i]=0; Eficiencia183[j][i]=0;
Eficiencia191[j][i]=0; Eficiencia192[j][i]=0; Eficiencia193[j][i]=0;
Eficiencia201[j][i]=0; Eficiencia202[j][i]=0; Eficiencia203[j][i]=0;
Eficiencia211[j][i]=0; Eficiencia212[j][i]=0; Eficiencia213[j][i]=0;
Eficiencia21b1[j][i]=0; Eficiencia21b2[j][i]=0; Eficiencia21b3[j][i]=0;
Eficiencia21c1[j][i]=0; Eficiencia21c2[j][i]=0; Eficiencia21c3[j][i]=0;
Eficiencia21d1[j][i]=0; Eficiencia21d2[j][i]=0; Eficiencia21d3[j][i]=0;
Eficiencia221[j][i]=0; Eficiencia222[j][i]=0; Eficiencia223[j][i]=0;
}
}

for(nprov=1;nprov<NProv;nprov++) {
if (Valores[nprov][0][0]>=1) {
Tcom+=Valores[nprov][0][1]-1;
if (mayor<Viv_Prov[nprov][0]) mayor=Viv_Prov[nprov][0];
}
}

Ys=new double*[NProv];
Es=new double*[NProv];
Xs=new double*[NProv];
Cs=new double*[NProv];
Xs2=new double*[NProv];
PDJ=new double*[NProv];
for(i=0;i<NProv;i++) {
Ys[i] =new double[MaxViv*HabViv];
Es[i] =new double[MaxViv*HabViv];
Xs[i] =new double[MaxViv*HabViv];
}

```

```

    Cs[i] =new double [MaxViv*HabViv];
    Xs2[i]=new double [MaxViv*HabViv];
    PDJ[i]=new double [MaxViv*HabViv];
}
vector=new float [MaxViv];
Mat=new TMat3D(Tcom+Ng1-2+NumCoVar,mayor*HabViv,NProv);
Mat->Fill(0);
Datos=new TMat3D(4,mayor*HabViv,NProv);
Datos->Fill(0);

B22=new TMatrix(1,2);
B22_2=new TMatrix(1,2);
U22=new TMatrix(1,2);
H22=new TMatrix(2,2);
R22=new TMatrix(1,2);

// -----
// ----- (5) Punto de inicio de las replicaciones -----
// -----

for(Niter=0;Niter<NR;Niter++) {
    Numero->Value=Niter+1;

    // -----
    // ----- (6) Inicializando valores de las variables internas -----
    // -----

    Numerador=0;    Denominador=0;
    Bu_num=0;       Bu_den=0;       nn_den=0;
    Mat->Fill(0);
    Datos->Fill(0);

    for(nprov=1;nprov<NProv;nprov++) {
        if (Valores[nprov][0][0]>=1) {
            Pesos_Est[nprov]=0;
            Media_VY[nprov]=0;
            Media_VX1[nprov]=0;
            Media_VX2[nprov]=0;
            for(i=0;i<Ncom;i++){
                YWD[nprov][i]=0;
                XWD[nprov][i]=0;
                X2WD[nprov][i]=0;
                Suma_WY[nprov][i]=0;
                Suma_WX[nprov][i]=0;
                Suma_WX2[nprov][i]=0;
                Suma_NW[nprov][i]=0;
                Suma_MW[nprov][i]=0;
                nd16[nprov][i]=0;
                nn_num[nprov][i]=0;
            }
            for(i=0;i<Ng1;i++) {
                Suma_WY_Gr1[i]=0;
                Suma_Pesos_Gr1[i]=0;
                for(k=0;k<Ncom;k++){
                    Suma_WY_G1[i][k]=0;
                    Suma_Pesos_G1[i][k]=0;
                }
            }
        }
    }
}

```

```

// -----
// ----- (7) Punto inicial para la generación de una muestra -----
// -----
n_Prov[nprov]=0;
for(K=1;K<10;K++) {
    if (Viv_Prov[nprov][K]>0) {
        for(i=0;i<Viv_Prov[nprov][K];i++) {
            vector[i]=-1;
        }
        for(i=0;i<Viv_Prov[nprov][K];i++) {
            do {
                Pos=Posicion(nprov,K,Valores);
                PosFichero=Pos*10;
                siguiente=true;
                for(h=0;h<i;h++)
                    if (vector[h]==PosFichero) {
                        siguiente=false;
                        break;
                    }
            }while (!siguiente);
            vector[i]=PosFichero;
            Viviendas.seekg(PosFichero);
            Viviendas.getline(texto,NLin);
            linea=texto;
            LineaTodos=linea.ToInt();
            PosTodos=LineaTodos*LongLin;

            Comunidad.seekg(PosTodos);
            Comunidad.getline(texto,NLin);
            linea=texto;
            // -----
            // -(8) Leyendo la información del registro seleccionado -
            // -----
            Provincia=linea.SubString(3,2);
            prov=Provincia.ToInt();
            Apes104=linea.SubString(5,1);
            a104=Apes104.ToInt();
            Apes106=linea.SubString(10,4);
            a106=Apes106.ToInt();
            Apes401=linea.SubString(14,6);
            a401=Apes401.ToInt();
            do {
                ant103=prov;
                ant104=a104;
                ant106=a106;
                ant401=a401;

                n_Prov[nprov]++;

                W=DevuelvePeso(nprov,K,Valores,Viv_Prov);
                Comarca=linea.SubString(6,2);
                Apes503=linea.SubString(38,1);
                Apes501=linea.SubString(37,1);
                Apes203=linea.SubString(27,3);
                Apes208=linea.SubString(33,1);
                acom=Comarca.ToInt();
                a208=Apes208.ToInt();
                Y=Apes503.ToInt();
            }
        }
    }
}

```

```

X2=Apes203.ToInt();
if (X2>=65) X1=0;
else X1=2-Apes501.ToInt();

// -----
// --- (9) Cálculos con los datos del registro seleccionado ---
// -----

Suma_WY[prov][acom]+=W*Y;      // Cálculo del estimador1 y 2
Suma_NW[prov][acom]+=W;      // Suma de pesos para el estimador2
if (a208==1 || a208==2)
    Suma_MW[prov][acom]+=W;

G1=linea.SubString(41,1);      // Cálculo del estimador3
NumG1=G1.ToInt();
Suma_WY_G1[NumG1][acom]+=W*Y;
Suma_Pesos_G1[NumG1][acom]+=W;

Suma_WY_Gr1[NumG1]+=W*Y;      // Cálculo del estimador4
Suma_Pesos_Gr1[NumG1]+=W;

Numerador+=W*Y*X1;           // Cálculo del estimador5
Denominador+=W*X1*X1;

Xs[prov][n_Prov[prov]]=X1;    // Cálculo del estimador6
Es[prov][n_Prov[prov]]=a104;
Cs[prov][n_Prov[prov]]=acom;
Ys[prov][n_Prov[prov]]=Y;
Xs2[prov][n_Prov[prov]]=X2;
Pesos_Est[prov]+=W;
Media_VY[prov]+=W*Y;
Media_VX1[prov]+=W*X1;
Media_VX2[prov]+=W*X2;

Suma_WX[prov][acom]+=W*X1;    // Cálculo del estimador7
Suma_WX2[prov][acom]+=W*X2;

Bu_num+=W*Y*X1;              //Cálculo del estimador9
Bu_den+=W*X1*X1;
nn_num[prov][acom]+=W*X1;
nn_den+=W*X1*X1;

nd16[prov][acom]++;         // Cálculo del estimador16

// Cálculo del estimador19 and 20
acom=N_Com(prov,acom,Valores);
Mat->Elem[acom][n_Prov[prov]][prov]=1;
if (NumG1!=Ng1-1)
    Mat->Elem[Tcom+NumG1][n_Prov[prov]][prov]=1;
Mat->Elem[Tcom+Ng1-1][n_Prov[prov]][prov] = X1;

Datos->Elem[1][n_Prov[nprov]][prov]=Y;
Datos->Elem[2][n_Prov[nprov]][prov]=acom;
Datos->Elem[3][n_Prov[nprov]][prov]=NumG1;
Datos->Elem[4][n_Prov[nprov]][prov]=W;

Comunidad.getline(texto,NLin);
if (!strcmp(texto,"\0")) break;

```

```

        linea=texto;

        Provincia=linea.SubString(3,2);
        prov=Provincia.ToInt();
        Apes104=linea.SubString(5,1);
        a104=Apes104.ToInt();
        Apes106=linea.SubString(10,4);
        a106=Apes106.ToInt();
        Apes401=linea.SubString(14,6);
        a401=Apes401.ToInt();
    } while (prov==ant103 && a104==ant104 && a106==ant106 && a401==ant401);
    if (!strcmp(texto,"\0")) {
        Comunidad.close();
        Comunidad.open(NomFich.c_str());
        Comunidad.seekg(0);
    }
}
}
}

// -----
// (10) Final de la generación de la muestra y (11) Cálculo de los estimadores ---
// -----

Y_WD[nprov] =Media_VY[nprov]/Pesos_Est[nprov];
X_WD[nprov] =Media_VX1[nprov]/Pesos_Est[nprov];
X2_WD[nprov]=Media_VX2[nprov]/Pesos_Est[nprov];
//-----
// Cálculo del estimador 1
//-----
for(i=1;i<Valores[nprov][0][1];i++){
    if (Suma_MW[nprov][i]==0)
        MediaEstimador1[nprov][i]=Y_WD[nprov];
    else
        MediaEstimador1[nprov][i]=Suma_WY[nprov][i]/Suma_MW[nprov][i];
    Eficiencia11[nprov][i]+=MediaEstimador1[nprov][i]/Rd[nprov][i];
    Eficiencia12[nprov][i]+=fabs((MediaEstimador1[nprov][i]/Rd[nprov][i])-1);
    Eficiencia13[nprov][i]+=pow(MediaEstimador1[nprov][i]-Rd[nprov][i],2);
}

//-----
// Cálculo del estimador 2
//-----
for(i=1;i<Valores[nprov][0][1];i++){
    if (Suma_MW[nprov][i]==0)
        MediaEstimador2[nprov][i]=Y_WD[nprov];
    else
        MediaEstimador2[nprov][i]=Suma_WY[nprov][i]/Suma_MW[nprov][i];
    Eficiencia21[nprov][i]+=MediaEstimador2[nprov][i]/Rd[nprov][i];
    Eficiencia22[nprov][i]+=fabs((MediaEstimador2[nprov][i]/Rd[nprov][i])-1);
    Eficiencia23[nprov][i]+=pow(MediaEstimador2[nprov][i]-Rd[nprov][i],2);
}

//-----
// Cálculo del estimador 3
//-----
for(i=1;i<Valores[nprov][0][1];i++){
    MediaEstimador3[nprov][i]=0;
    for(k=1;k<Ng1;k++) {
        if (Suma_Pesos_G1[k][i]!=0)

```

```

        MediaEstimador3[nprov][i] += Per_Grupo1[nprov][k][i] *
            (Suma_WY_G1[k][i]/Suma_Pesos_G1[k][i]);
    }
    if (Suma_MW[nprov][i]==0)
        MediaEstimador3[nprov][i]=Y_WD[nprov];
    else
        MediaEstimador3[nprov][i]=MediaEstimador3[nprov][i]/Suma_MW[nprov][i];
    Eficiencia31[nprov][i] += MediaEstimador3[nprov][i]/Rd[nprov][i];
    Eficiencia32[nprov][i] += fabs((MediaEstimador3[nprov][i]/Rd[nprov][i])-1);
    Eficiencia33[nprov][i] += pow(MediaEstimador3[nprov][i]-Rd[nprov][i], 2);
}

