

Anàlisi del Patró de creixement de les Comunitats Autònomes Espanyoles des de 1980: una ampliació del model de Solow–Swan

Ricardo Vila Gisbert

rvilag@uoc.edu

29/12/2014

Treball Final de Grau

Àmbit d'especialització: Anàlisi Econòmica

Memòria final

Curs 2014-2015, 1r semestre

ÍNDIX

RESUM	5
Paraules clau	5
ABSTRACT.....	5
Keywords	5
INTRODUCCIÓ	6
Justificació del treball.....	6
Objectiu i abast	7
Objectius de l'estudi.....	7
Abast de l'estudi.....	8
1 DADES I METODOLOGIA.....	8
1.1 Dades empíriques.....	8
1.2 Metodologia.....	11
1.2.1 Funció de producció agregada de Cobb–Douglas	11
1.2.2 Estimació dels paràmetres de la funció de producció agregada de Cobb–Douglas per a les CC. AA.	13
1.2.3 Test de Chow de Permanència estructural.....	13
1.2.4 Model de creixement econòmic de Solow–Swan	14
1.2.5 Patró de Creixement d'una economia, segons el model de Solow–Swan	15
1.2.6 Ajust d'una funció logística a una sèrie de dades empíriques.....	16
1.2.7 Llei empírica de la convergència condicional	18
2 RESULTATS DE L'ESTUDI.....	20
2.1 Determinació del Patró de creixement de les CC. AA. des de l'any 1980	20
2.1.1 Estimar els paràmetres de la funció de producció agregada de Cobb–Douglas de les CC. AA., per als quatre períodes d'estudi.....	20
2.1.2 Contrastar la hipòtesi "H 1 - El model de Cobb–Douglas no presenta permanència estructural al llarg del període Total (1980–2013)".....	21
2.1.3 Contrastar la hipòtesi "H 2 - Es pot ampliar l'àmbit d'aplicació del model de Solow–Swan a les CC. AA., a períodes que no siguin de creixement econòmic".....	22
2.1.4 Determinar les variables exògenes (paràmetres) del Patró de creixement de les CC. AA. segons el model de Solow–Swan, per als subperíodes Creixement (1993–2007) i Decreixement (2007–2013).....	23
2.1.5 Contrastar la hipòtesi "H 3 - Es pot estendre el model de Solow–Swan a les CC. AA. incloent-hi les noves variables PIB <i>per capita</i> i Consum <i>per capita</i> ".....	24
2.1.6 Estimar les variables endògenes (estat estacionari) del Patró de creixement de les CC. AA. segons el model de Solow–Swan, per als períodes Creixement (1993–2007) i Decreixement (2007–2013).....	24
2.2 Anàlisi del Patró de creixement de les CC. AA. des de l'any 1980	26
2.2.1 Demostrar que l'estat estacionari del model de creixement de Solow–Swan amb la funció de producció agregada de Cobb–Douglas, és un punt d'equilibri estable	26
2.2.2 Contrastar la hipòtesi "H 4 - Els Patrons de creixement de les CC. AA. segons el model de Solow–Swan són molt inestables (petites variacions dels paràmetres provoquen grans variacions de l'estat estacionari)"	28
2.2.3 Dependència de la renda <i>per capita</i> respecte a la producció per treballador i a la taxa total d'ocupació	29

2.2.4	Contrastar la hipòtesi “H 5 - “Els estats estacionaris de les CC. AA. presenten uns valors al període Decreixement inferiors als del període Creixement”.....	30
2.2.5	Contrastar la hipòtesi “H 6 - Les CC. AA. compleixen la Llei empírica de la Convergència Condicional al període Total (1980–2013)”.....	32
2.2.6	Contrastar la hipòtesi “H 7 - Es pot ampliar l'àmbit d'aplicació de la Llei empírica de la Convergència Condicional a les CC. AA., a períodes que no siguin de creixement econòmic”.....	33
2.2.7	Contrastar la hipòtesi “H 8 - Les CC. AA. no compleixen la Llei empírica de la Convergència Condicional al principi del període Creixement (1993–2007)”.....	35
2.2.8	Contrastar la hipòtesi “H 9 - Les CC. AA. compleixen la Llei empírica de la Convergència Condicional al principi del període Decreixement (2007–2013)”.....	35
2.3	Cap a un model de transmissió de l'impuls econòmic.....	36
3	IMPLICACIONS ÈTIQUES I SOCIALS.....	36
3.1	Preguntes fonamentals sobre el Creixement Econòmic.....	36
3.2	Disminució de la cohesió social a Espanya.....	38
	CONCLUSIONS DEL PROJECTE	40
	POSSIBLES AMPLIACIONS DEL PROJECTE	42
1	Ampliar l'abast de la recerca.....	42
1.1	Ampliar l'àmbit temporal	42
1.2	Ampliar el conjunt de variables d'estudi	42
1.3	Ampliar l'abast espacial de l'estudi.....	43
2	Augmentar el nivell de resolució de l'anàlisi de la disminució de la cohesió social	44
3	Desenvolupar un model de Transmissió de l'impuls econòmic.....	44
	VALORACIÓ.....	44
	AUTOAVALUACIÓ.....	45
	REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES	45

Anàlisi del Patró de creixement de les Comunitats Autònomes Espanyoles des de 1980: una ampliació del model de Solow–Swan

Ricardo Vila Gisbert

rvila@uoc.edu

Treball Final de Grau

Àmbit d'especialització: Anàlisi Econòmica

RESUM

Aquest TFG analitza si l'actual crisi de les CC. AA. és conjuntural o estructural. Al primer cas, les CC. AA. podrien superar la crisi i tornar a la senda del creixement en quant es produeixi un nou canvi al cicle econòmic, però al segon cas, per a poder superar-la serà necessari que realitzen canvis en profunditat en la seva estructura econòmica. Aquesta qüestió resulta molt rellevant en l'entorn econòmic actual on les CC. AA. pateixen una severa crisi econòmica des de l'any 2007 que ha reduït la renda *per capita* dels seus habitants un 17%, ha augmentat la taxa d'atur fins al 27% i ha tingut altres efectes crítics com, per exemple, la pèrdua de la cohesió social amb la pràctica desaparició de la classe mitjana. En aquest entorn, la prioritat més crítica per les CC. AA. és superar la crisi i tornar a la senda del creixement tendent cap a un estat estacionari el més alt possible.

El present TFG mostra que la crisi actual de les CC. AA. és una crisi estructural i que, per tant, serà necessari realitzar canvis estructurals per a poder superar-la. Per poder assolir aquest resultat, s'estén el model de Solow-Swan per a períodes de decreixement i es desenvolupa un nou mètode per estimar paràmetres macroeconòmics mitjançant l'ajust d'una funció logística.

Per últim, el TFG mostra que les CC. AA. han convergit al període de creixement (1973-2007) i han divergit al de decreixement (2007-2013) però que als primers anys de cada període la seva evolució ha seguit la contrària: han divergit en 1973-2002 i han convergit en 2007-2010. Aquest resultat permet esbossar un nou model de transmissió de l'impuls econòmic entre les CC. AA.

Paraules clau

Creixement, model de Solow-Swan, canvi estructural, convergència condicional, comunitats autònomes, cohesió social, corbes logístiques.

ABSTRACT

This paper determines whether the current crisis of the Spanish regions (Autonomous Communities or AC) is cyclical or structural. In the first case, AC would be able to overcome the crisis and grow again with the next change in the economic cycle however, in the latter, deep economic changes would be required previous to overcome the crisis. This question is quite relevant in the current economical environment when Spanish AC have been suffering a deep economic crisis since 2007. This crisis has reduced the per capita income of their citizens in a 17%, has increased the unemployment rate until a 27% and has had other critical impacts, such as the loss of social cohesion, with the virtual disappearance of the middle class. In this environment, the overcoming of the crisis and the return to a growth path leading to a higher steady state become critical priorities for the AC.

This paper shows that Spanish AC have suffered an actual structural crisis and then structural changes are required to overcome it. To achieve this result, the paper extends the Solow-Swan model to decreasing periods and develops a new method to estimate macroeconomic parameters by adjusting a logistic function.

The paper also shows that Spanish AC had converged in the growth period 1973-2007 and had diverged in the decreasing period 2007-2013. But in the first years of each period their evolution has been the opposite: they had diverged in 1973-2002 and had converged in 2007-2010. This result allows us to make a sketch of a new model of economic impulse transmission between the AC.

Keywords

Growth, Solow-Swan model, structural change, conditional convergence, Spanish regions, social cohesion, logistic curves.

INTRODUCCIÓ

Justificació del treball

El tema de recerca del projecte (l'anàlisi del patró de creixement de les CC. AA. espanyoles) té una gran rellevància perquè les CC. AA. estan patint des de l'any 2007 una crisi econòmica molt accentuada que està abocant als seus habitants a uns nivells de benestar molt inferiors als que gaudiren a l'any 2007 (per exemple, s'ha reduït la renda *per capita* un 17%, ha augmentat la taxa d'atur fins al 27% i ha disminuït la cohesió social amb la pràctica desaparició de la classe mitjana).

Per tant resulta urgent, que les CC. AA. desenvolupen unes polítiques econòmiques que les permetin sortir d'aquesta crisi i tornar a la senda del creixement el més aviat possible, abans de que empitjori encara més la situació socio-econòmica actual, i, a més, haurien de fer-ho tendent totes elles cap a un nou estat estacionari el més alt possible.

Dintre d'aquesta problemàtica, el present treball aplica el model de creixement econòmic de Solow-Swan per analitzar el patró de creixement de les CC. AA. des de l'any 1980, amb l'objectiu de determinar si la crisi actual és una crisi conjuntural i, per tant, les CC. AA. podran superar-la i tornar a créixer d'una forma automàtica quan es produeixi un nou canvi de tendència dintre del cicle econòmic, o si és una crisi estructural i, per tant, per a poder superar-la serà necessari que realitzin canvis en profunditat en les seves estructures econòmiques i polítiques.

Però el model de Solow-Swan es desenvolupà inicialment només per a períodes de creixement per la qual cosa, per poder aplicar-ho a l'anàlisi de l'evolució actual i futura de les CC. AA. s'haurà d'estudiar la possibilitat d'ampliar el seu àmbit d'aplicació a períodes de decreixement, com al que es troben actualment totes les comunitats.

Altra aproximació complementària al problema que ens ocupa és l'anàlisi del compliment, o incompliment, de la Llei empírica de la Convergència condicional pel conjunt de les CC. AA., però aquesta llei també s'enuncià inicialment només per a períodes de creixement per la qual cosa, per poder analitzar els seu compliment actual per part de les CC. AA. s'haurà d'estudiar la possibilitat d'ampliar el seu àmbit d'aplicació a períodes de decreixement, com al que es troben actualment totes les comunitats.

Els resultats de l'anàlisi del patró de creixement de les CC. AA. i del compliment de la Llei empírica de la Convergència Condicional per les CC. AA. permetrà esbossar un model de la transmissió de l'impuls econòmic des de les CC. AA. que juguen el paper de "locomotores" a les altres, que juguen el paper de "vagons", que permetrà apuntar quina podria ser la política més eficient per aconseguir que les CC. AA. tornin quant antes a la senda del creixement i amb la major taxa possible de creixement.

Per últim, els resultats del treball permetran també analitzar l'evolució del grau de cohesió de la societat espanyola per avaluar el risc de que es produeixi a curt termini una verdadera fractura social.

A nivell personal, el meu interès pel tema del creixement econòmic es va despertar quan varem estudiar la teoria del Creixement Econòmic a les assignatures *Macroeconomia* i *Estructura Econòmica* del grau d'ADE i em semblà un tema molt interessant sobre el que valdria la pena aprofundir més endavant, sobre tot en la qüestió d'analitzar la seva aplicabilitat a períodes de decreixement.

A més, l'any passat vaig coincidir un dia per casualitat amb un estudiant de la Universitat de Columbia que estava fent la tesi doctoral en aquest camp amb el professor Xavier Sala i Martin i, a la vista del meu interès en la Teoria del Creixement, em va recomanar un parell de llibres¹ que em resultaren molt interessants i varen fer que augmentés encara més el meu interès sobre el tema.

Per últim, penso que aquest tema de recerca em permetrà ampliar els coneixements adquirits en diferents assignatures del grau d'ADE (*Organització i direcció d'empreses*, *Direcció estratègica*, *Macroeconomia*, *Estructura econòmica*, *Estadística*, *Econometria*, etc.), relacionar-los entre si i aplicar-los a un cas real tan interessant com l'anàlisi de l'actual crisi econòmica de les CC. AA. i de la forma de superar-la.

¹ Acemoglu D. (2009) i Barro R. i Sala-i-Martin X. (2004)

Objectiu i abast

Objectius de l'estudi

L'objectiu principal de l'estudi és **determinar si els canvis produïts en l'evolució econòmica de les CC. AA. a l'any 1993**, en que començà el període de creixement, **i a l'any 2007**, en que començà el període de decreixement, **foren canvis conjunturals o estructurals**.

I, en conseqüència, **determinar si la eixida de la crisi actual es podrà produir automàticament** per una nova oscil·lació “cap amunt” dintre del mateix cicle econòmic en que es troben les CC. AA. **o si serà necessari realitzar canvis estructurals en les seves economies**.

Per a poder assolir aquest objectiu s'hauran d'assolir els següents objectius específics:

1 Determinació del Patró de creixement de les CC. AA. des de l'any 1980

El patró de creixement de les CC. AA. es determinarà utilitzant el model de creixement de Solow–Swan amb la funció de producció agregada de Cobb–Douglas.

Per a determinar-ho, es seguiran els passos següents:

- 1.1 Estimar els paràmetres de la funció de producció agregada de Cobb–Douglas de les CC. AA., per als quatre períodes d'estudi: Total (1980–2013), Inicial (1980–1993), Creixement (1993–2007) i Decreixement (2007–2013).
- 1.2 Contrastar la hipòtesi “H 1 - El model de Cobb–Douglas no presenta permanència estructural al llarg del període Total (1980–2013)”.
- 1.3 Contrastar la hipòtesi “H 2 - Es pot ampliar l'àmbit d'aplicació del model de Solow–Swan a les CC. AA., a períodes que no siguin de creixement econòmic”.
- 1.4 Determinar les variables exògenes (paràmetres) del Patró de creixement de les CC. AA. segons el model de Solow–Swan, per als subperíodes Creixement (1993–2007) i Decreixement (2007–2013).
- 1.5 Contrastar la hipòtesi “H 3 - Es pot estendre el model de Solow–Swan a les CC. AA. incloent-hi les noves variables PIB per capita i Consum per capita”.
- 1.6 Estimar les variables endògenes (estat estacionari) del Patró de creixement del model de Solow–Swan per a les CC. AA., per als dos períodes: Creixement (1993–2007) i Decreixement (2007–2013).

