

Grau en Estadística

Títol: Comparació de mètodes per a l'estimació de l'esperança de vida en àrees petites

Autor: Albert Farriol Salas

Director: Xavier Puig

Departament: Estadística i Investigació Operativa

Convocatòria: Q2 2020/2021



RESUM

L'indicador esperança de vida és un dels indicadors més importants de salut, ja que ens informa de la qualitat de vida que hi ha en un territori concret. Tot i això, és conegut el problema que aquest indicador té molta variabilitat per àrees petites i fa que les estimacions puntuals d'aquestes àrees no siguin del tot creïbles.

En aquest treball s'analitzaran tres models diferents amb tres distribucions diferents per tal de reduir aquesta variabilitat i tenir estimacions robustes de l'indicador, el nom dels models seran basats en les seves distribucions. S'agafaran les dades dels barris de Barcelona entre els anys 2007 i 2018 com el fil conductor del treball i s'explicaran els mètodes amb aquestes dades. Perquè els resultats siguin més robustos, també es faran servir les dades de comarques de Catalunya entre els anys 2007 i 2018 per veure si els resultats són els mateixos o diferents i llavors extreure conclusions.

PARAULES CLAU

Esperança de vida, Estadística Bayesiana, Dades Espacials, Mortalitat, Representació amb Mapes, Epidemiologia.

CLASSIFICACIÓ AMS

62F15 Bayesian inference, 91B72 Spatial models, 62J12 Generalized linear models.

ÍNDIX

1. INTRODUCCIÓ	5
1.1 Objectius.....	6
1.2 Estructura del treball	6
1.3 Agraïments	7
2. DESCRIPCIÓ DE LA BASE DE DADES	9
2.1 Base de dades.....	9
3. ESPERANÇA DE VIDA.....	13
3.1 Càlcul de l'Esperança de vida	13
3.2 Estimació de l'esperança de vida als barris de Barcelona.....	15
3.3 Càlcul de l'estimació de l'esperança de vida als barris de Barcelona.	15
3.3.1 Mapa dels barris de Barcelona.....	16
3.3.2 Estimació de l'esperança segons el sexe.....	17
4. Models Bayesianes	20
4.1 La necessitat de fer servir models.....	20
4.2 Perquè estadística Bayesiana i què és.....	22
4.3 Tipus de models.	24
4.3.1 Model Normal	25
4.3.2 Model Binomial	26
4.3.3 Model de Poisson	30
4.4 Elecció del millor model	31
5. Resultats dels Barris de Barcelona	33
5.1. Reflexions sobre els models	36
6. COMARQUES DE CATALUNYA.....	39
6.1 Base de dades.....	39
6.2 Esperança de vida Comarques de Catalunya	43
6.3 Resultats Comarques de Catalunya.....	44
7. Conclusions.....	50
Bibliografia.....	52
Annex.....	53

Funcions R	53
Funció esperança de vida R.....	53
Lectura mapa de Barcelona.....	53
Creació matrius veïnes	54
Model Normal	54
Model Binomial	55
Model de Poisson	55
Mapes i taules	56
Barris de Barcelona	56
Comarques de Catalunya	67

1. INTRODUCCIÓ

L'indicador esperança de vida és un indicador important en àmbits econòmics i de la salut perquè serveix per planificar els serveis sanitaris, socials i de pensions. Tenir estimacions fiables és un factor molt important pels governs de diversos països.

Tot i que sigui molt fàcil saber en mitjana quina és l'esperança de vida d'un país en concret, per exemple la d'Espanya és fàcil de trobar-la a l'IDESCAT, si un vol saber l'esperança de vida en els pobles petits, per tal de fer inversions i millores de salut, aquesta no és tan fàcil de trobar. Molts pobles són molt petits i les estimacions no són robustes perquè en poblacions tan petites aquestes estimacions tenen molta variabilitat i qualsevol estimació feta no tindria robustesa.

En ser un tema rellevant, abans de la creació d'aquest treball, ja hi ha hagut treballs previs que han intentat resoldre aquest problema de variabilitat en les estimacions, però sempre acaben agrupant els grups d'edats en quinquennals i fan que el grup màxim d'edat sigui de 85 i més anys. En aquest treball s'ha volgut trencar amb aquesta visió i mostrar que és possible fer estimacions fiables tenint dades de cada edat i fer que el grup màxim d'edat sigui de 95 i més anys.

Hi ha diversos mètodes per tal de reduir la variabilitat en les estimacions: el que es farà servir en aquest treball serà la reducció de soroll en les estimacions mitjançant mètodes espacials. Es faran servir 3 models amb 3 distribucions diferents. Per facilitar el lector, anomenarem els models per les seves distribucions: model Normal, model Binomial i model de Poisson. S'ha de mencionar que el model de Poisson és rarament utilitzat i que majoritàriament es fa servir el model Binomial.

La majoria dels treballs, per tal de reduir la variabilitat en les estimacions, només fan servir un model i solen dir que han escollit aquest model perquè és el que se sol fer servir. Segons el que s'ha pogut observar, no s'ha vist cap treball que hagi fet una comparació de diferents

models o que hagi estudiat les mateixes dades amb diferents models i hagi extret conclusions de quan és millor fer les estimacions amb un model o amb l'altre.

En aquest treball es farà la comparativa dels tres models utilitzant que l'esperança de vida té tendència lineal. D'aquesta manera, agregarem totes les dades per anys i calcularem l'esperança de vida de tots els anys. L'esperança de vida que obtinguem serà l'estimació de referència pels anys centrals i així podrem fer comparacions amb els resultats dels models.

Les dades que utilitzarem en aquest treball són les dels barris de Barcelona entre els anys 2007 i 2018. Farem servir aquestes dades com a fil conductor del treball però perquè els resultats tinguin més robustesa també utilitzarem les dades de les comarques de Catalunya entre els anys 2007 i 2018.

1.1 Objectius

Els objectius del treball són els següents:

- Entendre com funciona l'estimador esperança de vida aplicat en unes dades reals; en aquest cas, als barris de Barcelona.
- Crear diferents models estadístics per veure quin és capaç de donar una millor estimació de l'esperança de vida per àrees petites tot i la gran variabilitat que tenen.
- Veure si existeix un millor model o depèn de les dades estudiades.
- Profunditzar els meus coneixements de l'estadística Bayesiana i les seves aplicacions.

1.2 Estructura del treball

La memòria d'aquest treball està estructurada en 7 capítols. El primer capítol conté la introducció de la memòria amb l'explicació dels objectius com també una descripció de cada capítol.

En el segon capítol, es realitzarà la descripció de la base de dades dels barris de Barcelona que és la que farem servir de fil conductor d'aquest treball per fer les explicacions i comparar mètodes.

En el tercer capítol, s'explicarà que és l'estimació de l'esperança de vida i com es calcula, com també es donaran les estimacions puntuals dels barris de Barcelona que en capítols següents necessitarem per comparar.

En el quart capítol, es detallarà quin tipus de metodologia estadística hem fet servir i els seus motius, com també s'introduiran els models emprats per reduir la variabilitat i els problemes que s'han trobat en intentar aplicar els mètodes.

En el cinquè capítol, ensenyarem els resultats d'haver aplicat els models estadístics i mostrarem les estimacions puntuals que hem obtingut. També es dirà quin model és el millor per aquestes dades.

En el sisè capítol es presentaran les dades de les comarques de Catalunya i s'aplicaran els mateixos models estadístics que amb les dels barris de Barcelona i es mostraran els resultats de les estimacions i es veurà quin és el millor model per aquestes dades.

En el setè capítol, explicarem els resultats obtinguts i farem les reflexions finals.

Finalment, després de les conclusions, hi trobarem la bibliografia i els annexos amb tot el material necessari per fer el treball com també els codis utilitzats.

1.3 Agraïments

M'agradaria agrair de forma especial al meu tutor Xavier Puig, per tota l'ajuda i dedicació a l'hora de fer el treball. Han sigut uns dijous molt interessants i productius. També m'agradaria agrair-li la passió amb la qual em va ensenyar estadística Bayesiana.

Voldria donar-li també les gràcies a la degana d'estadística, la Manuela Alcañiz, per ensenyar-me que vaig escollir la carrera correcte com també per haver confiat amb mi quan jo no ho feia i per tots els seus consells al llarg de la Carrera.

A la meva família per tot el suport que he rebut als llargs dels anys. Sense ells no hagués pogut fer mai la carrera i no hagués estat possible aquests treball. En especial agrair el suport a la meva germana.

Per acabar voldria agrair a tots els amics que han estat al llarg dels anys i els que he fet fa no res, perquè sense les vostres distraccions i alegries no hauria sigut el mateix.

Des del fons del meu cor, moltes gràcies a tots i totes.

2.DESCRIPCIÓ DE LA BASE DE DADES

En aquest capítol explicarem l'origen de les diferents bases de dades i quina informació contenen. Les bases de dades que s'han fet servir en aquest treball provenen de l'ajuntament de Barcelona. Les dades de població es poden trobar a la seva web però les dades de mortalitat no es poden trobar per temes de confidencialitat i s'han hagut de demanar.

2.1 Base de dades

Per tal de poder fer els càlculs pertinents al treball s'han hagut de modificar les bases de dades perquè quedessin amb 6 variables ben diferenciades. Aquestes 6 variables són:

1) Sexe

La variable Sexe ens diu si el que estem estudiant és home o dona.

2) Any

La variable Any ens diu a quin any van estar recollides les dades, van any per any i van des del 2007 fins al 2018.

3) Edat

La variable Edat ens diu quants anys tenien les persones estudiades. Aquesta variable va any per any del 0 fins al 94 i a l'edat 95 estan recollides totes les edats de 95 i més.

4) Barri

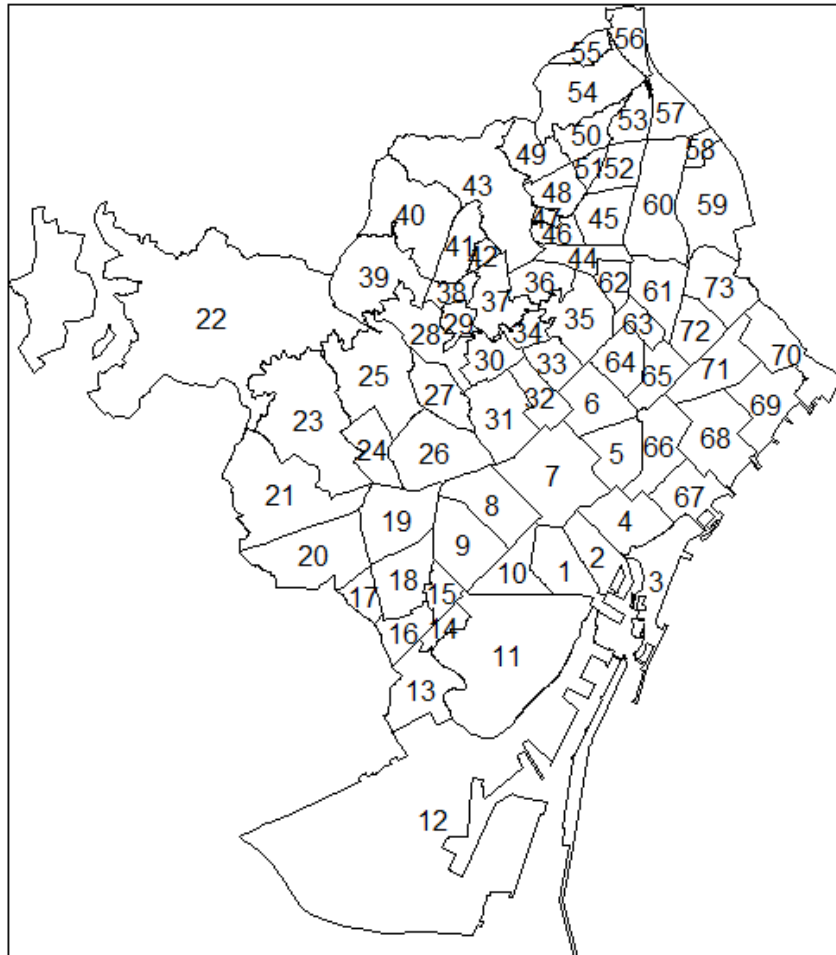
La variable Barri ens explica de quin barri de Barcelona estem parlant. En total tenim 73 barris a la ciutat de Barcelona, a la taula 2.1 tenim el nom de tots els barris que hi ha a Barcelona.

Taula 2.1 Taula per identificar el número del barri amb el nom del barri

Barri	Nom del barri	Barri	Nom del barri
1	el Raval	38	la Teixonera
2	el Barri Gòtic	39	Sant Genís dels Agudells
3	la Barceloneta	40	Montbau
4	Sant Pere, Santa Caterina i la Ribera	41	la Vall d'Hebron
5	el Fort Pienc	42	la Clota
6	la Sagrada Família	43	Horta
7	la Dreta de l'Eixample	44	Vilapicina i la Torre Llobeta
8	l'Antiga Esquerra de l'Eixample	45	Porta
9	la Nova Esquerra de l'Eixample	46	el Turó de la Peira
10	Sant Antoni	47	Can Peguera
11	el Poble Sec - AEI Parc Montjuïc	48	la Guineueta
12	la Marina del Prat Vermell - AEI Zona Franca	49	Canyelles
13	la Marina de Port	50	les Roquetes
14	la Font de la Guatlla	51	Verdun
15	Hostafrancs	52	la Prosperitat
16	la Bordeta	53	la Trinitat Nova
17	Sants - Badal	54	Torre Baró
18	Sants	55	Ciutat Meridiana
19	les Corts	56	Vallbona
20	la Maternitat i Sant Ramon	57	la Trinitat Vella
21	Pedralbes	58	Baró de Viver
22	Vallvidrera, el Tibidabo i les Planes	59	el Bon Pastor
23	Sarrià	60	Sant Andreu
24	les Tres Torres	61	la Sagrera
25	Sant Gervasi - la Bonanova	62	el Congrés i els Indians
26	Sant Gervasi - Galvany	63	Navas
27	el Putxet i el Farró	64	el Camp de l'Arpa del Clot
28	Vallcarca i els Penitents	65	el Clot
29	el Coll	66	el Parc i la Llacuna del Poblenou
30	la Salut	67	la Vila Olímpica del Poblenou
31	la Vila de Gràcia	68	el Poblenou
32	el Camp d'en Grassot i Gràcia Nova	69	Diagonal Mar i el Front Marítim del Poblenou
33	el Baix Guinardó	70	el Besòs i el Maresme
34	Can Baró	71	Provençals del Poblenou
35	el Guinardó	72	Sant Martí de Provençals
36	la Font d'en Fargues	73	la Verneda i la Pau
37	el Carmel		

Al gràfic 2.2 podem veure com estan posicionats aquests barris de Barcelona.

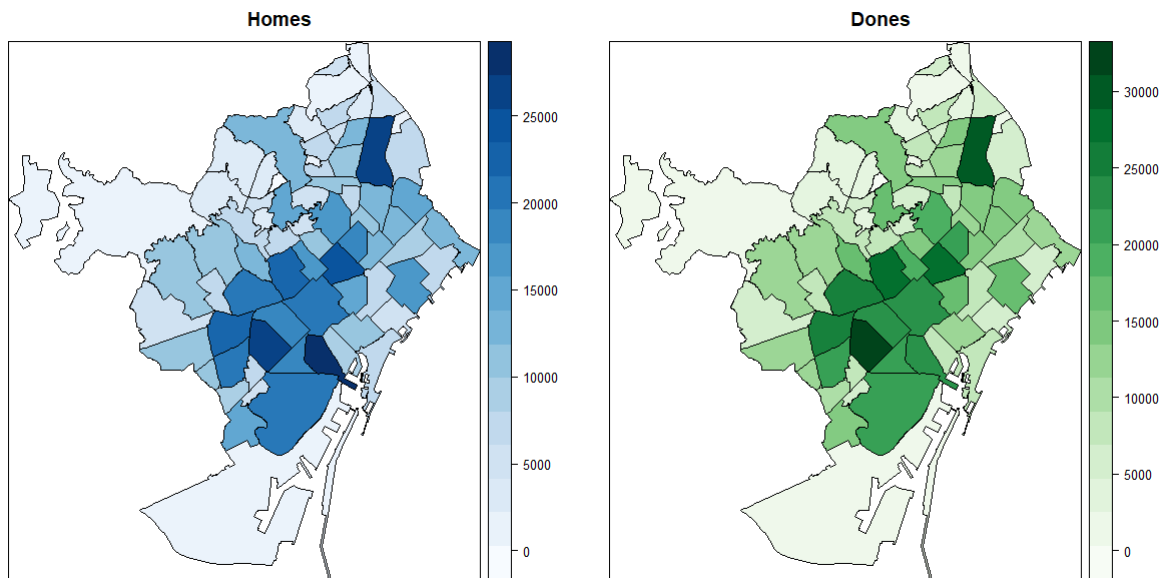
Gràfic 2.2 Mapa dels barris de Barcelona amb el seu identificador



5) Població

La variable Població ens diu quanta gent hi ha en cada barri segons el sexe, l'any i l'edat. En el gràfic 2.3 es poden veure les poblacions segon el barri a l'any 2012, a l'esquerra pels homes i a la dreta per les dones.

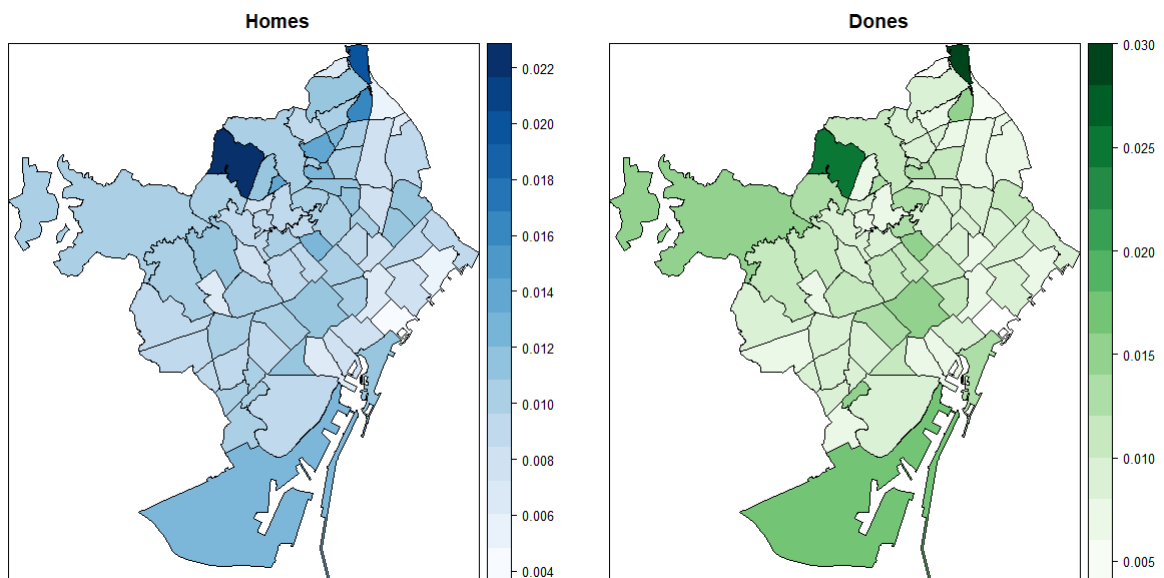
Gràfic 2.3 Població dels barris de Barcelona per l'any 2012, segons sexe



6) Casos

La variable Morts ens diu quanta gent ha mort en cada barri segons el sexe, l'any i l'edat, en el gràfic 2.4 es poden veure els morts de l'any 2012 dividit per la població de l'any 2012, a l'esquerra els homes a la dreta les dones.

Gràfic 2.4 Morts de l'any 2012 dividit per la població de l'any 2012, segons sexe



3. ESPERANÇA DE VIDA

En aquest capítol explicarem que és l'esperança de vida, perquè és important el seu càlcul i com es calcula aquest indicador pel mètode de Chiang. També es donaran les estimacions segons els barris de Barcelona depenent del sexe.

L'indicar Esperança de vida és un indicador important tant en les disciplines de salut com amb la de demografia, ja que ens dona una molt bona estimació sobre com és de saludable una població. Això es deu al fet que aquest indicador ens explica el nombre esperat d'anys que viurà una persona en néixer, sempre tenint en compte que les condicions de vida no variïn. Com més gran sigui aquest valor més saludable és la població.

3.1 Càlcul de l'Esperança de vida

Hi ha diversos mètodes per tal de calcular l'esperança de vida. Un dels mètodes més comuns és el que es coneix com el mètode de Chiang (Chiang 1961). Aquest mètode fa servir taules de mortalitat per a calcular l'estimador.

A part de ser un dels mètodes més comuns, s'ha decidit utilitzar aquest estimador, perquè tal com hem dit abans, només fa servir taules de mortalitat, que és una informació relativament fàcil d'aconseguir.

Tenint tot això en consideració, l'esperança de vida es calcula com:

m_x és la taxa de mortalitat en l'edat x :

$$m_x = \frac{morts_x}{poblacio_x}$$

On:

$morts_x$ són el número de morts en l'edat x .

$poblacio_x$ número de població en l'edat x .

q_x és la probabilitat de morir en l'edat x :

$$q_x = \frac{m_x}{1 + (1 - a_x) * m_x}$$

On:

a_x és la fracció del temps viscut en l'edat x , és normal agafar el valor per a_0 de 0.1, mentre que per tots els altres són valors de 0.5.

$q_{95} = 1$, ja que es considera que tota la població acaba morint.

l_x són els sobrevivents a l'inici de l'edat x .

En la literatura és normal trobar definit l_0 com:

$$l_0 = 100000$$

d_x són les defuncions en l'edat x :

$$d_x = l_x * q_x$$

L_x són els anys viscuts en l'edat x :

$$L_x = l_x - (1 - a_x) * d_x$$

En la literatura és normal trobar definit L_{95} com:

$$L_{95} = \frac{l_{95}}{m_{95}}$$

T_x són els anys que queden per viure a algú d'edat x :

$$T_x = L_x + T_{x+1}$$

En la literatura és normal trobar definit T_{95} com:

$$T_{95} = L_{95}$$

e_x és l'esperança de vida en l'edat x :

$$e_x = \frac{T_x}{l_x}$$

e_0 és l'esperança de vida al néixer:

$$e_0 = \frac{T_0}{l_0}$$

3.2 Estimació de l'esperança de vida als barris de Barcelona.

Per poder fer comparacions entre models, es necessita saber quina és l'estimació de referència. Per tenir una estimació de referència s'utilitzaran els estudis de White el 2004, on va descobrir que l'estimació de l'esperança de vida es pot aproximar per una tendència lineal que va creixent a mesura que avancen els anys i que aquesta comença a créixer molt lentament a mesura que s'aproxima al seu límit teòric.