//-----
// Cálculo del estimador 4
//-----
for(i=1; i<Valores[nprov][0][1]; i++){
    MediaEstimador4[nprov][i]=0;
    for(k=1; k<Ng1; k++) {
        if (Suma_Pesos_Gr1[k]!=0)
            MediaEstimador4[nprov][i] += Per_Grupo1[nprov][k][i] *
                (Suma_WY_Gr1[k]/Suma_Pesos_Gr1[k]);
    }
    if (Suma_MW[nprov][i]==0)
        MediaEstimador4[nprov][i]=Y_WD[nprov];
    else
        MediaEstimador4[nprov][i]=MediaEstimador4[nprov][i]/Suma_MW[nprov][i];
    Eficiencia41[nprov][i] += MediaEstimador4[nprov][i]/Rd[nprov][i];
    Eficiencia42[nprov][i] += fabs((MediaEstimador4[nprov][i]/Rd[nprov][i])-1);
    Eficiencia43[nprov][i] += pow(MediaEstimador4[nprov][i]-Rd[nprov][i], 2);
}
}
}

//-----
// Cálculo del estimador 5
//-----
Beta=Numerador/Denominador;
for(nprov=1; nprov<NProv; nprov++) {
    if (Valores[nprov][0][0]>=1) {
        for(i=1; i<Valores[nprov][0][1]; i++){
            if (Suma_MW[nprov][i]==0)
                MediaEstimador5[nprov][i]=Y_WD[nprov];
            else
                MediaEstimador5[nprov][i]=(Beta*Media_X1[nprov][i])*(Nd[nprov][i]/Suma_MW[nprov][i]);
            Eficiencia51[nprov][i] += MediaEstimador5[nprov][i]/Rd[nprov][i];
            Eficiencia52[nprov][i] += fabs((MediaEstimador5[nprov][i]/Rd[nprov][i])-1);
            Eficiencia53[nprov][i] += pow(MediaEstimador5[nprov][i]-Rd[nprov][i], 2);
        }
    }
}

//-----
// Cálculo del estimador 6
//-----
Num6=0; Den6=0;
for(nprov=1; nprov<NProv; nprov++) {
    if (Valores[nprov][0][0]>=1) {
        for(i=1; i<=n_Prov[nprov]; i++) {
            W=DevuelvePeso(nprov, Es[nprov][i], Valores, Viv_Prov);
            Num6 += W*(Ys[nprov][i]-Y_WD[nprov])*(Xs[nprov][i]-X_WD[nprov]);
        }
    }
}

```

```

        Den6+=W*pow(Xs[nprov][i]-X_WD[nprov],2);
    }
}
Beta6=Num6/Den6;
for(nprov=1;nprov<NProv;nprov++) {
    if (Valores[nprov][0][0]>=1) {
        for(i=1;i<Valores[nprov][0][1];i++){
            if (Suma_MW[nprov][i]==0)
                MediaEstimador6[nprov][i]=Y_WD[nprov];
            else
                MediaEstimador6[nprov][i]=(Y_WD[nprov]+Beta6*(Media_X1[nprov][i]-X_WD[nprov]))*
                    (Nd[nprov][i]/Suma_MW[nprov][i]);
            Eficiencia61[nprov][i]+=MediaEstimador6[nprov][i]/Rd[nprov][i];
            Eficiencia62[nprov][i]+=fabs((MediaEstimador6[nprov][i]/Rd[nprov][i])-1);
            Eficiencia63[nprov][i]+=pow(MediaEstimador6[nprov][i]-Rd[nprov][i],2);
        }
    }
}
//-----
// Cálculo del estimador 7
//-----
for(nprov=1;nprov<NProv;nprov++) {
    if (Valores[nprov][0][0]>=1) {
        for(i=1;i<Valores[nprov][0][1];i++){
            if (Suma_MW[nprov][i]==0) {
                YWD[nprov][i]=Y_WD[nprov];
                XWD[nprov][i]=X_WD[nprov];
                X2WD[nprov][i]=X2_WD[nprov];
            }
            else {
                YWD[nprov][i]=Suma_WY[nprov][i]/Suma_NW[nprov][i];
                XWD[nprov][i]=Suma_WX[nprov][i]/Suma_NW[nprov][i];
                X2WD[nprov][i]=Suma_WX2[nprov][i]/Suma_NW[nprov][i];
            }
        }
    }
}
Num7=0;
Den7=0;
Beta7=0;
for(nprov=1;nprov<NProv;nprov++) {
    if (Valores[nprov][0][0]>=1) {
        for(i=1;i<=n_Prov[nprov];i++){
            W=DevuelvePeso(nprov,Es[nprov][i],Valores,Viv_Prov);
            c=Cs[nprov][i];
            Num7+=W*(Ys[nprov][i]-YWD[nprov][c])*(Xs[nprov][i]-XWD[nprov][c]);
            Den7+=W*pow(Xs[nprov][i]-XWD[nprov][c],2);
        }
    }
}
Beta7=Num7/Den7;
for(nprov=1;nprov<NProv;nprov++) {
    if (Valores[nprov][0][0]>=1) {
        for(i=1;i<Valores[nprov][0][1];i++){
            if (Suma_MW[nprov][i]==0)
                MediaEstimador7[nprov][i]=Y_WD[nprov];
            else

```

```

MediaEstimador7[nprov][i]=(YWD[nprov][i]+Beta7*(Media_X1[nprov][i]-XWD[nprov][i]))*
(Nd[nprov][i]/Suma_MW[nprov][i]);
Eficiencia71[nprov][i]+=MediaEstimador7[nprov][i]/Rd[nprov][i];
Eficiencia72[nprov][i]+=fabs((MediaEstimador7[nprov][i]/Rd[nprov][i])-1);
Eficiencia73[nprov][i]+=pow(MediaEstimador7[nprov][i]-Rd[nprov][i],2);
}
}
}
//-----
// Cálculo del estimador 8
//-----
for(nprov=1;nprov<NProv;nprov++) {
  if (Valores[nprov][0][0]>=1) {
    for(i=1;i<Valores[nprov][0][1];i++){
      S_YDJ[i]=0;
      S_XDJ[i]=0;
      S_X2DJ[i]=0;
      N[i]=0;
    }
    for(i=1;i<=n_Prov[nprov];i++){
      c=Cs[nprov][i];
      S_YDJ[c]+=Ys[nprov][i];
      S_XDJ[c]+=Xs[nprov][i];
      S_X2DJ[c]+=Xs2[nprov][i];
      N[c]++;
    }
    for(i=1;i<Valores[nprov][0][1];i++){
      S_YDJ[i]=S_YDJ[i]/N[i];
      S_XDJ[i]=S_XDJ[i]/N[i];
      S_X2DJ[i]=S_X2DJ[i]/N[i];
      P[i]=N[i]/Nd[nprov][i];
    }
    for(i=1;i<Valores[nprov][0][1];i++){
      if (Suma_MW[nprov][i]==0)
        MediaEstimador8[nprov][i]=Y_WD[nprov];
      else
        MediaEstimador8[nprov][i]=(((1-P[i])*MediaEstimador7[nprov][i]*
          (Suma_MW[nprov][i]/Nd[nprov][i]))+
          (P[i]*(S_YDJ[i]+(Beta7*(Media_X1[nprov][i]-S_XDJ[i])))))*
          (Nd[nprov][i]/Suma_MW[nprov][i]));
      Eficiencia81[nprov][i]+=MediaEstimador8[nprov][i]/Rd[nprov][i];
      Eficiencia82[nprov][i]+=fabs((MediaEstimador8[nprov][i]/Rd[nprov][i])-1);
      Eficiencia83[nprov][i]+=pow(MediaEstimador8[nprov][i]-Rd[nprov][i],2);
    }
  }
}
//-----
// Cálculo del estimador 9
//-----
Bu=Bu_num/Bu_den;
num9=0;
for(nprov=1;nprov<NProv;nprov++) {
  if (Valores[nprov][0][0]>=1) {
    for(i=1;i<Valores[nprov][0][1];i++){
      num9+=pow(nn_num[nprov][i],2);
    }
  }
}
}

```



```

Be_num=0;
Be_den=0;
nn=0;
restaA=num9/nn_den;
int n=0,D=0;
for(nprov=1;nprov<NProv;nprov++) {
    if (Valores[nprov][0][0]>=1) {
        n+=n_Prov[nprov];
        D+=Valores[nprov][0][1]-1;
        for(i=1;i<=n_Prov[nprov];i++){
            W=DevuelvePeso(nprov,Es[nprov][i],Valores,Viv_Prov);
            c=Cs[nprov][i];
            Be_num+=W*(Ys[nprov][i]-YWD[nprov][c])*(Xs[nprov][i]-XWD[nprov][c]);
            Be_den+=W*pow(Xs[nprov][i]-XWD[nprov][c],2);
            nn+=W;
        }
    }
}
nn=nn-restaA;
Be=Be_num/Be_den;
SigmaE=0;
DivideA=n-D-1;
for(nprov=1;nprov<NProv;nprov++) {
    if (Valores[nprov][0][0]>=1) {
        for(i=1;i<=n_Prov[nprov];i++){
            W=DevuelvePeso(nprov,Es[nprov][i],Valores,Viv_Prov);
            c=Cs[nprov][i];
            SigmaE+=W*pow((Ys[nprov][i]-YWD[nprov][c])-(Be*(Xs[nprov][i]-XWD[nprov][c])),2);
        }
    }
}
SigmaE=SigmaE/DivideA;
SigmaU=0;
RestaAsigmaU=(n-1)*SigmaE;
for(nprov=1;nprov<NProv;nprov++) {
    if (Valores[nprov][0][0]>=1) {
        for(i=1;i<=n_Prov[nprov];i++){
            W=DevuelvePeso(nprov,Es[nprov][i],Valores,Viv_Prov);
            SigmaU+=W*pow(Ys[nprov][i]-(Bu*Xs[nprov][i]),2);
        }
    }
}
SigmaU=SigmaU-RestaAsigmaU;
if (nn!=0) {
    SigmaU=SigmaU/nn;
    if (SigmaU<0) SigmaU=0;
}
else SigmaU=0;
for(nprov=1;nprov<NProv;nprov++) {
    if (Valores[nprov][0][0]>=1) {
        for(i=1;i<Valores[nprov][0][1];i++){
            if (SigmaU==0)
                Fi_d[nprov][i]=0;
            else if (Suma_NW[nprov][i]!=0)
                Fi_d[nprov][i]=SigmaU/(SigmaU+(SigmaU/Suma_NW[nprov][i]));
            else
                Fi_d[nprov][i]=0;
        }
    }
}

```