2 Anàlisi del Patró de creixement de les CC. AA. des de l'any 1980

Una vegada determinat el patró de creixement de les CC. AA. es procedirà a analitzar-ho seguint els passos següents:

- 2.1 Demostrar que l'estat estacionari del model de creixement de Solow–Swan amb la funció de producció agregada de Cobb–Douglas, és un punt d'equilibri estable.
- 2.2 Contrastar la hipòtesi “H 4 - Els Patrons de creixement del model de Solow–Swan per a les CC. AA. són molt inestables (petites variacions dels paràmetres provoquen grans variacions de l'estat estacionari)”.
- 2.3 Dependència de la renda per capita respecte a la producció per treballador i a la taxa total d'ocupació
- 2.4 Contrastar la hipòtesi “H 5 - Els estats estacionaris de les CC. AA. presenten uns valors al període Decreixement inferiors als del període Creixement”.
- 2.5 Contrastar la hipòtesi “H 6 - Les CC. AA. compleixen la Llei empírica de la Convergència Condicional al període Total (1980–2013)”.
- 2.6 Contrastar la hipòtesi “H 7 - Es pot ampliar l'àmbit d'aplicació de la Llei empírica de la Convergència Condicional a les CC. AA., a períodes que no siguin de creixement econòmic”.
- 2.7 Contrastar la hipòtesi “H 8 - Les CC. AA. no compleixen la “Llei empírica de la Convergència Condicional” al principi del període Creixement (1993–2007)”.
- 2.8 Contrastar la hipòtesi “H 9 - Les CC. AA. compleixen la “Llei empírica de la Convergència Condicional” al principi del període Decreixement (2007–2013)”.

3 Esbós d'un model de transmissió de l'impuls econòmic entre les CC. AA.

A la vista dels resultats obtinguts a l'apartat anterior, s'esbossarà un model de transmissió de l'impuls econòmic entre les CC. AA. als períodes de creixement i de decreixement, que permeti dissenyar polítiques econòmiques eficients per a que les CC. AA. puguin sortir de l'actual crisi el mes aviat possible i tendent totes elles cap a un nou estat estacionari amb el major nivell possible de benestar per als seus habitants.

Abast de l'estudi

L'**abast geogràfic** de l'estudi és Espanya, prenent com elements d'estudi les Comunitats Autònomes.

L'**abast temporal** de l'estudi és el període 1980–2013.

Aquest període ve determinat per la disponibilitat de dades empíriques de les CC. AA.:

- Primeres dades disponibles:

Les CC. AA. es començaren a constituir al voltant de l'any 1980 per la qual cosa és a partir d'aquest moment quan es comença a disposar de dades acumulades per CC. AA.

Abans d'aquest any es podrien obtenir dades aproximades de les CC. AA. per agregació de les dades de les províncies que han acabat formant-les (com es de suposar que hauran fet els autors que han estudiat aquest tema com, per exemple, Barro, R i Sala-i-Martin, X que analitzen les dades de diferents regions europees, incloent les actuals CC. AA. espanyoles, per al període 1950-1990²) però considerant que el fet de constituir-se com a comunitats autònomes i poder prendre decisions pròpies sobre la seva estructura econòmica, ha hagut d'afectar significativament l'evolució de l'economia de les CC. AA., en aquest TFG només s'analitzaran les dades des de l'any 1980.

- Últimes dades disponibles:

Les últimes dades disponibles sobre les CC. AA. són les de l'any 2013 per la qual cosa en aquest TFG s'analitzaran les dades fins aquest any.

No obstant, degut als inevitables retards amb el que es publiquen les dades definitives, les dades utilitzades per als últims anys (2012 i 2013) seran dades provisionals o, inclús, només previsions fetes pels diferents organismes.

1 DADES I METODOLOGIA

1.1 Dades empíriques

Per la realització del TFG s'han utilitzat les dades empíriques següents:

Taula 1. Dades empíriques utilitzades per obtenir els resultats de l'estudi

<i>Dades elaborades</i>	<i>Dades utilitzades</i>		<i>S'han obtingut de</i>	
1	<i>Determinació del Patró de creixement de les CC. AA. des de l'any 1980</i>			
1.1	<i>Estimar els paràmetres de la funció de producció agregada de Cobb–Douglas de les CC. AA., per als quatre períodes d'estudi</i>			
Estimar els paràmetres A α de la funció C-D per als quatre períodes	Y K L	PIB a preus constants Capital a preus constants Treballadors ocupats	K_{pc} IPC L	Capital a preus corrents IPC Treballadors ocupats
1.2	<i>Contrastar la hipòtesi "H 1 - El model de Cobb–Douglas no presenta permanència estructural al llarg del període Total (1980–2013)"</i>			

² Veure Barro, R i Sala-i-Martin, X. (2004)

Analitzar la permanència estructural dels paràmetres al període Total, mitjançant el Test de Chow	Y K L A α	PIB a preus constants Capital a preus constants Treballadors ocupats Nivell tecnològic Productivitat marginal del capital		
1.3 Contrastar la hipòtesi “H 2 - Es pot ampliar l'àmbit d'aplicació del model de Solow–Swan a les CC. AA., a períodes que no siguin de creixement econòmic”				
Paràmetres A α de la funció C-D per als quatre períodes	A α	Nivell tecnològic Productivitat marginal del capital		
1.4 Determinar les variables exògenes (paràmetres) del Patró de creixement de les CC. AA. segons el model de Solow–Swan, per als subperíodes Creixement (193-2007) i Decreixement (2007–2013)				
Estimar els paràmetres s δ n del model de creixement de S-S per als tres períodes	Y K I L	PIB a preus constants Capital a preus constants Inversió en capital Treballadors ocupats	K_{pc} IPC L I_{pc}	Capital a preus corrents IPC Treballadors ocupats Inversió en Capital a preus corrents
1.4 Contrastar la hipòtesi “H 2 - Es pot ampliar l'àmbit d'aplicació del model de Solow–Swan a les CC. AA., a períodes que no siguin de creixement econòmic”				
Paràmetres A α de la funció C-D per als quatre períodes	A α	Nivell tecnològic Productivitat marginal del capital		
1.5 Contrastar la hipòtesi “H 3 - Es pot estendre el model de Solow–Swan a les CC. AA. incloent-hi les noves variables PIB per capita i Consum per capita”				
Estimar el paràmetre o del model estès de creixement de S-S per als tres períodes	P L	Població Treballadors ocupats		
1.6 Estimar les variables endògenes (estats estacionaris) del Patró estès de creixement del model de Solow–Swan per a les CC. AA., per als períodes Creixement (1993–2007) i Decreixement (2007–2013)				
Determinar les variables de l'estat estacionari k^* y^* Y_{pc} C_{pc} del Patró estès de creixement del model de S–S per als dos períodes	s δ n o	Taxa d'estalvi Taxa de depreciació del capital productiu Taxa de creixement del nombre de treballadors ocupats Taxa total d'ocupació		
2 Anàlisi del Patró de creixement de les CC. AA. des de l'any 1980				
2.1 Demostrar que l'estat estacionari del model de creixement de Solow–Swan amb la funció de producció agregada de Cobb–Douglas, és un punt d'equilibri estable				
Demostració teòrica		No requereix dades empíriques		
2.2 Contrastar la hipòtesi “H 4 - Els Patrons de creixement del model de Solow–Swan per a les CC. AA. són molt inestables (petites variacions dels paràmetres provoquen grans variacions de l'estat estacionari)”				
Determinar l'elasticitat de les variables de l'estat estacionari k^* y^* Y_{pc} C_{pc} respecte als paràmetres s δ n o	s δ n	Taxa d'estalvi Taxa de depreciació del capital productiu Taxa de creixement del nombre de treballadors ocupats		

	o k^* y^* Y_{pc} C_{pc}	Taxa total d'ocupació Capital per treballador Producció per treballador Renda <i>per càpita</i> Consum <i>per càpita</i>		
Evolució del PIB <i>per càpita</i> de Catalunya i la C. Valenciana	Y_{pc}	PIB <i>per càpita</i> a preus constants	PIB P	PIB a preus constants Població
Evolució hipotètica del PIB <i>per càpita</i> de Catalunya i la C. Valenciana	Y_{pch}	PIB <i>per càpita</i> Hipotètic a preus constants		
2.3 Dependència de la renda per càpita respecte a la producció per treballador i a la taxa total d'ocupació				
Determinar les taxes de variació $\gamma_{Y_{pc}}$ γ_y γ_o de Catalunya i la C. Valenciana	Y_{pc} y o	PIB <i>per càpita</i> a preus constants Producció per treballador Taxa total d'ocupació		
2.4 Contrastar la hipòtesi "H 5 - "Els estats estacionaris de les CC. AA. presenten uns valors al període Decreixement inferiors als del període Creixement"				
Estimar els valors de les variables de l'estat estacionari k^* y^* Y_{pc} C_{pc} per als dos períodes Creixement i Decreixement	s δ n o	Taxa d'estalvi Taxa de depreciació del capital productiu Taxa de creixement dels treballadors ocupats Taxa total d'ocupació		
2.5 Contrastar la hipòtesi "H 6 - Les CC. AA. compleixen la Llei empírica de la Convergència Condicional al període Total (1980–2013)"				
Determinar els coeficients de convergència condicional entre les CC. AA. al període Total	β σ	Coefficient de β convergència condicional Coefficient de σ convergència condicional		
2.6 Contrastar la hipòtesi "H 7 - Es pot ampliar l'àmbit d'aplicació de la Llei empírica de la Convergència Condicional a les CC. AA., a períodes que no siguin de creixement econòmic"				
Determinar els coeficients de convergència condicional entre les CC. AA. als períodes Inicial, Creixement i Decreixement	β σ	Coefficient de β convergència condicional Coefficient de σ convergència condicional		
2.7 Contrastar la hipòtesi "H 8 - Les CC. AA. no compleixen la "Llei empírica de la Convergència Condicional" al principi del període Creixement (1993–2007)"				
Determinar els coeficients de convergència condicional entre les CC. AA. per a cada any del període Creixement	β σ	Coefficient de β convergència condicional Coefficient de σ convergència condicional		
2.8 Contrastar la hipòtesi "H 9 - Les CC. AA. compleixen la "Llei empírica de la Convergència Condicional" al principi del període Decreixement (2007–2013)"				
Determinar els coeficients de convergència condicional entre les CC. AA. per a cada any del període Decreixement	β σ	Coefficient de β convergència condicional Coefficient de σ convergència condicional		
3 Esbós d'un model de transmissió de l'impuls econòmic entre les CC. AA.				
Esbossar un model de transmissió de l'impuls econòmic entre les CC. AA.	β σ	Coefficient de β convergència condicional Coefficient de σ convergència condicional		

Implicacions ètiques i socials				
Calcular la funció de densitat del PIB per capita d'Espanya als anys 1980, 1993, 2007 i 2013	$F(Y_{pc})$	Funció de densitat del PIB per capita	P Y_{pc}	Població PIB per capita a preus constants

Font: elaboració pròpia

Les dades empíriques necessàries per a realitzar aquest treball s'han extret de les bases de dades de l'INE i de la FBBVA, el dia 18/10/2014.

Al document "Annex 1" es detalla la forma concreta en que s'han obtingut aquestes dades.

I als fulls de càlcul "Annex 2" i "Annex 3" es mostren les dades base extretes de les bases de dades, el procés d'elaboració al que s'han sotmès i les dades elaborades que s'han obtingut d'elles.

1.2 Metodologia

1.2.1 Funció de producció agregada de Cobb–Douglas

Funcions neoclàssiques de producció agregada

El punt de partida del model de creixement de Solow–Swan són les funcions neoclàssiques de producció agregada de la forma $Y = F[A, K, L]$ amb:

Y **Producció agregada**

A **Nivell tecnològic**, expressat sense unitats (és un "multiplicador" de la funció de producció agregada).

K **Estoc de capital productiu**: infraestructures, construccions, maquinària, equips, elements de transport, etc.

L **Treball utilitzat**: treballadors ocupats.

El plantejament neoclàssic estableix que una funció de producció agregada ha d'acomplir les condicions següents³:

- Estar definida només per a valors positius dels factors de producció i tenir sempre un valor positiu: $F[A, K, L]: \mathfrak{R}^3 \rightarrow \mathfrak{R}_+$
- Ser continua i diferenciable fins al segon ordre.
- Presentar productivitats marginals positives per a K i L : $\frac{\partial F}{\partial K} > 0$ $\frac{\partial F}{\partial L} > 0$
- Presentar productivitats marginals decreixents per a K i L : $\frac{\partial^2 F}{\partial^2 K} < 0$ $\frac{\partial^2 F}{\partial^2 L} < 0$
- Ser homogènia de primer grau en K i L (rendiments constants d'escala):
 $F[A, \lambda K, \lambda L] = \lambda F[A, K, L]$
- Necessitar els dos factors de producció: $F[A, 0, L] = 0$ $F[A, K, 0] = 0$
- Complir les condicions d'Inada (condicions de contorn):

$$\lim_{k \rightarrow 0} \frac{\partial F}{\partial K} = \infty \qquad \lim_{k \rightarrow \infty} \frac{\partial F}{\partial K} = 0$$

$$\lim_{L \rightarrow 0} \frac{\partial F}{\partial L} = \infty \qquad \lim_{L \rightarrow \infty} \frac{\partial F}{\partial L} = 0$$

³ Veure, per exemple, Acemoglu, D (2009). 2.1 *The economic environment of the basic Solow Model* o Barro, R i Sala-i-Martin, X (2004). 1.2.1 *The Neoclassical Production Function*.

La funció de producció agregada de Cobb–Douglas

La funció de producció agregada de Cobb–Douglas és, sense dubte, la funció de producció agregada més utilitzada en macroeconomia⁴.

Aquesta funció de producció agregada no es desenvolupà dintre de la teoria del Creixement Econòmic sinó que s'utilitzà per primera vegada a l'any 1928, abans de la publicació dels treballs pioners de la teoria del Creixement Econòmic⁵.

La forma estàndard de la funció de producció agregada de Cobb–Douglas és:

$$Y = AK^\alpha L^{1-\alpha} \quad \text{amb} \quad 0 < \alpha < 1$$

Aquesta funció compleix totes les condicions imposades per la teoria neoclàssica a les funcions de producció agregades:

- Està definida només per a valors positius dels factors de producció, tenir sempre un valor positiu: $\forall A \geq 0, K \geq 0, L \geq 0 \rightarrow F[A, K, L] \geq 0$

- És continua i diferenciable fins al segon ordre.

- Presenta productivitats marginals positives per a K i L :

$$\frac{\partial F}{\partial K} = A\alpha K^{\alpha-1} L^{1-\alpha} > 0 \quad \frac{\partial F}{\partial L} = AK^\alpha (1-\alpha)L^{-\alpha} > 0$$

- Presenta productivitats marginals decreixents per a K i L :

$$\frac{\partial^2 F}{\partial^2 K} = A\alpha(\alpha-1)K^{\alpha-2} L^{1-\alpha} < 0 \quad \frac{\partial^2 F}{\partial^2 L} = AK^\alpha (1-\alpha)(-\alpha)L^{-\alpha-1} < 0$$

- És homogènia de primer grau en K i L (presenta rendiments constants d'escala):

$$F[A, \lambda K, \lambda L] = A(\lambda K)^\alpha (\lambda L)^{1-\alpha} = \lambda AK^\alpha L^{1-\alpha} = \lambda F[A, K, L]$$

- Necessita els dos factors de producció:

$$F[A, 0, L] = A0^\alpha L^{1-\alpha} = 0 \quad F[A, K, 0] = AK^\alpha 0^{1-\alpha} = 0$$

- Compleix les condicions d'Inada (condicions de contorn):

$$\lim_{k \rightarrow 0} \frac{\partial F}{\partial K} = \lim_{k \rightarrow 0} \frac{A\alpha L^{1-\alpha}}{K^{1-\alpha}} = \infty \quad \lim_{k \rightarrow \infty} \frac{\partial F}{\partial K} = \lim_{k \rightarrow \infty} \frac{A\alpha L^{1-\alpha}}{K^{1-\alpha}} = 0$$

$$\lim_{L \rightarrow 0} \frac{\partial F}{\partial L} = \lim_{L \rightarrow 0} \frac{AK^\alpha (1-\alpha)}{L^\alpha} = \infty \quad \lim_{L \rightarrow \infty} \frac{\partial F}{\partial L} = \lim_{L \rightarrow \infty} \frac{AK^\alpha (1-\alpha)}{L^\alpha} = 0$$

Forma intensiva de la funció de producció agregada de Cobb–Douglas

Dividint els dos termes de la forma estàndard de la funció de producció agregada de Cobb–Douglas per L s'obté la seva forma intensiva:

$$y = \frac{Y}{L} = \frac{AK^\alpha L^{1-\alpha}}{L} = \frac{AK^\alpha L^{1-\alpha}}{L^\alpha L^{1-\alpha}} = A \left(\frac{K}{L} \right)^\alpha = Ak^\alpha$$

Amb:

y **Producció agregada** per treballador ocupat.