Agregarem totes les dades dels anys 2007 fins al 2018 i calcularem l'esperança de vida. Aquesta estimació d'agregar tots els anys és una molt bona estimació de referència per les edats del mig del període. Utilitzarem aquesta estimació de referència per fer les comparacions dels tres models. Els càlculs dels models seran any per any dels anys centrals del període.

3.3 Càlcul de l'estimació de l'esperança de vida als barris de Barcelona.

Per tal de poder calcular l'estimació de l'esperança de vida als barris de Barcelona, hem utilitzat el programari lliure R. La funció que hem fet servir per fer els càlculs es pot trobar a l'annex.

És recalable explicar que el càlcul de l'esperança de vida és un càlcul que se sol separar depenent del sexe. En aquest treball, s'ha considerat oportú fer la separació segons el sexe perquè entenem que fent la separació d'aquesta manera surten valors diferenciats i, així, l'estudi surt enriquit.

Abans de mostrar els càlculs de les estimacions de l'esperança de vida, s'ha de tenir en compte que aquest treball ha sigut fet i revisat diverses vegades. La primera vegada que es van fer els càlculs de les estimacions, es va poder observar com hi havia alguns barris que eren molt problemàtics: perquè les seves poblacions, tot i agrupar tots els anys, no eren bones estimacions, ja que la població total no arribava als 5000, que sol ser un dels números de referència quan vols saber quin és el número mínim per tal de tenir una bona estimació.

Per tal de solucionar aquest problema es va decidir agrupar alguns barris. No es van voler agrupar molts barris perquè si no es podria perdre l'essència del treball, així que només es van agrupar 3 barris.

El barri de la Marina del Prat Vermell- AEI Zona Franca (2) amb el barri de la Marina de Port, que fan referència als barris 12 i 13. El barri de La Clota amb el barri de la Vall d'Hebron, que fan referència als barris 42 i 41. El barri de Torre Baró amb el barri de Vallbona, que fan referència als barris 54 i 56.

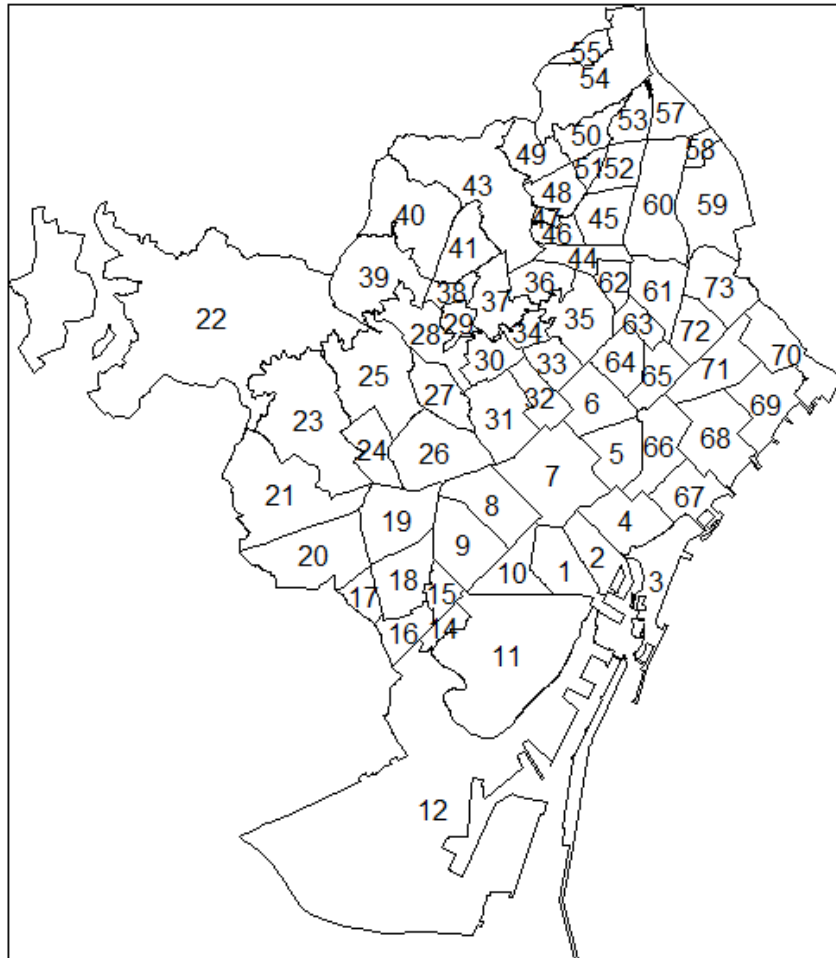
L'agrupació d'aquests barris no ha sigut a l'atzar, sinó que s'han mirat estudis previs per veure quins dels barris petits eren més similars a algun dels barris del seu voltant i al final hem pres aquesta decisió, una decisió que es manté tant pels homes com per les dones.

Gràcies a aquesta decisió podem assegurar que les estimacions que a continuació calcularem són millors que les que havíem pogut calcular amb anterioritat. Hem passat dels 73 barris inicials a 70. No és una decisió agradable de prendre perquè l'esperit d'aquest treball és arribar a trobar un bon mètode per calcular les estimacions, però s'ha d'entendre que necessitem com a mínim una població considerable perquè les estimacions siguin el més fiables possibles.

3.3.1 Mapa dels barris de Barcelona

Per tal que sigui més fàcil la comprensió dels gràfics, s'ha considerat apropiat ensenyar primer un mapa dels barris de Barcelona tal com han quedat amb les agrupacions dels 3 barris: en el gràfic 3.1 es poden veure el número dels barris, no apareixen els números 13, 42 i 56, ja que estan dintre els valors 12, 41 i 54 respectivament.

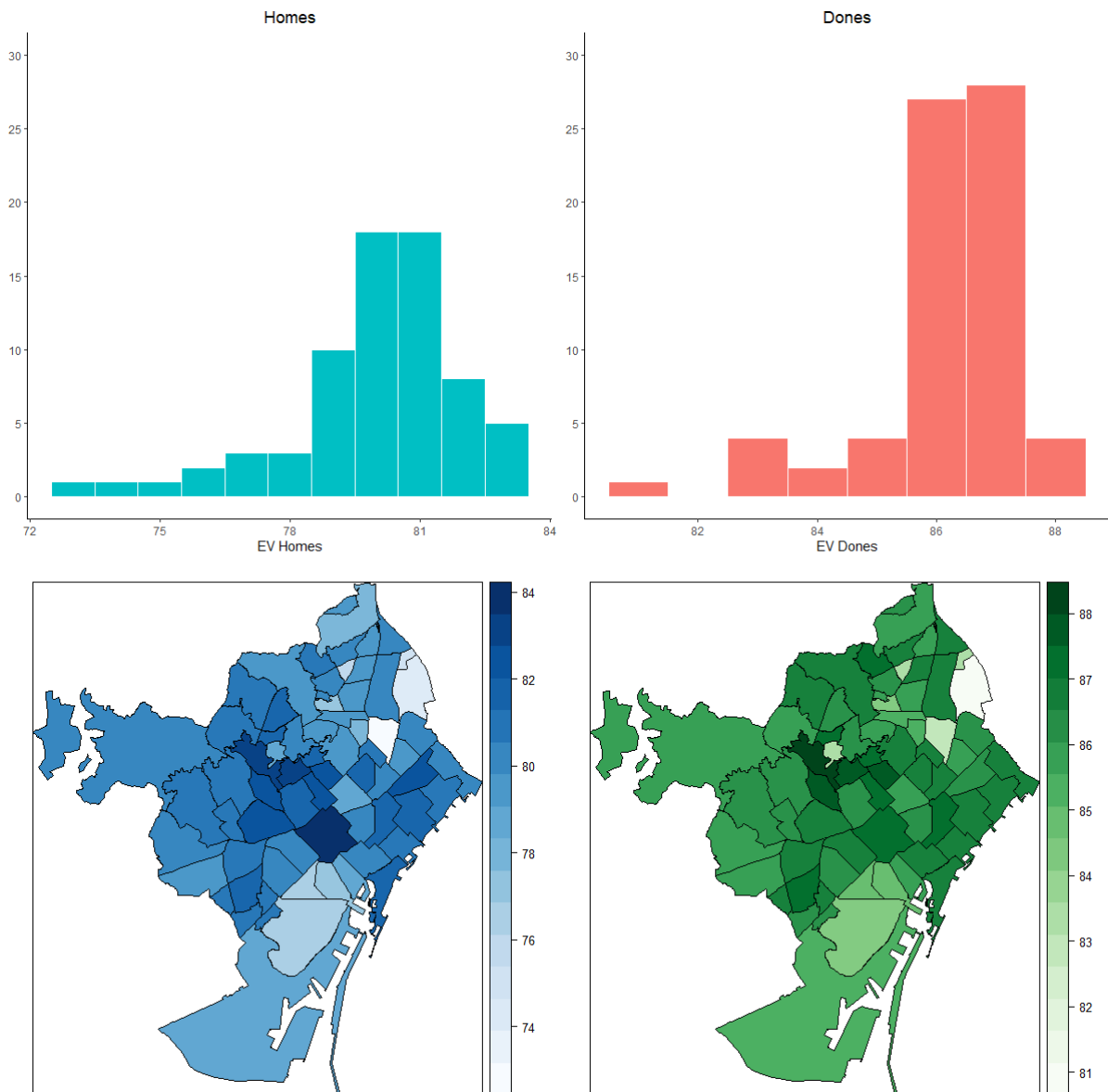
Gràfic 3.1 Mapa dels barris de Barcelona amb les agrupacions de 3 barris



3.3.2 Estimació de l'esperança segons el sexe.

En aquests subapartat ensenyarem una sèrie de gràfics i histogrames per representar els valors que hem obtingut de les estimacions. En el gràfic 3.2 podrem veure com estan distribuïdes les esperances de vida, a dalt a l'esquerra hi ha els homes i a dalt a la dreta les dones. També es pot veure com estan distribuïdes aquestes esperances de vida en el mapa de Barcelona, igual que abans, a l'esquerra hi ha els homes i a la dreta les dones.

Gràfic 3.2 Estimació de l'esperança de vida segon el sexe



Com es pot observar pels histogrames, els homes tenen una esperança de vida més variada mentre que les dones estan més acumulades en dos valors, el 86 i el 87. És interessant veure com els homes viuen menys en mitjana que les dones, com es pot veure a l'eix x, ja que pels homes van del 72 al 84, mentre que per les dones comencen al 81 i van fins al 88. Si es fan els càlculs, obtenim que la mitjana pels homes és de 80 anys i per les dones de 86, el que ens fa dir que les dones viuen en mitjana 6 anys més que els homes.

Si analitzem l'esperança de vida en els gràfics dels mapes, es pot veure com amb els homes sembla que hi hagi una relació de l'esperança de vida amb el barri que vius i amb els veïns més

fort que amb les dones. Això es deu al fet que el degradat de colors és més consistent pels homes, per les dones és més a l'atzar, tot i que també existeix el factor, però més dèbil.

4. Models Bayesians

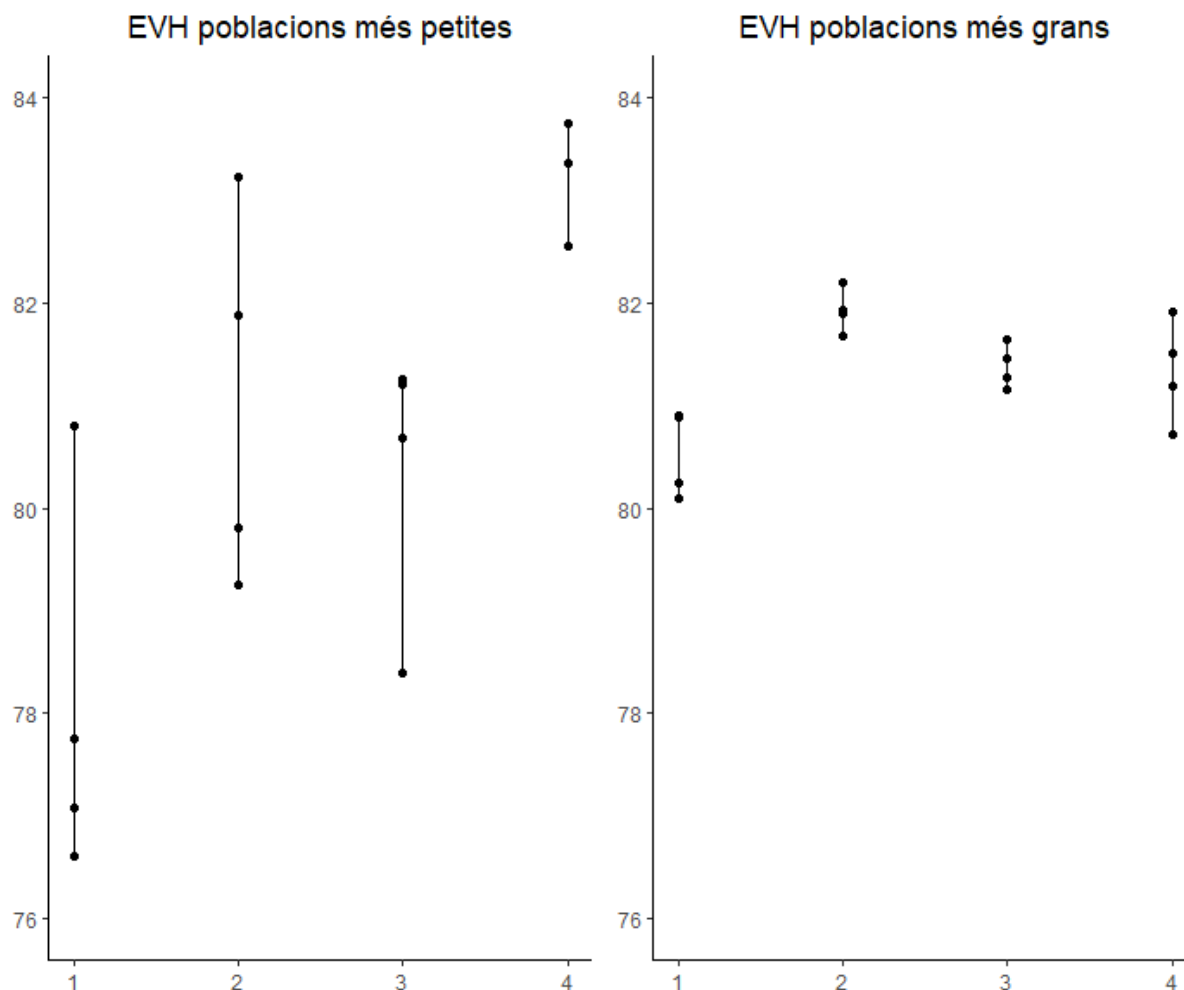
En aquest capítol explicarem el que perquè hem necessitat l'aplicació de mètodes estadístics bayesians, també farem un recordatori de com funciona l'estadística bayesiana i per acabar explicarem els tres mètodes aplicats.

4.1 La necessitat de fer servir models

Es podria pensar que no seria necessari fer servir cap model per trobar una bona estimació de l'esperança de vida, ja que simplement necessitem la taula de població i mort i podríem trobar una estimació. El problema és que amb poblacions petites aquestes estimacions tenen molta variabilitat; per tant, un any et pot donar un valor molt per sobre i a l'any següent et pot donar un valor molt petit. Això és deu al fet que, amb poblacions petites, si hi ha més morts per algun factor indeterminat, faria que l'esperança baixés molt perquè tindrien molt de pes aquestes morts. Les poblacions petites, pel simple fet de ser petites, tenen un soroll; per tant, és necessari fer un model que sigui capaç d'eliminar-lo. En els apartats següents explicarem els models que hem aplicat per tal d'eliminar aquest soroll i variabilitat.

En el gràfic 4.1, podem veure com els barris amb menys població tenen més variabilitat, mentre que els que tenen més població la seva variabilitat disminueix. S'han agafat els 4 primers barris amb menys població que compleixen el requisit de poder calcular els 4 valors de l'esperança de vida entre els anys 2011 i 2014: aquests barris són el Sant Genís dels Agudells (39), el Guinardó (35), el Carmel (37) i la Maternitat i Sant Ramon (20). Pels barris amb més població s'han agafat els barris de la Salut (30), la nova esquerra de l'Eixample (9), la Trinitat Vella (57) i la Sagrada Família (6).

Gràfic 4.1 Variabilitat segons poblacions



La variabilitat de l'estimació varia segons la població, com menys població més variabilitat. Això ens obliga a fer models, ja que sinó l'estimació que calculem en un any no té validesa perquè pot estar molt per sobre o per sota el verdader valor.

Els models també són necessaris perquè hi ha ocasions on no és possible calcular l'esperança de vida. Això succeeix quan no hi ha població en algun any, ja que el rati de mortalitat és 0 entre 0 i no es pot calcular. També hi ha problemes quan en l'últim grup d'edat no tens cap mort. En la taula 4.2, es podran veure els valors de calcular l'esperança de vida pels homes amb només les dades del any 2012. Hi ha en total 15 barris on no es poden obtenir estimacions de l'esperança de vida.

Taula 4.2 Esperança de vida pels homes any 2012

Barri	Esperança de vida	Barri	Esperança de vida
1	76,89	37	79,68
2	79,23	38	81,20
3	76,56	39	N/A
4	78,57	40	76,60
5	80,90	41	N/A
6	81,92	43	82,20
7	80,29	44	80,65
8	81,48	45	81,17
9	81,90	46	83,20
10	80,06	47	N/A
11	78,55	48	78,25
12	78,44	49	N/A
14	79,52	50	75,54
15	76,39	51	77,93
16	80,63	52	79,90
17	80,09	53	72,27
18	81,73	54	N/A
19	81,67	55	N/A
20	83,09	57	N/A
21	N/A	58	N/A
22	N/A	59	N/A
23	79,82	60	81,45
24	83,89	61	82,34
25	81,39	62	82,18
26	82,78	63	80,44
27	82,21	64	81,24
28	82,57	65	80,99
29	N/A	66	84,92
30	78,18	67	N/A
31	80,88	68	79,14
32	82,71	69	N/A
33	81,33	70	79,08
34	N/A	71	79,22
35	80,15	72	79,05
36	79,81	73	80,48

4.2 Perquè estadística Bayesiana i què és

Quan s'ha de resoldre algun problema on es necessiti estadística, sempre es comença fent-se la mateixa pregunta: fer servir mètodes Bayesians o mètodes Freqüentistes?

Per la resolució d'aquest problema s'ha decidit fer servir estadística Bayesiana perquè hem entès que ens permetia l'aplicació de mètodes espacials de forma més fàcil. A part, que l'estadística Bayesiana sol ser bastant utilitzada quan es parla de fer suavitzats als models. L'estadística Bayesiana entén els estimadors de diferent manera que els Freqüentistes, ja que pels Bayesianos els estimadors són distribucions de densitat. Per tal de poder fer això, el que apliquen és el teorema de Bayés.

$$P(\theta|Y) = \frac{P(Y|\theta)P(\theta)}{P(Y)}$$

On:

- **$P(\theta)$** fa referència a la informació a priori. A diferència dels estadístics freqüentistes, els bayesians fan servir informació que ja saben abans de fer l'experiment: aquesta informació sol ser donada per experts en el tema que se sol tractar. També és possible que un abans de fer l'experiment no sàpiga res, llavors s'utilitzen priori no informatives.
- **$P(Y|\theta)$** és la funció de versemblança. També és utilitzada pels estadístics freqüentistes, és tota la informació que ens dona l'experiment.
- **$P(Y)$** és $\int P(Y|\theta)P(\theta) d\theta$, bàsicament és necessari perquè es compleixi que la funció de densitat sumi 1, és bastant trivial veure que si fas la suma en tot l'espai dona 1.
- **$P(\theta|Y)$** és el que es coneix com a distribució a posteriori. Com ja hem anat dient, és una funció de densitat que té tota la informació dels paràmetres, és el que sol utilitzar per treure conclusions en un estudi Bayesià.

És fàcil adonar-se que quan els models siguin una mica complicats, el terme $P(Y)$ pot ser bastant difícil de calcular i pot arribar a passar que obtenir una solució analítica sigui o impossible o molt difícil.

Per tal de poder solucionar aquests problemes es fan servir algorismes de Markov Chain Monte Carlo (MCMC): el que fan aquests algorismes és anar creant la distribució a posteriori amb l'ús de simulacions de cadenes, com més simulacions tinguem més definida serà la distribució calculada. Aquestes Cadenes poden tenir algun problema, com que estiguin

correlaciones o que no convergeixin. Per tal que això no passi hi ha diverses maneres de veure-ho: la manera que hem escollit en aquest treball ha sigut veure les cadenes de forma gràfica.

Per fer tots els models, s'ha utilitzat el programari de software lliure WINBUGS, perquè ens permet fer tots els models Bayesianes que explicarem a continuació. També s'ha fet servir R perquè té un paquet anomenat mcmcplots que ens permetrà veure que totes les cadenes convergeixin. Les cadenes no es mostraran en aquest treball perquè no aporten informació extra però han sigut analitzades i totes han convergit.

4.3 Tipus de models.

Hi ha diferents problemes a l'hora de fer els càlculs de l'esperança de vida quan tens poca població; per tant, existeixen diverses solucions que podem fer. Tot i que hi poden haver diferents solucions possibles, en aquest treball sobretot s'ha tingut molt en compte com estan relacionades les poblacions segons els seus barris veïns, perquè entenem que l'esperança de vida no pot canviar de forma dràstica d'un barri a un altre perquè la gent es relaciona amb els altres barris i hi ha un component similar entre barris que es toquen. Utilitzarem aquest raonament per intentar fer millors estimacions.

Pel que fa a la suavització de les dades, hi ha dues maneres de fer-ho. La primera manera és calcular tots els valors que podem calcular de l'esperança de vida i després gràcies al component espacial podem fer un suavitzat per obtenir una estimació més creïble, i també obtindrem una estimació pels barris que no haguem sigut capaços d'obtenir-ne.