```

    }
}
Beta9_num=0;
Beta9_den=0;
Beta9=0;
for(nprov=1;nprov<NProv;nprov++) {
    if (Valores[nprov][0][0]>=1) {
        for(i=1;i<=n_Prov[nprov];i++){
            W=DevuelvePeso(nprov,Es[nprov][i],Valores,Viv_Prov);
            c=Cs[nprov][i];
            Beta9_num+=W*((Ys[nprov][i]*Xs[nprov][i])-(Fi_d[nprov][c]*YWD[nprov][c]*XWD[nprov][c]));
            Beta9_den+=W*(pow(Xs[nprov][i],2)-(Fi_d[nprov][c]*pow(XWD[nprov][c],2)));
        }
    }
}
Beta9=Beta9_num/Beta9_den;
for(nprov=1;nprov<NProv;nprov++) {
    if (Valores[nprov][0][0]>=1) {
        for(i=1;i<Valores[nprov][0][1];i++){
            if (Suma_MW[nprov][i]==0)
                MediaEstimador9[nprov][i]=Y_WD[nprov];
            else
                MediaEstimador9[nprov][i]=(Beta9*Media_X1[nprov][i]+Fi_d[nprov][i]*(YWD[nprov][i]-
                    Beta9*XWD[nprov][i]))*(Nd[nprov][i]/Suma_MW[nprov][i]);
            Eficiencia91[nprov][i]+=MediaEstimador9[nprov][i]/Rd[nprov][i];
            Eficiencia92[nprov][i]+=fabs((MediaEstimador9[nprov][i]/Rd[nprov][i])-1);
            Eficiencia93[nprov][i]+=pow(MediaEstimador9[nprov][i]-Rd[nprov][i],2);
        }
    }
}
//-----
// Cálculo del estimador 9b
//-----
for(nprov=1;nprov<NProv;nprov++) {
    if (Valores[nprov][0][0]>=1) {
        for(i=1;i<Valores[nprov][0][1];i++){
            if (Suma_MW[nprov][i]==0)
                MediaEstimador9b[nprov][i]=Y_WD[nprov];
            else
                MediaEstimador9b[nprov][i]=Beta9*Media_X1[nprov][i]*(Nd[nprov][i]/Suma_MW[nprov][i]);
            Eficiencia9b1[nprov][i]+=MediaEstimador9b[nprov][i]/Rd[nprov][i];
            Eficiencia9b2[nprov][i]+=fabs((MediaEstimador9b[nprov][i]/Rd[nprov][i])-1);
            Eficiencia9b3[nprov][i]+=pow(MediaEstimador9b[nprov][i]-Rd[nprov][i],2);
        }
    }
}
//-----
// Cálculo del estimador 10
//-----
for(nprov=1;nprov<NProv;nprov++) {
    if (Valores[nprov][0][0]>=1) {
        for(i=1;i<Valores[nprov][0][1];i++){
            S_YDJ[i]=0;
            S_XDJ[i]=0;
            N[i]=0;
        }
        for(i=1;i<=n_Prov[nprov];i++){
            c=Cs[nprov][i];

```

```

        S_YDJ[c]+=Ys[nprov][i];
        S_XDJ[c]+=Xs[nprov][i];
        N[c]++;
    }
    for(i=1;i<Valores[nprov][0][1];i++){
        S_YDJ[i]=S_YDJ[i]/N[i];
        S_XDJ[i]=S_XDJ[i]/N[i];
        P[i]=N[i]/Nd[nprov][i];
    }
    for(i=1;i<Valores[nprov][0][1];i++){
        if (Suma_MW[nprov][i]==0)
            MediaEstimador10[nprov][i]=Y_WD[nprov];
        else
            MediaEstimador10[nprov][i]=(((1-P[i])*MediaEstimador9[nprov][i]*
                (Suma_MW[nprov][i]/Nd[nprov][i]))+
                (P[i]*(S_YDJ[i]+(Beta9*(Media_X1[nprov][i]-S_XDJ[i]))))*
                (Nd[nprov][i]/Suma_MW[nprov][i]));
            Eficiencia101[nprov][i]+=MediaEstimador10[nprov][i]/Rd[nprov][i];
            Eficiencia102[nprov][i]+=fabs((MediaEstimador10[nprov][i]/Rd[nprov][i])-1);
            Eficiencia103[nprov][i]+=pow(MediaEstimador10[nprov][i]-Rd[nprov][i],2);
    }
}
}
//-----
// Cálculo del estimador 11
//-----
for(nprov=1;nprov<NProv;nprov++) {
    if (Valores[nprov][0][0]>=1) {
        for(i=1;i<Valores[nprov][0][1];i++){
            if (Suma_MW[nprov][i]>=Nd[nprov][i])
                Fi=1;
            else
                Fi=(Suma_MW[nprov][i]/Nd[nprov][i]);
            if (Suma_MW[nprov][i]==0)
                MediaEstimador11[nprov][i]=Y_WD[nprov];
            else
                MediaEstimador11[nprov][i]=(Fi*MediaEstimador3[nprov][i]*
                    (Suma_MW[nprov][i]/Nd[nprov][i])+
                    (1-Fi)*MediaEstimador4[nprov][i]*
                    (Suma_MW[nprov][i]/Nd[nprov][i]))*
                    (Nd[nprov][i]/Suma_MW[nprov][i]);
            Eficiencia111[nprov][i]+=MediaEstimador11[nprov][i]/Rd[nprov][i];
            Eficiencia112[nprov][i]+=fabs((MediaEstimador11[nprov][i]/Rd[nprov][i])-1);
            Eficiencia113[nprov][i]+=pow(MediaEstimador11[nprov][i]-Rd[nprov][i],2);
        }
    }
}
//-----
// Cálculo del estimador 12
//-----
for(nprov=1;nprov<NProv;nprov++) {
    if (Valores[nprov][0][0]>=1) {
        for(i=1;i<Valores[nprov][0][1];i++){
            X_D=Suma_WX[nprov][i]/Nd[nprov][i];
            if (X_D>=Media_X1[nprov][i])
                Fi=1;
            else
                Fi=(X_D/Media_X1[nprov][i]);
        }
    }
}

```

```

    if (Suma_MW[nprov][i]==0)
        MediaEstimador12[nprov][i]=Y_WD[nprov];
    else
        MediaEstimador12[nprov][i]=(Fi*MediaEstimador7[nprov][i]*
            (Suma_MW[nprov][i]/Nd[nprov][i])+
            (1-Fi)*MediaEstimador5[nprov][i]*
            (Suma_MW[nprov][i]/Nd[nprov][i]))*
            (Nd[nprov][i]/Suma_MW[nprov][i]);
        Eficiencia121[nprov][i]+=MediaEstimador12[nprov][i]/Rd[nprov][i];
        Eficiencia122[nprov][i]+=fabs((MediaEstimador12[nprov][i]/Rd[nprov][i])-1);
        Eficiencia123[nprov][i]+=pow(MediaEstimador12[nprov][i]-Rd[nprov][i],2);
    }
}
}
//-----
// Cálculo del estimador 13
//-----
for(nprov=1;nprov<NProv;nprov++) {
    if (Valores[nprov][0][0]>=1) {
        for(i=1;i<Valores[nprov][0][1];i++){
            if (Suma_NW[nprov][i]>=Nd[nprov][i])
                Fi=1;
            else
                Fi=(Suma_NW[nprov][i]/Nd[nprov][i]);
            if (Suma_MW[nprov][i]==0)
                MediaEstimador13[nprov][i]=Y_WD[nprov];
            else
                MediaEstimador13[nprov][i]=(1.0/Suma_MW[nprov][i])*(Fi*Suma_NW[nprov][i]*
                    MediaEstimador2[nprov][i]*(Suma_MW[nprov][i]/Nd[nprov][i])+
                    (1-Fi)*Nd[nprov][i]*MediaEstimador4[nprov][i]*
                    (Suma_MW[nprov][i]/Nd[nprov][i]));
                Eficiencia131[nprov][i]+=MediaEstimador13[nprov][i]/Rd[nprov][i];
                Eficiencia132[nprov][i]+=fabs((MediaEstimador13[nprov][i]/Rd[nprov][i])-1);
                Eficiencia133[nprov][i]+=pow(MediaEstimador13[nprov][i]-Rd[nprov][i],2);
        }
    }
}

//-----
// Cálculo del estimador 14
//-----
E1=E2=E3=E4=E5=0;
for(nprov=1;nprov<NProv;nprov++) {
    if (Valores[nprov][0][0]>=1) {
        for(i=1;i<=n_Prov[nprov];i++){
            W=DevuelvePeso(nprov,Es[nprov][i],Valores,Viv_Prov);
            c=Cs[nprov][i];
            E1+=W*pow(Xs[nprov][i]-XWD[nprov][c],2);
            E2+=W*(Ys[nprov][i]-YWD[nprov][c])*(Xs[nprov][i]-XWD[nprov][c]);
            E3+=W*pow(Xs2[nprov][i]-X2WD[nprov][c],2);
            E4+=W*(Ys[nprov][i]-YWD[nprov][c])*(Xs2[nprov][i]-X2WD[nprov][c]);
            E5+=W*(Xs[nprov][i]-XWD[nprov][c])*(Xs2[nprov][i]-X2WD[nprov][c]);
        }
    }
}
Beta14_1=(E2*E3-E4*E5)/(E1*E3-E5*E5);
Beta14_2=(E4*E1-E2*E5)/(E1*E3-E5*E5);

```

```

for(nprov=1;nprov<NProv;nprov++) {
if (Valores[nprov][0][0]>=1) {
for(i=1;i<Valores[nprov][0][1];i++){
if (Suma_MW[nprov][i]==0)
MediaEstimador14[nprov][i]=Y_WD[nprov];
else
MediaEstimador14[nprov][i]=(YWD[nprov][i]+Beta14_1*(Media_X1[nprov][i]-XWD[nprov][i])+
Beta14_2*(Media_X2[nprov][i]-X2WD[nprov][i]))*
(Nd[nprov][i]/Suma_MW[nprov][i]);
Eficiencia141[nprov][i]+=MediaEstimador14[nprov][i]/Rd[nprov][i];
Eficiencia142[nprov][i]+=fabs((MediaEstimador14[nprov][i]/Rd[nprov][i])-1);
Eficiencia143[nprov][i]+=pow(MediaEstimador14[nprov][i]-Rd[nprov][i],2);
}
}
}
//-----
// Cálculo del estimador 15
//-----
for(nprov=1;nprov<NProv;nprov++) {
if (Valores[nprov][0][0]>=1) {
for(i=1;i<Valores[nprov][0][1];i++){
S_YDJ[i]=0;
S_XDJ[i]=0;
S_X2DJ[i]=0;
N[i]=0;
}
for(i=1;i<=n_Prov[nprov];i++){
c=Cs[nprov][i];
S_YDJ[c]+=Ys[nprov][i];
S_XDJ[c]+=Xs[nprov][i];
S_X2DJ[c]+=Xs2[nprov][i];
N[c]++;
}
for(i=1;i<Valores[nprov][0][1];i++){
S_YDJ[i]=S_YDJ[i]/N[i];
S_XDJ[i]=S_XDJ[i]/N[i];
S_X2DJ[i]=S_X2DJ[i]/N[i];
P[i]=N[i]/Nd[nprov][i];
}
for(i=1;i<Valores[nprov][0][1];i++){
if (Suma_MW[nprov][i]==0)
MediaEstimador15[nprov][i]=Y_WD[nprov];
else
MediaEstimador15[nprov][i]=(((1-P[i])*MediaEstimador14[nprov][i]*
(Suma_MW[nprov][i]/Nd[nprov][i]))+
(P[i]*(S_YDJ[i]+(Beta14_1*(Media_X1[nprov][i]-S_XDJ[i]))+
(Beta14_2*(Media_X2[nprov][i]-S_X2DJ[i])))))*)
(Nd[nprov][i]/Suma_MW[nprov][i]);
Eficiencia151[nprov][i]+=MediaEstimador15[nprov][i]/Rd[nprov][i];
Eficiencia152[nprov][i]+=fabs((MediaEstimador15[nprov][i]/Rd[nprov][i])-1);
Eficiencia153[nprov][i]+=pow(MediaEstimador15[nprov][i]-Rd[nprov][i],2);
}
}
}
//-----
// Cálculo del estimador 16
//-----

```