A **Nivell tecnològic**.

k **Estoc de capital productiu** per treballador ocupat.

⁴ Veure, per exemple, Mankiw, N G (2008) 3.2.5 La funció de producció Cobb–Douglas.

⁵ Veure Cobb, C W i Douglas, P H (1928).

⁶ Com a curiositat, Cobb, C W i Douglas, P H indiquen al seu article que aquesta funció de producció va ser definida inicialment per Wicksteed, P i Clark J B, proporcionant així un altre exemple de la Llei de la eponímia de Stigler: "No scientific discovery is named after its original discoverer" (veure Stigler, S (1980)).

1.2.2 Estimació dels paràmetres de la funció de producció agregada de Cobb–Douglas per a les CC. AA.

Per estimar els paràmetres de la funció de producció agregada de Cobb–Douglas per a les CC. AA. espanyoles s'utilitzarà la forma intensiva de la funció $y = Ak^\alpha$

Aplicant logaritmes, aquesta funció es transforma en $\log y = \log A + \alpha \log k$

Que permet estimar els seus paràmetres A i α mitjançant el MRL (model de regressió lineal)⁷ $\log y = \beta_1 + \beta_2 \log k + u$

Per a fer aquesta estimació s'utilitzarà la funció LINEST⁸ del full de càlcul MS Excel.

I per als valors de β_2 que s'obtinguin com estimacions del paràmetre α de la funció de producció agregada de Cobb–Douglas que siguin pròxims a zero, s'utilitzarà el *Test t de Student* per a validar estadísticament si són significativament diferents de zero⁹.

1.2.3 Test de Chow de Permanència estructural

Per a determinar si el model de Cobb–Douglas presenta permanència estructural al llarg de tot el període de l'estudi (1980–2013) o si s'han produït canvis en l'estructura econòmica de les CC. AA. durant aquest període (i, en concret, entre els subperíodes inicial (1980–1993), de creixement (1993–2007) i de decreixement (2007–2013) s'utilitzarà el Test de Chow de permanència estructural¹⁰.

L'elecció dels subperíodes en que es divideix el període total de l'estudi s'ha fet en base a dues fites que, a priori, semblava que podrien haver provocat canvis estructurals en les economies de les CC. AA.:

- 1993 - Entrada en vigor del Tractat de la Unió Europea (Tractat de Maastrich). Aquest tractat, entre altres efectes, instaurà la unió econòmica i monetària dels països de la Unió Europea, entre els que es trobava Espanya, amb la creació del Euro com a moneda comú i del Banc Central Europeu.
- 2007 - Final del període d'expansió econòmica i inici de la regressió, que en Espanya paraitzà pràcticament el sector de la construcció (que havia segut el principal motor econòmic al període de creixement), augmentà notablement la taxa d'atur i tingué un gran impacte negatiu sobre el sector financer, principalment sobre les Caixes d'Estalvi.

Per aplicar aquest test:

- Es divideix el període total de l'estudi en tres subperíodes.
- S'estima el MRL $\log y = \beta_1 + \beta_2 \log k + u$ per a cadascú dels quatre períodes (el total i els tres parcials), amb la funció LINEST del full de càlcul MS Excel.

- Es construeix l'estadístic de prova $F_0 = \frac{SQE_T - (SQE_1 + SQE_2 + SQE_3)}{\frac{2k}{SQE_1 + SQE_2 + SQE_3}}$ on
 - SQE_i és la suma dels quadrats dels errors sorgits de l'estimació per al període $i \in \{Total, 1r, 2n, 3r\}$

⁷ Veure Baró, J i Alemany, R (2008) *Mòdul 3 - 1 El model de regressió múltiple* i Barrio del, T; Clar, M i Surinach, J (2011) 2. *El model de regressió lineal múltiple estàndard*.

⁸ Veure MS Office Help (2003). *LINEST function*

⁹ Veure Baró, J i Alemany, R (2008) *Mòdul 3 - 1.8 Contrastos sobre la capacitat explicativa de les variables* i Barrio del, T; Clar, M i Surinach, J (2011) 2.7.2 *Significació estadística*.

¹⁰ Veure Barrio del, T; Clar, M i Surinach, J (2011) 3.3 *Anàlisi de la permanència estructural. Contrast de Chow*.

- T és el nombre total d'observacions.
- k és el nombre de variables explicatives del model, més u.

Aquest estadístic es distribueix segons una F d'Snedecor amb k i $T - 2k$ graus de llibertat al numerador i al denominador, respectivament.

1.2.4 Model de creixement econòmic de Solow–Swan

El model de creixement de Solow–Swan va ser presentat per primera vegada per Robert Solow a l'any 1956^{11 12}.

Aquest model parteix d'una funció neoclàssica de producció agregada $Y = F[A, K, L]$ i suposa que:

- L'economia objecte de l'anàlisi és una economia tancada i sense sector públic en la que, per tant, el destí de tota la producció és o el consum o l'estalvi $Y = C + S$
- L'estalvi es una part constant de la producció $S = sY$
- El capital productiu es deprecia a una taxa constant δ
- La totalitat de l'estalvi es destina a inversió en capital productiu $I = S$
- En nombre de treballadors ocupats creix exponencialment amb una taxa constant $\frac{L'}{L} = n$

Com les funcions neoclàssiques de producció agregada han de ser homogènies de primer grau en K i L , dividint els dos termes de la funció per L s'obté la seva forma intensiva:

$$y = \frac{Y}{L} = \frac{F[A, K, L]}{L} = F\left[A, \frac{K}{L}, \frac{L}{L}\right] = F[A, k, 1] \quad \text{amb:}$$

y Producció agregada per treballador ocupat.

A Nivell tecnològic.

k Estoc de capital productiu per treballador ocupat.

Per tant: $K' = I - \delta K = S - \delta K = sY - \delta K$

$$\frac{K'}{L} = s \frac{Y}{L} - \delta \frac{K}{L} = sy - \delta k$$

$$k' = \frac{dk}{dt} = \frac{d\left(\frac{K}{L}\right)}{dt} = \frac{K'L - KL'}{L^2} = \frac{K'}{L} - \frac{K}{L} \frac{L'}{L} = sy - \delta k - nk$$

D'on definint una nova funció de “producció per treballador”, amb el “capital per treballador” k com a variable independent $y = f(k) = F[A, k, 1]$ s'obté l'**equació fonamental del model de creixement de Solow–Swan**: $k' = sf(k) - (\delta + n)k$

Aquesta equació és una equació diferencial autònoma de la forma $k' = g(k)$ amb $g(k) = sf(k) - (\delta + n)k$ per la qual cosa la funció constant $k(t) = k^*$ per al valor k^* que compleixi $sf(k^*) = (\delta + n)k^*$ serà un punt d'equilibri de l'equació diferencial i, per tant, un **“estat estacionari” del model de Solow–Swan**.

¹¹ Veure Solow, R (1956).

¹² Per una introducció general a aquest model veure, per exemple, Acemoglu, D (2009). 2 *The Solow Growth Model*, Barro, R (2005). 3 *Facts on Growth; The Solow Growth Model*, Barro, R i Sala-i-Martin, X (2004). 1.2 *The Neoclassical Model of Solow and Swan* o Doepke, M; Lehnert, A i Sellgren, A (1999). 11.2 *The Solow Growth Model*.

Prenent com a funció de producció agregada la de Cobb–Douglas $Y = AK^\alpha L^{1-\alpha}$
 la funció de “producció per treballador” és $y = f(k) = Ak^\alpha$ a la qual correspon l'estat
 estacionari $sAk^{*\alpha} = (\delta + n)k^* \rightarrow k^* = \left(\frac{sA}{\delta + n}\right)^{\frac{1}{1-\alpha}}$ $y^* = A^{1-\alpha} \left(\frac{s}{\delta + n}\right)^{\frac{\alpha}{1-\alpha}}$

1.2.5 Patró de Creixement d'una economia, segons el model de Solow–Swan

El model de creixement de Solow–Swan utilitza les variables següents:

- Variables exògenes (paràmetres del model):
 - Paràmetres heretats de la funció de producció agregada de Cobb–Douglas
 - A nivell tecnològic
 - α productivitat marginal del capital
 - Paràmetres propis de l'equació fonamental del model de Solow–Swan
 - s taxa d'estalvi
 - δ taxa de depreciació del capital productiu
 - n taxa de creixement del nombre de treballadors ocupats
- Variables endògenes (variables de l'estat estacionari):
 - k^* capital productiu per treballador ocupat
 - y^* producció per treballador ocupat (productivitat)

I com es veurà al “Resultat 1.5 - Contrastar la hipòtesi H 3 - Es pot estendre el model de Solow–Swan a les CC. AA. incloent-hi les noves variables PIB per capita i Consum per capita”, el model de creixement de Solow–Swan es pot estendre incloent-hi les noves variables:

- Variables exògenes (paràmetres del model):
 - o taxa absoluta d'ocupació
- Variables endògenes (variables de l'estat estacionari):
 - Ypc producció *per capita*
 - Cpc consum *per capita*

Al conjunt dels valors dels paràmetres $A \alpha s \delta n o$ d'una economia per a un període concret, l'hem anomenat “**Patró de creixement**” de l'economia per al període, perquè determinen:

- L'estat estacionari estès de Solow–Swan al que tendeix l'economia durant el període

$$\left\{ \begin{array}{l} k^* = \left(\frac{sA}{\delta + n}\right)^{\frac{1}{1-\alpha}} \\ y^* = A^{1-\alpha} \left(\frac{s}{\delta + n}\right)^{\frac{\alpha}{1-\alpha}} \end{array} \right. \quad \begin{array}{l} Ypc^* = y^* o \\ Cpc^* = Ypc^*(1 - s) \end{array}$$

- La taxa de variació amb la qual tendeix cap a aquest estat estacionari.

L'equació fonamental del model de Solow–Swan amb la funció de producció agregada de Cobb–Douglas en forma intensiva, pren la forma $k' = sAk^\alpha - (\delta + n)k$

Per tant la taxa de creixement de l'economia serà $\gamma_k = \frac{k'}{k} = sAk^{1-\alpha} - (\delta + n)$

1.2.6 Ajust d'una funció logística a una sèrie de dades empíriques

Per a poder estimar els valors de les variables endògenes k^* i y^* que conformen l'estat estacionari al que tendeixen les CC. AA. en cada període, s'ha de determinar prèviament els valors per al període complet dels paràmetres A , α , s , δ i n que formen els seus patrons de creixement, a partir de les dades de cada any.

Com s'ha indicat a l'apartat "2 Estimació dels paràmetres de la funció de producció agregada de Cobb–Douglas per a les CC. AA.", els paràmetres A i α s'estimaran mitjançant un model de regressió lineal.

Per estimar els paràmetres s , δ i n s'utilitzarà un nou mètode d'estimació de paràmetres dels models macroeconòmics que s'ha desenvolupat com part del present treball, que permet estimar-los com el límit al que tendeix la funció logística que millor s'ajusta a les dades empíriques, amb el criteri dels mínims quadrats ordinaris:

- Si les dades empíriques mostren oscil·lacions (augmentos i disminucions) sense una tendència clara creixent o decreixent, s'haurien d'ajustar mitjançant una funció periòdica i, per tant, s'estimarà el paràmetre corresponent com:
 - La mitjana de les dades empíriques, si les oscil·lacions no s'esmoreeixen.
 - El valor al que tendeixen les dades empíriques, si les oscil·lacions s'esmoreeixen.
- Si les dades empíriques mostren una clara tendència creixent o decreixent, s'ajustaran amb una funció logística i, per tant, s'estimarà el paràmetre corresponent com:
 - L'asíptota superior de la funció logística, si les dades empíriques mostren una tendència creixent.
 - L'asíptota inferior de la funció logística, si les dades empíriques mostren una tendència decreixent.

El nou procediment desenvolupat en aquest treball per ajustar una funció logística a una sèrie de dades empíriques és el següent:

- Estimar les asíptotes horitzontals de la funció logística a ajustar:
 - Estimar la derivada de la funció logística per a cada punt de la sèrie mitjançant interpolació lineal entre els punts anterior i següent de la sèrie (excepte als punts extrems de la sèrie, als que s'estimarà la derivada com la pendent entre el propi punt extrem i el més pròxim).
 - Construir una nova sèrie auxiliar de dades, prenent com abscisses les ordenades de la sèrie de dades original, com aproximació a les ordenades de la funció logística, i com ordenades la derivada estimada de la funció logística per aquesta ordenada.
 - Ajustar la nova sèrie auxiliar amb un polinomi del menor grau possible, que talli l'eix de les abscisses, utilitzant l'opció "Trendline" de les gràfiques de MS Excel.
 - Estimar les asíptotes de la funció logística com els arrels més extrems del polinomi ajustat (que seran les ordenades de les dades empíriques per a les que la derivada de la funció logística seria zero i, per tant, correspondran a les ordenades de les asíptotes horitzontals de la funció logística).
- Estimar el punt d'inflexió de la funció logística a ajustar:
 - Estimar l'ordenada del punt d'inflexió de la funció logística com el valor mitjà entre les dos asíptotes horitzontals, perquè la gràfica de la funció logística és simètrica.
 - Estimar l'abscissa del punt d'inflexió de la funció logística a ajustar:
 - Si l'ordenada estimada del punt d'inflexió es troba dintre del rang de les ordenades de la sèrie de dades empíriques, s'estimarà l'abscissa del punt d'inflexió mitjançant interpolació lineal entre els dos punts consecutius de la sèrie de dades empíriques entre les ordenades dels quals es trobi l'ordenada estimada per al punt d'inflexió.
 - Si l'ordenada estimada del punt d'inflexió no es troba dintre del rang de les ordenades de la sèrie de dades empíriques, s'estimarà l'abscissa del punt d'inflexió mitjançant extrapolació lineal a partir dels dos punts de l'extrem de la sèrie de dades empíriques que estigui més pròxim a l'ordenada estimada del punt d'inflexió.

- Estimar la funció logística a ajustar:
 - Una vegada estimades les asímptotes horitzontals i el punt d'inflexió de la funció logística a ajustar, expressar l'equació general de la família monoparamètrica de funcions logístiques que tenen aquestes asímptotes horitzontals i aquest punt d'inflexió, prenent com a paràmetre de la família el coeficient d'increment "h".
 - Estimar la funció logística a ajustar com la funció de la família monoparamètrica que millor s'ajusti a la sèrie de dades empíriques amb el criteri dels mínims quadrats ordinaris, utilitzant l'eina "Solver" de MS Excel per a calcular el valor de "h" que minimitza la suma dels quadrats de les diferències entre la sèrie de dades empíriques i la funció logística de la família monoparamètrica que tingui el paràmetre "h".