La segona manera és fer el suavitzat abans de fer cap càlcul, el que suavitzes és m_x , i després fas els càlculs de les estimacions. Per fer aquest suavitzat també tens en compte el component espacial però també pots fer servir un component d'edat, ja que també és fàcil veure que la gent de la mateixa edat ha de viure de forma més similar que la gent amb edats molt diferents. En aquest treball s'han calculat 3 models, els noms que se li han donat han sigut model Normal, model Binomial i model de Poisson: això és deu a les distribucions que fan servir. El model Normal fa servir el primer suavitzat que s'ha explicat mentre que el model Binomial i de Poisson fan servir el segon suavitzat explicat.

4.3.1 Model Normal

El primer model que estudiarem serà el que calcularem tots els valors de l'esperança de vida pels diferents barris i després aplicarem el suavitzat. Per tal de fer això, s'ha d'entendre que l'esperança de vida no deixa de ser una mitjana, llavors és fàcil entendre que estigui distribuït de forma normal, la parametrització que farem servir de la distribució Normal fa servir la mitjana i la precisió en lloc de mitjana i desviació tipus, on la precisió és la inversa de la variància. El model que farem servir serà:

$$Ev \mid \alpha, \beta, \delta, \gamma \sim Normal(\alpha + \beta_i + \delta_i, Pobi * \gamma)$$

On:

- α és una constant que és la mateixa indiferentment del barri que estiguem parlant.
- β_i fa referència al component espacial de cada barri, aquest component espacial es pot calcular tenint en compte les diferents àrees veïnes. Es defineix com:

$$\beta_i \mid \gamma_\beta, \beta_1, \dots, \beta_n \sim Normal(\bar{\beta}_i, \gamma_\beta)$$

$\bar{\beta}_i = \frac{1}{n_i} \sum_{j \in V(i)} \beta_j$, on n_i són la quantitat de barris adjacents que hi ha al barri i-èssim, $V(i)$ és el conjunt de barris adjacents que hi ha al barri i-èssim.

- δ_i és una variable aleatòria segons cada barri. Se sol posar perquè així el model no sigui tan rígid i té tingui més flexibilitat segons cada barri i el que no pot ser modelat per les altres variables o modelarà aquesta variable.
- γ és la precisió, aquesta precisió varia depenent del barri que estiguem estudiant, com més població tinguem és normal pensar que serà més precís aquest valor; per tant, ha d'estar relacionada amb la població del barri.

Com que aquest és un model Bayesià necessitem definir les informacions a priori: s'ha decidit utilitzar priori no informatives o poc informatives perquè s'ha volgut que les dades tinguin un pes molt important.

$$\alpha \sim Normal(80, 0.01)$$

$$\delta_i \sim Normal(0, \gamma_\delta)$$

$$\gamma_\beta \sim Gamma(0.001, 0.001)$$

$$\gamma_p \sim Gamma(0.001, 0.001)$$

$$\gamma_\delta \sim \text{Gamma}(0.001, 0.001)$$

Amb aquesta priori d' α el que estem dient és que el valor esperat de l'esperança de vida estarà entre 60 i 100 però centrat als 80.

Per poder aplicar aquest model a les nostres dades hem fet servir el Winbugs i el R, ja que el Winbugs farà els càlculs i té una funció que es diu `car.normal`, que ens servirà per poder calcular els valors de β_i . Aquesta funció necessita 3 arguments: quins són els barris veïns (`adj`), el pes (`weights`) que tenen i el número (`num`) de barris veïns. `adj` és un vector que ens diu quins són els barris adjacents. `Weights` és un vector per dir el pes de cada veí. En aquest treball cada veí ha tingut el mateix pes, però és possible fer que algun dels veïns tingui més pes. `Num` és un vector que ens diu quants veïns té cada barri.

Tot i que estudiem els homes i les dones per separat, el model que farem servir serà el mateix pels dos sexes, el que canviarà seran les estimacions dels paràmetres, però el model serà el mateix.

Com es pot veure a la taula 4.2 alguns dels valors que farà servir aquest model són *missings* però no és cap inconvenient, ja que el model assignarà valors a aquestes dades faltant.

4.3.2 Model Binomial

En el model espacial del 4.3.1, hem fet un suavitzat després de calcular totes les esperances de vida que podíem. En aquest model, primer farem el suavitzat i després calcularem l'esperança de vida dels barris.

Per poder fer això ens hem de fixar que vol dir m_x , ja que és una relació entre la gent que mort i la gent que viu, llavors es pot entendre com si fos la possibilitat de morir de l'edat x -èsima. Per tant, és bastant lògic que puguem aplicar una distribució binomial per poder calcular m_x .

Igual que el model anterior, té bastant sentit tenir un component espacial, perquè la diferència entre barris que són adjacents no ha de ser molt gran i s'han de comportar similar.

A part, també aprofitarem que també passa una cosa similar amb l'edat: no hi pot haver molta diferència entre les edats consecutives. Per tant, en aquest model tindrem un component espacial i un component amb l'edat. A més a més, també aprofitarem per a un nou paràmetre que sigui la interacció edat i barri. Aquest nou paràmetre ens donarà més flexibilitat.

A diferència d'abans, ara podem aprofitar també la informació de l'edat perquè no l'hem feta servir, ja que de moment encara no hem fet cap estimació sobre l'esperança de vida de cap barri.

El model que hem fet servir és el següent:

$$M_{ix} \sim \text{Bin}(m_{ix}, \text{Pob}_{ix})$$

Com que és un model generalitzat, necessitem una funció link, en aquest cas farem servir una funció lògit, perquè d'aquesta manera estarà definida entre 0 i 1.

$$\text{logit}(m_{ix}) = \alpha + \beta_i + \varphi_x + \psi_{ix}$$

On:

- α és una constant que és la mateixa indiferentment del barri que estiguem parlant.
- β_i fa referència al component espacial de cada barri, aquest component espacial es pot calcular tenint en compte les diferents àrees veïnes. Es defineix com:

$$\beta_i | \gamma_\beta, \beta_1, \dots, \beta_n \sim \text{Normal}(\bar{\beta}_i, \gamma_\beta)$$

$\bar{\beta}_i = \frac{1}{n_i} \sum_{j \in V(i)} \beta_j$, on n_i són la quantitat de barris adjacents que hi ha al barri i-èssim, $V(i)$ és el conjunt de barris adjacents que hi ha al barri i-èssim.

- φ_x fa referència al component de l'edat, igual que el component espacial, també té en compte els valors que són adjacents. Es defineix com:

$$\varphi_x | \gamma_\varphi, \varphi_1, \dots, \varphi_z \sim \text{Normal}(\bar{\varphi}_x, \gamma_\varphi)$$

$\bar{\varphi}_x = \frac{1}{z_x} \sum_{j \in B(x)} \varphi_j$, on z_x són les edats adjacents de l'edat x-essimà, $B(x)$ és el conjunt d'edats adjacents a l'edat x-essimà, totes les edats menys l'edat 0 i l'edat 95 tenen dues edats veïnes, mentre que aquestes dues només tenen una veïna.

- ψ_{ix} és la interacció de barris i edats.

Com que tenim un model Bayesià hem hagut de definir les distribucions a priori. A diferència d'abans, ara només hem decidit fer servir distribucions a priori no informatives perquè no tenim informació de com poden estar relacionades les variables i , tot i que tenim una variable que sigui α igual que abans, no té la mateixa lectura que abans, ja que abans es podia entendre com l'esperança mitjana de tots els barris però ara és el rati de mortalitat mitjana dels barris i aquesta informació no és té. Per tant, les distribucions a priori que hem utilitzat han sigut les següents:

$$\alpha \sim \text{Normal}(0, 0.001)$$

$$\gamma_{\beta} \sim \text{Gamma}(0.001, 0.001)$$

$$\gamma_{\varphi} \sim \text{Gamma}(0.001, 0.001)$$

$$\psi_{ix} \sim \text{Normal}(0, \gamma_{\psi})$$

$$\gamma_{\psi} \sim \text{Gamma}(0.001, 0.001)$$

Igual que el model del 4.3.1, hem necessitat el software estadístic Winbugs per tal de poder fer les estimacions espacials i d'edat. Les dues estimacions han necessitat la funció `car.normal` i els tres arguments explicats en el apartat 4.3.1.

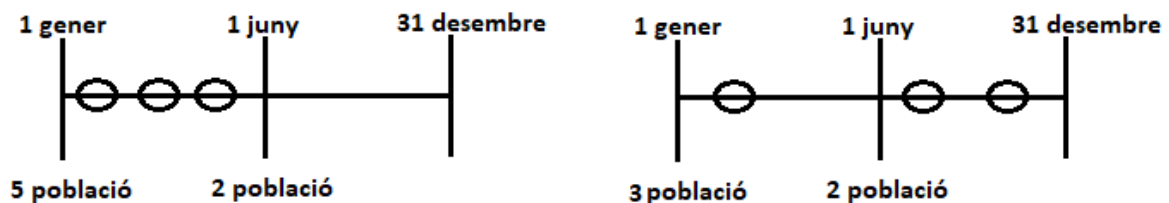
Cal recordar que estudiarem els homes i les dones per separat, però que el model seguirà sent el mateix que abans pels dos sexes, les estimacions dels paràmetres seran el que canviarà.

En aplicar aquest model poden ocórrer diferents problemes. Aquests problemes solen succeir per com són les dades, ja que els morts es van recollint al llarg de tot l'any i la població es recull al juny, cosa que ha fet que hi hagin hagut llocs on teníem més morts que població i d'aquesta manera no es pot calcular el model Binomial.

En analitzar quanta població hi havia realment poden ocórrer dues coses, que hi havia tanta població com el número de morts o que la població total era la suma dels morts amb la població.

En l'esquema 4.3, es mostren les dues opcions que han pogut ocórrer de forma simplificada. Agafarem d'exemple una població de dues persones i tres morts: els cercles fan referència a les morts de les persones.

Esquema 4.3 Possibles opcions en el problema binomial



Com es pot observar en l'esquema 4.3, els dos esquemes portarien al mateix resultat de 2 de població i 3 morts, per solucionar aquest problema s'ha decidit que quan passi que hi ha més morts que població, canviarem el nombre de població pel nombre total de morts, ja que s'ha entès que és l'opció que varia menys brusquement les dades.

El segon problema que s'ha trobat en aplicar el model binomial ha sigut quan s'han trobat valors de població i morts iguals a 0, ja que la distribució binomial com a mínim necessita que la població sigui estrictament més gran a 0. Per resoldre aquest problema, hem seguit l'esperit de l'altra resolució. S'ha entès que com menys es modifiqui la base de dades, millors resultats aconseguirem. Per tant, quan aquest problema ocorri, canviarem el valor de població per 1.

No ha sigut una decisió fàcil de prendre, ja que va en contra de l'esperit d'aquest treball. No es volia fer cap modificació a la base de dades però sense aquesta modificació hagués resultat impossible haver obtingut cap estimació. S'han fet aquestes alteracions i no unes altres perquè són les que modifiquen menys el pes de l'estimació i que, tot i que estem fent una variació, aquesta no és suficientment important perquè tenim barris amb prou persones perquè l'estimació sigui robusta.

4.3.3 Model de Poisson

El model de Poisson segueix el mateix raonament que el model binomial estudiat a l'apartat 4.3.2. Volem fer el suavitzat de les dades abans de calcular l'esperança de vida i també volem tenir una bona estimació del paràmetre m_{ix} . Com ja s'ha anat dient en aquest treball m_{ix} es pot entendre com el rati de morts de la població en una edat i un àrea, i $m_{ix} * Pob_{ix}$ també es pot entendre com el número esperat de gent que morirà donada una població. Si es pensa d'aquesta última forma és bastant raonable pensar que es podria fer servir una distribució de Poisson en lloc d'una Binomial.

Aquest model farà servir la mateixa lògica pel que fa a l'ús de paràmetres per estimar m_{ix} que el model Binomial de l'apartat 4.3.2, però com que no és la mateixa distribució i no funcionen igual, hi haurà algunes petites modificacions.

El model que farem servir és el següent:

$$M_{ix} \sim \text{Poisson}(m_{ix} * Pob_{ix})$$

Com que tornem a tenir un model Generalitzat el que ens fa falta és una funció link, abans necessitàvem que el paràmetre estigues entre en 0 i 1 perquè era una probabilitat. Ara com que ara és el valor esperat de defuncions, aquest ha d'estar entre 0 i infinit, farem servir la funció logaritme per aconseguir això.

$$\log(m_{ix} * Pob_{ix}) = \alpha + \beta_i + \varphi_x + \psi_{ix}$$

On:

- α és una constant que és la mateixa indiferentment del barri que estiguem parlant.
- β_i fa referència al component espacial de cada barri. Aquest component espacial es pot calcular tenint en compte les diferents àrees veïnes. Es defineix com:

$$\beta_i | \gamma_\beta, \beta_1, \dots, \beta_n \sim \text{Normal}(\bar{\beta}_i, \gamma_\beta)$$

$$\bar{\beta}_i = \frac{1}{n_i} \sum_{j \in V(i)} \beta_j, \text{ on } n_i \text{ són la quantitat de barris adjacents que hi ha al barri } i\text{-èsim,}$$

$V(i)$ és el conjunt de barris adjacents que hi ha al barri i -èsim.

- φ_x fa referència al component de l'edat, igual que el component espacial, també té en compte els valors que són adjacents. Es defineix com:

$$\varphi_x | \gamma_\varphi, \varphi_1, \dots, \varphi_z \sim Normal(\overline{\varphi_x}, \gamma_\varphi)$$

$\overline{\varphi_x} = \frac{1}{z_x} \sum_{j \in B(x)} \varphi_x$, on z_x són les edats adjacents de l'edat x -essimà, $B(x)$ és el conjunt d'edats adjacents a l'edat x -essimà, totes les edats menys l'edat 0 i l'edat 95 tenen dues edats veïnes, mentre que aquestes dues només tenen una veïna.

- ψ_{ix} és la interacció de barris i edats.

Pel que fa a les distribucions a priori, com al model Binomial, no tenim informació de com es poden distribuir els paràmetres. Per tant s'ha decidit fer servir distribucions a priori no informatives.

Les distribucions a priori que hem utilitzat han sigut les següents:

$$\alpha \sim Normal(0, 0.001)$$

$$\gamma_\beta \sim Gamma(0.001, 0.001)$$

$$\gamma_\varphi \sim Gamma(0.001, 0.001)$$

$$\psi_{ix} \sim Normal(0, \gamma_\psi)$$

$$\gamma_\psi \sim Gamma(0.001, 0.001)$$

4.4 Elecció del millor model

L'objectiu d'aquest treball és la comparació i recerca del millor mètode per trobar una estimació de l'esperança de vida en poblacions petites.

Tot i que tenim un estadístic que ens diu com és de bo l'ajust no ens ajuda gaire a l'hora d'escollir el millor model, ja que nosaltres volem comparar les estimacions que ens dona el model amb el valor de referència. A part que en tenir models diferents no podríem comparar el model Normal amb els altres dos. En canvi, si que podríem comparar el model Binomial amb el de Poisson, però no ens donaria informació útil per nosaltres.

S'ha decidit utilitzar l'error quadràtic mitjà com l'estimador de referència per comparar aquests models, ja que com s'ha explicat a l'apartat 3.2 entenem que tenim una estimació molt exacta del verdader valor de l'esperança de mida i que podem comparar-lo amb els valors que ens donin els models .

L'error quadràtic mitjà es calcula com:

$$EQM = \frac{1}{\tilde{n}} \sum_{i=1}^{\tilde{n}} (\widehat{EV}_i - EV_i)^2$$

On:

\tilde{N} és el número d'anys que farem les prediccions.

\widehat{EV}_i són els valors predits pel nostre model.

EV_i és l'estimació de referència.

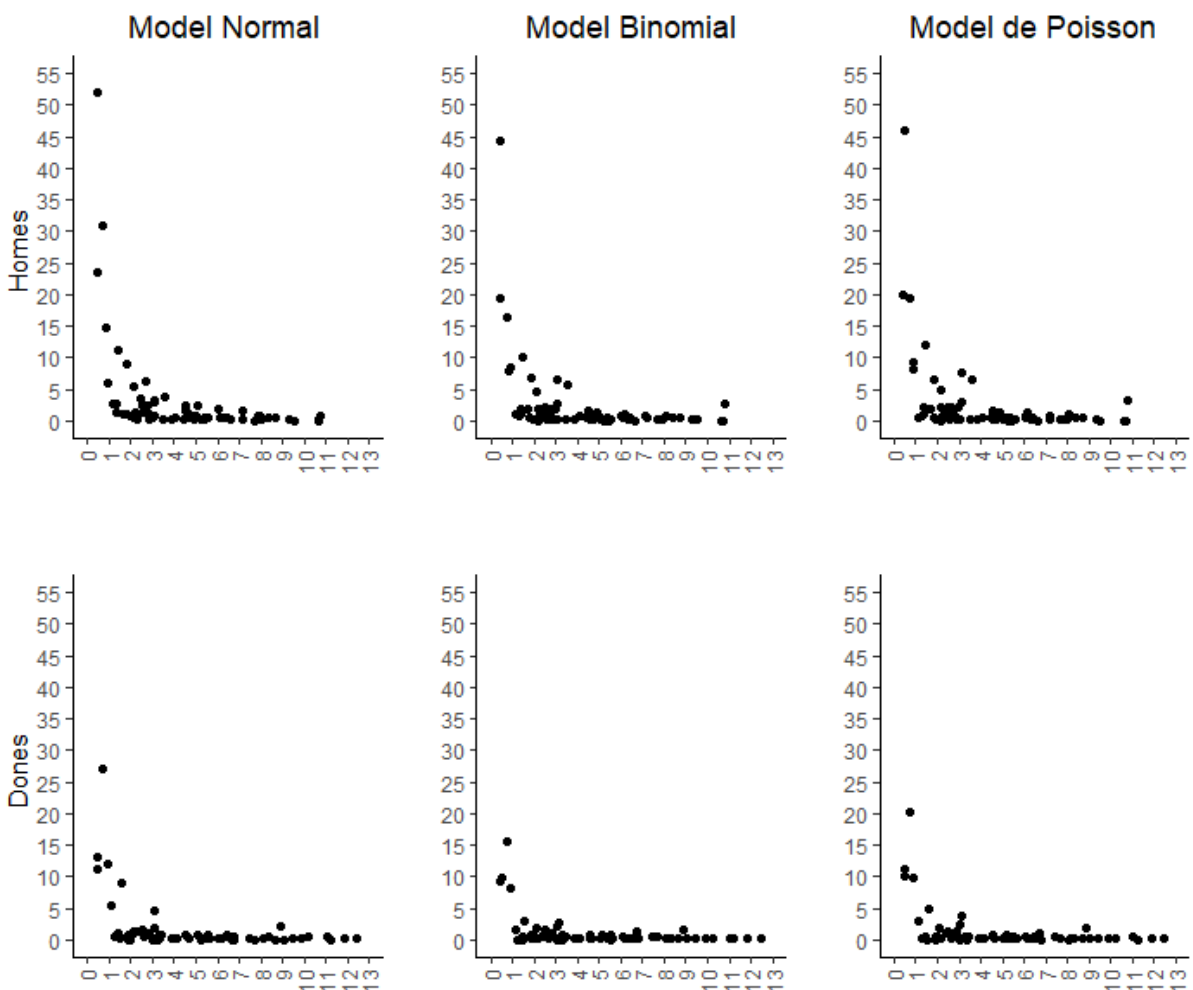
En aquest treball farem tres estimacions any per any dels tres models definits anteriorment. Els anys que agafarem aniran des del 2011 al 2014, en els quals cada any calcularem les estimacions en base als tres models. Per exemple, l'any 2011 estimarem els tres models i ho farem així cada any fins arribar a l'any 2014. En total realitzarem 840 estimacions per sexe. Cal destacar que aquestes estimacions inclouen tots els barris de Barcelona. Agafem aquests anys perquè són els centrals del període i l'estimació de referència és robusta. D'aquesta manera tindrem un error quadràtic mitjà dels 4 anys per cada barri que aprofitarem per fer les comparacions.

Tot i que ara ja tenim quin estimador farem servir per comparar els models, encara tenim un altre problema. El problema és que com comparem els valors de l'error quadràtic mitjà, quin model hauríem d'escollir: agafem aquell model que faci que la suma de tots els errors quadràtics sigui el més petit o escollim aquell model que faci que el valor quadràtic mitjà més gran sigui el més petit de tots. També podríem tenir en compte només la suma dels errors quadràtics mitjans de les poblacions més petites de 10000 o les que són més grans de 10000. Com que no és fàcil saber quin dels resultats és el millor, mostrarem els valors per cada model i si hi ha un model que sigui el millor en les opcions, aquell serà el millor model a utilitzar.

5. Resultats dels Barris de Barcelona

En aquest capítol es mostraran els resultats obtinguts d'aplicar els models explicats en el capítol 4 amb les dades exposades al capítol 2. Els resultats es mostraran primer en forma de gràfic. El gràfic 5.1 és pels 3 models i els dos sexes: en els gràfics hi haurà els errors quadràtics mitjans de les estimacions per cada model. Després es mostraran dues taules, la taula 5.2 i la taula 5.3, una pels homes i l'altra per les dones amb la suma d'errors quadràtics de tots els barris. A més a més, aquestes taules contenen els que tenen menys de 10000 de població i els que en tenen més de 10000 i també mostren el màxim error quadràtic. El gràfic 5.1 mostra la població dividida entre 10000 per una major comprensió.

Gràfic 5.1 Comparació EQM dels models, població dividida entre 10000



El gràfic 5.1 ens mostra com els models han anat millor per les dones, tot i que hi hagués més correlació pels homes. Això es pot deure a que hi havien més dones que homes en la mostra. Per les dones sembla que el major problema sigui pels barris més petits a 10000 persones, tot i que hi ha algun que altre barri que no hem captat del tot bé la seva estimació. Això és un fet bastant comprensible perquè, tot i que tinguin més de 10000 de població, l'establerta per tenir una bona estimació per la literatura, aquesta estimació no deixa de tenir una variabilitat. Pels homes sembla que no tenim cap problema a partir de les 40000 persones en el barri. Tot i que és remarcable que el barri amb més població no estigui amb un error de gairebé zero pels models Binomial i de Poisson, el model Normal estima millor aquests valors. Amb només aquest gràfic sembla com el model Binomial sigui el millor model.

En la taula 5.2 podem veure diversos estadístics ja explicats en el apartat 4.4 per tal de fer les comparacions amb valors numèrics. Aquesta taula és pels homes, els valors marcats amb verd són els mínims de la seva columna.