```

Beta1=0,Beta2=0;
do {
    BetaA1=Beta1;
    BetaA2=Beta2;
    for(nprov=1;nprov<NProv;nprov++) {
        if (Valores[nprov][0][0]>=1) {
            for(i=1;i<=n_Prov[nprov];i++){
                PDJ[nprov][i]=exp(Beta1+(Beta2*Xs[nprov][i]))/(1+exp(Beta1+(Beta2*Xs[nprov][i])));
            }
        }
    }
    dr1=dr2=dr3=0;
    for(nprov=1;nprov<NProv;nprov++) {
        if (Valores[nprov][0][0]>=1) {
            for(i=1;i<=n_Prov[nprov];i++){
                W=DevuelvePeso(nprov,Es[nprov][i],Valores,Viv_Prov);
                dr1+=W*PDJ[nprov][i]*(1-PDJ[nprov][i]);
                dr2+=W*pow(Xs[nprov][i],2)*PDJ[nprov][i]*(1-PDJ[nprov][i]);
                dr3+=W*Xs[nprov][i]*PDJ[nprov][i]*(1-PDJ[nprov][i]);
            }
        }
    }
    B1_3=dr3;
    dr3=pow(dr3,2);
    dr=dr1*dr2-dr3;

    B1_1=dr2;
    B1_2=0;
    B1_4=0;
    for(nprov=1;nprov<NProv;nprov++) {
        if (Valores[nprov][0][0]>=1) {
            for(i=1;i<=n_Prov[nprov];i++){
                W=DevuelvePeso(nprov,Es[nprov][i],Valores,Viv_Prov);
                B1_2+=W*(Ys[nprov][i]-PDJ[nprov][i]);
                B1_4+=W*Xs[nprov][i]*(Ys[nprov][i]-PDJ[nprov][i]);
            }
        }
    }
    Beta1=BetaA1+(1.0/dr)*(B1_1*B1_2-B1_3*B1_4);
    B2_1=dr1;
    B2_2=B1_4;
    B2_3=B1_3;
    B2_4=B1_2;
    Beta2=BetaA2+(1.0/dr)*(B2_1*B2_2-B2_3*B2_4);
}while (fabs(Beta1-BetaA1)>epsilon || fabs(Beta2-BetaA2)>epsilon);
for(nprov=1;nprov<NProv;nprov++) {
    if (Valores[nprov][0][0]>=1) {
        for(i=1;i<Valores[nprov][0][1];i++){
            if (Suma_MW[nprov][i]==0)
                MediaEstimador16[nprov][i]=Y_WD[nprov];
            else
                MediaEstimador16[nprov][i]=(1.0/Suma_MW[nprov][i])*((VecesX1[nprov][i][0]*
                    (exp(Beta1)/(1+exp(Beta1))))+
                    (VecesX1[nprov][i][1]*(exp(Beta1+Beta2)/(1+exp(Beta1+Beta2))));
            Eficiencia161[nprov][i]+=MediaEstimador16[nprov][i]/Rd[nprov][i];
            Eficiencia162[nprov][i]+=fabs((MediaEstimador16[nprov][i]/Rd[nprov][i])-1);
            Eficiencia163[nprov][i]+=pow(MediaEstimador16[nprov][i]-Rd[nprov][i],2);
        }
    }
}

```

```

    }
}
//-----
// Cálculo del estimador 17
//-----
for(nprov=1;nprov<NProv;nprov++) {
    for(i=1;i<Valores[nprov][0][1];i++){
        Suma=0;
        for(j=1;j<=n_Prov[nprov];j++){
            Suma+=Ys[nprov][j]-PDJ[nprov][j];
        }
        if (Suma_MW[nprov][i]==0)
            MediaEstimador17[nprov][i]=Y_WD[nprov];
        else
            MediaEstimador17[nprov][i]=MediaEstimador16[nprov][i]+(1.0/Suma_MW[nprov][i])*Suma;
            Eficiencia171[nprov][i]+=MediaEstimador17[nprov][i]/Rd[nprov][i];
            Eficiencia172[nprov][i]+=fabs((MediaEstimador17[nprov][i]/Rd[nprov][i])-1);
            Eficiencia173[nprov][i]+=pow(MediaEstimador17[nprov][i]-Rd[nprov][i],2);
        }
    }

//-----
// Cálculo del estimador 18
//-----
for(nprov=1;nprov<NProv;nprov++) {
    if (Valores[nprov][0][0]>=1) {
        for(i=1;i<Valores[nprov][0][1];i++){
            Td[nprov][i]=nd16[nprov][i]*YWD[nprov][i]*(1-YWD[nprov][i]);
            if (YWD[nprov][i]==1 || YWD[nprov][i]==0)
                YWD[nprov][i]=Y_WD[nprov];
            Zd[nprov][i]=log(YWD[nprov][i]/(1-YWD[nprov][i]));
        }
    }
}
Beta18_num=0;
Beta18_den=0;

Elem18_1=0;
Elem18_2=0;
Elem18_4=0;
for(nprov=1;nprov<NProv;nprov++) {
    if (Valores[nprov][0][0]>=1) {
        for(i=1;i<Valores[nprov][0][1];i++){
            Elem18_1+=Td[nprov][i]*pow(Media_XM[nprov][i],2);
            Elem18_2+=Td[nprov][i]*Media_XM[nprov][i];
            Elem18_4+=Zd[nprov][i]*Td[nprov][i]*Media_XM[nprov][i];
        }
    }
}
Elem18_3=0;
Elem18_5=0;
Elem18_6=0;
for(nprov=1;nprov<NProv;nprov++) {
    if (Valores[nprov][0][0]>=1) {
        for(i=1;i<Valores[nprov][0][1];i++){
            Beta18_den+=Td[nprov][i]*Elem18_1;
            Beta18_num+=Td[nprov][i]*Elem18_4;
            Elem18_3+=Zd[nprov][i]*Td[nprov][i]*Elem18_2;
        }
    }
}

```

```

Elem18_5+=Zd[nprov][i]*Td[nprov][i]*Elem18_1;
Elem18_6+=Zd[nprov][i]*Td[nprov][i]*Media_XM[nprov][i]*Elem18_2;
    }
}
Elem18_2=pow(Elem18_2,2);
Beta18_num=Beta18_num-Elem18_3;
Beta18_den=Beta18_den-Elem18_2;
Beta18=Beta18_num/Beta18_den;

alfa18_num=Elem18_5-Elem18_6;
alfa18_den=Beta18_den;
alfa18=alfa18_num/alfa18_den;

for(nprov=1;nprov<NProv;nprov++) {
    if (Valores[nprov][0][0]>=1) {
        for(i=1;i<Valores[nprov][0][1];i++){
            if (Suma_MW[nprov][i]==0)
                MediaEstimador18[nprov][i]=Y_WD[nprov];
            else
                MediaEstimador18[nprov][i]=(exp(alfa18+(Beta18*Media_XM[nprov][i]))/
                    (1+exp(alfa18+(Beta18*Media_XM[nprov][i]))))*
                    (Nd[nprov][i]/Suma_MW[nprov][i]);
            Eficiencia181[nprov][i]+=MediaEstimador18[nprov][i]/Rd[nprov][i];
            Eficiencia182[nprov][i]+=fabs((MediaEstimador18[nprov][i]/Rd[nprov][i])-1);
            Eficiencia183[nprov][i]+=pow(MediaEstimador18[nprov][i]-Rd[nprov][i],2);
        }
    }
}
//-----
// Precálculos para los estimadores 19 y 20
//-----
mayor=0;
for(nprov=1;nprov<NProv;nprov++) {
    if (n_Prov[nprov]>0 && mayor<n_Prov[nprov])
        mayor=n_Prov[nprov];
}
PDGJ=new TMatrix(NProv,mayor);
H=new TMatrix(Tcom+Ng1-2+NumCoVar,Tcom+Ng1-2+NumCoVar);
U=new TMatrix(1,Tcom+Ng1-2+NumCoVar);
Resultado=new TMatrix(1,Tcom+Ng1-2+NumCoVar);
Beta_1=new TMatrix(1,Tcom+Ng1-2+NumCoVar);
Beta_1->Fill(0);
Beta_2=new TMatrix(1,Tcom+Ng1-2+NumCoVar);
Beta_2->Fill(0);
X=new TMatrix(Tcom+Ng1-2+NumCoVar,1);
V=new TMatrix(1,1);
do {
    for(i=1;i<=Tcom+Ng1-2+NumCoVar;i++) {
        Beta_2->Elem[1][i]=Beta_1->Elem[1][i];
    }

    for(nprov=1;nprov<NProv;nprov++) {
        if (Valores[nprov][0][0]>=1) {
            for(i=1;i<=n_Prov[nprov];i++) {
                for(j=1;j<=Tcom+Ng1-2+NumCoVar;j++) {
                    X->Elem[j][1]=Mat->Elem[j][i][nprov];
                }
            }
        }
    }
}

```



```

        X->Multiply(Beta_1,V);
        PDGJ->Elem[nprov][i]=exp(V->Elem[1][i])/(1+exp(V->Elem[1][i]));
    }
}
H->Fill(0);
U->Fill(0);
for(nprov=1;nprov<NProv;nprov++) {
    if (Valores[nprov][0][0]>=1) {
        for(i=1;i<=n_Prov[nprov];i++) {
            Y      = Datos->Elem[1][i][nprov];
            numcom  = Datos->Elem[2][i][nprov];
            numgrup = Datos->Elem[3][i][nprov];
            W      = Datos->Elem[4][i][nprov];
            //----- Construcción de la matriz H -----
            H->Elem[numcom][numcom]=H->Elem[numcom][numcom]-
                W*(PDGJ->Elem[nprov][i])*(1-PDGJ->Elem[nprov][i]);
            if (numgrup!=Ng1-1) {
                H->Elem[Tcom+numgrup][Tcom+numgrup]=H->Elem[Tcom+numgrup][Tcom+numgrup]-
                    W*(PDGJ->Elem[nprov][i])*(1-PDGJ->Elem[nprov][i]);
            }
            H->Elem[Tcom+Ng1-1][Tcom+Ng1-1]=H->Elem[Tcom+Ng1-1][Tcom+Ng1-1]-
                W*pow(Mat->Elem[Tcom+Ng1-1][i][nprov],2)*
                PDGJ->Elem[nprov][i]*(1-PDGJ->Elem[nprov][i]);
            if (numgrup!=Ng1-1) {
                H->Elem[numcom][Tcom+numgrup]=H->Elem[numcom][Tcom+numgrup]-
                    W*PDGJ->Elem[nprov][i]*(1-PDGJ->Elem[nprov][i]);
                H->Elem[Tcom+numgrup][numcom]=H->Elem[numcom][Tcom+numgrup];
            }
            H->Elem[numcom][Tcom+Ng1-1]=H->Elem[numcom][Tcom+Ng1-1]-
                W*Mat->Elem[Tcom+Ng1-1][i][nprov]*PDGJ->Elem[nprov][i]*
                (1-PDGJ->Elem[nprov][i]);
            H->Elem[Tcom+Ng1-1][numcom]=H->Elem[numcom][Tcom+Ng1-1];
            if (numgrup!=Ng1-1) {
                H->Elem[Tcom+numgrup][Tcom+Ng1-1]=H->Elem[Tcom+numgrup][Tcom+Ng1-1]-
                    W*Mat->Elem[Tcom+Ng1-1][i][nprov]*PDGJ->Elem[nprov][i]*
                    (1-PDGJ->Elem[nprov][i]);
                H->Elem[Tcom+Ng1-1][Tcom+numgrup]=H->Elem[Tcom+numgrup][Tcom+Ng1-1];
            }
            //----- Construcción del vector U -----
            U->Elem[1][numcom]=U->Elem[1][numcom]+W*(Y-PDGJ->Elem[nprov][i]);
            if (numgrup!=Ng1-1) {
                U->Elem[1][Tcom+numgrup]=U->Elem[1][Tcom+numgrup]+W*(Y-PDGJ->Elem[nprov][i]);
            }
            U->Elem[1][Tcom+Ng1-1]=U->Elem[1][Tcom+Ng1-1]+
                W*Mat->Elem[Tcom+Ng1-1][i][nprov]*(Y-PDGJ->Elem[nprov][i]);
        }
    }
}
H->Invert();
H->Multiply(U,Resultado);
for(i=1;i<=Tcom+Ng1-2+NumCoVar;i++) {
    Beta_1->Elem[1][i]=Beta_1->Elem[1][i]-Resultado->Elem[1][i];
}
menor=true;
for(i=1;i<=Tcom+Ng1-2+NumCoVar;i++) {
    if (fabs(Beta_1->Elem[1][i]-Beta_2->Elem[1][i])>epsilon) {
        menor=false;
    }
}

```