Com exemple, l'aplicació d'aquest mètode a les dades empíriques de la taxa d'estalvi s de Catalunya per al període 2007–2013 dona el següent resultat:

Taula 2. Ajust d'una funció logística a una sèrie de dades empíriques

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
s	0,1794	0,1753	0,1945	0,1504	0,1320	0,1228	0,1132
s'	-0,0041	0,0076	-0,0124	-0,0313	-0,0138	-0,0094	-0,0096
s^	0,1872	0,1785	0,1659	0,1499	0,1327	0,1172	0,1052
Err^2	0,0001	0,0000	0,0008	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001
s sup	0,2004	0,2004	0,2004	0,2004	0,2004	0,2004	0,2004
s inf	0,0850	0,0850	0,0850	0,0850	0,0850	0,0850	0,0850

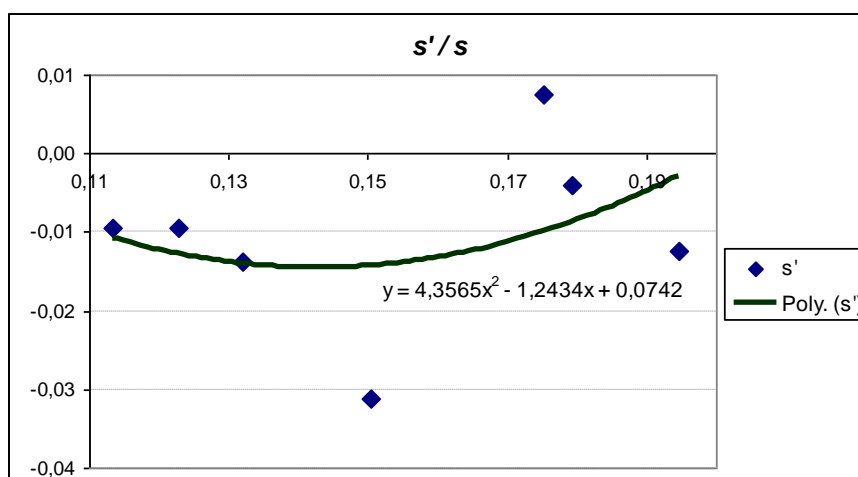
Font: elaboració pròpia

En aquest cas, les dades empíriques $\{ (any, s) \}$ mostren una clara tendència decreixent per la qual cosa s'estimarà el paràmetre mitjançant l'asímtota inferior de la funció logística.

El procediment per ajustar una funció logística a la sèrie és el següent:

- Estimar les asímptotes horitzontals de la funció logística:
 - Estimar la derivada de la funció logística s' per a cada punt de la sèrie.
 - Construir la nova sèrie de dades $\{ (s, s') \}$
 - Ajustar la nova sèrie de dades amb la paràbola $s' = 4,3565s^2 - 1,2434s + 0,0742$

Gràfic 1. Estimació de les asímptotes de la funció logística



Font: elaboració pròpia

- Estimar les asímptotes de la funció logística com els arrels de la paràbola:

$$s = 0,0850 \quad i \quad s = 0,2004$$

- Estimar el punt d'inflexió de la funció logística:

- Estimar l'ordenada del punt d'inflexió $s = \frac{0,0850 + 0,2004}{2} = 0,1427$

- Estimar l'abscissa del punt d'inflexió de la funció logística a ajustar:

- Com $s = 0,1427$ es troba entre les dades empíriques 0,1504 i 0,1320 corresponents als anys 2010 i 2011, s'estima l'abscissa del punt d'inflexió mitjançant interpolació lineal entre aquests dos punts

$$any = 2010 + \frac{0,1427 - 0,1504}{0,1320 - 0,1504} = 2010,42$$

- Estimar la funció logística:

- L'equació general de la família monoparamètrica de funcions logístiques que tenen aquestes asymptotes horitzontals i aquest punt d'inflexió, prenent com a paràmetre de la família el coeficient d'increment "h" és

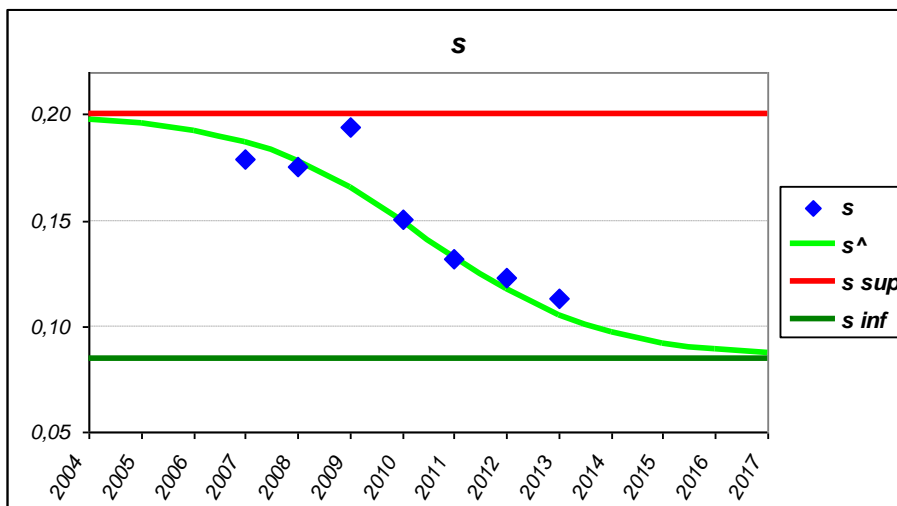
$$\hat{s} = 0,1427 + \frac{0,0850 - 0,2004}{2} \frac{1 - e^{h(2010,42 - any)}}{1 + e^{h(2010,42 - any)}}$$

- Estimar la funció logística a ajustar com la funció de la família monoparamètrica que millor s'ajusti a la sèrie de dades empíriques amb el criteri dels mínims quadrats ordinaris

$$h = 0,5992$$

$$\hat{s} = 0,1427 + \frac{0,0850 - 0,2004}{2} \frac{1 - e^{0,5992(2010,42 - any)}}{1 + e^{0,5992(2010,42 - any)}}$$

Gràfic 2. Funció logística ajustada a la sèrie de dades empíriques



Font: elaboració pròpia

1.2.7 Llei empírica de la convergència condicional

Convergència absoluta i convergència condicional¹³

¹³ Per a les diferents definicions i criteris de convergència veure, per exemple: Acemoglu, D (2009). 1.5 *Conditional Convergence* i 3.2 *The Solow Model and Regression Analyses*. o Barro, R i Sala-i-Martin, X (2004). 1.2.10 *Absolute and Conditional Convergence* i 11.1 *Two Concepts of Convergence*.

El model de creixement de Solow–Swan estableix que les economies tendeixen cap a un l'estat

estacionari $k^* = \left(\frac{sA}{\delta+n} \right)^{\frac{1}{1-\varepsilon}}$ amb una la taxa de creixement $\gamma_k = \frac{k'}{k}$

La derivada d'aquesta taxa de creixement és $\gamma'_k = \frac{\partial \left(\frac{k'}{k} \right)}{\partial k} = \frac{s}{k} \left[f'(k) - \frac{f(k)}{k} \right]$

Com s'utilitza la funció de producció agregada de Cobb–Douglas en forma intensiva $f(k) = Ak^\alpha$ es té que: $f'(k) = A\alpha k^{\alpha-1}$ $\frac{f(k)}{k} = Ak^{\alpha-1}$ $0 < \alpha < 1$

Per la qual cosa γ'_k té un valor $\gamma'_k = \frac{s}{k} [A\alpha k^{\alpha-1} - Ak^{\alpha-1}] = \frac{s}{k} Ak^{\alpha-1} (\alpha - 1) < 0$

Per tant, com la derivada de la taxa de variació de k és negativa, la taxa de creixement de k serà major quant menor sigui el valor de k és a dir, quant més allunyada estigui l'economia del seu estat estacionari¹⁴.

Aquest resultat dona peu a plantejar una pregunta quan es comparen les taxes de creixement de dues economies diferents: creixerà sempre més ràpidament l'economia que tingui un menor PIB *per capita*?

Si la resposta fos afirmativa, tindriem la que es podria anomenar Llei de la convergència absoluta: l'economia més pobre (amb menor PIB *per capita*) creix més ràpidament que la més rica.

Però les dades empíriques demostren que la resposta a aquesta pregunta és negativa i que, per tant, no es compleix aquesta hipotètica Llei de la convergència absoluta¹⁵.

No obstant, com el model de creixement de Solow–Swan estableix que que totes les economies tendeixen al seu valor d'equilibri (estat estacionari), si que s'haurà de complir una versió més dèbil de la llei anterior anomenada Llei de la convergència condicional: les diferències en el PIB *per capita* de les economies similars (que, per tant, tendiran cap a uns estats estacionaris “semblants”) tendeixen a disminuir en el temps.

criteris de convergència

Segons s'interpreti el significat de l'expressió “les diferències tendeixen a disminuir en el temps”, la llei de la convergència condicional permet definir dues nocions diferents de convergència:

- **β convergència:**

Es diu que un conjunt d'economies compleixen el criteri de la β convergència si al estimar el model de regressió lineal $T_{Ypc} = B + \beta \cdot Ypc + u$ amb les variables:

- T_{Ypc} : taxa anual mitjana de creixement de la renda *per capita* al llarg del període.
- Y_{pc} : renda *per capita* a l'inici del període.

el coeficient β és negatiu.

- **σ convergència:**

Es diu que un conjunt d'economies compleixen el criteri de la σ convergència si la dispersió dels valors dels PIB *per capita* de les diferents economies, mesurada amb el coeficient de variació de Pearson, disminueix amb el temps.

¹⁴ Perquè el model de Solow–Swan parteix de la suposició de que l'economia es troba en creixement.

¹⁵ Veure, per exemple: Acemoglu, D (2009). 1.4 *Origins of Today's Income Differences and World Economic Growth*.

2 RESULTATS DE L'ESTUDI

2.1 Determinació del Patró de creixement de les CC. AA. des de l'any 1980

El Patró de creixement de les CC. AA. es calcularà utilitzant el model de Solow–Swan amb la funció de producció agregada de Cobb–Douglas.

Per a calcular-ho, es seguiran els passos següents:

2.1.1 Estimar els paràmetres de la funció de producció agregada de Cobb–Douglas de les CC. AA., per als quatre períodes d'estudi

El quatre períodes d'estudi són els següents:

- Total 1980–2013
- Inicial 1980–1993
- Creixement 1993–2007
- Decreixement 2007–2013

Com s'ha indicat al punt "1.2.2 Estimació dels paràmetres de la funció de producció agregada de Cobb–Douglas per a les CC. AA." de l'apartat "1.2 Metodologia":

- Els paràmetres de la funció de producció agregada de Cobb–Douglas per a les CC. AA. espanyoles A i α s'han estimat mitjançant el MRL (model de regressió lineal)

$$\log y = \beta_1 + \beta_2 \log k + u$$

- Per a fer aquesta estimació s'ha utilitzat la funció LINEST del full de càlcul MS Excel.
- Per als valors de β_2 que s'han obtingut com estimacions del paràmetre α de la funció de producció agregada de Cobb–Douglas que són pròxims a zero, s'ha utilitzat el Test t de Student per a validar estadísticament si són significativament diferents de zero.

A la taula següent es mostren els valors que s'han estimat per als paràmetres A i α de cada CC. AA. per a cadascú dels quatre períodes d'estudi.

En aquesta taula s'han marcat en grog els valors de α que tenen un valor pròxim als límits establerts pel model ($0 < \alpha < 1$) i en taronja els que excedeixen significativament aquests límits.

Taula 3. Estimació dels paràmetres de la funció de producció agregada de Cobb–Douglas de les CC. AA. per a cada període d'estudi

		Període Total 1980–2013		Inicial 1980–1993		Creixement 1993–2007		Decreixement 2007–2013	
		A	α	A	α	A	α	A	α
01	ANDA	19,17	0,7079	2,16	0,9072	542,08	0,4105	52.704,77	0,0013
02	ARAG	14,95	0,7152	0,07	1,1965	1.702,10	0,3068	30.946,68	0,0572
03	ASTU	3,78	0,8370	0,10	1,1620	39,52	0,6344	15.408,43	0,1167
04	BALE	372,80	0,4540	0,19	1,1508	94.082,91	-0,0403	86.112,35	-0,0349
05	CANA	137,18	0,5205	26,07	0,6711	2.759,32	0,2571	47.272,39	0,0128
06	CANT	0,21	1,1033	0,01	1,4279	0,26	1,0872	18.890,28	0,1012
07	CAIL	9,57	0,7578	0,20	1,1068	134,56	0,5298	26.793,26	0,0669
08	CLM	13,24	0,7263	0,79	0,9828	1.870,78	0,2898	2.831,40	0,2548
09	CATA	103,60	0,5614	25,90	0,6837	9.392,99	0,1688	108.390,18	-0,0484
10	CVAL	106,91	0,5574	20,13	0,7114	2.585,13	0,2718	7.767,96	0,1760
11	EXTR	0,11	1,1199	0,00	1,4680	1,47	0,8979	16.311,94	0,0945
12	GALI	12,04	0,7390	3,01	0,8690	35,28	0,6444	4.546,11	0,2174
13	MADR	235,15	0,4976	47,02	0,6436	87.761,67	-0,0226	42.737,13	0,0347
14	MURC	561,84	0,4036	7,38	0,8018	3.051,00	0,2527	12.832,36	0,1243
15	NAVA	7,62	0,7807	17,79	0,7052	49.089,19	0,0231	34.787,78	0,0514

16	PVAS	0,60	1,0136	23,17	0,6880	94,38	0,5734	117.091,26	-0,0454
17	RIOJ	0,09	1,1819	0,01	1,3911	454.497,23	-0,1737	25.199,38	0,0783
18	CEME	497,21	0,4302	0,10	1,2223	519,94	0,4319	650.424,67	-0,2211

Font: elaboració pròpia

Als fulls de càlcul 4, 5 i 6 annexos a aquesta memòria es presenten els càlculs detallats que s'han realitzat per estimar els paràmetres A α de cada CC. AA. per a cadascú dels quatre períodes d'estudi.

Com es pot veure en aquesta taula,

- Al període Inicial (1980-1993), de les 18 CC. AA. hi ha 8 que presenten uns valors per al paràmetre α que excedeixen el límit superior establert pel model ($\alpha > 1$), per la qual cosa el model de creixement de Solow–Swan no resulta aplicable a les CC. AA. en aquest subperíode.
- Als períodes de creixement (1993-2007) i de decreixement (2007-2013) els 36 valors estimats per al paràmetre α es troben dintre dels límits establerts pel model $0 < \alpha < 1$ (el test T d'Student mostra que els valors que excedeixen aquests límits no són significativament diferents dels límits), amb uns valors mitjans de 0,37 i 0,08 respectivament.