Taula 5.2 Estadístics EQM dels models pels homes

	EQM	EQM <10000	EQM >10000	Max
Normal	222,09	126,99	95,10	51,90
Binomial	175,18	96,91	78,27	44,41
Poisson	186,39	102,81	83,58	45,90

En la taula 5.3 podem veure els mateixos estadístics però aquesta vegada per les dones.

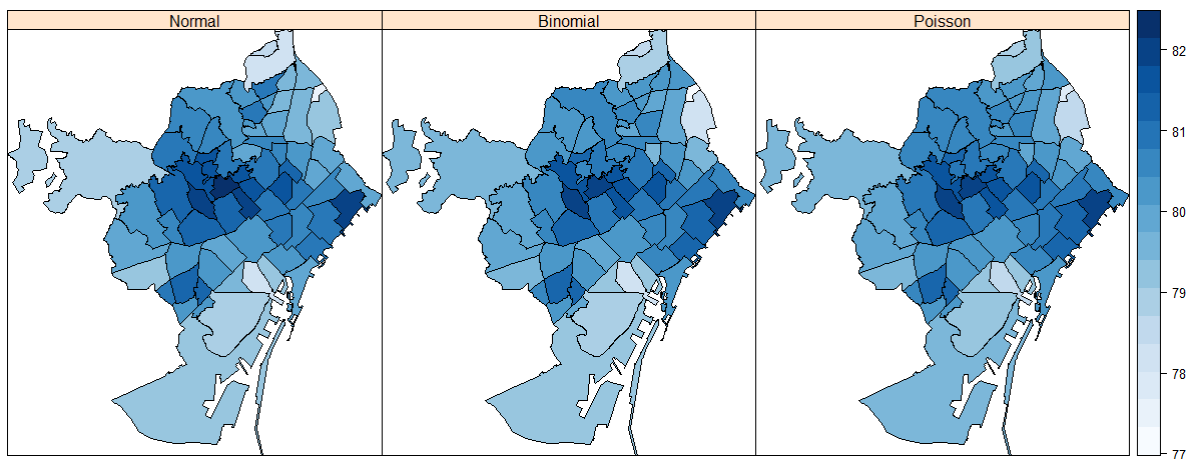
Taula 5.3 Estadístics EQM dels models per les dones

	EQM	EQM <10000	EQM >10000	Max
Normal	113,64	63,39	50,25	27,13
Binomial	80,69	43,04	37,65	15,66
Poisson	92,82	51,57	41,25	20,32

Arran dels resultats podríem dir que el millor model per fer estimacions sigui el model Binomial. Ara dibuixarem en un mapa les esperances de vida de l'any 2012 per veure si els valors són molt diferents els uns dels altres. Pot ser que amb els valors dels estadístics hi hagin

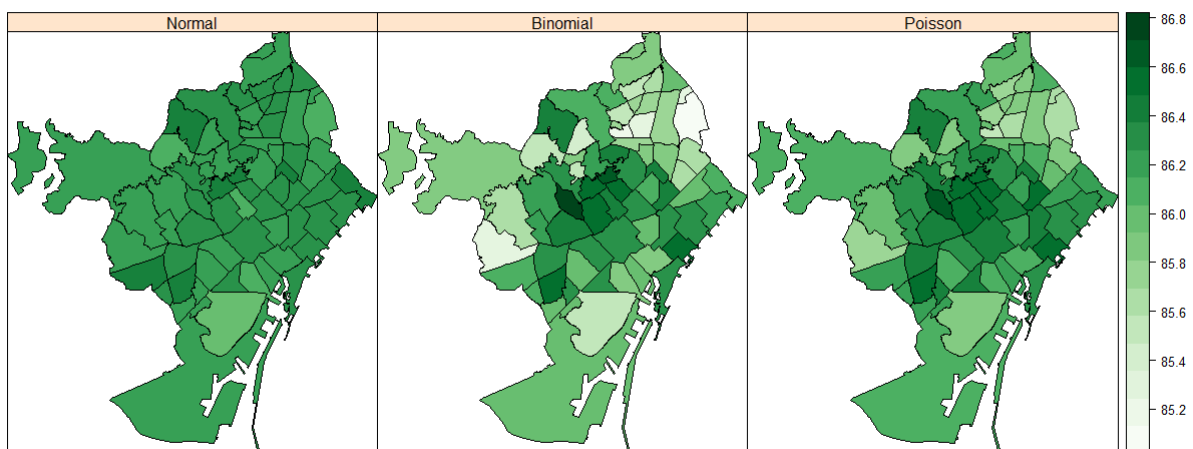
diferències clares sobre quin model és el millor però quan s'ha de donar una estimació puntual de l'esperança de vida en poblacions petites sigui indiferent el model perquè el que estan comparant són el tercer o quart decimal. Al gràfic 5.4 podem observar les esperances de vida dels homes a l'any 2012 segons els 3 models estudiats.

Gràfic 5.4 Estimació de l'esperança de vida dels homes per l'any 2012 segons el model



Al gràfic 5.5 podem veure les esperances de vida de les dones a l'any 2012 segons els 3 models estudiats.

Gràfic 5.5 Estimació de l'esperança de vida de les dones per l'any 2012 segons el model



Es pot veure que pels homes no hi ha molta diferència entre el model que triïs, ja que la majoria de barris tenen les mateixes estimacions puntuals: sobretot entre el model de Binomial i el de Poisson, que semblen gairebé els mateixos. El model Normal sí que té més diferències que els altres dos però tampoc són molt clares aquestes diferències ni sembla que segueixin cap patró, ja que algunes estimacions les sobreestima i altres les subestima, si ho comparem amb el model Binomial que era el millor pels estadístics calculats. Però, mirant els gràfics aquestes diferències no són molt rellevants.

Per les dones, podem observar com sí que sembla que hi ha més diferències segons el model que escollim però aquesta és menor del que sembla, ja que l'escala és molt petita i només va des de 85.2 fins a 86.8.

El model Normal sembla molt homogeni mentre que el Binomial i de Poisson heterogeni. Les diferències entre el model Binomial i de Poisson són relativament petites però és remarcable com el de Poisson sobreestima una mica més les estimacions que el model Binomial tot i que el Binomial li hem hagut d'afegir més població de la que té per fer les estimacions. Tot i així, aquestes sobreestimacions, en tenir una escala tan petita, no sembla que hi hagi un model molt millor que cap altre i és una discussió de decimals.

A l'annex es podran trobar les taules amb totes les estimacions fetes pels models, com també les taules sense aplicar els models per aquestes dades.

5.1. Reflexions sobre els models

En aquest apartat es reflexionarà sobre els resultats que hem obtingut. A partir dels resultats obtinguts és raonable pensar que el millor model a l'hora d'estimar l'esperança de vida en poblacions petites és el Binomial perquè ens dona els errors quadràtics mitjans més petits. Això és innegable, però s'ha de tenir present el que s'ha explicat després d'exposar el model Binomial a l'apartat 4.3.2: s'han hagut de modificar les dades per tal de poder tenir estimacions. Això ens pot causar problemes. En aquest cas concret, pels barris de Barcelona, no hi ha hagut aquest problema. Però si tenim una població molt petita, en el nostre cas bastant més petita de 96, que és el número d'edats diferents que tenim, no seria bona idea

fer servir el model Binomial. En moltes edats no tindríem població, i hauríem de posar un valor d'1 a poblacions que no estaven en la mostra. Modificar aquestes dades portaria problemes, fent que el model Binomial no fos útil quan hi ha poblacions extremadament petites.

En aquest apartat també es volen realitzar algunes explicacions sobre els temps de càlcul de cada model. És fàcil veure que els models Binomial i de Poisson tenen bastant més paràmetres que el model Normal. Això comporta que a l'hora de fer les estimacions dels paràmetres s'hagi de tardar relativament més. A part, com que estem utilitzant mètodes MCMC depenent de la precisió que es vulgui a les cadenes el temps pot ser relativament gran. Això comporta que no sigui molt raonable utilitzar el model Binomial i de Poisson amb una quantitat gran de barris si vols una estimació ràpida.

En la línia del temps de càlcul, el model de Poisson, acostuma a tenir una lenta convergència a les cadenes cosa que no succeeix amb el model Binomial ni amb el Normal: aquests dos últims models convergeixen relativament ràpid. Això implica que, perquè tinguem una bona estimació, o hem de fer moltes simulacions o hem d'ajudar al R i WINBUGS amb uns punts inicials per fer les simulacions molt properes als valors que esperem que surtin. Això últim és bastant difícil, ja que no sabem aquests valors quan estem estudiant per primera vegada el problema cosa que resulta que la majoria de vegades has d'acabar fent més simulacions perquè les cadenes convergeixin, cosa que fa que el model de Poisson sigui el més lent de calcular.

Per acabar les reflexions es vol dir que el model Binomial, tot i els problemes que comporta, és el clar guanyador pels barris de Barcelona. Les seves estimacions són les que han obtingut millors resultats en tots els estimadors de la taula 5.2 i 5.3, tot i que després no variï gaire del model de Poisson.

Per tant, ens agradaria dir que el model Binomial és el millor model per estimar poblacions petites però no ho podem dir tan fàcilment, ja que només s'han analitzat unes dades en concret. A continuació, analitzarem les dades de tot Catalunya per comarques, entenent que Barcelona és una part important de Catalunya i que per conseqüència les dades de comarques

estaran millor estimades pel mateix model Binomial. Si això fos veritat, ens donaria una robustesa més gran per poder dir que el model Binomial és el millor model per estimar l'esperança de vida en poblacions petites.

6. COMARQUES DE CATALUNYA

En aquest capítol es farà el mateix que s'ha fet amb les dades dels barris de Barcelona però aquesta vegada amb les dades de les comarques de Catalunya i d'aquesta manera podrem comprovar si el millor model d'abans segueix sent el millor ara o ha variat.

6.1 Base de dades

En aquest apartat explicarem l'origen de les bases de dades i quina informació contenen. Les bases de dades per les comarques de Catalunya provenen de dos llocs diferents, la primera que ens dona informació sobre la població està treta de la web de l'IDESCAT al padró municipal, i la segona, la de nombre morts, es va haver de demanar a l'Agència de qualitat i avaluació Sanitàries de Catalunya(AQUAS) i ens la van proporcionar ells mateixos.

Per tal de poder fer els càlculs pertinents al treball s'han hagut de modificar les bases de dades perquè quedessin amb 6 variables ben diferenciades. Aquestes 6 variables són:

1) Sexe

La variable Sexe ens diu si el que estem estudiant és home o dona.

2) Any

La variable Any ens diu a quin any van estar recollides les dades, van any per any i van des del 2007 fins el 2018.

3) Edat

La variable Edat ens diu quants anys tenien les persones estudiades, aquesta variable va any per any del 0 fins al 94 i a l'edat 95 estan recollides totes les edats de 95 i més.

4) Comarca

La variable Comarca ens explica de quina comarca de Catalunya estem parlant. En total tenim 42 comarques a Catalunya. A la taula 6.1 tenim el nom de totes les comarques de Catalunya. S'ha considerat millor idea utilitzar l'última distribució de comarques perquè és més actual. Llavors, tenim la comarca del Moianès que es va crear el 2015, però les dades que tenim del Moianès són del 2007 al 2018, ja que es considera que els 10 municipis que la conformen ho fan des del 2007. En el gràfic 6.2 es podran veure d'on provenien aquests municipis.

Taula 6.1 Taula per identificar el número de la comarca amb el nom de la comarca

Comarca	Nom de la comarca	Comarca	Nom de la comarca
1	Alt Camp	22	Montsià
2	Alt Empordà	23	Noguera
3	Alt Penedès	24	Osona
4	Alt Urgell	25	Pallars Jussà
5	Alta Ribagorça	26	Pallars Sobirà
6	Anoia	27	Pla d'Urgell
7	Bages	28	Pla de l'Estany
8	Baix Camp	29	Priorat
9	Baix Ebre	30	Ribera d'Ebre
10	Baix Empordà	31	Ripollès
11	Baix Llobregat	32	Segarra
12	Baix Penedès	33	Segrià
13	Barcelonès	34	Selva
14	Berguedà	35	Solsonès
15	Cerdanya	36	Tarragonès
16	Conca de Barberà	37	Terra Alta
17	Garraf	38	Urgell
18	Garrigues	39	Aran
19	Garrotxa	40	Vallès Occidental
20	Gironès	41	Vallès Oriental
21	Maresme	42	Moianès

Taula 6.2 Taula dels municipis del Moianès i la seva comarca anterior

Municipi	Comarca d'origen
L'Estany Santa Maria d'Oló Moià Calders Monistrol de Calders	Bages
Granera Castellterçol Sant Quirze Safaja Castellcir	Vallès Oriental
Collsuspina	Osona

Al gràfic 6.3 podem veure com estan posicionats aquestes comarques de Catalunya.

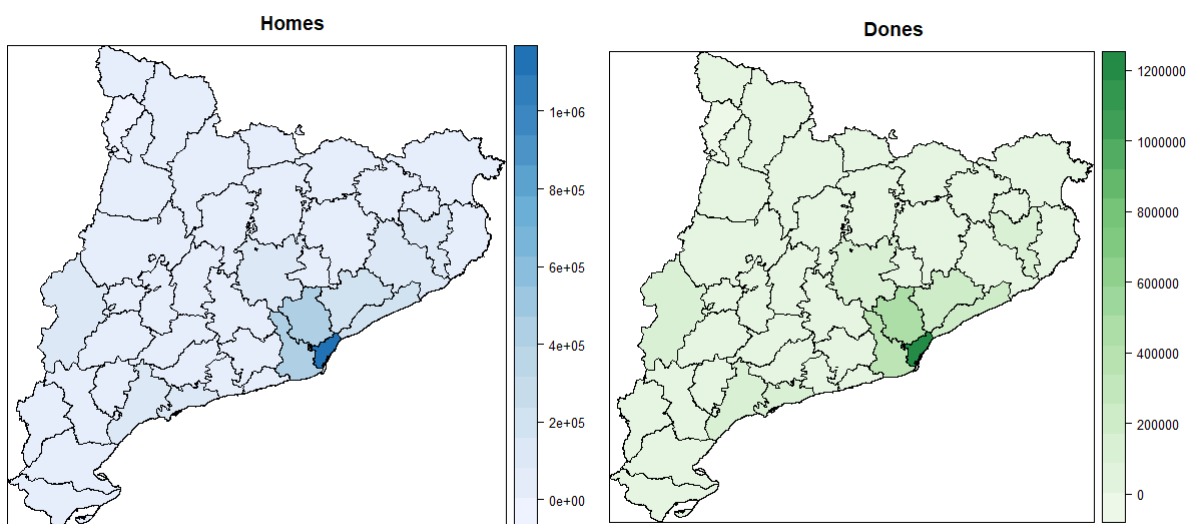
Gràfic 6.3 Mapa de les comarques de Catalunya amb el seu identificador.



5) Població

La variable Població ens diu quanta gent hi ha en cada comarca segons el sexe, l'any i l'edat. En el gràfic 6.4 es poden veure les poblacions segon la comarca a l'any 2012, a l'esquerra pels homes i a la dreta per les dones.

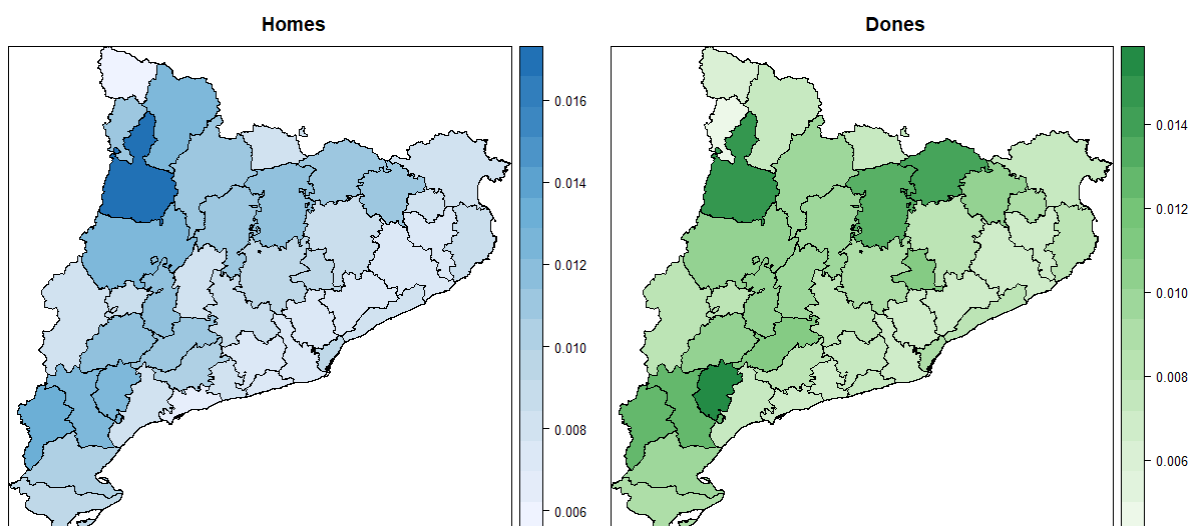
Gràfic 6.4 Població de les comarques de Catalunya per l'any 2012, segons sexe



6) Casos

La variable Morts ens diu quanta gent ha mort en cada comarca segons el sexe, l'any i l'edat. En el gràfic 6.5 es poden veure els morts de l'any 2012 dividit per població de l'any 2012, a l'esquerra els homes a la dreta les dones.

Gràfic 6.5 Morts de l'any 2012 dividit per la població de l'any 2012, segons sexe

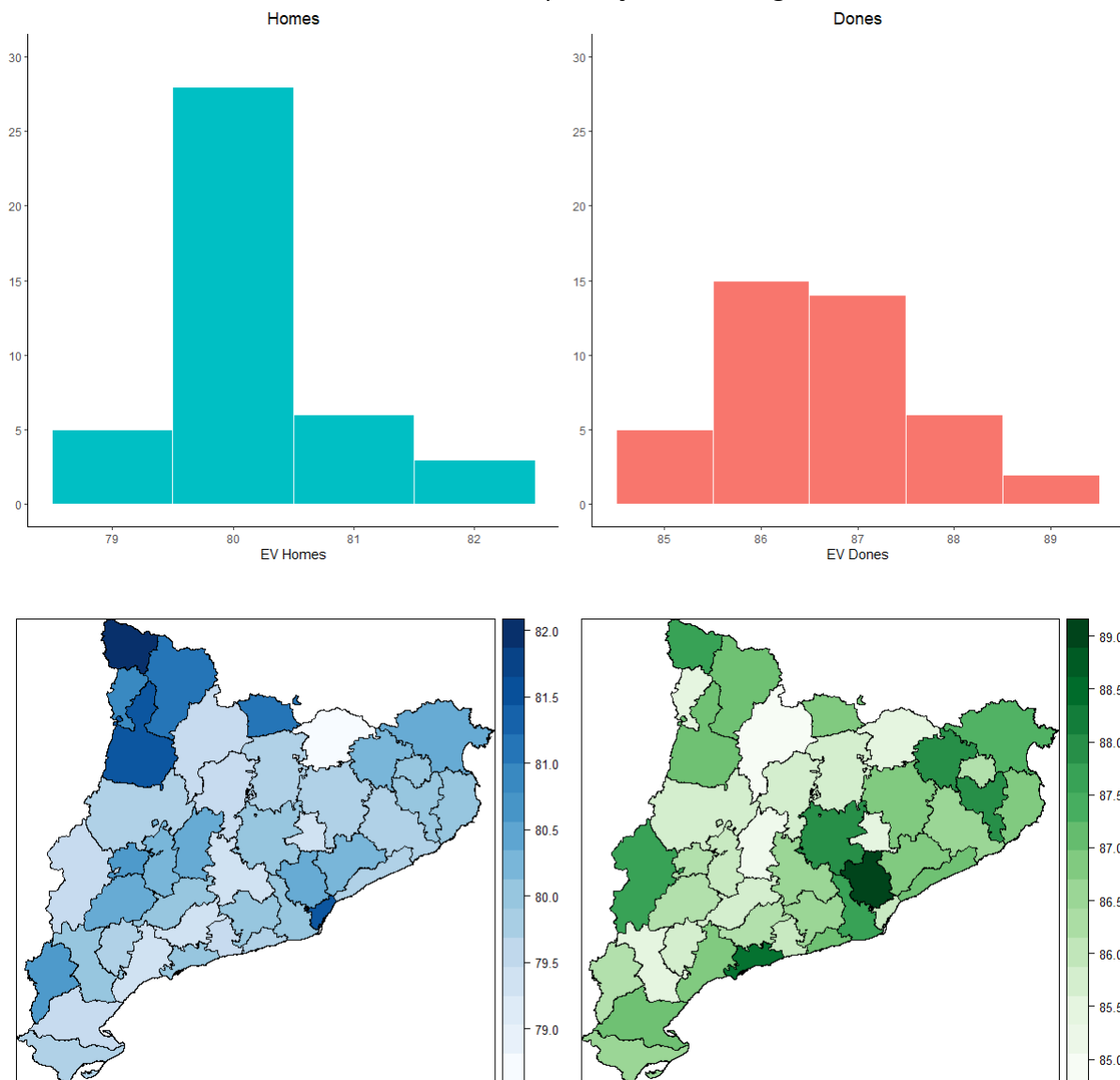


6.2 Esperança de vida Comarques de Catalunya

En aquest capítol mostrarem les estimacions de les comarques de Catalunya que després utilitzarem com a referència per tal de fer les comparacions dels models. Aquestes estimacions han estat calculades igual que les dels barris de Barcelona, agrupant tots els anys des del 2007 fins el 2018 i també les farem servir com a estimacions de referència pels anys centrals del període.

En el gràfic 6.7 podem veure com estan distribuïdes les esperances de vida i també com estan distribuïdes en el mapa de comarques de Catalunya.

Gràfic 6.7 Estimació de l'esperança de vida segon el sexe



Es pot observar que l'esperança de vida pels homes és menor que la de les dones, ja que els homes estan entre els rangs d'edats de 79 fins a 82 anys mentre que per les dones aquest rang va dels 85 anys fins als 89. També es pot veure com la distribució dels homes és menys variada que la de les dones, ja que la majoria dels valors pels homes estan centrats als 80 i les dones tot i tenir els anys 86 i 87 amb més freqüència no hi ha tanta diferència amb les altres esperances.