```

                break;
            }
        }
    }while (!menor);
//-----
// Cálculo del estimador 19
//-----
for(nprov=1;nprov<NProv;nprov++) {
    if (Valores[nprov][0][0]>=1) {
        for(i=1;i<Valores[nprov][0][1];i++){
            Suma=0;
            for(j=1;j<Ng1;j++) {
                for(h=0;h<=1;h++) {
                    X->Fill(0);
                    X->Elem[N_Com(nprov,i,Valores)][1]=1;
                    if (j!=Ng1-1)
                        X->Elem[Tcom+j][1]=1;
                    X->Elem[Tcom+Ng1-1][1]=h;
                    X->Multiply(Beta_1,V);
                    Suma+=Comarca_Grupo_X1[nprov][j][i][h]*exp(V->Elem[1][1])/(1+exp(V->Elem[1][1]));
                }
            }
            if (Suma_MW[nprov][i]==0)
                MediaEstimador19[nprov][i]=Y_WD[nprov];
            else
                MediaEstimador19[nprov][i]=(1.0/Suma_MW[nprov][i])*Suma;
            Eficiencia191[nprov][i]+=MediaEstimador19[nprov][i]/Rd[nprov][i];
            Eficiencia192[nprov][i]+=fabs((MediaEstimador19[nprov][i]/Rd[nprov][i])-1);
            Eficiencia193[nprov][i]+=pow(MediaEstimador19[nprov][i]-Rd[nprov][i],2);
        }
    }
}
//-----
// Cálculo del estimador 20
//-----
for(nprov=1;nprov<NProv;nprov++) {
    if (Valores[nprov][0][0]>=1) {
        for(i=1;i<Valores[nprov][0][1];i++){
            Suma=0;
            for(h=1;h<=n_Prov[nprov];h++) {
                for(j=1;j<=Tcom+Ng1-2+NumCoVar;j++) {
                    X->Elem[j][1]=Mat->Elem[j][h][nprov];
                }
                X->Multiply(Beta_1,V);
                Suma+=Ys[nprov][h]-(exp(V->Elem[1][1])/(1+exp(V->Elem[1][1])));
            }
            if (Suma_MW[nprov][i]==0)
                MediaEstimador20[nprov][i]=Y_WD[nprov];
            else
                MediaEstimador20[nprov][i]=MediaEstimador19[nprov][i]+(1.0/Suma_MW[nprov][i])*Suma;
            Eficiencia201[nprov][i]+=MediaEstimador20[nprov][i]/Rd[nprov][i];
            Eficiencia202[nprov][i]+=fabs((MediaEstimador20[nprov][i]/Rd[nprov][i])-1);
            Eficiencia203[nprov][i]+=pow(MediaEstimador20[nprov][i]-Rd[nprov][i],2);
        }
    }
}
//-----
// Cálculo del estimador 21a

```

```

//-----
Bu21_num=0;
Bu21_den=0;
Suma21=0;
for(nprov=1;nprov<NProv;nprov++) {
  if (Valores[nprov][0][0]>=1) {
    for(i=1;i<Valores[nprov][0][1];i++){
      Bu21_num+=Media_XM[nprov][i]*YWD[nprov][i];
      Bu21_den+=pow(Media_XM[nprov][i],2);
      Suma21+=pow(Media_XM[nprov][i],2);
    }
  }
}
Bu21=Bu21_num/Bu21_den;
D=0;
for(nprov=1;nprov<NProv;nprov++) {
  if (Valores[nprov][0][0]>=1) {
    D+=Valores[nprov][0][1]-1;
    for(i=1;i<Valores[nprov][0][1];i++){
      if (nd16[nprov][i]>0) {
        Gamma21[nprov][i]=(Nd[nprov][i]-nd16[nprov][i])/(Nd[nprov][i]*nd16[nprov][i])*Var_Y[nprov][i];
      }
    }
  }
}
Elem1=0;
Elem2=0;
for(nprov=1;nprov<NProv;nprov++) {
  if (Valores[nprov][0][0]>=1) {
    for(i=1;i<Valores[nprov][0][1];i++){
      if (nd16[nprov][i]>0) {
        Elem1+=pow(YWD[nprov][i]-(Bu21*Media_XM[nprov][i]),2);
        Elem2+=Gamma21[nprov][i]*(1-(pow(Media_XM[nprov][i],2)/Suma21));
      }
    }
  }
}
GammaU21=(1.0/D)*(Elem1-Elem2);
if (GammaU21<0) GammaU21=0;
Num21=0;
Den21=0;
for(nprov=1;nprov<NProv;nprov++) {
  if (Valores[nprov][0][0]>=1) {
    for(i=1;i<Valores[nprov][0][1];i++){
      if (nd16[nprov][i]>0) {
        Num21+=(1/(GammaU21+Gamma21[nprov][i]))*Media_XM[nprov][i]*YWD[nprov][i];
        Den21+=(1/(GammaU21+Gamma21[nprov][i]))*pow(Media_XM[nprov][i],2);
      }
    }
  }
}
Beta21=Num21/Den21;
for(nprov=1;nprov<NProv;nprov++) {
  if (Valores[nprov][0][0]>=1) {
    for(i=1;i<Valores[nprov][0][1];i++){
      if (Suma_MW[nprov][i]==0)
        MediaEstimador21[nprov][i]=Y_WD[nprov]*(Nd[nprov][i]/Suma_MW[nprov][i]);
      else

```

```

MediaEstimador21[nprov][i]=(((GammaU21/(GammaU21+Gamma21[nprov][i]))*YWD[nprov][i])+
((Gamma21[nprov][i]/(GammaU21+Gamma21[nprov][i]))*
Beta21*Media_XM[nprov][i]))*(Nd[nprov][i]/Suma_MW[nprov][i]);
Eficiencia211[nprov][i]+=MediaEstimador21[nprov][i]/Rd[nprov][i];
Eficiencia212[nprov][i]+=fabs((MediaEstimador21[nprov][i]/Rd[nprov][i])-1);
Eficiencia213[nprov][i]+=pow(MediaEstimador21[nprov][i]-Rd[nprov][i],2);
}
}
}
//-----
// Cálculo del estimador 21b
//-----
Bu21b_num=0;
Bu21b_den=0;
Suma21b=0;
for(nprov=1;nprov<NProv;nprov++) {
  if (Valores[nprov][0][0]>=1) {
    for(i=1;i<Valores[nprov][0][1];i++){
      Bu21b_num+=Media_XMT[nprov][i]*Suma_NW[nprov][i]*YWD[nprov][i];
      Bu21b_den+=pow(Media_XMT[nprov][i],2);
      Suma21b+=pow(Media_XMT[nprov][i],2);
    }
  }
}
Bu21b=Bu21b_num/Bu21b_den;
D=0;
for(nprov=1;nprov<NProv;nprov++) {
  if (Valores[nprov][0][0]>=1) {
    D+=Valores[nprov][0][1]-1;
    for(i=1;i<Valores[nprov][0][1];i++){
      Gamma21b[nprov][i]=(((float)Nd[nprov][i]*(Nd[nprov][i]-nd16[nprov][i]))/
((float)nd16[nprov][i]))*Var_Y[nprov][i];
    }
  }
}
Elem1=0;
Elem2=0;
for(nprov=1;nprov<NProv;nprov++) {
  if (Valores[nprov][0][0]>=1) {
    for(i=1;i<Valores[nprov][0][1];i++){
      Elem1+=pow(Suma_NW[nprov][i]*YWD[nprov][i]-(Bu21b*Media_XMT[nprov][i]),2);
      Elem2+=Gamma21b[nprov][i]*(1-(pow(Media_XMT[nprov][i],2)/Suma21b));
    }
  }
}
GammaU21b=(1.0/D)*(Elem1-Elem2);
if (GammaU21b<0) GammaU21b=0;
Num21b=0;
Den21b=0;
for(nprov=1;nprov<NProv;nprov++) {
  if (Valores[nprov][0][0]>=1) {
    for(i=1;i<Valores[nprov][0][1];i++){
      Num21b+=(1/(GammaU21b+Gamma21b[nprov][i]))*Media_XMT[nprov][i]*Suma_NW[nprov][i]*YWD[nprov][i];
      Den21b+=(1/(GammaU21b+Gamma21b[nprov][i]))*pow(Media_XMT[nprov][i],2);
    }
  }
}
Beta21b=Num21b/Den21b;

```

```

for(nprov=1;nprov<NProv;nprov++) {
  if (Valores[nprov][0][0]>=1) {
    for(i=1;i<Valores[nprov][0][1];i++){
      MediaEstimador21b[nprov][i]=((((GammaU21b/(GammaU21b+Gamma21b[nprov][i]))*
        Suma_NW[nprov][i]*YWD[nprov][i])+
        ((Gamma21b[nprov][i]/(GammaU21b+Gamma21b[nprov][i]))*
        Beta21b*Media_XMT[nprov][i]))*(1.0/Suma_MW[nprov][i]));
      Eficiencia21b1[nprov][i]+=MediaEstimador21b[nprov][i]/Rd[nprov][i];
      Eficiencia21b2[nprov][i]+=fabs((MediaEstimador21b[nprov][i]/Rd[nprov][i])-1);
      Eficiencia21b3[nprov][i]+=pow(MediaEstimador21b[nprov][i]-Rd[nprov][i],2);
    }
  }
}

//-----
// Cálculo del estimador 21as
//-----
for(nprov=1;nprov<NProv;nprov++) {
  if (Valores[nprov][0][0]>=1) {
    for(i=1;i<Valores[nprov][0][1];i++){
      if (Suma_MW[nprov][i]==0)
        MediaEstimador21c[nprov][i]=Y_WD[nprov]*(Nd[nprov][i]/Suma_MW[nprov][i]);
      else
        MediaEstimador21c[nprov][i]=Beta21*Media_XM[nprov][i]*(Nd[nprov][i]/Suma_MW[nprov][i]);
      Eficiencia21c1[nprov][i]+=MediaEstimador21c[nprov][i]/Rd[nprov][i];
      Eficiencia21c2[nprov][i]+=fabs((MediaEstimador21c[nprov][i]/Rd[nprov][i])-1);
      Eficiencia21c3[nprov][i]+=pow(MediaEstimador21c[nprov][i]-Rd[nprov][i],2);
    }
  }
}

//-----
// Cálculo del estimador 21bs
//-----
for(nprov=1;nprov<NProv;nprov++) {
  if (Valores[nprov][0][0]>=1) {
    for(i=1;i<Valores[nprov][0][1];i++){
      if (Suma_MW[nprov][i]==0)
        MediaEstimador21d[nprov][i]=Y_WD[nprov]*(Nd[nprov][i]/Suma_MW[nprov][i]);
      else
        MediaEstimador21d[nprov][i]=Beta21b*Media_XMT[nprov][i]*(1.0/Suma_MW[nprov][i]);
      Eficiencia21d1[nprov][i]+=MediaEstimador21d[nprov][i]/Rd[nprov][i];
      Eficiencia21d2[nprov][i]+=fabs((MediaEstimador21d[nprov][i]/Rd[nprov][i])-1);
      Eficiencia21d3[nprov][i]+=pow(MediaEstimador21d[nprov][i]-Rd[nprov][i],2);
    }
  }
}