Altres autors^{16 17} han estimat el valor del paràmetre α per altres economies i han obtingut els resultats següents:

Taula 4. Valors estimats per al paràmetre α per altres autors, per altres economies

País	Període	α
Alemanya	1960 – 1990	0,40
Argentina	1940 – 1980	0,54
Brasil	1940 – 1980	0,45
Corea del Sud	1966 – 1990	0,32
Estats Units	1948 – 1998	0,33
Estats Units	1899 – 1922	0,25
Hong Kong	1966 – 1990	0,37
Itàlia	1960 – 1990	0,38
Japó	1960 – 1990	0,42
Mèxic	1940 – 1980	0,63
Regne Unit	1960 – 1990	0,39
Singapur	1966 – 1990	0,53
Taiwan	1966 – 1990	0,29
Xile	1940 – 1980	0,52

Font: elaboració pròpia a partir de dades de Cobb, C W i Douglas, P H (1928) i Fernández-Villaverde, J (2003)

amb un valor mitjà de 0,42

Per tant, els valors estimats al present estudi per a les CC. AA. al període de creixement (1993-2007) estan en línia amb els obtinguts per aquests autors per a les altres economies, però els estimats per al període de decreixement (2007-2013) difereixen notablement d'ells, la qual cosa dóna peu a pensar que el model de Cobb-Douglas no presenta permanència estructural al llarg del període total (1980-2013), resultat que es demostra al punt següent.

2.1.2 Contrastar la hipòtesi “H 1 - El model de Cobb–Douglas no presenta permanència estructural al llarg del període Total (1980–2013)”

¹⁶ Veure Cobb, C W i Douglas, P H (1928)

¹⁷ Veure Fernández-Villaverde, J (2003). *Growth accounting i Growth accounting for other countries*.

Com s'ha indicat al punt “1.2.3 Test de Chow de Permanència estructural” de l'apartat “1.2 Metodologia”, s'utilitzarà aquest test per a determinar si el model de Cobb–Douglas presenta permanència estructural al llarg de tot el període de l'estudi (1980–2013) o si s'han produït canvis en l'estructura econòmica de les CC. AA. durant aquest període (i, en concret, entre els tres subperíodes inicial (1980–1993), de creixement (1993–2007) i de decreixement (2007–2013) s'utilitzarà el Test de Chow de permanència estructural

A la taula següent es mostren els resultats d'aquest test per a cada CC. AA., per als nivells de significació $\alpha = 0,05$ i $\alpha = 0,01$

Taula 5. Permanència estructural del model de Cobb-Douglas per a les CC. AA. al període total d'estudi (1980-2013)

Permanència estructural del model de Cobb-Douglas al període 1980-2013																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Nivell de significació	ANDA	ARAG	ASTU	BALE	CANA	CANT	CAIL	CLM	CATA	CVAL	EXTR	GALI	MADR	MURC	NAVA	PVAS	RIOJ	CEME
$\alpha = 0,05$	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	Sí	No	No	No
$\alpha = 0,01$	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	Sí	No	No	No	Sí	No	No	No

Font: elaboració pròpia

Aquests resultats indiquen que al llarg del període total d'estudi 1980–2013:

- Amb un nivell de significació de $\alpha = 0,05$, cap CC. AA., excepte Navarra, mostra permanència estructural.
- Amb un nivell de significació de $\alpha = 0,01$, cap CC. AA., excepte Extremadura i Navarra, mostra permanència estructural.

Per tant, podem rebutjar la hipòtesi nul·la del test de Chow (H_0 : hi ha permanència estructural del model) i admetre que els canvis produïts als patrons de creixement de les CC. AA. als anys 1993 i 2007 s'han degut a canvis estructurals en les seves economies i no pas a oscil·lacions conjunturals dintre d'un mateix cicle econòmic.

Aquest resultat està en línia amb els obtinguts per altres autors com, per exemple, Rodríguez-Pose, A¹⁸.

Als fulls de càlcul 4, 5 i 6 annexos a aquesta memòria es presenten els càlculs detallats que s'han realitzat per aplicar el Test de Chow a les CC. AA. al llarg del període total d'estudi 1980–2013.

2.1.3 Contrastar la hipòtesi “H 2 - Es pot ampliar l'àmbit d'aplicació del model de Solow–Swan a les CC. AA., a períodes que no siguin de creixement econòmic”

El model de creixement de Solow–Swan es basa en la funció de producció agregada de Cobb–Douglas i, per tant, hereta els valors límits per al paràmetre α que estableix aquesta funció ($0 < \alpha < 1$)

Com s'ha vist al punt “1.1 Estimar els paràmetres de la funció de producció agregada de Cobb–Douglas de les CC. AA., per als quatre períodes d'estudi”:

- Al període Inicial (1980-1993), de les 18 CC. AA. hi ha 8 que presenten uns valors per al paràmetre α que excedeixen el límit superior establert pel model ($\alpha > 1$), per la qual cosa el model de creixement de Solow–Swan no resulta aplicable a les CC. AA. en aquest subperíode.
- Al període Decreixement (2007–2013) hi ha 4 CC. AA. que presenten uns valors per al paràmetre α que excedeixen el límit inferior establert pel model ($\alpha < 0$) però el Test t de Student que s'ha aplicat a aquests casos mostra que les diferències amb el valor límit

¹⁸ Veure Rodríguez-Pose, A (2014)

del model no són estadísticament significatives per al qual cosa es pot acceptar que el model de creixement de Solow–Swan resulta aplicable a les CC. AA. al període de decreixement.

Per tant, es pot acceptar la hipòtesi H 2 i ampliar l'àmbit d'aplicació del model de Solow–Swan a les CC. AA. al període de decreixement, a més del període de creixement per al que es va desenvolupar inicialment el model.

Als fulls de càlcul 4, 5 i 6 annexos a aquesta memòria es presenten els resultats del Test t de Student per als 4 valors negatius del paràmetre α del període de decreixement.

2.1.4 Determinar les variables exògenes (paràmetres) del Patró de creixement de les CC. AA. segons el model de Solow–Swan, per als subperíodes Creixement (1993-2207) i Decreixement (2007–2013)

Al punt “2.1.3 Contrastar la hipòtesi H 2 - Es pot ampliar l'àmbit d'aplicació del model de Solow–Swan a les CC. AA., a períodes que no siguin de creixement econòmic” s'ha demostrat que el model de Solow–Swan es pot aplicar a les CC. AA. als subperíodes Creixement (1993–2007) i Decreixement (2007–2013).

En aquest punt, per tant, es van a determinar els valors dels paràmetres del model de Solow–Swan per a les CC. AA., als dos subperíodes als que resulta aplicable el model.

Al punt “2.1.1 Estimar els paràmetres de la funció de producció agregada de Cobb–Douglas de les CC. AA., per als quatre períodes d'estudi” s'han estimat les variables exògenes (paràmetres) del Patró de creixement de les CC. AA. α per a cadascú dels tres subperíodes.

I en aquest punt, per a determinar les variables exògenes (paràmetres) s δ n per als dos subperíodes, s'utilitzarà el nou procediment descrit al punt “1.2.6 Ajust d'una funció logística a una sèrie de dades empíriques”.

A la taula següent es mostren els valors que s'han estimat per als paràmetres s δ n del Patró de creixement de les CC. AA en cada subperíode, utilitzant aquest procediment:

Taula 6. Estimació dels paràmetres del patró de creixement del model original de Solow-Swan de les CC. AA. als períodes de creixement (1993-2007) i de decreixement (2007-2013)

		Creixement 1993–2007			Decreixement 2007–2013		
		s	δ	n	s	δ	n
01	ANDA	0,22	0,07	0,03	0,03	0,19	-0,05
02	ARAG	0,21	0,07	0,04	0,13	0,23	-0,03
03	ASTU	0,16	0,06	0,04	0,15	0,16	-0,05
04	BALE	0,19	0,07	0,04	0,12	0,19	-0,04
05	CANA	0,21	0,07	0,02	0,13	0,16	-0,07
06	CANT	0,14	0,06	0,03	0,12	0,23	-0,04
07	CAIL	0,17	0,05	0,03	0,11	0,16	-0,03
08	CLM	0,18	0,05	0,03	0,09	0,20	-0,05
09	CATA	0,16	0,06	0,03	0,08	0,20	-0,04
10	CVAL	0,15	0,05	0,03	0,07	0,17	-0,07
11	EXTR	0,21	0,04	0,02	0,12	0,18	-0,04
12	GALI	0,17	0,05	0,02	0,14	0,23	-0,04
13	MADR	0,21	0,05	0,04	0,15	0,21	-0,03
14	MURC	0,17	0,05	0,04	0,17	0,27	-0,04
15	NAVA	0,15	0,04	0,04	0,12	0,17	-0,04
16	PVAS	0,14	0,05	0,02	0,10	0,22	-0,03
17	RIOJ	0,20	0,05	0,03	0,11	0,17	-0,05
18	CEME	0,12	0,07	0,03	0,09	0,17	-0,04

Font: elaboració pròpia

Als fulls de càlcul 4, 5 i 6 annexos a aquesta memòria es presenten els càlculs detallats que s'han realitzat per estimar els paràmetres s δ n de cada CC. AA. per als dos subperíodes als que resulta aplicable el model de Solow–Swan.

2.1.5 Contrastar la hipòtesi “H 3 - Es pot estendre el model de Solow–Swan a les CC. AA. incloent-hi les noves variables PIB per capita i Consum per capita”

El model original de creixement econòmic de Solow-Swan utilitza l'increment de la producció agregada com mesura del creixement de les economies.

Però ja a l'any 1776 Adam Smith va indicar que “*el consum és la finalitat exclusiva de la producció i únicament s'haurà de fomentar l'interès dels productors quan açò ajudi a promoure el del consumidor ... Però ... l'interès del consumidor es sacrifica constantment al del productor i es pretén considerar la producció i no el consum, com si fos l'objecte i la finalitat de tota indústria i de tot comerç*”¹⁹.

Per tant, seria interessant estendre el model de creixement de Solow–Swan incloent a l'estat estacionari dues noves variables endògenes “ Y_{pc} producció per capita” i, sobre tot, “ C_{pc} Consum per capita”, que són uns indicadors molt més adients del benestar dels ciutadans que les variables originals del model “ k capital productiu per treballador ocupat” i “ y producció per treballador ocupat”.

Per a poder calcular aquestes dues noves variables endògenes del model, serà necessari incloure també una nova variable exògena, o paràmetre, “ o taxa absoluta d'ocupació” definida com

$$o = \frac{L}{P} \quad \text{on } L \text{ és el nombre de treballadors ocupats i } P \text{ és la població total.}$$

Aquest nou paràmetre del model es determinarà mitjançant el nou procediment descrit al punt “1.2.6 Ajust d'una funció logística a una sèrie de dades empíriques”.

A la taula següent es mostren els valors que s'han estimat per aquest nou paràmetre del Patró de creixement de les CC. AA en cada subperíode, utilitzant aquest procediment:

Taula 7 Estimació del paràmetre “ o ” del patró de creixement del model estès de Solow-Swan de les CC. AA. als períodes de creixement (1993-2007) i de decreixement (2007-2013)

Estimació del paràmetre “ o ” Taxa d'ocupació																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
	ANDA	ARAG	ASTU	BALE	CANA	CANT	CAIL	CLIM	CATA	CVAL	EXTR	GALI	MADR	MURC	NAVA	PVAS	RIOJ	CEME
1993–2007	0,38	0,60	0,46	0,50	0,42	0,50	0,49	0,41	0,53	0,43	0,37	0,46	0,74	0,43	0,52	0,58	0,50	0,46
2007–2013	0,29	0,36	0,28	0,39	0,33	0,33	0,31	0,31	0,39	0,34	0,28	0,33	0,43	0,33	0,39	0,37	0,37	0,26

Font: elaboració pròpia

Per tant, el model de Solow–Swan es pot ampliar sense cap problema amb les noves variables $Y_{pc}^* = y^* o$ $C_{pc}^* = Y_{pc}^* (1 - s)$ al període de creixement i al de decreixement.

Als fulls de càlcul 4, 5 i 6 annexos a aquesta memòria es presenten els càlculs detallats que s'han realitzat per estimar el paràmetre o de cada CC. AA. per als dos subperíodes.

2.1.6 Estimar les variables endògenes (estat estacionari) del Patró de creixement de les CC. AA. segons el model de Solow–Swan, per als períodes Creixement (1993–2007) i Decreixement (2007–2013)

Els paràmetres que formen el patró de creixement de les CC. AA. als períodes als que es pot aplicar el model de Solow-Swan són els següents:

¹⁹ Veure Smith, A (1776), pàgina 588

Taula 8 Paràmetres estimats per al patró de creixement del model estès de Solow-Swan de les CC. AA. als períodes de creixement (1993-2007) i de decreixement (2007-2013)

		Creixement 1993-2007						Decreixement 2007-2013					
		A	α	s	δ	n	o	A	α	s	δ	n	o
01	ANDA	542	0,41	0,22	0,07	0,03	0,38	52.705	0,00	0,03	0,19	-0,05	0,29
02	ARAG	1.702	0,31	0,21	0,07	0,04	0,60	30.947	0,06	0,13	0,23	-0,03	0,36
03	ASTU	40	0,63	0,16	0,06	0,04	0,46	15.408	0,12	0,15	0,16	-0,05	0,28
04	BALE	94.083	-0,04	0,19	0,07	0,04	0,50	86.112	-0,03	0,12	0,19	-0,04	0,39
05	CANA	2.759	0,26	0,21	0,07	0,02	0,42	47.272	0,01	0,13	0,16	-0,07	0,33
06	CANT	0	1,09	0,14	0,06	0,03	0,50	18.890	0,10	0,12	0,23	-0,04	0,33
07	CAIL	135	0,53	0,17	0,05	0,03	0,49	26.793	0,07	0,11	0,16	-0,03	0,31
08	CLM	1.871	0,29	0,18	0,05	0,03	0,41	2.831	0,25	0,09	0,20	-0,05	0,31
09	CATA	9.393	0,17	0,16	0,06	0,03	0,53	108.390	-0,05	0,08	0,20	-0,04	0,39
10	CVAL	2.585	0,27	0,15	0,05	0,03	0,43	7.768	0,18	0,07	0,17	-0,07	0,34
11	EXTR	1	0,90	0,21	0,04	0,02	0,37	16.312	0,09	0,12	0,18	-0,04	0,28
12	GALI	35	0,64	0,17	0,05	0,02	0,46	4.546	0,22	0,14	0,23	-0,04	0,33
13	MADR	87.762	-0,02	0,21	0,05	0,04	0,74	42.737	0,03	0,15	0,21	-0,03	0,43
14	MURC	3.051	0,25	0,17	0,05	0,04	0,43	12.832	0,12	0,17	0,27	-0,04	0,33
15	NAVA	49.089	0,02	0,15	0,04	0,04	0,52	34.788	0,05	0,12	0,17	-0,04	0,39
16	PVAS	94	0,57	0,14	0,05	0,02	0,58	117.091	-0,05	0,10	0,22	-0,03	0,37
17	RIOJ	454.497	-0,17	0,20	0,05	0,03	0,50	25.199	0,08	0,11	0,17	-0,05	0,37
18	CEME	520	0,43	0,12	0,07	0,03	0,46	650.425	-0,22	0,09	0,17	-0,04	0,26

Font: elaboració pròpia

I, per tant, les variables que constitueixen els estats estacionaris de les CC. AA. prenen els valors següents:

Taula 9 Valors estimats per a les variables de l'estat estacionari del model estès de Solow-Swan de les CC. AA. als períodes de creixement (1993-2007) i de decreixement (2007-2013)

		Creixement 1993-2007				Decreixement 2007-2013			
		k^*	y^*	Ypc^*	Cpc^*	k^*	y^*	Ypc^*	Cpc^*
01	ANDA	177.322	77.363	29.688	23.267	10.980	53.352	15.205	14.744
02	ARAG	118.342	61.298	36.807	29.215	37.588	56.523	20.543	17.818
03	ASTU	75.910	49.285	22.686	19.033	74.985	57.078	16.229	13.829
04	BALE	100.484	59.174	29.527	23.889	46.590	59.147	22.999	20.200
05	CANA	130.948	57.083	24.014	18.875	77.040	54.574	17.977	15.640
06	CANT	34.189	21.936	10.982	9.393	35.594	54.553	18.248	16.003
07	CAIL	184.057	82.875	40.946	33.953	43.965	54.804	16.975	15.158
08	CLM	118.656	55.305	22.657	18.674	21.890	36.132	11.111	10.110
09	CATA	122.183	67.837	36.068	30.266	34.341	65.350	25.556	23.384
10	CVAL	103.855	59.718	25.551	21.680	30.859	47.904	16.085	15.032
11	EXTR	12.699.718	3.509.770	1.290.113	1.017.754	39.771	44.397	12.284	10.751
12	GALI	238.681	102.992	47.283	39.157	31.044	43.057	14.080	12.166
13	MADR	147.272	67.106	49.488	39.137	51.635	62.285	27.094	22.983
14	MURC	99.486	55.925	23.871	19.846	36.205	47.297	15.626	12.956
15	NAVA	121.761	64.315	33.350	28.472	58.216	61.112	23.563	20.662
16	PVAS	204.657	104.701	60.466	51.712	38.914	72.438	26.725	24.108
17	RIOJ	136.350	58.308	29.191	23.429	50.681	58.846	21.912	19.489
18	CEME	82.416	69.062	31.596	27.746	44.583	61.016	15.654	14.221

Font: elaboració pròpia

En aquesta taula criden l'atenció els valors de l'estat estacionari de Etreadura durant el període de creixement (1993-2007), marcats en color taronja.