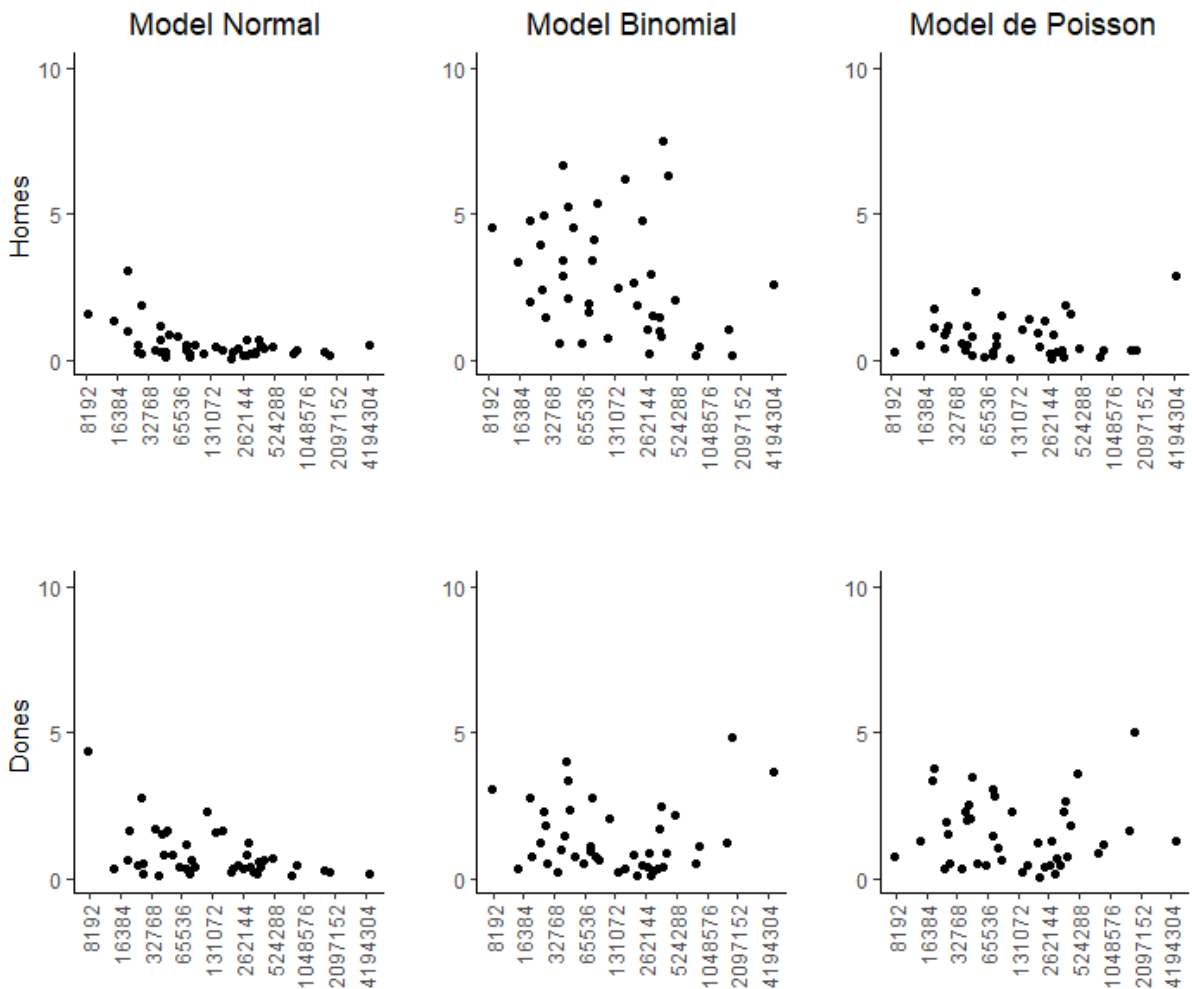
Si observem els mapes podem veure com sembla que hi hagi menys correlació espacial que la que existia pels barris de Barcelona, perquè no hi ha tan degradat de color i sembla bastant aleatori. Tot i que no hi hagi tanta correlació espacial com abans, segueix havent-hi més correlació espacial amb els homes que amb les dones.

6.3 Resultats Comarques de Catalunya

En aquest capítol explicarem tots els resultats que hem obtingut amb les comarques de Catalunya. S'ha de dir que hem aplicat els mateixos models que pels barris de Barcelona i que també hem hagut de fer els mateixos canvis a l'hora de poder aplicar el model Binomial, com també s'han calculat any per any per cada model del 2011 fins al 2014 i s'han fet els càlculs de l'error quadràtic mitjà pels tres models.

En el gràfic 6.8, podem veure la comparació entre els 3 diferents models també diferenciats per sexe. S'ha posat l'escala logarítmica per tal que els gràfics quedin millor visualment, ja que tenim el barcelonès amb molta població comparat amb els altres. A la primera fila hi ha els homes i a la segona les dones. Pel que fa als models, el model Normal correspon a la primera columna, el Binomial a la segona i el de Poisson a la tercera.

Gràfic 6.8 Comparació EQM dels models en escala logarítmica



Observant els gràfics, és difícil veure quin és el millor model pels homes. El que està clar és que el pitjor model és el Binomial, tot i que pels barris de Barcelona havia sigut el millor. Entre el model Normal i el de Poisson a simple vista costa decidir el guanyador perquè el Normal sembla que, en conjunt, afina millor però el de Poisson resulta millor per poblacions petites però no és bo per les poblacions grans.

Per les dones sembla que torni a passar una cosa semblant, tot i que aquesta vegada el model Binomial no és tan dolent com abans i és molt més semblant al model de Poisson. Tot i això, sembla que sigui el pitjor, ja que no estima tan bé les poblacions petites ni les més grans de

forma correcte. Entre el model Normal i el de Poisson torna a passar el que passava abans amb els homes. El Normal sembla, en conjunt, que ho fa millor però el de Poisson és molt millor amb les estimacions de les poblacions molt petites.

Per fer bé les comparacions es tornaran a mostrar els diferents estadístics que hem utilitzat en el capítol 5. Primer ensenyarem els homes i després ensenyarem les dones. Marcarem amb verd els errors quadràtics més petits perquè visualment sigui més fàcil de veure els millors models. En la taula 6.9 podem veure diversos estadístics ja explicats per tal de fer les comparacions amb valors numèrics. Cal destacar que aquesta taula és només pels homes.

Taula 6.9 Estadístics EQM dels models pels homes

	EQM	EQM <10000	EQM >10000	Max
Normal	22,62	1,56	21,06	3,04
Binomial	117,63	4,50	113,13	7,47
Poisson	31,02	0,29	30,73	2,89

En la taula 6.10 podem veure els estadístics però ara per les dones. Els valors marcats amb verd són els mínims de la seva columna.

Taula 6.10 Estadístics EQM dels models per les dones

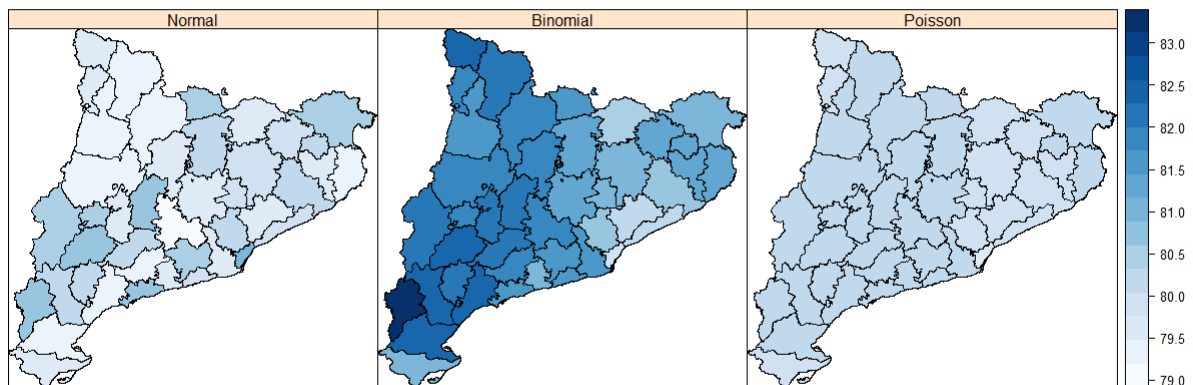
	EQM	EQM <10000	EQM >10000	Max
Normal	34,84	4,36	30,48	4,36
Binomial	56,85	3,04	53,81	4,84
Poisson	64,61	0,75	63,86	5,01

Amb els resultats dels estadístics mostrats a la taula 6.9 no sembla clar quin és el millor model. Es dubta entre el Normal o el de Poisson, ja que estan més o menys empatats i depèn del que es valori més es pot triar un o altre. El remarcable d'aquests resultats és que el model que funcionava millor pels barris de Barcelona és el que funció pitjor pel que fa a les comarques de Catalunya. Cal destacar que la diferència és molt elevada.

Per les dones, s'observa a la taula 6.10 com el model Normal és el guanyador a gairebé tots els indicadors. Tot i això, és el que pitjor estima les poblacions més petites a 10000. El model Binomial i de Poisson realitzen aquesta estimació millor. El model de Poisson afina molt bé aquestes estimacions amb poblacions petites però després és el pitjor amb tots els altres estimadors que hem escollit.

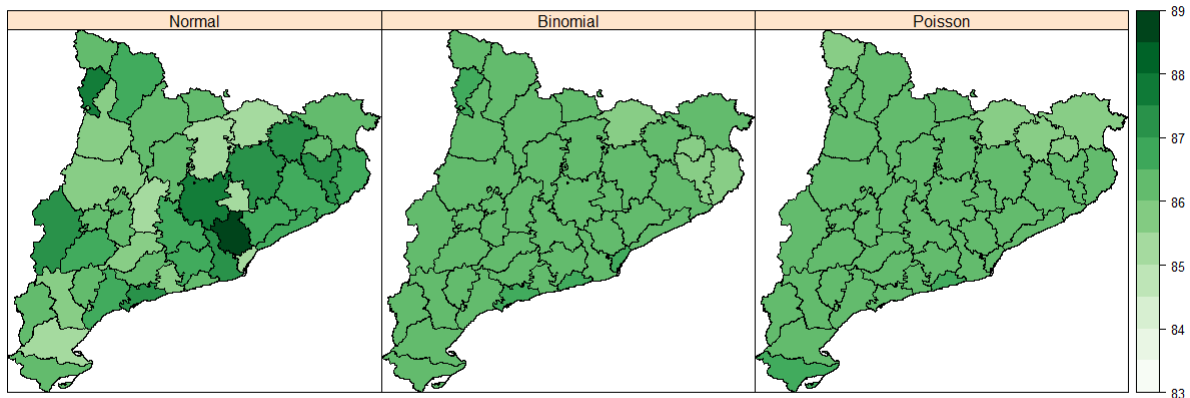
En el gràfic 6.11, es mostren les estimacions puntuals pels homes a l'any 2012 obtingudes pels nostres models per veure si és una discussió de decimals o si hi ha diferències notables.

Gràfic 6.11 Estimació de l'esperança de vida dels homes per l'any 2012 segons el model



Al gràfic 6.12, estan les esperances de vida de les dones a l'any 2012 segons els 3 models estudiats.

Gràfic 6.12 Estimació de l'esperança de vida de les dones per l'any 2012 segons el model



Pels homes es pot veure com hi ha diferència d'estimacions depenent del model escollit. El model Normal és el que ens dona els valors més heterogenis mentre que el model Binomial i el de Poisson són estimacions bastant homogènies, sobretot el model de Poisson.

Que sigui el model Normal el més heterogeni és sorprenent, ja que abans era el més homogeni de tots, sobretot per les dones. En aquest cas és justament al contrari: sembla raonable pensar que pot ser una causa derivada de què les dades no tenen tanta correlació com abans.

La sobreestimació del model Binomial i el perquè és el pitjor en aquest cas és pel fet que s'han modificat les dades. En haver hagut de posar població en llocs on no hi era, ha inflat els resultats, tot i que amb els barris de Barcelona ens hagués ajudat, amb aquestes dades no ens ha sigut de tanta ajuda. Haurem de continuar estudiant per saber quina podria ser la millor modificació de les dades.

Per les dones succeeix una cosa similar que amb els homes, ja que tornem a tenir diferències depenent el model que fem servir: el model Normal segueix sent el més heterogeni mentre que el Binomial i el de Poisson són gairebé els mateixos. Amb les dones no es veuen diferències molt significatives entre aquests dos models perquè sembla que estiguin estimant el mateix.

A l'annex es podran trobar les taules amb totes les estimacions fetes pels models, com també sense aplicar els models per aquestes dades.

7. Conclusions

- El model que s'ajusta millor a les dades dels barris de Barcelona és el model Binomial, tant per homes com per dones, però sense diferències excessives amb els altres models.
- El model que s'ajusta millor a les dades de les comarques de Catalunya és el Normal per les dones mentre que pels homes no està clar quin model és el millor. Pot ser el model Normal i el de Poisson, tot depèn dels criteris escollits.
- El model Binomial i el de Poisson són sempre els més similars, ja que fan els mateixos suavitzats però amb distribucions diferents.
- S'hauria de seguir estudiant si aquests models actuen de la mateixa forma amb poblacions diferents i similars per tal d'estar més segur de totes les propietats explicades i descobertes.
- En dades amb molts barris o comarques el temps de càlcul computacional és un factor determinant a l'hora de prendre decisions i escollir el millor model.
- La convergència de les cadenes simulades mitjançant MCMC és una cosa molt important i que s'ha de veure i comprovar perquè pot afectar a les estimacions.
- Falta seguir estudiant com modificar les dades perquè el model Binomial estimi millor les esperances.
- D'acord amb els resultats obtinguts, no es pot dir que existeixi un millor model per utilitzar sempre, ja que depenen de diversos factors. En la taula 7.1 es mostraran alguns pros i contres dels models estudiats.

Taula 7.1 pros i contres dels models estudiats

	Pros	Contres
Normal	<ul style="list-style-type: none">• És el millor model ajustant quan el component espacial no és molt elevat.• Menor temps de càlcul computacional.• El més ràpid de calcular.	<ul style="list-style-type: none">• Pitjor model ajustant quan el component espacial és molt elevat
Binomial	<ul style="list-style-type: none">• És el millor model ajustant quan el component espacial és molt elevat.• Similar al model de Poisson.	<ul style="list-style-type: none">• Temps de càlcul computacional elevat• No serveix per poblacions extremadament petites.• Molt possible que s'hagin de prendre decisions de les dades que és tenen.
Poisson	<ul style="list-style-type: none">• Similar al model Binomial.• Més robust que el model Binomial i no s'han de prendre decisions de les dades que és tenen.	<ul style="list-style-type: none">• Temps de càlcul computacional elevat.• Convergència de les cadenes molt lenta.• El més lent d'estimar de tots.

Bibliografia

Chiang, C. L. (1977). *Life Table And Mortality Analysis*.

Clayton DG, B. L. (1993). Spatial Correlation in Ecological Analysis. 10.

Congdon, P. (2009). Life Expectancies for Small Areas: A Bayesian Random Effects Methodology. 19.

Congdon, P. (2014). Estimating life expectancies for US small areas: a regression framework. 18.

Eubank, N. (2015). *Making maps in R*. Recollit de By Nick Eubank, building off excellent tutorials by Claudia Engel: http://www.nickeubank.com/wp-content/uploads/2015/10/RGIS3_MakingMaps_part1_mappingVectorData.html

Fernàndez, A. B. (2009). *Anàlisi Bayesiana fent servir models lineals*.

White, K. M. (2004). Longevity Advances in High-Income Countries, 1955-96. 18.

Annex

En l'annex es posaran les dades que es consideren rellevants i que no han pogut ser exposades en la memòria per raons diverses.

Funcions R

A continuació s'exposen les funcions que hem fet servir de R. No són les úniques maneres que hi ha d'obtenir els resultats però sí les que s'han fet servir en aquest treball. Perquè funcionin els models has de tenir el WNBUGS a R.

Funció esperança de vida R

```
evida <- function(ax,d,p){
  n <- length(ax)
  mx <- d/p
  qx <- (mx)/(1 + (1-nax) *mx)
  qx <- c(qx[-(length(qx))], 1)
  l0 <- 100000
  px <- 1-qx
  lx <- cumprod(c(l0, px))
  dx <- -diff(lx)
  lx <- lx[-length(lx)]
  Lx <- ((lx-(1-ax)*dx)
  Lx <- c(Lx[-(length(Lx))], (lx[length(lx)]/mx[length(mx)]))
  Tx <- c(rev(cumsum(rev(Lx))))
  ex <- Tx/lx
  return(e0=ex[1])
}
```

Lectura mapa de Barcelona

```
library(rgdal)
mapa <- readOGR("C:/Users/usuario/Desktop/TFG
/imatge barri", "shapefiles_barrio_barcelona")
```

Creació matrius veïnes

```
library(spdep)
veins <- poly2nb(mapa2)
matriu_veins <- nb2WB(veins)
adj <- dput(matriu_veins$adj, control = NULL)
weights <- dput(matriu_veins$weights, control = NULL)
num <- dput(matriu_veins$num, control = NULL)
```

Model Normal

```
library(R2WinBUGS)
##el model serà el mateix per tots
bugs_model_espacial <-
  "model{
    for(i in 1:N){
      y[i] ~ dnorm(mu[i], pre[i])
      mu[i] <- alpha+ beta[i]+ran[i]
      pre[i]<- pob[i]*tau_pre
      ran[i] ~ dnorm(0, tau_ran)
    }
    beta[1:N] ~ car.normal(adj[], weights[], num[], tau_beta)

    alpha ~ dnorm(80, 0.001)
    tau_pre ~ dgamma(0.001, 0.001)
    tau_beta ~ dgamma(0.001, 0.001)
    tau_ran ~ dgamma(0.001, 0.001)
  }"
```

Model Binomial

```
library(R2WinBUGS)

bugs_model_binomial <-
  "model{
    for(i in 1:N){
      for(x in 1:X){
        y[i,x] ~ dbin(mx[i,x], pob[i,x])
        logit(mx[i,x]) <- alpha + espa[i]+ age[x]+u[i,x]
        u[i,x] ~ dnorm(0,tau_u)}}
    espa[1:N] ~ car.normal(adj[], weights[],
      num[], tau_espa)
    age[1:X] ~ car.normal(adj_age[], weights_age[],
      num_age[], tau_age)
    alpha ~ dnorm(0, 0.001)
    tau_espa ~ dgamma(0.001, 0.001)
    tau_age ~ dgamma(0.001, 0.001)
    tau_u ~ dgamma(0.001, 0.001)
  }
```

Model de Poisson

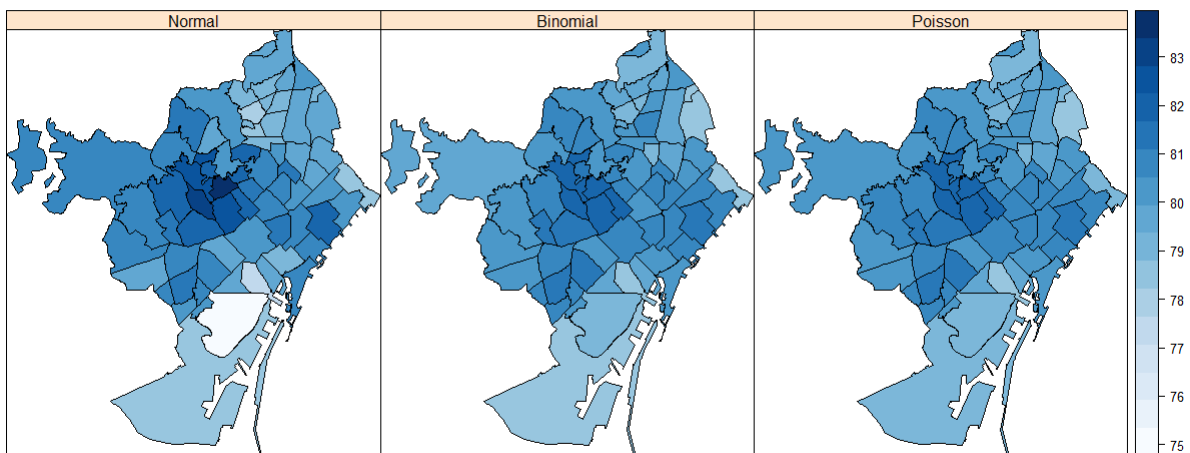
```
library(R2WinBUGS)
##el model serà el mateix per tots
bugs_model_poisson <-
  "model{
    for(i in 1:N){
      for(x in 1:X){
        y[i,x] ~ dpois(cafe[i,x])
        cafe[i,x] <- mx[i,x]*pob[i,x]
        log(mx[i,x]) <- alpha + espa[i]+age[x]+u[i,x]
        u[i,x] ~ dnorm(0,tau_u)}}
    espa[1:N] ~ car.normal(adj[], weights[],
      num[], tau_espa)
    age[1:X] ~ car.normal(adj_age[], weights_age[],
      num_age[], tau_age)
    alpha ~ dnorm(0, 0.001)
    tau_espa ~ dgamma(0.001, 0.001)
    tau_age ~ dgamma(0.001, 0.001)
    tau_u ~ dgamma(0.001, 0.001)
  }
```

Mapes i taules

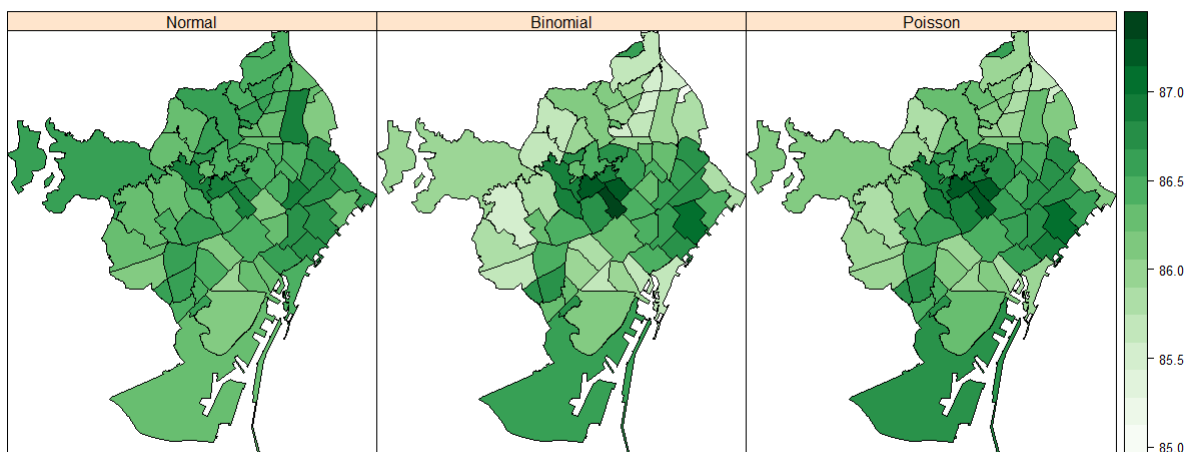
A continuació s'exposen els mapes i les taules que no s'han pogut mostrar en el cos del treball i s'han reservat per l'annex.