//-----
// Cálculo del estimador 22
//-----
B22->Elem[1][1]=-1;
B22->Elem[1][2]=1;
do {
  for(j=1;j<=2;j++) {
    B22_2->Elem[1][j]=B22->Elem[1][j];
  }
  U22->Fill(0);
  H22->Fill(0);
}

```

```

double A,B,C,D,E,F,G,H,I,J,M,N;
for(nprov=1;nprov<NProv;nprov++) {
  if (Valores[nprov][0][0]>=1) {
    for(i=1;i<Valores[nprov][0][1];i++){
      p0d=exp(B22->Elem[1][1]*Media_XM[nprov][i])/
        (1+exp(B22->Elem[1][1]*Media_XM[nprov][i]));
      p1d=p0d*(1-p0d)*Media_XM[nprov][i];
      p2d=p1d*(1-(2*p0d))*Media_XM[nprov][i];
      h1d=((Suma_NW[nprov][i]*YWD[nprov][i])-(Suma_NW[nprov][i]*p0d))*Media_XM[nprov][i];
      h2d=-p1d*Suma_NW[nprov][i]*Media_XM[nprov][i];
      zd=(Suma_NW[nprov][i]*YWD[nprov][i])-(Suma_NW[nprov][i]*p0d);
      vd=(1.0/B22->Elem[1][2])+(Suma_NW[nprov][i]*p0d*(1-p0d));
      rd=1-(2*p0d);
      sd=1+(2*Suma_NW[nprov][i]*YWD[nprov][i])-(2*(1+Suma_NW[nprov][i])*p0d);
      U1d=h1d-(((p1d*Suma_NW[nprov][i])/2.0)*(sd/vd))+((rd*pow(zd,2))/pow(vd,2));
      U2d=(1.0/(2*pow(B22->Elem[1][2],2)*vd))+
        (pow(zd,2)/(2*pow(B22->Elem[1][2],2)*pow(vd,2)))-
        (1.0/(2*B22->Elem[1][2]));
      A=Suma_NW[nprov][i]*((2*(1+Suma_NW[nprov][i])*vd)+
        (Suma_NW[nprov][i]*sd*rd))*pow(p1d,2);
      B=2*pow(vd,2);
      C=A/B;
      D=(Suma_NW[nprov][i]*sd*p2d)/(2*vd);
      E=Suma_NW[nprov][i]*zd*(zd+(Suma_NW[nprov][i]*rd))*pow(p1d,2);
      F=pow(vd,2);
      G=E/F;
      H=pow(Suma_NW[nprov][i],2)*pow(rd,2)*pow(zd,2)*pow(p1d,2);
      I=pow(vd,3);
      J=H/I;
      M=Suma_NW[nprov][i]*rd*pow(zd,2)*p2d;
      N=M/B;
      H11d=h2d-C-D+G+J-N;
      H12d=-((Suma_NW[nprov][i]*rd*p1d)/(2*pow(B22->Elem[1][2],2)*pow(vd,2)))-
        ((zd*Suma_NW[nprov][i]*p1d)/(pow(B22->Elem[1][2],2)*pow(vd,2)))-
        ((pow(zd,2)*Suma_NW[nprov][i]*rd*p1d)/(pow(B22->Elem[1][2],2)*pow(vd,3)));
      H22d=-((1+(2*Suma_NW[nprov][i]*p0d*(1-p0d)*
        B22->Elem[1][2]))/(2*pow(B22->Elem[1][2],4)*pow(vd,2)))-
        ((Suma_NW[nprov][i]*p0d*(1-p0d)*pow(zd,2))/(pow(B22->Elem[1][2],3)*
        pow(vd,3)))+(1.0/(2*pow(B22->Elem[1][2],2)));
      U22->Elem[1][1]=U22->Elem[1][1]+U1d;
      U22->Elem[1][2]=U22->Elem[1][2]+U2d;
      H22->Elem[1][1]=H22->Elem[1][1]+H11d;
      H22->Elem[1][2]=H22->Elem[1][2]+H12d;
      H22->Elem[2][1]=H22->Elem[2][1]+H12d;
      H22->Elem[2][2]=H22->Elem[2][2]+H22d;
    }
  }
}
H22->Invert();
H22->Multiply(U22,R22);
for(i=1;i<=2;i++)
  B22->Elem[1][i]=B22->Elem[1][i]-R22->Elem[1][i];
menor=true;
for(i=1;i<=2;i++) {
  if (fabs(B22->Elem[1][i]-B22_2->Elem[1][i])>epsilon) {
    menor=false;
    break;
  }
}

```

```

    }
}while (!menor);
for(nprov=1;nprov<NProv;nprov++) {
    if (Valores[nprov][0][0]>=1) {
        for(i=1;i<Valores[nprov][0][1];i++){
            if (Suma_MW[nprov][i]==0)
                MediaEstimador22[nprov][i]=Y_WD[nprov]*(Nd[nprov][i]/Suma_MW[nprov][i]);
            else {
                pd=exp(B22->Elem[1][1]*Media_XM[nprov][i])/(1+exp(B22->Elem[1][1]*
                Media_XM[nprov][i]));
                ud=(Suma_NW[nprov][i]*(YWD[nprov][i]-pd))/((1.0/B22->Elem[1][2])+
                (Suma_NW[nprov][i]*pd*(1-pd)));
                ud=ud*(1+pd);
                MediaEstimador22[nprov][i]=(exp(ud+B22->Elem[1][1]*Media_XM[nprov][i])/
                (1+exp(ud+B22->Elem[1][1]*Media_XM[nprov][i]))) *
                (Nd[nprov][i]/Suma_MW[nprov][i]);
            }
            Eficiencia221[nprov][i]+=MediaEstimador22[nprov][i]/Rd[nprov][i];
            Eficiencia222[nprov][i]+=fabs((MediaEstimador22[nprov][i]/Rd[nprov][i])-1);
            Eficiencia223[nprov][i]+=pow(MediaEstimador22[nprov][i]-Rd[nprov][i],2);
        }
    }
}

//----- Liberación de la memoria de las matrices -----
PDGJ->Free();
H->Free();
U->Free();
Resultado->Free();
Beta_1->Free();
Beta_2->Free();
X->Free();
V->Free();
}
// -----
// -----((12) Fin de las replicaciones -----
// -----

Mat->Free();
Datos->Free();

for(h=0; h<NProv; h++) {
    delete [] Ys[h];
    delete [] Es[h];
    delete [] Xs[h];
    delete [] Cs[h];
    delete [] Xs2[h];
    delete [] PDJ[h];
}
delete [] Ys;
delete [] Es;
delete[] Xs;
delete[] Xs2;
delete[] Cs;
delete[] PDJ;
delete[] vector;

```

```

for(h=1;h<NProv;h++) {
  if (Valores[h][0][0]>=1) {
    //-----
    // ----- (13) Cálculo de la eficiencia de los estimadores -----
    //-----
    CalculaEficiencia(h,Eficiencia11Media,Eficiencia12Media,Eficiencia13Media,
      Eficiencia11,Eficiencia12,Eficiencia13,Rd,Valores[h][0][1],NR);
    CalculaEficiencia(h,Eficiencia21Media,Eficiencia22Media,Eficiencia23Media,
      Eficiencia21,Eficiencia22,Eficiencia23,Rd,Valores[h][0][1],NR);
    CalculaEficiencia(h,Eficiencia31Media,Eficiencia32Media,Eficiencia33Media,
      Eficiencia31,Eficiencia32,Eficiencia33,Rd,Valores[h][0][1],NR);
    CalculaEficiencia(h,Eficiencia41Media,Eficiencia42Media,Eficiencia43Media,
      Eficiencia41,Eficiencia42,Eficiencia43,Rd,Valores[h][0][1],NR);
    CalculaEficiencia(h,Eficiencia51Media,Eficiencia52Media,Eficiencia53Media,
      Eficiencia51,Eficiencia52,Eficiencia53,Rd,Valores[h][0][1],NR);
    CalculaEficiencia(h,Eficiencia61Media,Eficiencia62Media,Eficiencia63Media,
      Eficiencia61,Eficiencia62,Eficiencia63,Rd,Valores[h][0][1],NR);
    CalculaEficiencia(h,Eficiencia71Media,Eficiencia72Media,Eficiencia73Media,
      Eficiencia71,Eficiencia72,Eficiencia73,Rd,Valores[h][0][1],NR);
    CalculaEficiencia(h,Eficiencia81Media,Eficiencia82Media,Eficiencia83Media,
      Eficiencia81,Eficiencia82,Eficiencia83,Rd,Valores[h][0][1],NR);
    CalculaEficiencia(h,Eficiencia91Media,Eficiencia92Media,Eficiencia93Media,
      Eficiencia91,Eficiencia92,Eficiencia93,Rd,Valores[h][0][1],NR);
    CalculaEficiencia(h,Eficiencia9b1Media,Eficiencia9b2Media,Eficiencia9b3Media,
      Eficiencia9b1,Eficiencia9b2,Eficiencia9b3,Rd,Valores[h][0][1],NR);
    CalculaEficiencia(h,Eficiencia101Media,Eficiencia102Media,Eficiencia103Media,
      Eficiencia101,Eficiencia102,Eficiencia103,Rd,Valores[h][0][1],NR);
    CalculaEficiencia(h,Eficiencia111Media,Eficiencia112Media,Eficiencia113Media,
      Eficiencia111,Eficiencia112,Eficiencia113,Rd,Valores[h][0][1],NR);
    CalculaEficiencia(h,Eficiencia121Media,Eficiencia122Media,Eficiencia123Media,
      Eficiencia121,Eficiencia122,Eficiencia123,Rd,Valores[h][0][1],NR);
    CalculaEficiencia(h,Eficiencia131Media,Eficiencia132Media,Eficiencia133Media,
      Eficiencia131,Eficiencia132,Eficiencia133,Rd,Valores[h][0][1],NR);
    CalculaEficiencia(h,Eficiencia141Media,Eficiencia142Media,Eficiencia143Media,
      Eficiencia141,Eficiencia142,Eficiencia143,Rd,Valores[h][0][1],NR);
    CalculaEficiencia(h,Eficiencia151Media,Eficiencia152Media,Eficiencia153Media,
      Eficiencia151,Eficiencia152,Eficiencia153,Rd,Valores[h][0][1],NR);
    CalculaEficiencia(h,Eficiencia161Media,Eficiencia162Media,Eficiencia163Media,
      Eficiencia161,Eficiencia162,Eficiencia163,Rd,Valores[h][0][1],NR);
    CalculaEficiencia(h,Eficiencia171Media,Eficiencia172Media,Eficiencia173Media,
      Eficiencia171,Eficiencia172,Eficiencia173,Rd,Valores[h][0][1],NR);
    CalculaEficiencia(h,Eficiencia181Media,Eficiencia182Media,Eficiencia183Media,
      Eficiencia181,Eficiencia182,Eficiencia183,Rd,Valores[h][0][1],NR);
    CalculaEficiencia(h,Eficiencia191Media,Eficiencia192Media,Eficiencia193Media,
      Eficiencia191,Eficiencia192,Eficiencia193,Rd,Valores[h][0][1],NR);
    CalculaEficiencia(h,Eficiencia201Media,Eficiencia202Media,Eficiencia203Media,
      Eficiencia201,Eficiencia202,Eficiencia203,Rd,Valores[h][0][1],NR);
    CalculaEficiencia(h,Eficiencia211Media,Eficiencia212Media,Eficiencia213Media,
      Eficiencia211,Eficiencia212,Eficiencia213,Rd,Valores[h][0][1],NR);
    CalculaEficiencia(h,Eficiencia21b1Media,Eficiencia21b2Media,Eficiencia21b3Media,
      Eficiencia21b1,Eficiencia21b2,Eficiencia21b3,Rd,Valores[h][0][1],NR);
    CalculaEficiencia(h,Eficiencia21c1Media,Eficiencia21c2Media,Eficiencia21c3Media,
      Eficiencia21c1,Eficiencia21c2,Eficiencia21c3,Rd,Valores[h][0][1],NR);
    CalculaEficiencia(h,Eficiencia21d1Media,Eficiencia21d2Media,Eficiencia21d3Media,
      Eficiencia21d1,Eficiencia21d2,Eficiencia21d3,Rd,Valores[h][0][1],NR);
    CalculaEficiencia(h,Eficiencia221Media,Eficiencia222Media,Eficiencia223Media,
      Eficiencia221,Eficiencia222,Eficiencia223,Rd,Valores[h][0][1],NR);
  }
}

```