Aquests valors es deuen a que el paràmetre α d'aquesta comunitat per aquest període té el valor $\alpha = 0,90$ que encara que es troba dintre dels límits previstos pel model $0 < \alpha < 1$ com el seu valor és molt pròxim al límit superior 1 provoca que el valor dels exponents

$\frac{1}{1-\alpha}$ i $\frac{\alpha}{1-\alpha}$ de les variables k^* i y^* siguin molt grans i, per tant les variables de l'estat estacionari prenguin aquests valors desmesurats.

La raó d'aquests valors és que si $\alpha \approx 1$ aleshores $Y = AK^\alpha L^{1-\alpha} \approx AK$ i, per tant, en aquest cas no seria aplicable el model de creixement de Solow-Swan sinó el model de creixement endogen AK

2.2 Anàlisi del Patró de creixement de les CC. AA. des de l'any 1980

Per analitzar-ho es seguiran els passos següents:

2.2.1 Demostrar que l'estat estacionari del model de creixement de Solow–Swan amb la funció de producció agregada de Cobb–Douglas, és un punt d'equilibri estable

L'equació fonamental del model de creixement de Solow–Swan $k' = sf(k) - (\delta + n)k$ és una equació diferencial autònoma de la forma $k' = g(k)$ amb $g(k) = sf(k) - (\delta + n)k$ per la qual cosa la funció constant $k(t) = k^*$ per al valor k^* que compleixi

$sf(k^*) = (\delta + n)k^*$ serà un punt d'equilibri de l'equació diferencial i, per tant, un "estat estacionari" del model de Solow–Swan.

I, a més, si $g'(k^*) = sf'(k^*) - (\delta + n) < 0$ aquest punt d'equilibri corresponent a l'estat estacionari del model serà un punt d'equilibri estable.

Prenent com funció de producció agregada la funció de producció de Cobb–Douglas $Y = AK^\alpha L^{1-\alpha}$ la funció de "producció per treballador ocupat" serà $y = f(k) = Ak^\alpha$ a

la qual correspon l'estat estacionari $sAk^{*\alpha} = (\delta + n)k^* \rightarrow k^* = \left(\frac{sA}{\delta + n}\right)^{\frac{1}{1-\alpha}}$ que compleix

$$\begin{aligned} g'(k^*) &= sf'(k^*) - (\delta + n) = sA\alpha k^{*\alpha-1} - (\delta + n) = \\ &= sA\alpha \left[\left(\frac{sA}{\delta + n}\right)^{\frac{1}{1-\alpha}}\right]^{\alpha-1} - (\delta + n) = sA\alpha \left(\frac{sA}{\delta + n}\right)^{\frac{\alpha-1}{1-\alpha}} - (\delta + n) = \\ &= sA\alpha \left(\frac{sA}{\delta + n}\right)^{-1} - (\delta + n) = \frac{sA\alpha}{sA}(\delta + n) - (\delta + n) = \\ &= (\alpha - 1)(\delta + n) < 0 \end{aligned}$$

perquè $0 < \alpha < 1$ $\delta > 0$ i $n > 0$

Per tant, l'estat estacionari del model de Solow–Swan amb la funció de producció agregada de Cobb–Douglas

²⁰ Veure, per exemple, López, L A (2013). *1 Equilibrio y estabilidad*.

$$k^* = \left(\frac{sA}{\delta + n} \right)^{\frac{1}{1-\varepsilon}} \quad y^* = A^{\frac{1}{1-\alpha}} \left(\frac{s}{\delta + n} \right)^{\frac{\alpha}{1-\alpha}}$$

és un punt d'equilibri estable de la seva equació diferencial fonamental

$$sf(k^*) = (\delta + n)k^*$$

En conseqüència, l'evolució del capital productiu per treballador k serà la següent:

- A l'estat estacionari $k = k^* \rightarrow \gamma_k = 0$
- Als estats inferiors al estacionari $k < k^* \rightarrow \gamma_k > 0$
- Als estats superiors al estacionari $k > k^* \rightarrow \gamma_k < 0$

És a dir, el capital productiu per treballador ocupat creix mentre l'estat de l'economia sigui inferior a l'estat estacionari i decreix quan sigui superior.

En quan a l'evolució de la producció per treballador y , com

$$\gamma_y = \frac{y'}{y} = \frac{f'(k)k'}{f(k)} = \frac{kf'(k)k'}{f(k)k} = \frac{kf'(k)}{f(k)} \gamma_k$$

i com $k > 0$ i $f(k)$ és creixent i positiva, $f'(k) > 0$ i $f''(k) < 0$ per la qual cosa

$$\frac{kf'(k)}{f(k)} > 0 \quad \text{i } \gamma_y \text{ tindrà el mateix signe que } \gamma_k$$

Per tant:

- A l'estat estacionari $k = k^* \rightarrow \gamma_y = 0$
- Als estats inferiors al estacionari $k < k^* \rightarrow \gamma_y > 0$
- Als estats superiors al estacionari $k > k^* \rightarrow \gamma_y < 0$

És a dir, la producció per treballador ocupat creix mentre l'estat de l'economia sigui inferior a l'estat estacionari i decreix quan sigui superior.

Per tant l'estat estacionari del model de Solow-Swan és també un punt d'equilibri estable per a la producció per treballador.

La principal conseqüència de que l'estat estacionari del model de Solow–Swan sigui un punt d'equilibri estable es que si es produís una oscil·lació conjuntural que allunyés les CC. AA. del seu estat estacionari, una vegada desaparegueren les causes de l'oscil·lació, les CC. AA. tornarien automàticament a la senda del creixement a curt termini, tendint altra vegada cap al seu estat estacionari (perquè és un punt d'equilibri estable).

Però com al punt “2.1.2 Contrastar la hipòtesi H 1 - El model de Cobb–Douglas no presenta permanència estructural al llarg del període Total (1980–2013)” s'ha demostrat que la crisi actual de les CC. AA. és estructural, no podran tornar automàticament a la senda del creixement a curt termini i serà necessari realitzar canvis en les seves estructures econòmiques per a dotar-les d'un nou patró de creixement que les faci créixer evolucionant cap a un nou estat estacionari superior a l'actual.

Aquest resultat està en línia amb els obtinguts per altres autors com, per exemple, Rodríguez-Pose, A²¹, que arriba a les següents conclusions:

- L'actual crisi econòmica de les CC. AA. és una crisi estructural i, per tant, la seva solució requereix solucions estructurals.
- Però per motius polítics i a curt termini, les reformes necessàries es van retardant.
- L'alternativa són crisis recurrents i declivi a llarg termini.

²¹ Veure Rodríguez-Pose, A (2014)

2.2.2 Contrastar la hipòtesi “H 4 - Els Patrons de creixement de les CC. AA. segons el model de Solow–Swan són molt inestables (petites variacions dels paràmetres provoquen grans variacions de l'estat estacionari)”

Al punt “1.2.5 Patró de Creixement d'una economia, segons el model de Solow–Swan” s'ha vist que els Patrons de creixement de les CC. AA. segons el model de Solow–Swan $A \alpha s \delta n o$ determinen tant l'estat estacionari al que tendeix cada CC. AA. com la taxa de variació amb la qual s'aproxima cap a aquest estat estacionari.

Però, a més, aquests patrons de creixement són molt inestables, en el sentit de que petites variacions dels paràmetres que els formen, provoquen grans variacions als valors de les variables de l'estat estacionari de cada CC. AA.

Per exemple, per al període 2 Creixement, les elasticitats de les variables endògenes de l'estat estacionari respecte als paràmetres del patró de creixement de les quatre CC. AA. amb major PIB *per capita* a l'any 2013, i de la C. Valenciana, han segut les següents:

Taula 10 Elasticitat de les variables de l'estat estacionari del model estès de Solow-Swan respecte als paràmetres del patró de creixement, de les quatre CC. AA. amb major PIB *per capita* a l'any 2013 i de la C. Valenciana, al període de creixement (1993-2007)

		k^*	y^*	Y_{pc}^*	C_{pc}^*			k^*	y^*	Y_{pc}^*	C_{pc}^*
País Basc	A	2,4	2,4	2,4	2,4	Madrid	A	1,0	1,0	1,0	1,0
	α	18,1	18,1	18,1	18,1		α	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3
	s	2,4	1,3	1,3	1,2		s	1,0	0,0	0,0	-0,3
	δ	-1,5	-0,9	-0,9	-0,9		δ	-0,5	0,0	0,0	0,0
	n	-0,8	-0,4	-0,4	-0,4		n	-0,4	0,0	0,0	0,0
	o	0,0	0,0	1,0	1,0		o	0,0	0,0	1,0	1,0
Navarra	A	1,0	1,0	1,0	1,0	Catalunya	A	1,2	1,2	1,2	1,2
	α	0,3	0,3	0,3	0,3		α	2,4	2,4	2,4	2,4
	s	1,0	0,0	0,0	-0,2		s	1,2	0,2	0,2	0,0
	δ	-0,6	-0,0	-0,0	-0,0		δ	-0,8	-0,1	-0,1	-0,1
	n	-0,4	-0,0	-0,0	-0,0		n	-0,4	-0,1	-0,1	-0,1
	o	0,0	0,0	1,0	1,0		o	0,0	0,0	1,0	1,0
Comunitat Valenciana	A	1,4	1,4	1,4	1,4						
	α	4,4	4,4	4,4	4,4						
	s	1,4	0,4	0,4	0,2						
	δ	-0,8	-0,2	-0,2	-0,2						
	n	-0,5	-0,1	-0,1	-0,1						
	o	0,0	0,0	1,0	1,0						

Font: elaboració pròpia

I aquestes diferents elasticitats fan que, per exemple, si els paràmetres del patró de creixement d'aquestes cinc CC. AA. milloraren cadascú un 1% (un augment de l'1% de $A \alpha s o$ i una disminució de l'1% de δn) les variables de l'estat estacionari millorarien de forma molt diferent en cada CC. AA.:

Taula 11 Increment hipotètic de les variables de l'estat estacionari del model estès de Solow-Swan de les quatre CC. AA. amb major PIB *per capita* a l'any 2013 i de la C. Valenciana al període de creixement (1993-2007), si els paràmetres del patró de creixement haguessin millorat cadascú un 1%

	k^*	y^*	Y_{pc}^*	C_{pc}^*
País Basc	25,2	23,2	24,2	24,0
Madrid	2,7	0,7	1,7	1,4
Navarra	3,3	1,3	2,3	2,2
Catalunya	6,0	4,0	5,0	4,8
C. Valenciana	8,5	6,5	7,5	7,4

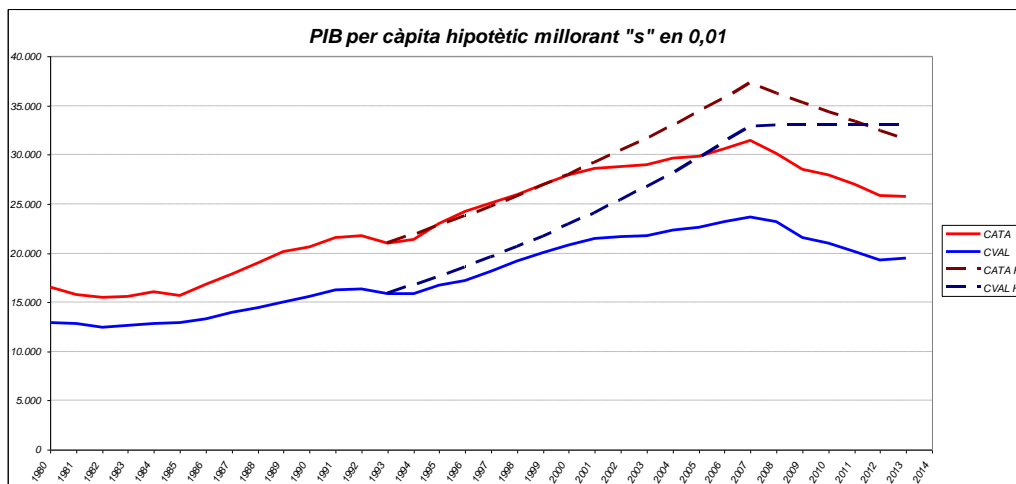
Font: elaboració pròpia

Aquestes dades mostren que:

- Petites diferències als Patrons de creixement de les CC. AA. provoquen grans diferències en la seva evolució. Per exemple, al País Basc, una millora de l'1% del patró de creixement causaria un augment del 24% en la renda *per capita* i el consum *per capita*.
- Hi ha grans diferències entre les CC. AA. en la sensibilitat de l'estat estacionari respecte als paràmetres del patró de creixement. Per exemple, l'economia de Madrid és molt més estable respecte al seu patró de creixement que les de Catalunya i la C. Valenciana.

Com exemple de la importància d'aquestes diferents sensibilitats de l'economia de les CC. AA. respecte als paràmetres dels seus estats estacionaris, al gràfic següent es mostra quina hauria segut l'evolució hipotètica del PIB *per capita* de Catalunya i la C. Valenciana, si ambdues haguessin millorat la seva taxa d'estalvi s en 0,01 durant els períodes Creixement i Decreixement.

Gràfic 3. Evolució hipotètica del PIB *per capita* a Catalunya i la C. Valenciana



Font: elaboració pròpia

Com es pot veure, si Catalunya i la C. Valenciana haguessin mantingut des de 1993 a 2013 una millora de només un punt percentual en la taxa d'estalvi, la renda *per capita* a l'any 2013 de ambdues hauria augmentat, respectivament, el 22,6% i el 69,6%.