Barris de Barcelona

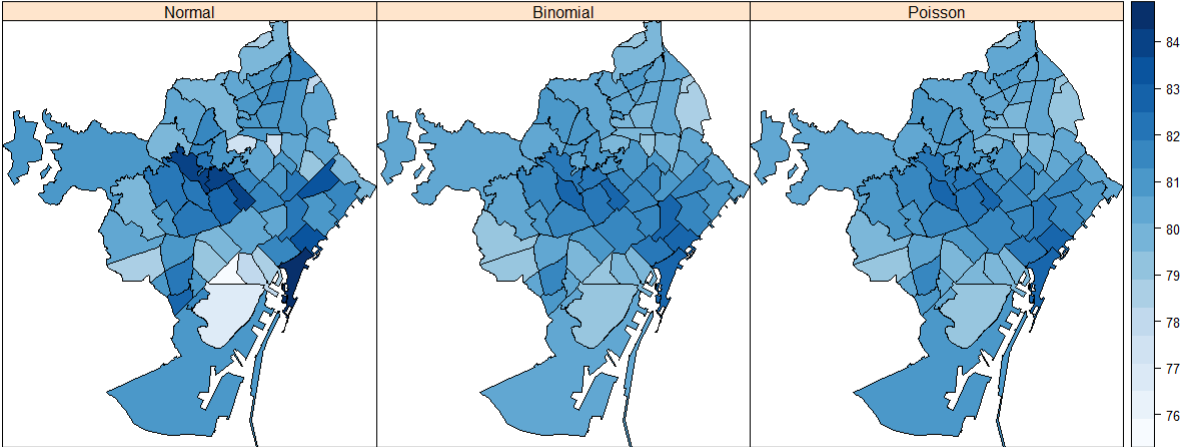
Estimació models any 2011 per homes, barris de Barcelona.



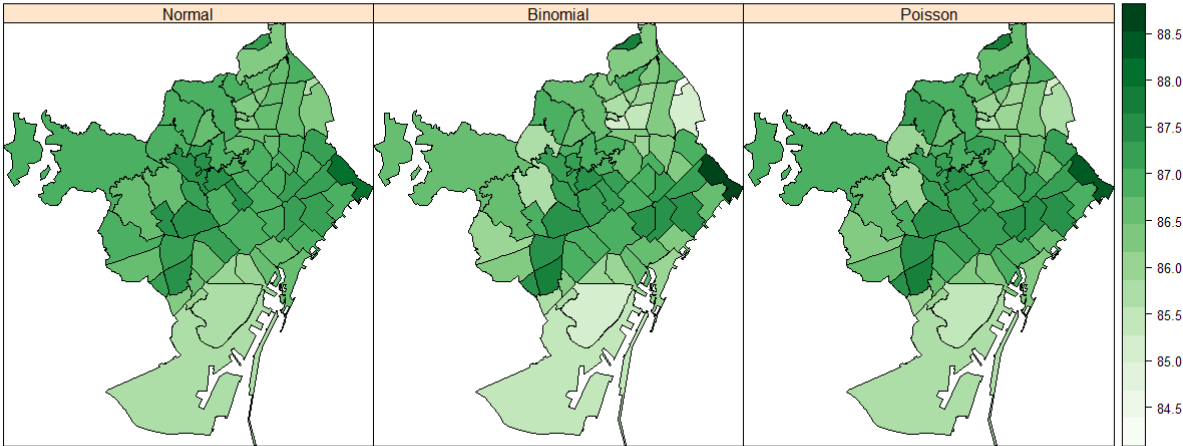
Estimació models 2011 per dones, barris de Barcelona



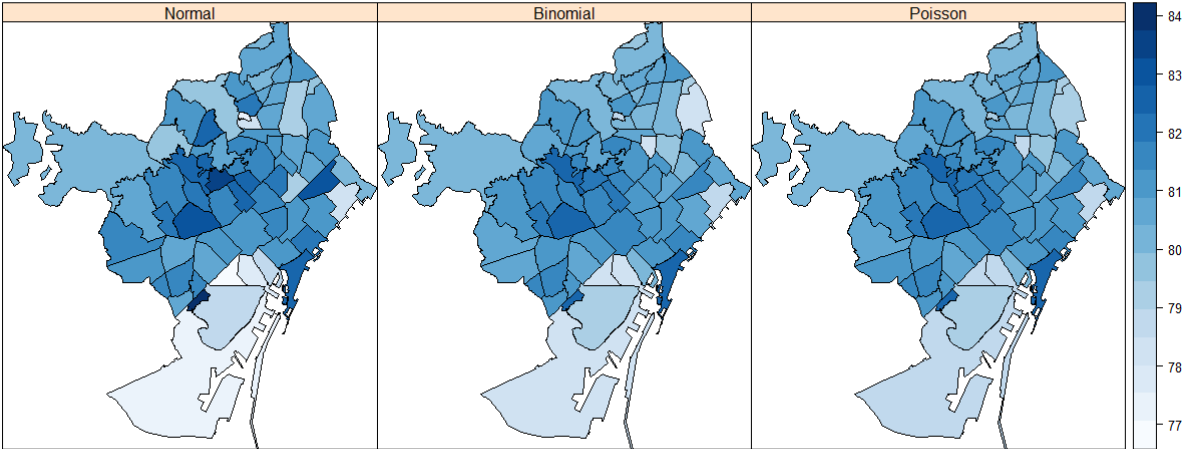
Estimació models 2013 per homes, barris de Barcelona



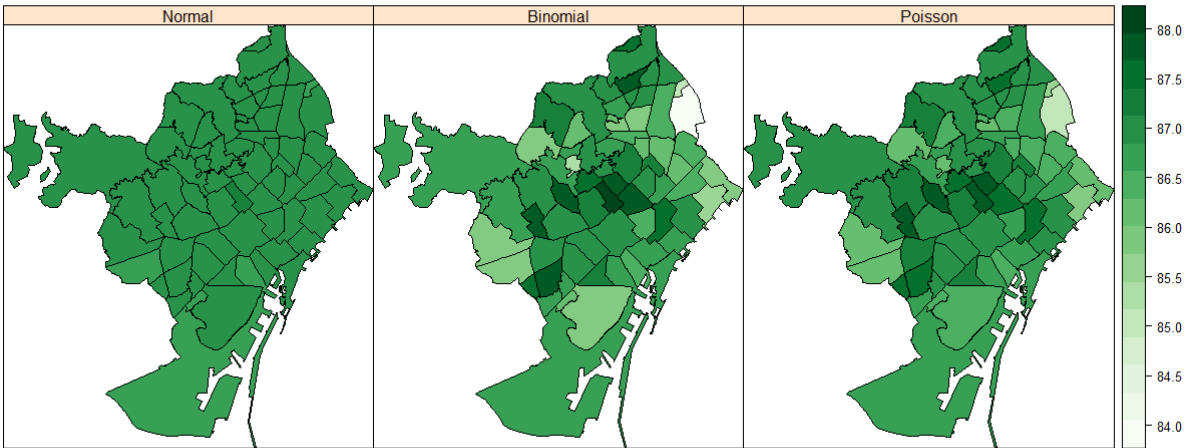
Estimació models 2013 per dones, barris de Barcelona



Estimació models 2014 per homes, barris de Barcelona



Estimació models 2014 per dones, barris de Barcelona



Taula esperança de vida dels homes any 2011, barris de Barcelona

Barri	EV_ref	EV 2011	Normal	Binomial	Poisson	Barri	EV_ref	EV 2011	Normal	Binomial	Poisson
1	77,15	77,09	77,36	78,41	78,60	37	79,28	80,32	80,26	80,36	80,42
2	76,81	79,54	79,55	79,84	79,92	38	79,49	78,39	79,03	80,08	80,12
3	76,39	73,57	75,32	78,79	79,01	39	79,42	N/A	78,89	80,55	80,50
4	78,64	78,42	78,53	78,66	78,89	40	77,10	77,76	78,45	80,05	80,09
5	81,17	80,52	80,31	80,44	80,48	41	80,41	N/A	79,01	79,42	79,67
6	81,18	81,19	81,04	80,98	80,98	43	80,12	77,34	77,86	79,24	79,35
7	80,99	80,26	80,31	80,67	80,71	44	80,75	79,30	79,27	79,40	79,49
8	81,12	80,74	80,71	80,85	80,85	45	80,15	81,43	81,26	80,84	80,85
9	81,42	81,67	81,51	81,21	81,18	46	79,84	79,22	79,26	79,72	79,77
10	81,18	80,95	80,92	80,68	80,73	47	75,54	N/A	79,14	79,25	79,31
11	78,79	79,63	79,71	79,60	79,73	48	79,67	79,31	79,28	80,07	80,08
12	79,60	79,41	79,64	80,02	80,11	49	79,30	N/A	79,51	79,59	79,65
14	79,86	N/A	80,57	80,12	80,22	50	78,01	N/A	79,58	78,87	79,07
15	80,14	80,66	80,85	79,86	80,01	51	79,11	N/A	79,47	80,29	80,26
16	80,94	80,84	80,94	80,42	80,54	52	80,21	80,45	80,25	80,21	80,20
17	81,05	81,35	81,37	81,15	81,14	53	75,30	78,74	79,02	78,54	78,80
18	81,11	82,05	81,96	80,99	81,04	54	74,36	N/A	79,50	78,23	78,52
19	82,04	82,33	82,15	81,17	81,20	55	78,92	N/A	80,91	80,48	80,56
20	82,63	83,44	83,15	81,99	81,95	57	80,10	N/A	79,43	79,76	79,84
21	83,43	82,55	82,42	81,90	81,82	58	73,14	N/A	79,93	79,84	79,90
22	78,38	N/A	82,13	81,50	81,42	59	77,85	N/A	80,30	78,82	79,03
23	81,98	81,19	81,02	80,21	80,29	60	81,13	81,65	81,48	80,94	80,95
24	83,42	84,11	83,39	81,95	81,85	61	81,42	80,89	80,87	81,04	81,04
25	81,84	82,91	82,70	81,97	81,88	62	80,44	79,69	79,95	80,57	80,60
26	82,55	82,33	82,21	81,92	81,86	63	81,66	80,69	80,66	80,61	80,66
27	82,19	81,00	81,10	80,96	80,98	64	81,13	80,99	80,95	80,53	80,56
28	81,61	82,08	81,89	80,74	80,76	65	81,31	82,13	81,87	81,26	81,18
29	79,41	N/A	80,83	80,35	80,42	66	81,05	80,58	80,45	80,60	80,62
30	79,59	82,22	81,69	80,84	80,81	67	83,50	N/A	80,39	80,59	80,65
31	80,35	80,09	80,32	80,32	80,39	68	79,95	78,16	78,43	78,77	78,96
32	81,35	82,81	82,49	82,03	81,97	69	82,46	N/A	80,05	80,58	80,59
33	80,84	80,72	80,89	80,16	80,30	70	79,07	79,32	79,41	80,29	80,32
34	79,83	77,63	78,80	80,19	80,33	71	80,30	N/A	79,54	80,46	80,45
35	80,77	81,85	81,64	81,05	81,06	72	79,97	79,60	79,84	80,09	80,20
36	81,57	79,25	79,92	80,77	80,83	73	80,29	81,07	80,86	81,10	81,09

Taula esperança de vida dels homes any 2012, barris de Barcelona

Barri	EV_ref	EV 2012	Normal	Binomial	Poisson	Barri	EV_ref	EV 2012	Normal	Binomial	Poisson
1	77,15	76,89	78,11	78,27	78,46	37	79,28	79,68	80,20	80,56	80,62
2	76,81	79,23	79,51	79,19	79,32	38	79,49	81,20	80,51	80,47	80,50
3	76,39	76,56	78,77	78,88	79,10	39	79,42	N/A	80,08	80,62	80,60
4	78,64	78,57	79,18	79,29	79,41	40	77,10	76,60	79,75	80,06	80,13
5	81,17	80,90	80,36	80,07	80,10	41	80,41	N/A	80,26	80,31	80,46
6	81,18	81,92	81,21	81,19	81,13	43	80,12	82,20	80,92	80,57	80,59
7	80,99	80,29	80,35	80,25	80,28	44	80,75	80,65	80,36	80,16	80,21
8	81,12	81,48	80,92	80,57	80,57	45	80,15	81,17	80,83	80,67	80,67
9	81,42	81,90	81,36	81,13	81,11	46	79,84	83,20	80,94	80,35	80,39
10	81,18	80,06	80,29	80,29	80,36	47	75,54	N/A	80,34	80,24	80,23
11	78,79	78,55	79,13	79,11	79,24	48	79,67	78,25	79,62	80,06	80,08
12	79,60	78,44	79,34	79,46	79,57	49	79,30	N/A	79,72	80,12	80,08
14	79,86	79,52	79,86	79,93	80,00	50	78,01	75,54	78,30	78,96	79,11
15	80,14	76,39	78,97	79,55	79,67	51	79,11	77,93	78,44	78,59	78,75
16	80,94	80,63	80,40	79,96	80,06	52	80,21	79,90	79,54	80,14	80,12
17	81,05	80,09	80,43	80,63	80,63	53	75,30	72,27	77,54	77,32	77,76
18	81,11	81,73	81,21	80,74	80,77	54	74,36	N/A	79,35	78,23	78,62
19	82,04	81,67	81,13	81,17	81,14	55	78,92	N/A	81,04	80,89	80,88
20	82,63	83,09	82,01	81,92	81,82	57	80,10	N/A	79,57	79,99	80,01
21	83,43	N/A	81,56	81,68	81,63	58	73,14	N/A	80,33	80,17	80,20
22	78,38	N/A	81,51	80,76	80,91	59	77,85	N/A	80,76	79,63	79,90
23	81,98	79,82	80,03	80,26	80,29	60	81,13	81,45	81,22	81,26	81,21
24	83,42	83,89	82,15	81,99	81,88	61	81,42	82,34	81,62	81,60	81,51
25	81,84	81,39	81,36	81,04	81,07	62	80,44	82,18	81,06	80,96	80,93
26	82,55	82,78	82,00	81,62	81,56	63	81,66	80,44	80,65	80,75	80,78
27	82,19	82,21	81,74	81,73	81,65	64	81,13	81,24	80,85	81,15	81,11
28	81,61	82,57	81,79	81,70	81,61	65	81,31	80,99	80,90	81,24	81,23
29	79,41	N/A	81,08	80,83	80,83	66	81,05	84,92	82,11	81,99	81,82
30	79,59	78,18	79,90	80,52	80,54	67	83,50	N/A	80,36	80,30	80,33
31	80,35	80,88	80,98	81,04	80,99	68	79,95	79,14	79,84	80,46	80,48
32	81,35	82,71	81,78	81,39	81,37	69	82,46	N/A	80,66	80,79	80,77
33	80,84	81,33	81,03	80,39	80,47	70	79,07	79,08	79,83	80,13	80,17
34	79,83	N/A	80,26	80,68	80,64	71	80,30	79,22	79,74	79,73	79,86
35	80,77	80,15	80,59	80,42	80,48	72	79,97	79,05	79,80	79,99	80,08
36	81,57	79,81	80,60	80,40	80,48	73	80,29	80,48	80,30	80,12	80,17

Taula esperança de vida dels homes any 2013, barris de Barcelona

Barri	EV_ref	EV 2013	Normal	Binomial	Poisson	Barri	EV_ref	EV 2013	Normal	Binomial	Poisson
1	77,15	N/A	78,18	79,66	79,75	37	79,28	79,77	79,77	80,29	80,36
2	76,81	75,88	75,89	79,33	79,51	38	79,49	80,68	80,68	79,90	80,05
3	76,39	76,76	76,76	79,09	79,31	39	79,42	N/A	81,18	79,79	79,91
4	78,64	80,77	80,77	80,65	80,68	40	77,10	80,79	80,80	79,57	79,79
5	81,17	81,45	81,45	80,56	80,63	41	80,41	N/A	80,31	80,81	80,83
6	81,18	80,71	80,71	80,52	80,61	43	80,12	N/A	80,74	80,50	80,55
7	80,99	82,56	82,56	80,97	81,03	44	80,75	80,42	80,42	80,16	80,26
8	81,12	81,06	81,06	80,56	80,66	45	80,15	80,49	80,49	81,63	81,63
9	81,42	82,20	82,20	81,74	81,72	46	79,84	N/A	80,81	80,74	80,72
10	81,18	80,78	80,78	80,40	80,49	47	75,54	N/A	81,08	80,32	80,33
11	78,79	78,29	78,29	79,71	79,92	48	79,67	81,31	81,31	80,50	80,47
12	79,60	78,75	78,75	79,28	79,46	49	79,30	N/A	81,24	80,45	80,47
14	79,86	N/A	80,12	79,36	79,58	50	78,01	79,56	79,56	80,02	80,10
15	80,14	81,18	81,18	80,61	80,66	51	79,11	78,87	78,87	78,95	79,17
16	80,94	80,00	80,01	80,67	80,76	52	80,21	81,30	81,30	80,58	80,61
17	81,05	80,72	80,72	81,11	81,15	53	75,30	77,79	77,79	78,85	79,05
18	81,11	82,44	82,44	81,63	81,64	54	74,36	N/A	80,09	78,78	79,00
19	82,04	82,26	82,26	81,54	81,58	55	78,92	N/A	81,57	81,80	81,78
20	82,63	N/A	82,39	82,65	82,58	57	80,10	N/A	81,08	80,25	80,30
21	83,43	83,75	83,75	82,08	82,05	58	73,14	N/A	80,42	79,69	79,79
22	78,38	N/A	82,36	80,48	80,74	59	77,85	77,56	77,56	79,02	79,35
23	81,98	84,27	84,27	82,56	82,50	60	81,13	81,16	81,16	80,79	80,86
24	83,42	83,68	83,68	81,96	81,91	61	81,42	80,89	80,89	81,43	81,42
25	81,84	82,80	82,80	82,15	82,15	62	80,44	82,21	82,20	81,05	81,05
26	82,55	83,77	83,77	82,83	82,75	63	81,66	N/A	81,90	82,62	82,46
27	82,19	81,69	81,69	81,86	81,84	64	81,13	83,44	83,44	82,62	82,57
28	81,61	80,98	80,98	81,10	81,16	65	81,31	81,00	81,00	81,57	81,56
29	79,41	N/A	80,49	80,95	80,99	66	81,05	81,41	81,42	81,17	81,19
30	79,59	77,36	77,36	79,95	80,05	67	83,50	N/A	80,33	81,52	81,56
31	80,35	80,90	80,90	80,75	80,84	68	79,95	79,93	79,93	80,28	80,39
32	81,35	81,53	81,53	80,90	80,95	69	82,46	83,16	83,15	81,53	81,45
33	80,84	79,76	79,76	80,43	80,51	70	79,07	79,06	79,06	80,09	80,21
34	79,83	N/A	81,30	82,15	82,11	71	80,30	N/A	80,47	80,24	80,26
35	80,77	80,54	80,54	81,10	81,11	72	79,97	79,64	79,64	81,02	81,05
36	81,57	81,87	81,87	80,96	80,98	73	80,29	79,15	79,15	79,79	79,94

Taula esperança de vida dels homes any 2014, barris de Barcelona

Barri	EV_ref	EV 2014	Normal	Binomial	Poisson	Barri	EV_ref	EV 2014	Normal	Binomial	Poisson
1	77,15	77,51	77,98	78,34	78,57	37	79,28	79,63	79,91	80,13	80,29
2	76,81	75,82	77,04	78,24	78,64	38	79,49	81,25	81,15	80,46	80,60
3	76,39	78,38	78,93	78,98	79,28	39	79,42	80,63	80,66	80,18	80,33
4	78,64	76,38	77,33	78,45	78,72	40	77,10	77,08	78,42	80,32	80,45
5	81,17	84,53	83,75	82,37	82,32	41	80,41	75,78	77,42	78,78	79,10
6	81,18	81,50	81,41	81,12	81,21	43	80,12	82,35	81,94	81,09	81,13
7	80,99	80,86	80,88	81,23	81,29	44	80,75	81,48	81,34	80,15	80,28
8	81,12	81,42	81,37	81,43	81,49	45	80,15	81,69	81,56	81,11	81,18
9	81,42	81,93	81,79	81,71	81,75	46	79,84	79,98	80,24	80,56	80,65
10	81,18	80,33	80,46	80,90	80,99	47	75,54	N/A	80,74	79,95	80,13
11	78,79	78,46	78,88	80,10	80,22	48	79,67	80,53	80,62	80,76	80,87
12	79,60	80,84	80,91	80,82	80,89	49	79,30	N/A	80,41	80,74	80,83
14	79,86	81,84	81,57	80,75	80,85	50	78,01	80,53	80,62	80,23	80,38
15	80,14	79,57	79,93	80,04	80,24	51	79,11	79,82	80,04	79,77	79,91
16	80,94	80,69	80,78	80,99	81,11	52	80,21	81,57	81,35	81,16	81,17
17	81,05	82,55	82,29	82,23	82,17	53	75,30	79,33	79,75	79,01	79,31
18	81,11	81,79	81,67	81,39	81,47	54	74,36	N/A	80,65	78,44	78,97
19	82,04	83,72	83,25	82,57	82,55	55	78,92	N/A	81,40	80,89	81,06
20	82,63	82,48	82,23	81,69	81,77	57	80,10	78,85	79,41	80,02	80,20
21	83,43	83,36	82,77	82,58	82,51	58	73,14	N/A	80,68	79,48	79,76
22	78,38	83,43	82,74	81,81	81,75	59	77,85	N/A	81,14	78,24	78,57
23	81,98	82,88	82,44	82,65	82,57	60	81,13	81,28	81,27	81,29	81,32
24	83,42	84,16	83,41	82,22	82,19	61	81,42	82,60	82,30	81,24	81,34
25	81,84	81,65	81,63	81,79	81,84	62	80,44	78,63	79,31	80,72	80,83
26	82,55	82,65	82,44	82,00	82,01	63	81,66	81,24	81,22	81,29	81,34
27	82,19	83,00	82,63	81,46	81,53	64	81,13	82,43	82,18	81,74	81,77
28	81,61	81,53	81,48	81,45	81,50	65	81,31	81,11	81,11	80,86	80,92
29	79,41	82,01	81,73	81,10	81,13	66	81,05	77,21	78,14	78,49	78,92
30	79,59	82,20	81,83	81,41	81,41	67	83,50	N/A	80,92	81,41	81,48
31	80,35	80,25	80,44	80,82	80,90	68	79,95	80,21	80,33	80,49	80,58
32	81,35	80,96	80,99	81,12	81,19	69	82,46	83,61	82,80	81,36	81,37
33	80,84	79,22	79,68	80,55	80,70	70	79,07	80,60	80,67	80,21	80,36
34	79,83	N/A	81,00	81,13	81,17	71	80,30	N/A	80,89	80,96	81,02
35	80,77	81,43	81,32	81,04	81,14	72	79,97	81,01	80,98	81,11	81,16
36	81,57	83,22	82,49	81,19	81,18	73	80,29	80,31	80,41	80,57	80,71