```
//-----
//----- (14) Grabando los resultados -----
//-----
EscribeEficiencia(h,Eficiencia11Media,Eficiencia12Media,Eficiencia13Media,
    Eficiencia11,Eficiencia12,Eficiencia13,1,Valores[h][0][1]);
EscribeEficiencia(h,Eficiencia21Media,Eficiencia22Media,Eficiencia23Media,
    Eficiencia21,Eficiencia22,Eficiencia23,2,Valores[h][0][1]);
EscribeEficiencia(h,Eficiencia31Media,Eficiencia32Media,Eficiencia33Media,
    Eficiencia31,Eficiencia32,Eficiencia33,3,Valores[h][0][1]);
EscribeEficiencia(h,Eficiencia41Media,Eficiencia42Media,Eficiencia43Media,
    Eficiencia41,Eficiencia42,Eficiencia43,4,Valores[h][0][1]);
EscribeEficiencia(h,Eficiencia51Media,Eficiencia52Media,Eficiencia53Media,
    Eficiencia51,Eficiencia52,Eficiencia53,5,Valores[h][0][1]);
EscribeEficiencia(h,Eficiencia61Media,Eficiencia62Media,Eficiencia63Media,
    Eficiencia61,Eficiencia62,Eficiencia63,6,Valores[h][0][1]);
EscribeEficiencia(h,Eficiencia71Media,Eficiencia72Media,Eficiencia73Media,
    Eficiencia71,Eficiencia72,Eficiencia73,7,Valores[h][0][1]);
EscribeEficiencia(h,Eficiencia81Media,Eficiencia82Media,Eficiencia83Media,
    Eficiencia81,Eficiencia82,Eficiencia83,8,Valores[h][0][1]);
EscribeEficiencia(h,Eficiencia91Media,Eficiencia92Media,Eficiencia93Media,
    Eficiencia91,Eficiencia92,Eficiencia93,9,Valores[h][0][1]);
EscribeEficiencia(h,Eficiencia9b1Media,Eficiencia9b2Media,Eficiencia9b3Media,
    Eficiencia9b1,Eficiencia9b2,Eficiencia9b3,9,Valores[h][0][1]);
EscribeEficiencia(h,Eficiencia101Media,Eficiencia102Media,Eficiencia103Media,
    Eficiencia101,Eficiencia102,Eficiencia103,10,Valores[h][0][1]);
EscribeEficiencia(h,Eficiencia111Media,Eficiencia112Media,Eficiencia113Media,
    Eficiencia111,Eficiencia112,Eficiencia113,11,Valores[h][0][1]);
EscribeEficiencia(h,Eficiencia121Media,Eficiencia122Media,Eficiencia123Media,
    Eficiencia121,Eficiencia122,Eficiencia123,12,Valores[h][0][1]);
EscribeEficiencia(h,Eficiencia131Media,Eficiencia132Media,Eficiencia133Media,
    Eficiencia131,Eficiencia132,Eficiencia133,13,Valores[h][0][1]);
EscribeEficiencia(h,Eficiencia141Media,Eficiencia142Media,Eficiencia143Media,
    Eficiencia141,Eficiencia142,Eficiencia143,14,Valores[h][0][1]);
EscribeEficiencia(h,Eficiencia151Media,Eficiencia152Media,Eficiencia153Media,
    Eficiencia151,Eficiencia152,Eficiencia153,15,Valores[h][0][1]);
EscribeEficiencia(h,Eficiencia161Media,Eficiencia162Media,Eficiencia163Media,
    Eficiencia161,Eficiencia162,Eficiencia163,16,Valores[h][0][1]);
EscribeEficiencia(h,Eficiencia171Media,Eficiencia172Media,Eficiencia173Media,
    Eficiencia171,Eficiencia172,Eficiencia173,17,Valores[h][0][1]);
EscribeEficiencia(h,Eficiencia191Media,Eficiencia192Media,Eficiencia193Media,
    Eficiencia191,Eficiencia192,Eficiencia193,18,Valores[h][0][1]);
EscribeEficiencia(h,Eficiencia201Media,Eficiencia202Media,Eficiencia203Media,
    Eficiencia201,Eficiencia202,Eficiencia203,19,Valores[h][0][1]);
EscribeEficiencia(h,Eficiencia181Media,Eficiencia182Media,Eficiencia183Media,
    Eficiencia181,Eficiencia182,Eficiencia183,20,Valores[h][0][1]);
EscribeEficiencia(h,Eficiencia211Media,Eficiencia212Media,Eficiencia213Media,
    Eficiencia211,Eficiencia212,Eficiencia213,21,Valores[h][0][1]);
EscribeEficiencia(h,Eficiencia21b1Media,Eficiencia21b2Media,Eficiencia21b3Media,
    Eficiencia21b1,Eficiencia21b2,Eficiencia21b3,21,Valores[h][0][1]);
EscribeEficiencia(h,Eficiencia21c1Media,Eficiencia21c2Media,Eficiencia21c3Media,
    Eficiencia21c1,Eficiencia21c2,Eficiencia21c3,21,Valores[h][0][1]);
EscribeEficiencia(h,Eficiencia21d1Media,Eficiencia21d2Media,Eficiencia21d3Media,
    Eficiencia21d1,Eficiencia21d2,Eficiencia21d3,21,Valores[h][0][1]);
EscribeEficiencia(h,Eficiencia221Media,Eficiencia222Media,Eficiencia223Media,
    Eficiencia221,Eficiencia222,Eficiencia223,22,Valores[h][0][1]);
}
}
//-----
```

```

second = time(NULL);
tiempo<<"Fecha y hora de termino del programa: "<<ctime(&second)<<endl;
tiempo<<"La diferencia es: "<<difftime(second,first)<<endl;
tiempo.close();
Comunidad.close();
}

void __fastcall TForm1::Button2Click(TObject *Sender) {
// -----
// -- Subprograma auxiliar para leer el fichero APES y calcular todos los
// -- datos necesarios a nivel de área para la ejecución del programa principal
// -----

const int NLin=100;
char texto[NLin];
int i,j,k,lon;
AnsiString linea,nlinea,otro;
AnsiString Provincia,Comarca,Apes503,Apes501,Apes203,G1;
AnsiString Apes104,Apes106,Apes401,Apes208;
int Y,X1,X2;
int a104,a106,a401,a208;
int ant103,ant104,ant106,ant401;
int prov,Com,provant,cont,contViv,NumG1;

for(i=0;i<NProv;i++) {
    for(j=0;j<10;j++) {
        for(k=0;k<5;k++) {
            Valores[i][j][k]=0;
        }
    }
    for(j=0;j<Ncom;j++) {
        Nd[i][j]=0;
        Md[i][j]=0;
        Media_Y[i][j]=0;
        Var_Y[i][j]=0;
        Media_X1[i][j]=0;
        Media_X2[i][j]=0;
        VecesX1[i][j][0]=0;
        VecesX1[i][j][1]=0;
    }
    for(j=0;j<Ng1;i++) {
        for(k=0;k<Ncom;k++){
            Per_Grupo1[i][j][k]=0;
            Comarca_Grupo_X1[i][j][k][0]=0;
            Comarca_Grupo_X1[i][j][k][1]=0;
        }
    }
}

fstream Comunidad(NomFich.c_str());
fstream Resultados("Datos_Provincias.txt");
fstream Viviendas("Viviendas.txt");

Comunidad.seekg(0);
Comunidad.getline(texto,NLin);
linea=texto;
LongLin=linea.Length()+2;

```

```

Provincia=linea.SubString(3,2);
prov=Provincia.ToInt();
Comarca=linea.SubString(6,2);
Com=Comarca.ToInt();
Apes104=linea.SubString(5,1);
a104=Apes104.ToInt();
Apes106=linea.SubString(10,4);
a106=Apes106.ToInt();
Apes401=linea.SubString(14,6);
a401=Apes401.ToInt();

Valores[prov][0][0]++;
Valores[prov][0][1]=Com+1;
Valores[prov][0][2]=0;
Valores[prov][a104][0]++;
Valores[prov][a104][1]=0;

cont=0;
contViv=0;
nlinea=FloatToStrF(cont,ffFixed,8,0);
lon=nlinea.Length();
otro="";
for(int i=1;i<=8-lon;i++)
    otro.Insert("0",1);
nlinea.Insert(otro,1);
Viviendas<<nlinea.c_str()<<endl;

while (!Comunidad.eof()){
    cont++;
    Numero->Value=cont;

    Apes503=linea.SubString(38,1);
    Apes501=linea.SubString(37,1);
    Apes203=linea.SubString(27,3);
    Apes208=linea.SubString(33,1);
    a208=Apes208.ToInt();

    Y=Apes503.ToInt();
    X2=Apes203.ToInt();
    if (X2>=65) X1=0;
    else X1=2-Apes501.ToInt();

    Media_Y[prov][Com]+=Y;
    Var_Y[prov][Com]+=Y*Y;
    Media_X1[prov][Com]+=X1;
    Media_X2[prov][Com]+=X2;

    Nd[prov][Com]++;
    Nd[prov][0]++;
    VecesX1[prov][Com][X1]++;

    G1=linea.SubString(41,1);
    NumG1=G1.ToInt();
    Comarca_Grupo_X1[prov][NumG1][Com][X1]++;

    Per_Grupo1[prov][NumG1][Com]++;;
    Per_Grupo1[prov][0][Com]++;;

```

```

Per_Grupo1[prov][NumG1][0]++;

if (a208==1 || a208==2) {
    Md[prov][Com]++;
    Md[prov][0]++;
}

Comunidad.getline(texto,NLin);
if (!strcmp(texto,"\0")) break;
linea=texto;

ant103=prov;
ant104=a104;
ant106=a106;
ant401=a401;

provant=prov;
Provincia=linea.SubString(3,2);
prov=Provincia.ToInt();
Comarca=linea.SubString(6,2);
Com=Comarca.ToInt();
Apes104=linea.SubString(5,1);
a104=Apes104.ToInt();
Apes106=linea.SubString(10,4);
a106=Apes106.ToInt();
Apes401=linea.SubString(14,6);
a401=Apes401.ToInt();

if (!(prov==ant103 && a104==ant104 && a106==ant106 && a401==ant401)) {
    contViv++;
    nlinea=FloatToStrF(cont,ffFixed,8,0);
    lon=nlinea.Length();
    otro="";
    for(int i=1;i<=8-lon;i++)
        otro.Insert("0",1);
    nlinea.Insert(otro,1);
    Viviendas<<nlinea.c_str()<<endl;

    if (Valores[prov][0]==0) {
        Valores[prov][0][2]=contViv;
    }
    if (a104!=ant104) {
        Valores[prov][a104][1]=contViv;
    }
    Valores[prov][0][0]++;
    Valores[prov][a104][0]++;
    if (Com>=Valores[prov][0][1]) Valores[prov][0][1]=Com+1;
}
}

double SumaCuad;
for(i=1;i<NProv;i++) {
    if (Valores[i][0][0]>=1) {
        SumaCuad=0;
        for(j=1;j<Valores[i][0][1];j++) {
            Media_Y[i][j]=Media_Y[i][j]/Nd[i][j];
            SumaCuad+=Var_Y[i][j];
            Var_Y[i][j]=sqrt((Var_Y[i][j]/Nd[i][j])-pow(Media_Y[i][j],2));
        }
    }
}

```