2.2.3 Dependència de la renda *per capita* respecte a la producció per treballador i a la taxa total d'ocupació

La renda *per capita* d'una economia es pot expressar com el producte de la producció per treballador ocupat i la taxa total d'ocupació
$$Y_{pc} = \frac{Y}{P} = \frac{Y}{L} \frac{L}{P} = y \cdot o$$
 per la qual cosa

$\gamma_{Y_{pc}} \approx \gamma_y + \gamma_o$ (és a dir, el creixement de la renda *per capita* és, aproximadament, la suma del creixement de la productivitat per treballador i del creixement de la taxa total d'ocupació).

Per tant, resulta convenient conèixer en cada moment si la variació de la renda *per capita* d'una economia està sent causada per la variació de la productivitat o per la de la taxa d'ocupació, per a poder dissenyar polítiques econòmiques adequades a cada circumstància.

Per exemple, per a Catalunya i la C. Valenciana, les taxes de variació d'aquestes variables per a cada subperíode d'estudi, i la causa principal de la variació de la renda *per capita*, són les següents:

Taula 12. Dependència de la renda *per capita* respecte a la producció per treballador i a la taxa total d'ocupació a Catalunya i la C. Valenciana als períodes d'estudi

	Taxa d'ocupació	Productivitat (k€)	Renda per capita (k€)
1980 - 1993	Estable Però amb grans oscil·lacions	Creixent Amb una taxa de creixement molt alta	Creixent Impulsada principalment per l'augment de la productivitat

	CATA	0,342 → 0,349 +2%	48,3 → 60,2 +25%	16,5 → 21,0 +27%
	CVAL	0,340 → 0,310 -9%	38,0 → 51,1 +34%	13,0 → 15,9 +22%
1993 - 2007		Creixent Però sense arribar en cap moment a la taxa 0,50 (l'estàndard de les economies occidentals)	Creixent Amb una taxa de creixement més baixa	Creixent Impulsada principalment per l'augment de l'ocupació
	CATA	0,349 → 0,489 +40%	60,2 → 66,7 +11%	21,0 → 31,4 +50%
	CVAL	0,310 → 0,426 +37%	51,1 → 53,6 +5%	15,9 → 23,7 +49%
2007 - 2013		Decreixent Amb una taxa de decreixement molt forta (en 6 anys quasi s'ha perdut tot l'augment dels 14 anys del període anterior, tornant-se a la taxa d'ocupació de 1980)	Lleugerament creixent Amb una taxa de creixement molt baixa	Decreixent Impulsada per una dràstica reducció de l'ocupació
	CATA	0,489 → 0,412 -16%	66,7 → 68,7 +3%	31,4 → 25,7 -18%
	CVAL	0,426 → 0,339 -20%	53,6 → 54,5 +2%	23,7 → 19,5 -18%

Font: elaboració pròpia

2.2.4 Contrastar la hipòtesi “H 5 - “Els estats estacionaris de les CC. AA. presenten uns valors al període Decreixement inferiors als del període Creixement”

Per a comprovar-ho es compararan els valors de les variables dels estats estacionaris de les CC. AA. per als períodes Creixement i Decreixement que s'han calculat al punt “2.1.6 Estimar les variables endògenes (estat estacionari) del Patró de creixement de les CC. AA. segons el model de Solow–Swan, per als períodes Creixement (1993–2007) i Decreixement (2007–2013)”.

A la taula següent es mostra el resultat d'aquesta comparació:

Taula 13. Variació dels valors dels estats estacionaris de les CC. AA. entre els períodes de creixement i de decreixement

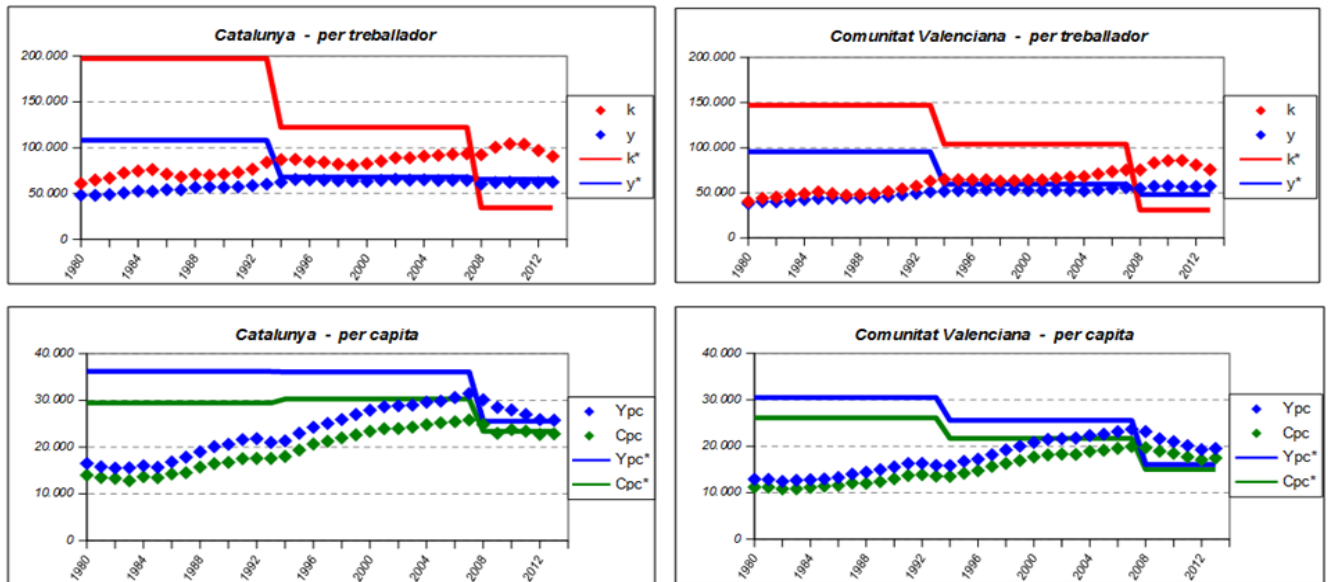
		<i>Període Decreixement < Període Creixement</i>			
		<i>k*</i>	<i>γ*</i>	<i>Ypc*</i>	<i>Cpc*</i>
01	ANDA	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ
02	ARAG	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ
03	ASTU	SÍ	No	SÍ	SÍ
04	BALE	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ
05	CANA	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ
06	CANT	No	No	No	No
07	CAIL	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ
08	CLM	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ
09	CATA	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ
10	CVAL	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ
11	EXTR				
12	GALI	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ
13	MADR	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ
14	MURC	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ
15	NAVA	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ
16	PVAS	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ
17	RIOJ	SÍ	No	SÍ	SÍ
18	CEME	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ

Font: elaboració pròpia

Els valors de les comparacions demostren que els estats estacionaris de les CC. AA. presenten uns valors al període Decreixement significativament inferiors als del període Creixement.

Com exemple dels resultats obtinguts fins aquest punt de l'anàlisi dels patrons de creixement de les CC. AA., al gràfic següent es presenten les dades empíriques i els valors estimats dels estats estacionaris de Catalunya i la C. Valenciana per als tres períodes d'estudi:

Gràfic 4. Dades empíriques i valors estimats dels estats estacionaris de Catalunya i la C. Valenciana per als tres períodes d'estudi.



Font: elaboració pròpia

Aquestes dades confirmen les conclusions extretes de l'anàlisi realitzat dels patrons de creixement d'aquestes dues comunitats:

- Dades empíriques:
 - Les dades empíriques de Catalunya són majors que els de la C. Valenciana i, en conseqüència, els valors dels estats estacionaris mantenen aquesta mateixa relació.
 - L'augment del capital productiu per treballador que es produí al període inicial (1980-1993) es reflectí en un augment de la productivitat per treballador, però l'augment que es produí al període de creixement (1993-2007) i la disminució que s'està produint al de decreixement (2007-2013) no han tingut pràcticament cap efecte sobre la productivitat, la qual cosa llança seriosos dubtes sobre la utilitat real de les inversions realitzades.
 - La producció per treballador ocupat va assolir el valor màxim en ambdues comunitats al final del període inicial (1980-1993) i s'ha mantingut pràcticament estable al llarg dels períodes de creixement (1994-2007) i de decreixement (2007-2013) per la qual cosa l'augment de la producció agregada al període de creixement i la seva disminució al de decreixement han hagut de ser conseqüència de les variacions de la taxa d'ocupació.
- Estats estacionaris:
 - Els estats estacionaris del període inicial (1980-1993) són superiors als del de creixement (1993-2007) a pesar de que les dades empíriques són inferiors, perquè l'augment del capital productiu tingué una pendent major al final del període inicial que al llarg del de creixement.
 - Els estats estacionaris del període de decreixement (2007-2013) són inferiors als del de creixement (1993-2007) en ambdues comunitats.
 - Els estats estacionaris del període de decreixement (2007-2013) són similars a les dades empíriques del principi del període de creixement la qual cosa indica que si no es realitzen a curt termini en les CC. AA. els canvis estructurals necessaris per a tornar a la senda del creixement, s'acabarà perdent tot l'augment assolit durant el període de creixement.

2.2.5 Contrastar la hipòtesi “H 6 - Les CC. AA. compleixen la Llei empírica de la Convergència Condicional al període Total (1980–2013)”

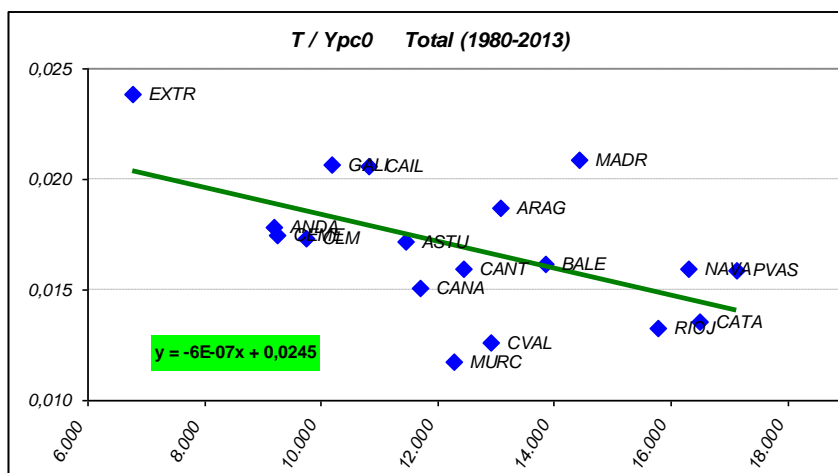
Al punt “1.2.7 Llei empírica de la convergència condicional” s’han definit dues criteris de convergència entre economies.

Per a poder contrastar la hipòtesi “H 6 - Les CC. AA. compleixen la Llei empírica de la Convergència Condicional al període Total (1980–2013)” s’aplicaran ambdós criteris a les CC. AA. al llarg del període:

- **β convergència:**

La renda *per capita* a l’any 1980 i la taxa anual mitjana de creixement de la renda *per capita* al llarg del període 1980–2013 de les CC. AA. són les següents:

Gràfic 5. β convergència de les CC. AA. al període 1980-2013



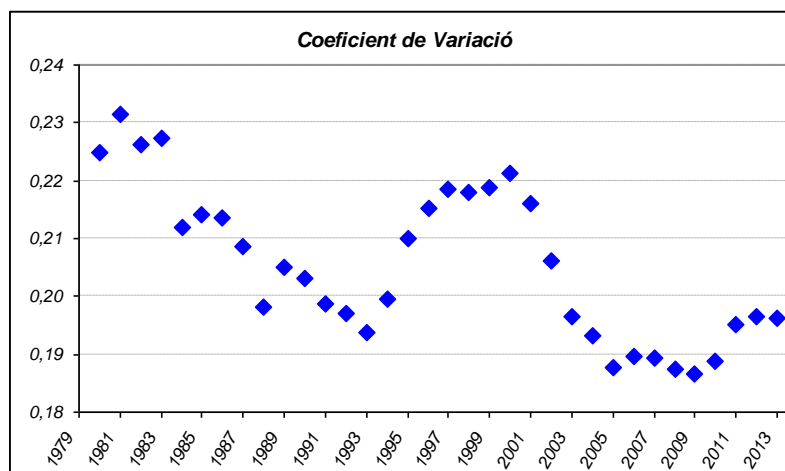
Font: elaboració pròpia

I el coeficient β del MRL $T_{Ypc} = B + \beta Ypc + u$ és $\beta = -6,1 \cdot 10^{-7} < 0$ per la qual cosa les CC. AA. compleixen la Llei empírica de la Convergència Condicional al període Total (1980–2013), amb el criteri de la β convergència.

- **σ convergència:**

Els coeficients de variació de Pearson de la renda *per capita* de les CC. AA. per a cada any del període 1980–2013 són els següents:

Gràfic 6. σ convergència de les CC. AA. al període 1980-2013



Font: elaboració pròpia

I com $CV_{1980} = 0,2249 > 0,1962 = CV_{2013}$ les CC. AA. compleixen la Llei empírica de la Convergència Condicional al període Total (1980–2013), amb el criteri de la σ convergència.

Per tant, les CC. AA. compleixen la "Llei empírica de la Convergència Condicional" al període 1980–2013, amb els dos criteris de β convergència i σ convergència.

Al full de càlcul 7 annex a aquesta memòria es presenten els càlculs detallats que s'han realitzat per estimar els dos criteris de convergència al període Total (1980–2013).

2.2.6 Contrastar la hipòtesi “H 7 - Es pot ampliar l'àmbit d'aplicació de la Llei empírica de la Convergència Condicional a les CC. AA., a períodes que no siguin de creixement econòmic”

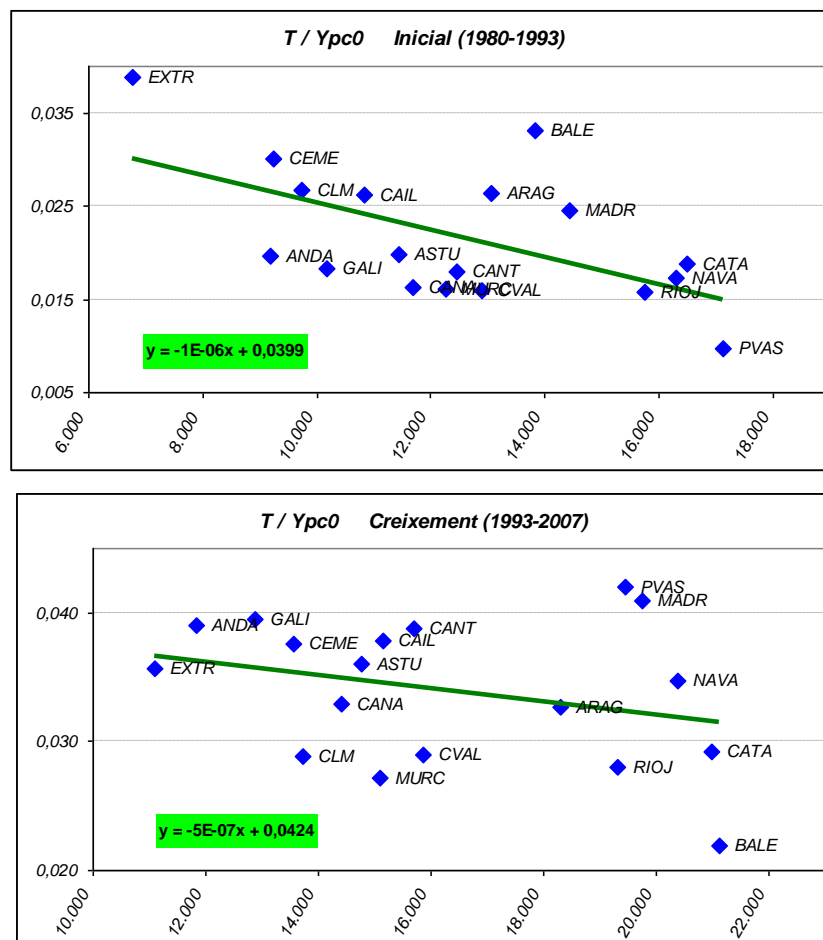
Al punt “1.2.7 Llei empírica de la convergència condicional” s'han definit dues criteris de convergència entre economies.