Taula esperança de vida de les dones any 2011, barris de Barcelona

Barri	EV_ref	EV 2011	Normal	Binomial	Poisson	Barri	EV_ref	EV 2011	Normal	Binomial	Poisson
1	84,88	85,87	86,34	85,91	86,06	37	86,76	87,02	86,58	86,09	86,27
2	85,01	82,67	86,00	85,60	85,94	38	85,40	84,32	86,27	86,02	86,20
3	84,10	84,29	86,19	86,11	86,27	39	85,55	84,21	86,26	85,63	85,96
4	85,51	85,84	86,36	86,67	86,75	40	84,16	83,33	86,27	85,58	85,92
5	86,47	87,10	86,57	86,73	86,77	41	85,85	88,88	86,74	86,22	86,32
6	86,79	86,57	86,49	86,31	86,48	43	86,12	87,12	86,57	86,02	86,19
7	86,10	86,28	86,43	86,28	86,44	44	87,04	86,64	86,52	86,10	86,26
8	86,80	87,45	86,63	86,72	86,78	45	86,04	85,54	86,35	86,49	86,62
9	87,26	86,96	86,55	86,70	86,76	46	86,91	86,73	86,52	85,98	86,16
10	86,82	86,95	86,55	86,37	86,51	47	83,19	N/A	86,54	86,06	86,18
11	85,87	85,66	86,34	85,59	85,89	48	86,57	85,43	86,37	85,55	85,85
12	85,57	84,77	86,18	85,65	85,96	49	85,83	N/A	86,42	85,58	85,85
14	85,57	85,28	86,32	85,74	86,03	50	85,89	85,98	86,43	85,67	85,96
15	85,92	87,38	86,59	85,91	86,14	51	86,17	86,09	86,38	86,59	86,62
16	86,13	85,16	86,29	85,44	85,81	52	86,88	85,51	86,33	85,43	85,74
17	86,28	86,19	86,43	86,26	86,41	53	83,28	83,95	86,24	85,12	85,55
18	86,37	85,71	86,33	85,82	86,06	54	81,12	81,41	86,10	85,87	86,13
19	86,70	87,22	86,63	86,41	86,52	55	85,57	83,32	86,19	86,43	86,55
20	87,60	86,54	86,51	86,85	86,88	57	86,91	89,94	86,86	86,04	86,22
21	87,99	89,94	86,89	86,89	86,88	58	83,04	N/A	86,51	86,32	86,48
22	83,30	83,24	86,27	86,28	86,45	59	85,27	N/A	86,46	86,34	86,49
23	86,67	86,03	86,44	85,62	85,94	60	86,91	86,13	86,45	86,40	86,55
24	87,69	89,26	86,85	87,24	87,18	61	86,87	86,04	86,44	86,32	86,49
25	86,47	85,78	86,43	86,80	86,85	62	86,90	88,95	86,85	86,61	86,71
26	87,35	88,31	86,92	87,30	87,27	63	87,30	87,55	86,70	86,67	86,75
27	87,58	88,21	86,83	87,29	87,24	64	86,98	87,60	86,73	86,80	86,86
28	87,00	86,85	86,56	86,85	86,89	65	86,68	87,98	86,78	87,05	87,05
29	86,72	N/A	86,45	86,64	86,71	66	86,62	84,96	86,33	86,47	86,62
30	85,65	86,62	86,49	86,74	86,77	67	87,47	N/A	86,44	86,28	86,44
31	86,08	86,30	86,47	86,51	86,64	68	86,52	86,43	86,57	85,78	86,06
32	87,24	88,22	86,78	86,70	86,74	69	86,27	88,60	86,78	86,81	86,82
33	85,67	85,47	86,34	85,68	85,98	70	85,85	87,81	86,75	86,62	86,72
34	86,63	86,65	86,52	86,44	86,54	71	86,43	88,50	86,81	86,79	86,80
35	86,72	85,51	86,32	85,59	85,88	72	86,57	84,85	86,20	85,77	86,03
36	86,44	86,82	86,54	86,04	86,26	73	86,06	86,64	86,46	85,99	86,19

Taula esperança de vida de les dones any 2012, barris de Barcelona

Barri	EV_ref	EV 2012	Normal	Binomial	Poisson	Barri	EV_ref	EV 2012	Normal	Binomial	Poisson
1	84,88	84,25	86,05	85,91	86,07	37	86,76	87,42	86,36	86,08	86,16
2	85,01	88,60	86,34	86,32	86,39	38	85,40	85,45	86,25	85,76	85,96
3	84,10	81,09	86,02	85,57	85,91	39	85,55	86,17	86,27	85,30	85,65
4	85,51	86,21	86,22	85,99	86,13	40	84,16	83,38	86,21	85,16	85,58
5	86,47	85,97	86,22	86,00	86,17	41	85,85	86,97	86,31	85,78	85,94
6	86,79	86,20	86,23	86,30	86,38	43	86,12	84,80	86,19	85,56	85,79
7	86,10	85,88	86,22	85,99	86,17	44	87,04	86,64	86,30	86,07	86,15
8	86,80	86,75	86,32	86,11	86,25	45	86,04	85,29	86,20	86,01	86,17
9	87,26	87,51	86,40	86,57	86,56	46	86,91	87,42	86,34	85,57	85,79
10	86,82	86,93	86,36	86,35	86,44	47	83,19	N/A	86,29	85,74	85,90
11	85,87	85,64	86,18	85,99	86,18	48	86,57	86,49	86,28	85,71	85,89
12	85,57	87,39	86,37	86,04	86,18	49	85,83	86,14	86,27	85,66	85,86
14	85,57	82,97	86,17	85,26	85,72	50	85,89	85,79	86,25	85,85	85,98
15	85,92	86,09	86,24	85,84	86,09	51	86,17	84,27	86,15	85,91	86,04
16	86,13	84,60	86,18	85,67	85,95	52	86,88	87,12	86,31	85,96	86,05
17	86,28	85,92	86,25	86,16	86,31	53	83,28	85,58	86,23	85,34	85,68
18	86,37	86,10	86,26	86,16	86,29	54	81,12	76,19	86,14	85,13	85,60
19	86,70	86,87	86,33	86,43	86,46	55	85,57	87,11	86,29	86,36	86,39
20	87,60	86,99	86,33	86,71	86,67	57	86,91	N/A	86,25	85,70	85,92
21	87,99	88,72	86,33	86,32	86,39	58	83,04	N/A	86,29	85,88	86,05
22	83,30	82,51	86,21	85,52	85,92	59	85,27	84,75	86,22	85,84	86,04
23	86,67	87,42	86,34	86,29	86,34	60	86,91	87,15	86,43	86,40	86,44
24	87,69	88,01	86,37	86,51	86,55	61	86,87	86,66	86,32	86,11	86,22
25	86,47	86,67	86,30	86,51	86,54	62	86,90	86,81	86,30	86,48	86,49
26	87,35	84,85	86,11	86,43	86,51	63	87,30	87,17	86,34	86,35	86,39
27	87,58	87,17	86,35	86,51	86,52	64	86,98	86,95	86,35	86,54	86,56
28	87,00	88,80	86,37	86,61	86,57	65	86,68	85,96	86,28	86,27	86,36
29	86,72	N/A	86,25	86,29	86,33	66	86,62	87,58	86,34	86,20	86,30
30	85,65	87,51	86,34	86,46	86,44	67	87,47	88,69	86,30	86,32	86,39
31	86,08	85,92	86,23	86,15	86,27	68	86,52	87,49	86,40	86,04	86,16
32	87,24	86,44	86,23	85,90	86,11	69	86,27	87,08	86,30	86,02	86,17
33	85,67	84,41	86,13	85,54	85,85	70	85,85	85,61	86,22	85,65	85,93
34	86,63	84,15	86,21	85,89	86,10	71	86,43	84,71	86,20	85,66	85,91
35	86,72	87,63	86,40	86,43	86,44	72	86,57	85,55	86,21	86,28	86,34
36	86,44	84,73	86,23	85,45	85,82	73	86,06	85,56	86,20	85,93	86,14

Taula esperança de vida de les dones any 2013, barris de Barcelona

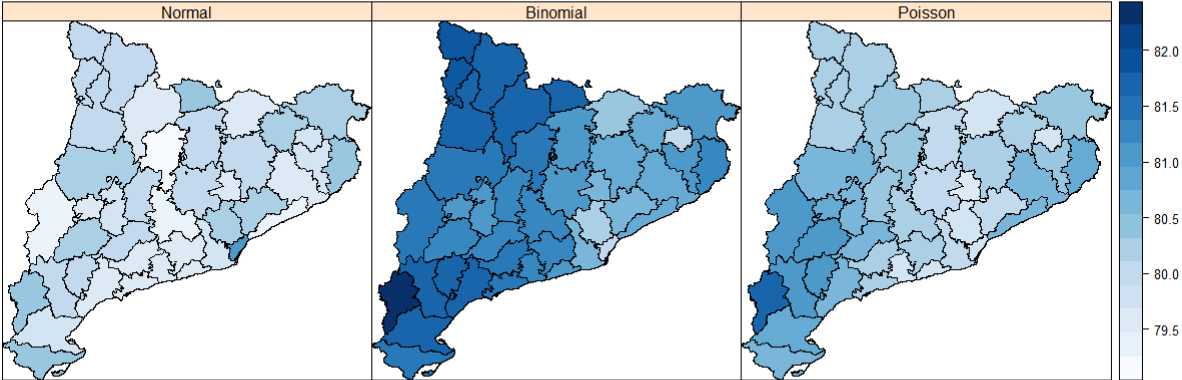
Barri	EV_ref	EV 2013	Normal	Binomial	Poisson	Barri	EV_ref	EV 2013	Normal	Binomial	Poisson
1	84,88	85,64	86,12	86,12	86,20	37	86,76	87,25	86,85	86,65	86,76
2	85,01	84,21	86,12	86,04	86,31	38	85,40	86,82	86,67	86,41	86,58
3	84,10	82,60	85,63	85,04	85,47	39	85,55	85,88	86,48	85,54	85,92
4	85,51	84,02	85,65	85,43	85,76	40	84,16	85,57	86,44	85,19	85,62
5	86,47	85,39	86,02	85,76	86,03	41	85,85	84,57	86,28	85,78	86,02
6	86,79	86,86	86,66	86,34	86,55	43	86,12	84,80	86,16	85,72	86,01
7	86,10	85,83	86,30	85,67	86,03	44	87,04	87,34	86,76	86,28	86,45
8	86,80	87,48	87,07	87,44	87,47	45	86,04	87,28	87,01	87,46	87,50
9	87,26	88,62	87,57	87,78	87,81	46	86,91	87,22	86,62	86,99	87,05
10	86,82	88,27	87,34	87,35	87,42	47	83,19	83,19	86,33	85,97	86,23
11	85,87	86,68	86,66	86,65	86,78	48	86,57	86,16	86,47	85,91	86,15
12	85,57	86,04	86,64	86,24	86,45	49	85,83	85,81	86,51	86,19	86,41
14	85,57	86,65	86,90	86,11	86,38	50	85,89	84,78	86,35	86,42	86,59
15	85,92	87,20	86,95	86,61	86,76	51	86,17	88,47	87,21	87,70	87,72
16	86,13	85,88	86,74	86,47	86,62	52	86,88	88,07	86,88	86,71	86,79
17	86,28	88,20	87,35	86,87	87,01	53	83,28	81,96	85,86	84,38	84,99
18	86,37	85,46	86,59	85,70	86,03	54	81,12	80,42	86,18	85,07	85,58
19	86,70	88,43	87,48	87,35	87,41	55	85,57	85,33	86,84	86,83	87,01
20	87,60	87,27	87,12	87,23	87,27	57	86,91	N/A	86,51	86,23	86,39
21	87,99	89,96	87,44	87,25	87,27	58	83,04	N/A	86,76	86,34	86,52
22	83,30	89,61	87,42	87,14	87,23	59	85,27	84,82	86,47	86,03	86,31
23	86,67	86,14	86,58	86,11	86,35	60	86,91	87,04	86,91	86,84	86,99
24	87,69	89,28	87,53	87,61	87,63	61	86,87	86,70	86,89	87,00	87,12
25	86,47	86,22	86,97	87,17	87,29	62	86,90	88,39	87,20	87,10	87,20
26	87,35	87,98	87,40	87,23	87,33	63	87,30	88,44	87,31	87,39	87,47
27	87,58	87,04	87,03	87,11	87,24	64	86,98	86,47	86,83	86,44	86,66
28	87,00	86,75	86,99	86,76	86,90	65	86,68	87,85	87,25	87,37	87,46
29	86,72	87,53	86,93	86,68	86,86	66	86,62	85,94	87,02	86,69	86,93
30	85,65	85,90	86,65	86,99	87,09	67	87,47	87,74	86,93	87,00	87,06
31	86,08	87,11	87,01	86,78	86,94	68	86,52	89,39	88,01	88,53	88,41
32	87,24	87,12	87,05	86,89	87,01	69	86,27	87,64	87,25	87,17	87,25
33	85,67	86,48	86,79	85,73	86,04	70	85,85	86,11	86,81	86,40	86,61
34	86,63	85,76	86,73	86,69	86,85	71	86,43	88,13	87,27	87,00	87,10
35	86,72	87,28	87,01	86,98	87,11	72	86,57	87,64	87,09	86,98	87,11
36	86,44	85,05	86,59	86,57	86,72	73	86,06	86,73	86,73	86,90	87,03

Taula esperança de vida de les dones any 2014, barris de Barcelona

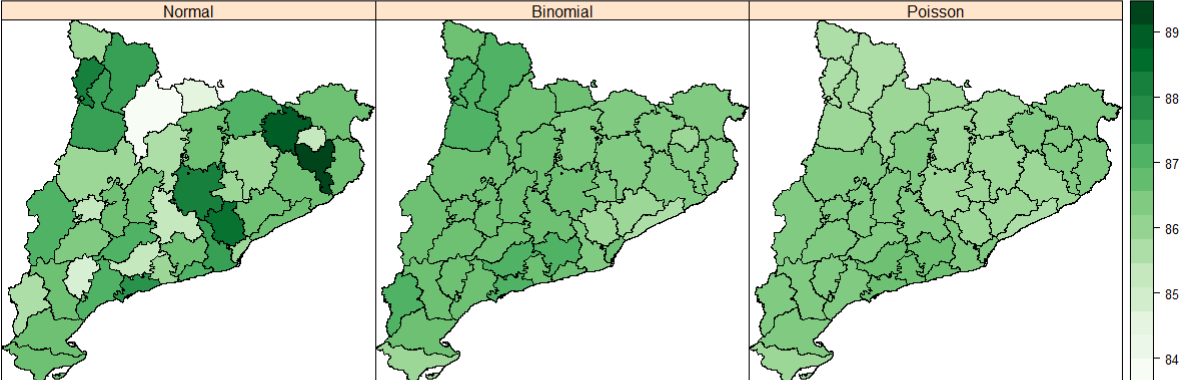
Barri	EV_ref	EV 2014	Normal	Binomial	Poisson	Barri	EV_ref	EV 2014	Normal	Binomial	Poisson
1	84,88	85,61	86,82	86,60	86,68	37	86,76	86,75	87,02	86,88	86,93
2	85,01	88,39	86,98	87,29	87,23	38	85,40	87,38	87,01	86,42	86,62
3	84,10	86,06	86,86	86,00	86,33	39	85,55	85,25	87,00	85,90	86,33
4	85,51	86,22	86,84	86,69	86,80	40	84,16	87,37	87,02	85,77	86,24
5	86,47	84,66	86,75	86,08	86,35	41	85,85	86,59	87,01	86,24	86,55
6	86,79	87,31	86,96	86,78	86,87	43	86,12	87,48	87,02	86,80	86,91
7	86,10	86,55	86,87	86,59	86,76	44	87,04	87,03	87,01	86,88	86,95
8	86,80	87,45	86,97	87,60	87,51	45	86,04	86,06	86,95	86,47	86,62
9	87,26	88,10	87,08	87,75	87,66	46	86,91	89,70	87,07	87,93	87,66
10	86,82	87,52	87,00	87,04	87,14	47	83,19	82,77	86,98	87,05	87,09
11	85,87	86,20	86,87	86,32	86,52	48	86,57	87,68	87,02	86,90	86,98
12	85,57	85,23	86,81	85,94	86,23	49	85,83	88,19	87,03	87,00	86,98
14	85,57	84,37	86,90	85,78	86,25	50	85,89	85,52	86,96	86,89	86,98
15	85,92	85,83	86,94	86,78	86,91	51	86,17	88,07	87,03	87,49	87,43
16	86,13	87,62	86,98	86,72	86,88	52	86,88	87,28	86,96	87,08	87,02
17	86,28	88,36	87,07	87,94	87,78	53	83,28	79,32	86,80	84,93	85,60
18	86,37	86,73	86,99	87,04	87,15	54	81,12	77,65	86,86	84,04	85,16
19	86,70	87,15	87,01	87,03	87,10	55	85,57	91,56	87,11	87,74	87,50
20	87,60	87,91	87,06	87,84	87,71	57	86,91	89,70	87,01	86,51	86,65
21	87,99	87,26	87,00	86,58	86,80	58	83,04	N/A	86,99	86,17	86,44
22	83,30	81,97	86,97	85,30	86,02	59	85,27	N/A	87,03	86,14	86,48
23	86,67	87,04	86,97	86,56	86,73	60	86,91	87,78	87,08	87,30	87,28
24	87,69	87,38	87,05	87,40	87,42	61	86,87	87,30	87,08	86,89	87,00
25	86,47	87,12	87,04	87,16	87,23	62	86,90	85,27	86,99	86,79	86,86
26	87,35	87,98	87,14	87,96	87,83	63	87,30	89,40	87,08	87,60	87,46
27	87,58	88,09	87,11	87,86	87,71	64	86,98	86,79	87,01	86,76	86,85
28	87,00	87,06	87,05	86,85	87,00	65	86,68	88,20	87,03	87,06	87,02
29	86,72	89,19	87,08	87,26	87,24	66	86,62	85,08	86,91	85,58	86,00
30	85,65	86,53	87,01	86,76	86,87	67	87,47	86,32	86,98	86,97	86,99
31	86,08	87,13	87,03	87,02	87,07	68	86,52	85,88	86,89	85,74	86,01
32	87,24	86,34	86,97	86,70	86,84	69	86,27	87,84	86,99	86,52	86,59
33	85,67	86,33	86,95	85,87	86,26	70	85,85	86,04	86,95	86,14	86,36
34	86,63	86,07	86,95	86,64	86,74	71	86,43	86,82	86,94	86,39	86,54
35	86,72	87,99	87,07	87,14	87,15	72	86,57	85,92	86,93	86,94	87,05
36	86,44	86,51	86,96	86,23	86,53	73	86,06	87,85	87,00	87,11	87,12

Comarques de Catalunya

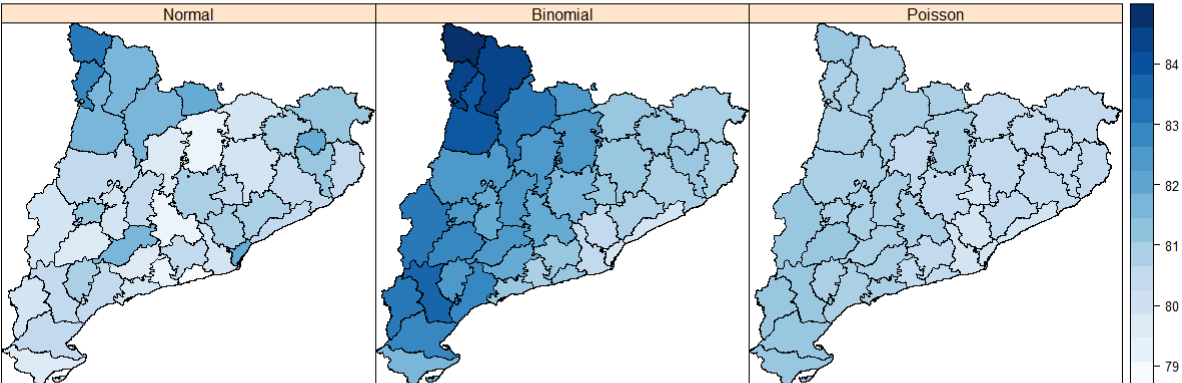
Estimació models any 2011 per homes, comarques de Catalunya



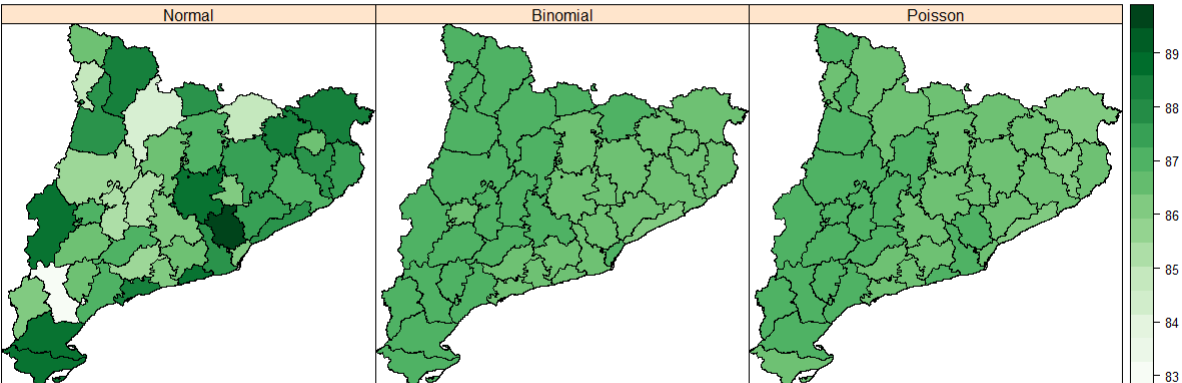
Estimació models any 2011 per dones, comarques de Catalunya