```

Rd[i][j]=(Nd[i][j]*Media_Y[i][j])/Md[i][j];
Media_X1[i][j]=Media_X1[i][j]/Nd[i][j];
Media_X2[i][j]=Media_X2[i][j]/Nd[i][j];

Media_Y[i][0]=Media_Y[i][0]+(Nd[i][j]*Media_Y[i][j]);
Media_X1[i][0]=Media_X1[i][0]+(Nd[i][j]*Media_X1[i][j]);
Media_X2[i][0]=Media_X2[i][0]+(Nd[i][j]*Media_X2[i][j]);
}
Media_Y[i][0]=Media_Y[i][0]/Nd[i][0];
Var_Y[i][0]=sqrt(SumaCuad/Valores[i][0][0]-pow(Media_Y[i][0],2));
Rd[i][0]=(Nd[i][0]*Media_Y[i][0])/Md[i][0];
Media_X1[i][0]=Media_X1[i][0]/Nd[i][0];
Media_X2[i][0]=Media_X2[i][0]/Nd[i][0];
}
}
for(i=1;i<NProv;i++) {
if (Valores[i][0][0]>=1) {
Resultados<<"Datos de la Provincia "<<i<<endl;
Resultados<<"área pequeña (d)\t\t Nd\t\tMd\t\t Yd \t\t\t VYd \t\t\t Rd \t\t\t X1d
\t\t\t X2d"<<endl;
for(j=1;j<Valores[i][0][1];j++) {
Resultados<<"\t"<<j<<"\t"<<Nd[i][j]<<"\t"<<Md[i][j]<<"\t"<<Media_Y[i][j]<<"\t"<<
Var_Y[i][j]<<"\t"<<Rd[i][j]<<"\t"<<Media_X1[i][j]<<"\t"<<Media_X2[i][j]<<endl;
}
Resultados<<"\ttotal"<<"\t"<<Nd[i][0]<<"\t"<<Md[i][0]<<"\t"<<Media_Y[i][0]<<"\t"<<Var_Y[i][0]<<
"\t"<<Rd[i][0]<<"\t"<<Media_X1[i][0]<<"\t"<<Media_X2[i][0]<<endl;
Resultados<<"área pequeña (d)\t\t"; for(j=1;j<Ng1;j++)
Resultados<<j<<"\t\t"; Resultados<<endl;
for(k=1;k<Valores[i][0][1];k++){
Resultados<<"\t"<<k<<"\t\t";
for(j=1;j<Ng1;j++) {
Resultados<<Per_Grupo1[i][j][k]<<"\t\t";
}
Resultados<<Per_Grupo1[i][0][k]<<endl;
}
Resultados<<"\t"<<"total\t\t";
for(j=1;j<Ng1;j++) {
Resultados<<Per_Grupo1[i][j][0]<<"\t\t";
}
Resultados<< Nd[i][0]<<endl;

Resultados<<"\n\t\t";
for(j=1;j<10;j++) {
Resultados<<j<<"\t\t";
}
Resultados<<endl<<"Nd\t\t";
for(j=1;j<10;j++) {
Resultados<<Valores[i][j][0]<<"\t\t";
}
Resultados<<endl<<"nd\t\t";
for(j=1;j<10;j++) {
Resultados<<Viv_Prov[i][j]<<"\t\t";
}
Resultados<<endl<<"W\t\t";
for(j=1;j<10;j++) {
if (Viv_Prov[i][j]!=0)
Resultados<<Valores[i][j][0]/Viv_Prov[i][j]<<"\t\t";
else

```

```

        Resultados<<0<<"\t&\t";

    }
    Resultados<<endl;

}
}
Comunidad.close();
Resultados.close();
Viviendas.close();
}

```

B.9 Subprogramas auxiliares

```

//-----

#pragma hdrstop

#include "libreria.h"
#include <string.h>
#include <iostream.h>
#include <fstream.h>
#include <stdlib.h>
#include <time.h>
#include <math.h>
#include <system.hpp>

//-----
// Generador de números aleatorios uniformes
//-----

long int semilla(){
    time_t t;
    srand((unsigned) time(&t));
    return rand();
}

long int sem1=semilla(),sem2=SEM2,sem3=SEM3;

double uniforme() {

    double random;

    sem1=(171*sem1)%30269;
    sem2=(172*sem2)%30307;
    sem3=(170*sem3)%30323;

    random=fmod(sem1/30269.0 + sem2/30307.0 + sem3/30323.0,1.0);
    return random;
}

//-----
// Para calcular el peso de la muestra dentro del estrato de la Comunidad Autónoma
//-----

float DevuelvePeso(int provincia,int estrato,float Valores[NProv][10][3],int N_muestras[NProv][10]){

```

```

float peso;

    peso=Valores[provincia][estrato][0]/N_muestras[provincia][estrato];

    return peso;
}
//-----
// Para calcular la posición de la muestra simulada en el fichero APES
//-----
int Posicion(int provincia,int estrato,float Valores[NProv][10][3]){

int Pos;
double valorUni;
double Cuantas,Inicio;

valorUni=uniforme();

Inicio=Valores[provincia][estrato][1];
Cuantas=Valores[provincia][estrato][0];
Pos=Cuantas*valorUni+Inicio;

return Pos;
}
//-----
// Para calcular las medidas de eficiencia del estimador i
//-----
void CalculaEficiencia(int prov,double Eficiencia1Media[NProv],double Eficiencia2Media[NProv],
    double Eficiencia3Media[NProv],double **Eficiencia1,double **Eficiencia2,
    double **Eficiencia3,double MediaY[NProv][Ncom],int N_Comarcas,int NR){

int i;

Eficiencia1Media[prov]=0; Eficiencia2Media[prov]=0; Eficiencia3Media[prov]=0;
for(i=1;i<N_Comarcas;i++){
    Eficiencia1[prov][i]=Eficiencia1[prov][i]*100/NR;
    Eficiencia1Media[prov]+=Eficiencia1[prov][i];
    Eficiencia2[prov][i]=Eficiencia2[prov][i]*100/NR;
    Eficiencia2Media[prov]+=Eficiencia2[prov][i];
    Eficiencia3[prov][i]=(sqrt(Eficiencia3[prov][i]/NR)*100)/MediaY[prov][i];
    Eficiencia3Media[prov]+=Eficiencia3[prov][i];
}
Eficiencia1Media[prov]=Eficiencia1Media[prov]/(N_Comarcas-1);
Eficiencia2Media[prov]=Eficiencia2Media[prov]/(N_Comarcas-1);
Eficiencia3Media[prov]=Eficiencia3Media[prov]/(N_Comarcas-1); }
//-----
// Para escribir las medidas de eficiencia del estimador i
//-----
void EscribeEficiencia(int prov,double Eficiencia1Media[NProv],double Eficiencia2Media[NProv],
    double Eficiencia3Media[NProv],double **Eficiencia1,double **Eficiencia2,
    double **Eficiencia3,int NumEst,int N_Comarcas){

int i; fstream Resultado;

Resultado.open("ResSim.txt",ios::app | ios::out | ios::in);
Resultado<<endl<<"estimador"<<NumEst<<" de la provincia "<<prov<<endl<<endl;
Resultado<<"Comarca \t AREd \t\t ARBd \t\t RMSEd "<<endl;
for(i=1;i<N_Comarcas;i++){
    Resultado<<i<<"\t\t"<<Eficiencia1[prov][i]<<"\t\t"<<Eficiencia2[prov][i]<<"\t\t"

```

```

        <<Eficiencia3[prov][i]<<endl;
    }
    Resultado<<"Mean"<<"\t\t"<<Eficiencia1Media[prov]<<"\t\t"<<Eficiencia2Media[prov]<<
        "\t\t"<<Eficiencia3Media[prov]<<endl;
Resultado.close();
}
void Inicializa(double Media_XM[NProv][Ncom],double Media_Y[NProv][Ncom]){

int i,j;

for(i=0;i<NProv;i++)
    for(j=0;j<Ncom;j++)
        Media_XM[i][j]=Media_Y[i][j];

}
int N_Com(int prov,int acom, float Valores[NProv][10][3]){ int
i,Sum=0;

    for(i=0;i<prov;i++)
        if (Valores[i][0][1]>=1)
            Sum+=Valores[i][0][1]-1;
    Sum+=acom;

    return Sum;
}
void Inicializa2(double Media_XM[NProv][Ncom]){

FILE *Data; int i,j;

    Data=fopen("XM.txt","r");
    for (i=0;i<NProv;++i)
        for (j=0;j<Ncom;++j)
            fscanf(Data,"%d",&Media_XM[i][j]);

} #pragma package(smart_init)
//-----

```


Bibliografía

- . Battese, G.E, Harter, R.M. and Fuller, W.A. (1988). An error-component model for prediction of county crop areas using survey and satellite data. *Journal of the American Statistical Association*, **83**, 28-36.
- . Dobson, A.J. (1990). *An introduction to generalized linear models*. Chapman and Hall. Cornwall, U.K.
- . Drew, Singh and Choudhry (1982). Évaluation des techniques d'estimation pour les petites régions dans l'enquête sur la population active au Canada. *Techniques d'enquête* 8, 19-52.
- . Encuesta de Población Activa (2000). Informe Técnico. Instituto Nacional de Estadística.
- . Estevao and Särndal (1999). The use of auxiliary information in design based estimation for domains. *Survey Methodology* 25 (2) 213-221.
- . Fay, R.E. and Herriot, R.A. (1979). Estimates of income for small places: an application of James-Stein procedures to census data. *Journal of the American Statistical Association*, **74**, 269-277.
- . Henderson, C.R. (1953). Estimation of variance and covariance components. *Biometrics*, **9**, 226-252.
- . Henderson, C.R. (1975). Best linear unbiased estimation and prediction under selection model. *Biometrics*, **31**, 423-427.
- . Mc Cullagh, P. and Nelder, J.A. (1989). *Generalized Linear Models*. Chapman and Hall, London
- . Lehtonen, R. and Veijanen, A. (1998). Logistic generalized regression estimators. *Survey Methodology*, **24**, 51-55.
- . López Paños, R. (2001). Estimates for Small Areas. To appear in *Revista Estadística Española*, No. 146 - Spanish National Institute of Statistics.

- . Rao, C.R. (1973). *Linear Statistical Inference and its Applications*. John Wiley. New York.
- . Rao, J.N.K. and Choudhry, G.H. (1995). Small area estimation: overview and empirical study. *Business Survey Methods* (Cox, Binder, Chinnappa, Christianson, Colledge, Kott, eds.). John Wiley, 527–542.
- . Särndal and Hidiroglou (1989). Small domain estimation: A conditional analysis. *Journal of the American Statistical Association* 84 266-275
- . Searle, S.R. (1971). *Linear Models*. John Wiley. New York.
- . Searle, S.R., Casella, G. and McCulloch, C.E. (1992). *Variance Components*. John Wiley. New York.
- . Valliant, R., Dorfman, A.H. and Royall, R.M. (2000). *Finite Population Sampling and Inference. A Prediction Approach*. John Wiley. New York.
- . Wichmann, B.A. and I.D. Hill (1982). An efficient and portable pseudo-random number generator. *Applied Statistics*, 31, 188-190 (corrections, 1984, *ibid.* 33, 123).