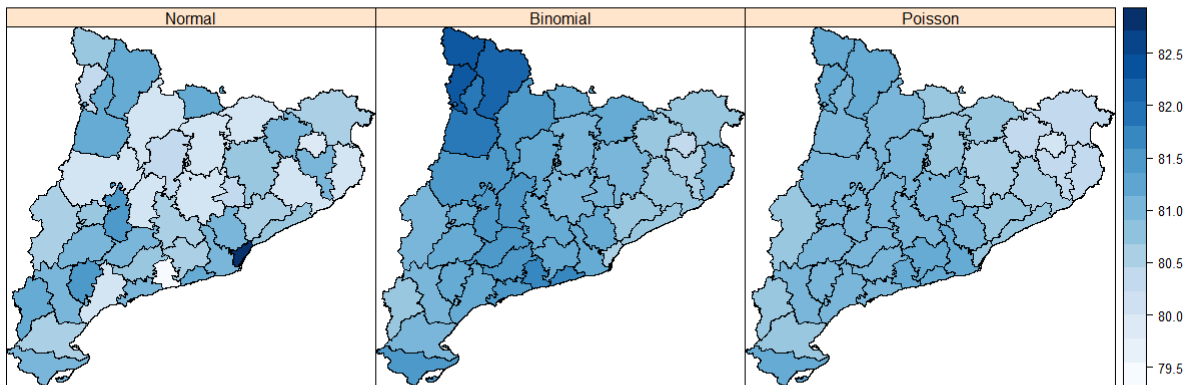
Estimació models any 2013 per homes, comarques de Catalunya



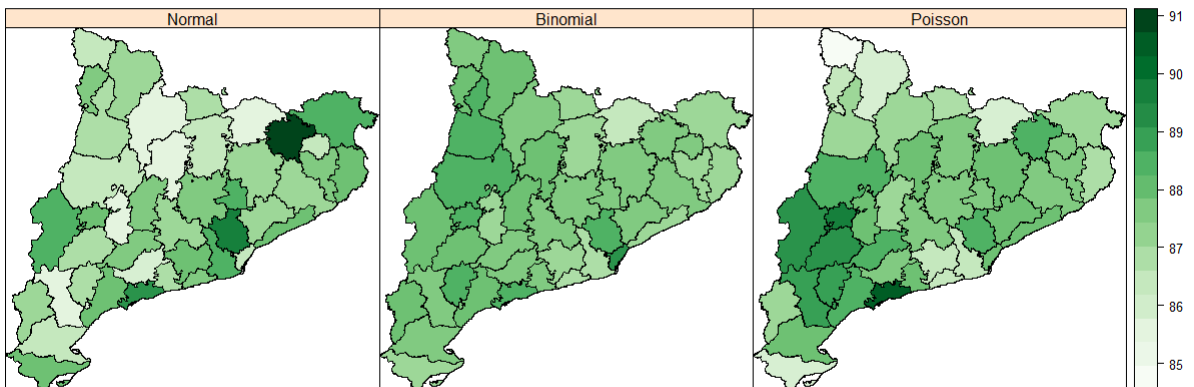
Estimació models any 2013 per dones, comarques de Catalunya



Estimació models any 2014 per homes, comarques de Catalunya



Estimació models any 2014 per dones, comarques de Catalunya



Taula esperança de vida dels homes any 2011, comarques de Catalunya

Comarca	EV_ref	EV 2011	Normal	Binomial	Poisson
1	79,40	78,76	79,47	81,47	80,29
2	80,41	80,36	80,15	80,98	80,40
3	79,96	79,48	79,63	81,31	80,21
4	79,57	78,32	79,60	81,67	80,37
5	80,81	N/A	79,93	81,95	80,20
6	79,39	78,94	79,44	81,27	80,14
7	80,10	80,12	80,00	80,99	79,94
8	79,36	79,38	79,58	81,68	80,62
9	79,64	79,79	79,88	81,75	80,89
10	80,09	80,74	80,33	81,23	80,78
11	80,00	79,72	79,76	80,56	79,95
12	79,62	79,43	79,59	81,21	79,72
13	81,65	81,25	81,14	79,92	79,68
14	79,73	79,93	79,89	81,07	79,91
15	81,18	83,28	80,48	81,70	80,23
16	80,06	80,93	79,99	81,36	80,67
17	79,69	79,27	79,50	80,98	79,84
18	80,39	82,31	80,25	81,27	81,05
19	80,25	80,98	80,23	80,83	80,15
20	80,12	79,46	79,69	80,99	80,39
21	79,87	79,22	79,44	80,74	80,55
22	79,90	80,91	80,37	81,45	80,61
23	79,82	81,29	80,17	81,49	80,65
24	79,89	79,93	79,92	80,91	80,17
25	81,58	80,88	80,02	81,74	80,30
26	81,11	80,53	79,96	81,63	80,21
27	80,57	78,93	79,58	81,11	80,83
28	80,09	79,51	79,84	80,00	79,71
29	79,80	81,48	80,04	81,63	81,09
30	79,99	80,76	80,04	81,64	81,00
31	78,81	77,75	79,47	80,49	79,84
32	80,44	80,70	79,98	81,35	80,39
33	79,62	78,86	79,28	81,49	81,09
34	79,86	79,34	79,63	80,90	80,53
35	79,56	75,68	79,25	81,50	80,36
36	80,09	79,33	79,48	81,54	80,18
37	80,60	83,06	80,42	82,23	81,67
38	80,33	79,58	79,77	81,00	80,62
39	81,87	N/A	79,93	81,99	80,28
40	80,54	80,16	80,14	80,24	79,79
41	80,28	80,26	80,16	80,60	79,97
42	79,39	77,78	79,65	80,70	79,67

Taula esperança de vida dels homes any 2012, comarques de Catalunya

Comarca	EV_ref	EV 2012	Normal	Binomial	Poisson
1	79,40	78,61	79,20	81,97	80,17
2	80,41	80,56	80,39	80,90	80,07
3	79,96	80,85	80,54	81,51	80,13
4	79,57	78,64	79,34	81,81	80,12
5	80,81	78,97	79,56	81,83	80,01
6	79,39	78,87	79,19	81,77	80,10
7	80,10	79,35	79,49	81,42	80,06
8	79,36	79,08	79,28	82,33	80,09
9	79,64	79,20	79,44	82,44	80,04
10	80,09	79,29	79,46	81,32	80,03
11	80,00	79,60	79,63	81,44	80,08
12	79,62	79,34	79,53	81,04	80,11
13	81,65	81,09	81,05	79,82	79,69
14	79,73	80,37	80,14	81,41	80,04
15	81,18	81,50	80,55	81,66	80,15
16	80,06	80,56	80,18	82,07	80,14
17	79,69	79,85	79,87	81,54	80,16
18	80,39	81,74	80,70	82,45	80,16
19	80,25	79,98	79,96	81,22	80,02
20	80,12	79,56	79,64	81,23	80,03
21	79,87	79,90	79,91	80,20	79,78
22	79,90	79,30	79,49	81,11	80,01
23	79,82	78,54	79,19	81,90	80,10
24	79,89	79,69	79,75	81,13	80,01
25	81,58	78,61	79,36	81,70	80,10
26	81,11	78,06	79,27	82,01	80,06
27	80,57	81,11	80,54	81,97	80,14
28	80,09	80,29	80,10	81,17	80,15
29	79,80	80,83	80,23	82,23	80,05
30	79,99	80,39	80,15	82,31	80,14
31	78,81	79,10	79,54	80,33	79,97
32	80,44	81,77	80,72	82,01	80,15
33	79,62	80,48	80,37	82,17	80,19
34	79,86	80,08	80,04	80,84	79,92
35	79,56	79,12	79,60	81,85	80,07
36	80,09	80,83	80,66	81,66	80,08
37	80,60	82,39	80,84	83,12	80,16
38	80,33	79,35	79,65	82,13	80,18
39	81,87	N/A	79,67	82,35	80,03
40	80,54	80,27	80,25	80,84	79,99
41	80,28	79,70	79,73	80,27	79,87
42	79,39	N/A	79,94	80,91	80,00

Taula esperança de vida dels homes any 2013, comarques de Catalunya

Comarca	EV_ref	EV 2013	Normal	Binomial	Poisson
1	79,40	79,11	79,53	81,86	80,70
2	80,41	81,09	81,04	80,74	80,55
3	79,96	80,76	80,53	81,06	80,41
4	79,57	82,50	81,61	83,24	80,84
5	80,81	84,57	82,73	84,48	81,02
6	79,39	79,01	79,37	81,87	80,66
7	80,10	81,12	80,95	81,61	80,42
8	79,36	80,48	80,43	82,80	80,99
9	79,64	80,37	80,31	82,88	81,13
10	80,09	80,10	80,25	80,79	80,57
11	80,00	79,97	80,01	80,26	80,18
12	79,62	79,17	79,39	80,97	80,49
13	81,65	82,15	82,11	79,91	79,89
14	79,73	78,55	79,42	82,39	80,71
15	81,18	83,09	81,86	82,54	80,78
16	80,06	82,76	81,43	82,53	80,92
17	79,69	78,79	79,05	81,35	80,37
18	80,39	78,95	79,68	82,78	81,05
19	80,25	80,72	80,72	81,41	80,55
20	80,12	81,52	81,38	81,12	80,53
21	79,87	80,42	80,47	79,89	80,15
22	79,90	79,36	79,54	81,72	81,19
23	79,82	80,24	80,36	82,35	80,84
24	79,89	79,67	79,90	81,39	80,51
25	81,58	81,75	81,44	83,95	80,90
26	81,11	82,31	81,83	84,46	81,02
27	80,57	81,56	81,05	82,54	80,99
28	80,09	82,52	81,83	81,15	80,54
29	79,80	81,09	80,66	82,61	80,96
30	79,99	80,67	80,46	83,41	81,14
31	78,81	79,25	79,85	81,42	80,61
32	80,44	80,88	80,60	82,46	80,89
33	79,62	79,79	79,89	83,24	81,08
34	79,86	80,63	80,63	80,91	80,52
35	79,56	78,51	79,60	82,40	80,63
36	80,09	79,99	80,00	81,42	80,75
37	80,60	79,75	79,99	83,19	81,10
38	80,33	79,63	79,97	81,90	80,94
39	81,87	85,35	83,38	84,61	81,14
40	80,54	80,89	80,88	80,55	80,24
41	80,28	80,96	80,93	80,64	80,33
42	79,39	79,83	80,25	81,23	80,20

Taula esperança de vida dels homes any 2014, comarques de Catalunya

Comarca	EV_ref	EV 2014	Normal	Binomial	Poisson
1	79,40	80,85	80,78	81,50	81,11
2	80,41	80,60	80,61	80,87	80,42
3	79,96	80,54	80,59	81,35	81,19
4	79,57	79,42	80,22	81,52	80,98
5	80,81	78,24	80,34	82,29	81,14
6	79,39	80,53	80,58	81,35	81,06
7	80,10	79,96	80,12	81,11	80,95
8	79,36	80,08	80,21	81,30	80,98
9	79,64	80,40	80,53	80,98	80,89
10	80,09	79,94	80,12	81,03	80,36
11	80,00	80,95	80,94	81,31	81,17
12	79,62	79,04	79,54	81,68	81,26
13	81,65	82,76	82,71	80,67	80,73
14	79,73	79,47	80,06	81,07	80,68
15	81,18	82,47	81,31	81,29	80,86
16	80,06	81,35	80,95	81,37	80,99
17	79,69	81,33	81,18	81,63	81,33
18	80,39	81,58	81,08	81,34	81,05
19	80,25	81,30	81,02	80,88	80,39
20	80,12	81,04	80,96	80,59	80,26
21	79,87	80,75	80,76	80,75	80,74
22	79,90	81,12	80,99	81,51	81,27
23	79,82	79,47	80,08	81,55	81,02
24	79,89	80,90	80,85	81,04	80,67
25	81,58	82,27	81,18	81,89	81,03
26	81,11	82,95	81,19	82,13	81,13
27	80,57	80,70	80,71	81,26	80,99
28	80,09	79,25	79,98	80,24	80,18
29	79,80	83,58	81,49	81,20	80,91
30	79,99	81,18	80,93	81,04	80,96
31	78,81	79,11	80,02	81,28	80,70
32	80,44	79,25	80,12	81,47	81,01
33	79,62	80,47	80,51	81,12	80,88
34	79,86	79,95	80,10	80,79	80,52
35	79,56	79,96	80,44	81,23	80,96
36	80,09	81,17	81,10	81,48	81,08
37	80,60	82,62	81,33	80,83	80,82
38	80,33	82,14	81,42	81,57	81,05
39	81,87	N/A	80,75	82,31	81,19
40	80,54	81,11	81,09	81,25	81,05
41	80,28	80,59	80,61	80,80	80,73
42	79,39	79,64	80,39	80,93	80,89

Taula esperança de vida de les dones any 2011, comarques de Catalunya

Comarca	EV_ref	EV 2011	Normal	Binomial	Poisson
1	86,27	85,20	85,26	87,03	86,66
2	87,32	86,76	86,76	86,35	86,20
3	86,68	86,70	86,70	86,98	86,64
4	85,04	83,77	83,98	86,80	85,88
5	85,47	88,69	88,33	87,04	85,75
6	86,55	85,43	85,45	86,84	86,30
7	88,00	88,33	88,30	86,57	86,11
8	86,90	87,00	87,00	86,91	86,51
9	87,14	86,63	86,63	86,74	86,53
10	86,93	86,85	86,85	86,31	86,19
11	87,62	87,37	87,37	86,40	86,20
12	86,11	85,99	86,01	86,91	86,75
13	85,87	85,85	85,85	86,57	86,23
14	85,85	86,78	86,78	86,54	86,02
15	86,78	84,35	84,54	86,66	85,87
16	85,80	86,98	86,94	86,86	86,47
17	86,97	87,05	87,04	86,83	86,57
18	86,33	86,50	86,51	86,78	86,25
19	87,91	88,93	88,84	86,37	86,25
20	88,02	89,15	89,12	86,32	86,21
21	87,22	86,87	86,87	85,64	85,74
22	86,57	86,68	86,68	85,93	85,94
23	85,61	85,85	85,89	86,80	86,27
24	86,88	85,92	85,94	86,38	86,03
25	86,97	87,39	87,31	86,95	85,84
26	87,20	87,46	87,34	86,95	85,69
27	86,28	85,05	85,13	86,71	86,29
28	86,37	85,02	85,13	86,13	86,29
29	85,63	84,79	85,01	86,88	86,35
30	85,52	86,60	86,60	86,82	86,53
31	85,48	87,14	87,11	86,22	86,07
32	85,30	86,58	86,58	86,81	86,27
33	87,67	87,06	87,06	86,83	86,25
34	86,43	86,57	86,57	86,20	86,07
35	85,81	85,69	85,79	86,77	86,20
36	88,55	87,76	87,75	87,18	86,73
37	86,32	85,45	85,57	87,08	86,53
38	85,98	86,71	86,70	86,81	86,40
39	87,59	86,09	86,15	86,82	85,71
40	88,89	88,67	88,66	86,17	85,99
41	86,86	86,89	86,89	86,08	85,90
42	85,39	85,94	86,02	86,43	86,06

Taula esperança de vida de les dones any 2012, comarques de Catalunya

Comarca	EV_ref	EV 2012	Normal	Binomial	Poisson
1	86,27	85,69	86,04	86,44	86,29
2	87,32	86,47	86,49	86,04	85,83
3	86,68	86,54	86,52	86,45	86,26
4	85,04	85,57	86,09	86,33	86,11
5	85,47	92,99	87,63	86,53	86,08
6	86,55	86,69	86,62	86,38	86,20
7	88,00	87,95	87,65	86,24	86,13
8	86,90	86,71	86,65	86,48	86,28
9	87,14	85,04	85,50	86,37	86,49
10	86,93	86,72	86,68	85,99	86,01
11	87,62	87,19	87,15	86,27	86,32
12	86,11	85,63	85,88	86,45	86,46
13	85,87	85,46	85,48	86,83	86,35
14	85,85	84,42	85,40	86,24	86,12
15	86,78	86,17	86,30	86,05	86,02
16	85,80	84,08	85,50	86,41	86,20
17	86,97	85,89	86,02	86,68	86,57
18	86,33	87,11	86,65	86,35	86,17
19	87,91	88,12	87,44	86,01	85,95
20	88,02	87,25	87,11	86,00	86,04
21	87,22	86,65	86,64	86,38	86,20
22	86,57	85,98	86,11	86,38	86,82
23	85,61	85,59	85,99	86,37	86,08
24	86,88	87,17	87,02	86,21	86,11
25	86,97	84,46	85,82	86,44	86,06
26	87,20	88,84	86,97	86,38	86,03
27	86,28	86,46	86,44	86,20	86,12
28	86,37	86,08	86,32	85,88	85,81
29	85,63	85,00	86,02	86,33	86,20
30	85,52	85,23	85,92	86,19	86,28
31	85,48	83,82	85,32	85,87	85,93
32	85,30	83,91	85,41	86,22	86,16
33	87,67	87,55	87,35	86,27	86,17
34	86,43	86,50	86,50	86,16	86,16
35	85,81	85,35	86,09	86,28	86,08
36	88,55	87,49	87,32	86,71	86,48
37	86,32	85,31	86,00	86,27	86,49
38	85,98	85,71	86,06	86,20	86,03
39	87,59	85,17	86,11	86,24	85,57
40	88,89	88,92	88,79	86,21	86,21
41	86,86	86,95	86,91	86,09	86,10
42	85,39	82,82	85,42	86,28	86,31

Taula esperança de vida de les dones any 2013, comarques de Catalunya

Comarca	EV_ref	EV 2013	Normal	Binomial	Poisson
1	86,27	85,67	85,80	86,61	86,78
2	87,32	88,26	88,22	86,45	86,06
3	86,68	86,49	86,53	86,56	86,61
4	85,04	83,75	84,16	86,96	86,79
5	85,47	84,18	84,79	86,88	86,68
6	86,55	86,16	86,21	86,82	86,79
7	88,00	88,71	88,66	86,75	86,66
8	86,90	87,21	87,21	86,90	86,95
9	87,14	88,99	88,88	87,00	86,95
10	86,93	87,57	87,56	86,44	86,37
11	87,62	88,00	87,99	86,75	86,81
12	86,11	86,10	86,16	86,41	86,60
13	85,87	86,27	86,27	86,81	86,70
14	85,85	86,96	86,98	86,72	86,55
15	86,78	88,10	87,97	86,90	86,66
16	85,80	86,79	86,82	86,85	87,00
17	86,97	88,90	88,84	86,77	86,90
18	86,33	86,63	86,70	86,93	86,97
19	87,91	88,50	88,41	86,54	86,39
20	88,02	88,02	88,00	86,45	86,21
21	87,22	88,01	88,00	86,09	86,28
22	86,57	88,70	88,61	86,90	86,66
23	85,61	85,53	85,68	86,98	86,98
24	86,88	87,47	87,47	86,65	86,44
25	86,97	87,83	87,72	86,96	86,90
26	87,20	88,57	88,30	86,94	86,75
27	86,28	87,13	87,13	86,79	86,84
28	86,37	86,36	86,46	86,48	86,33
29	85,63	86,43	86,54	86,93	86,99
30	85,52	82,71	83,24	86,97	86,96
31	85,48	84,46	84,76	86,80	86,66
32	85,30	84,80	85,07	86,93	86,90
33	87,67	88,74	88,70	86,95	87,09
34	86,43	87,01	87,02	86,53	86,55
35	85,81	86,23	86,36	86,92	86,84
36	88,55	88,15	88,13	86,73	86,63
37	86,32	85,97	86,14	87,08	87,06
38	85,98	84,93	85,13	87,00	87,07
39	87,59	86,56	86,65	86,86	87,04
40	88,89	89,49	89,47	86,78	86,82
41	86,86	87,28	87,28	86,53	86,45
42	85,39	86,12	86,30	86,69	86,57

Taula esperança de vida de les dones any 2014, comarques de Catalunya

Comarca	EV_ref	EV 2014	Normal	Binomial	Poisson
1	86,27	85,87	85,89	87,60	87,70
2	87,32	88,54	88,53	87,05	87,30
3	86,68	87,85	87,85	87,14	86,56
4	85,04	85,45	85,48	87,78	87,33
5	85,47	87,52	87,50	88,03	86,51
6	86,55	87,28	87,28	87,81	87,67
7	88,00	87,82	87,82	87,70	87,47
8	86,90	88,03	88,03	88,07	88,48
9	87,14	86,47	86,47	87,78	88,09
10	86,93	87,86	87,86	87,13	87,00
11	87,62	88,35	88,35	86,71	86,20
12	86,11	86,92	86,92	87,62	88,16
13	85,87	86,29	86,29	89,38	87,89
14	85,85	86,27	86,28	87,14	87,73
15	86,78	86,77	86,78	87,18	86,70
16	85,80	87,71	87,70	87,60	88,25
17	86,97	87,64	87,64	86,65	86,42
18	86,33	86,61	86,62	88,15	89,26
19	87,91	90,74	90,71	87,46	88,46
20	88,02	87,51	87,51	87,31	87,65
21	87,22	88,08	88,08	87,11	87,95
22	86,57	87,99	87,99	87,05	85,99
23	85,61	86,28	86,29	88,30	88,55
24	86,88	87,33	87,33	87,50	88,03
25	86,97	86,92	86,92	88,25	87,04
26	87,20	87,33	87,32	87,88	86,06
27	86,28	87,85	87,85	88,25	89,72
28	86,37	86,43	86,44	87,64	87,58
29	85,63	86,66	86,68	88,34	88,90
30	85,52	85,70	85,73	87,78	88,72
31	85,48	85,59	85,62	86,24	85,78
32	85,30	87,47	87,46	88,04	87,31
33	87,67	88,60	88,60	88,06	89,32
34	86,43	87,07	87,07	87,48	87,70
35	85,81	85,33	85,38	88,00	87,97
36	88,55	89,13	89,13	88,25	90,32
37	86,32	87,38	87,37	88,23	87,15
38	85,98	85,71	85,73	87,38	88,08
39	87,59	86,39	86,41	87,67	84,94
40	88,89	89,55	89,55	88,36	88,51
41	86,86	87,26	87,26	87,61	88,21
42	85,39	88,56	88,54	87,73	87,63