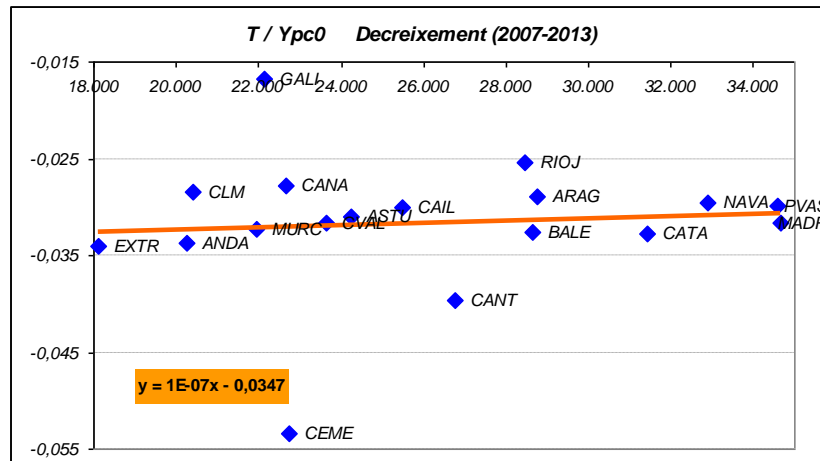
Per a poder contrastar la hipòtesi “H 7 - Es pot ampliar l'àmbit d'aplicació de la Llei empírica de la Convergència Condicional a les CC. AA., a períodes que no siguin de creixement econòmic” s'aplicaran ambdós criteris a les CC. AA. al llarg dels períodes Inicial (1980–1993), Creixement (1993–2007) i Decreixement (2007–2013):

- **β convergència:**

La renda *per capita* a l'any inicial i la taxa anual mitjana de creixement de la renda per capita de les CC. AA. al llarg de cada període, són les següents:

Gràfic 7. β convergència de les CC. AA. als períodes 1980-1993, 1993-2007 i 2007-2013





Font: elaboració pròpia

I els coeficients β dels models de regressió lineal $T_{Ypc} = B + \beta Ypc + u$ per a cada període tenen els valors:

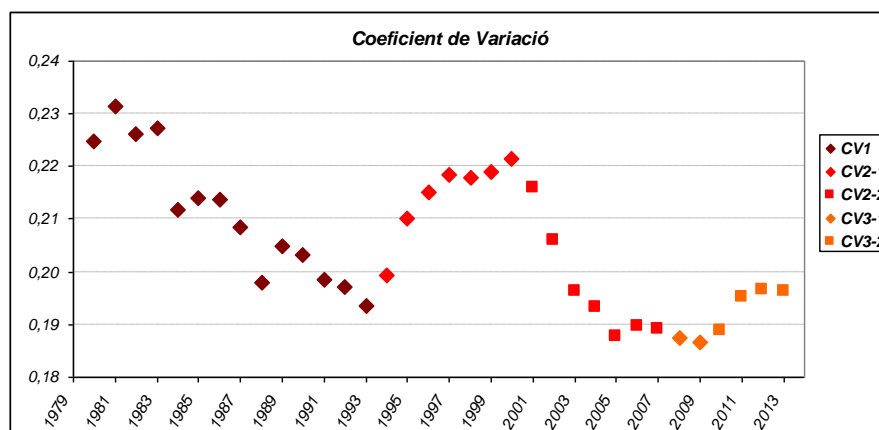
- Període Inicial (1980–1993) $\beta = -1,5 \cdot 10^{-6} < 0$
- Període Creixement (1993–2007) $\beta = -5,2 \cdot 10^{-7} < 0$
- Període Decreixement (2007–2013) $\beta = 1,2 \cdot 10^{-7} > 0$

Per la qual cosa, amb el criteri de la β convergència, les CC. AA. compleixen la Llei empírica de la Convergència Condicional als períodes Inicial (1980–1993) i Creixement (1993–2007), i no la compleixen al període Decreixement (2007–2013).

- **σ convergència:**

Els coeficients de variació de Pearson de la renda *per capita* de les CC. AA. per a cada any de cada període, són els següents:

Gràfic 8. σ convergència de les CC. AA. als tres períodes d'estudi



Font: elaboració pròpia

I els resultats d'aplicar el criteri de σ convergència a cada període són els següents:

- Període Inicial (1980–1993) $CV_{1980} = 0,2249 > 0,1936 = CV_{1993}$
- Període Creixement (1993–2007) $CV_{1993} = 0,1936 > 0,1892 = CV_{2007}$
- Període Decreixement (2007–2013) $CV_{2007} = 0,1892 < 0,1962 = CV_{2013}$

Per la qual cosa, amb el criteri de la σ convergència, les CC. AA. compleixen la Llei empírica de la Convergència Condicional als períodes Inicial (1980–1993) i Creixement (1993–2007), i no la compleixen al període Decreixement (2007–2013).

Per tant, les CC. AA. compleixen la "Llei empírica de la Convergència Condicional" als períodes Inicial (1980–1993) i Creixement (1993–2007), i no la compleixen al període Decreixement (2007–2013), amb els dos criteris de β convergència i σ convergència.

Al full de càlcul 7 annex a aquesta memòria es presenten els càlculs detallats que s'han realitzat per estimar els coeficients de convergència β σ per a cada període.

2.2.7 Contrastar la hipòtesi “H 8 - Les CC. AA. no compleixen la Llei empírica de la Convergència Condicional al principi del període Creixement (1993–2007)”

Els paràmetres dels criteris de β convergència i σ convergència de les CC. AA. per a cada any del període Creixement (1993–2007) són els següents:

Taula 14. Incompliment de la Llei empírica de la Convergència Condicional als primers anys del període de creixement

	β convergència	σ convergència
1994	0,00000168	0,01063
1995	0,00000226	0,00515
1996	0,00000197	0,00330
1997	0,00000179	-0,00062
1998	0,00000135	0,00101
1999	0,00000106	0,00243
2000	0,00000103	-0,00533
2001	0,00000068	-0,00999
2002	0,00000018	-0,00963
2003	-0,00000021	-0,00316
2004	-0,00000033	-0,00546
2005	-0,00000052	0,00192
2006	-0,00000049	-0,00044
2007	-0,00000052	-0,00174

Font: elaboració pròpia

Per tant, amb els dos criteris de convergència, encara que al període total Creixement (1993–2007) hi ha convergència entre les CC. AA., als primers anys del període hi ha divergència

2.2.8 Contrastar la hipòtesi “H 9 - Les CC. AA. compleixen la Llei empírica de la Convergència Condicional al principi del període Decreixement (2007–2013)”

Els paràmetres dels criteris de β convergència i σ convergència de les CC. AA. per a cada any del període Decreixement (2007–2013) són els següents:

Taula 15. Compliment de la Llei empírica de la Convergència Condicional als primers anys del període de decreixement

	β convergència	σ convergència
2008	-0,00000033	-0,00094
2009	-0,00000084	0,00214
2010	-0,00000046	0,00646
2011	0,00000010	0,00141
2012	0,00000020	-0,0004
2013	0,00000025	-0,1962

Font: elaboració pròpia

Per tant, amb els dos criteris de convergència, encara que al període total Decreixement (2007–2013) hi ha divergència entre les CC. AA., als primers anys del període hi ha convergència

2.3 Cap a un model de transmissió de l'impuls econòmic

Els resultats obtinguts als punts anteriors donen una primera indicació de com es transmet l'impuls econòmic des de les CC. AA. que actuen com a “locomotores” cap a les que actuen com a “vagons”, que es pot aprofitar per a esbossar un model de la transmissió d'aquest impuls:

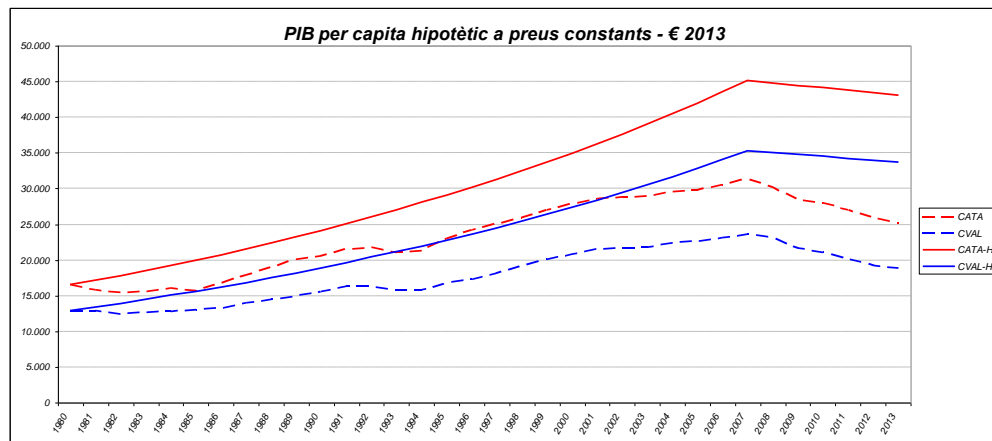
- Els períodes de creixement comencen quan, per les causes que sigui, es modifica l'estructura econòmica d'algunes CC. AA. (les “locomotores”) de forma que el nou patró de creixement les fa tendir cap a un nou estat estacionari amb uns valors de les variables d'estat majors que els del que estaven tendent fins aquest moment.
- Aquesta tendència de les “locomotores” cap a un estat estacionari superior provoca que, a curt termini, s'allunyen de la resta de CC. AA. (els “vagons”) amb la qual cosa les CC. AA. en conjunt començaran a divergir a curt termini.
- Però amb el temps, a mitjà termini, els “vagons” van modificant també la seva estructura econòmica, assolint uns patrons de creixement que les fa tendir cap a un nou estat estacionari superior al que tendien anteriorment.
- A més, els “vagons” gaudiran d'unes taxes de creixement majors que les de les “locomotores”, amb la qual cosa les CC. AA. en conjunt començaran a convergir.
- D'aquesta forma, a mitjà termini, totes les CC. AA. es trobaran convergint cap a un nou estat estacionari superior al del període anterior, iniciant-se un nou període de creixement.
- Aquest període de creixement es mantindrà mentre les “locomotores” mantinguin la seva velocitat de creuer de creixement cap a l'estat estacionari.
- Ara bé, quan, per les causes que sigui, es torni a modificar l'estructura econòmica de les “locomotores” de forma que el nou patró de creixement les faci tendir cap a un nou estat estacionari amb uns valors de les variables d'estat menors que els del que estaven tendent fins aquest moment, les “locomotores” començaran a decreixer.
- Però encara que les “locomotores” comencin a decreixer, a curt termini els “vagons” continuaran creixent amb la qual cosa les CC. AA. en conjunt continuaran convergint.
- Però amb el temps, a mitjà termini, els “vagons” van modificant també la seva estructura econòmica, assolint uns patrons de creixement que les fa tendir cap a un nou estat estacionari inferior al que tendien anteriorment.
- A més, els “vagons” gaudiran d'unes taxes de decreixement majors que les de les “locomotores”, amb la qual cosa les CC. AA. en conjunt començaran a divergir.
- D'aquesta forma, a mitjà termini, totes les CC. AA. es trobaran decreixent cap a un nou estat estacionari inferior al del període anterior, iniciant-se un nou període de decreixement.
- I aquest període de decreixement es mantindrà mentre les “locomotores” mantinguin la seva velocitat de creuer de decreixement cap a l'estat estacionari.
- És a dir, el període de decreixement no terminarà mentre no es produeixen uns canvis en l'estructura econòmica d'algunes CC. AA. de forma que el nou patró de creixement les faci tendir cap a un nou estat estacionari amb uns valors de les variables d'estat majors que els del que estaven tendent fins aquest moment i assoleixin el rol de “locomotores” per iniciar un nou període de creixement.

3 IMPLICACIONS ÈTIQUES I SOCIALS

3.1 Preguntes fonamentals sobre el Creixement Econòmic

El gràfic següent mostra quina hauria seguit l'evolució del PIB *per capita* de Catalunya i la C. Valenciana si aquestes comunitats haguessin tingut a cadascú dels tres períodes d'estudi la taxa de creixement de la CC. AA. que ha tingut un major creixement mitjà al període.

Gràfic 9. Evolució hipotètica del PIB *per capita* a Catalunya i la C. Valenciana



Font: Elaboració pròpia

Com es pot veure al gràfic, si Catalunya i la C. Valenciana haguessin tingut a cada període la taxa de creixement de la comunitat amb una taxa de creixement major, a l'any 2013 el PIB *per capita* dels seus habitants seria, respectivament, un 71% i un 79% superior al que han assolit realment.

A la vista d'aquestes dades resulta impossible no replantejar-se les preguntes clàssiques de Lucas i d'Acemoglu sobre el creixement econòmic

- “*Is there some action a government of India could take that would lead the Indian economy to grow like Indonesia's or Egypt's? If so, what, exactly? If not, what is it about the “nature of India that makes it so? The consequences of human welfare involved in questions like these are simply staggering: Once one starts to think about them, it is hard to think about anything else”*
- “*Why do similar societies choose different institutions and policies, leading to very different economic growth outcomes?”*

però referides a Catalunya i la C. Valenciana:

- Hi ha alguna acció que haguessin pogut emprendre la Generalitat de Catalunya i la Generalitat Valenciana, per aconseguir que la renda *per capita* dels habitants de Catalunya i la C. Valenciana creixés al mateix ritme que la dels d'Extremadura o Madrid?
- Si n'hi ha, perquè no l'han emprés?²²
- Si no n'hi ha, què hi ha en la naturalesa de Catalunya i de la C. Valenciana que impedeix que la renda *per capita* dels seus habitants pugui créixer com la dels d'Extremadura o Madrid?²³
- Per què els habitants de Catalunya i de la C. Valenciana no tenen cap interès en que la seva renda *per capita* creixi com la dels d'Extremadura o Madrid, com bé ho demostra el fet de que continuen votant a polítics que no intenten trobar resposta a aquestes preguntes?

La veritat és que, com bé diu Lucas, una vegada plantejades aquestes preguntes²⁴ resulta difícil ficar-se a pensar en algun altre assumpte.

²² En lloc d'altres que s'han portat a terme consumint molts recursos i augmentant el deute de les administracions públiques, de les empreses i de les famílies fins a límits quasi insostenibles, i que no han generat cap creixement consolidat com, per exemple, fomentar la construcció de milers d'habitatges buits o les obres i els actes faraònics com, a Catalunya, la L9 del metro de Barcelona, el Fòrum de les Cultures, l'aeroport de Lleida i el telefèric d'Olesa a Esparreguera, o a la C. Valenciana, la Copa del Amèrica, el circuit urbà de Fórmula 1, la Ciutat de l'Art i de les Ciències, la Ciutat de la Llum i l'aeroport de Castelló.

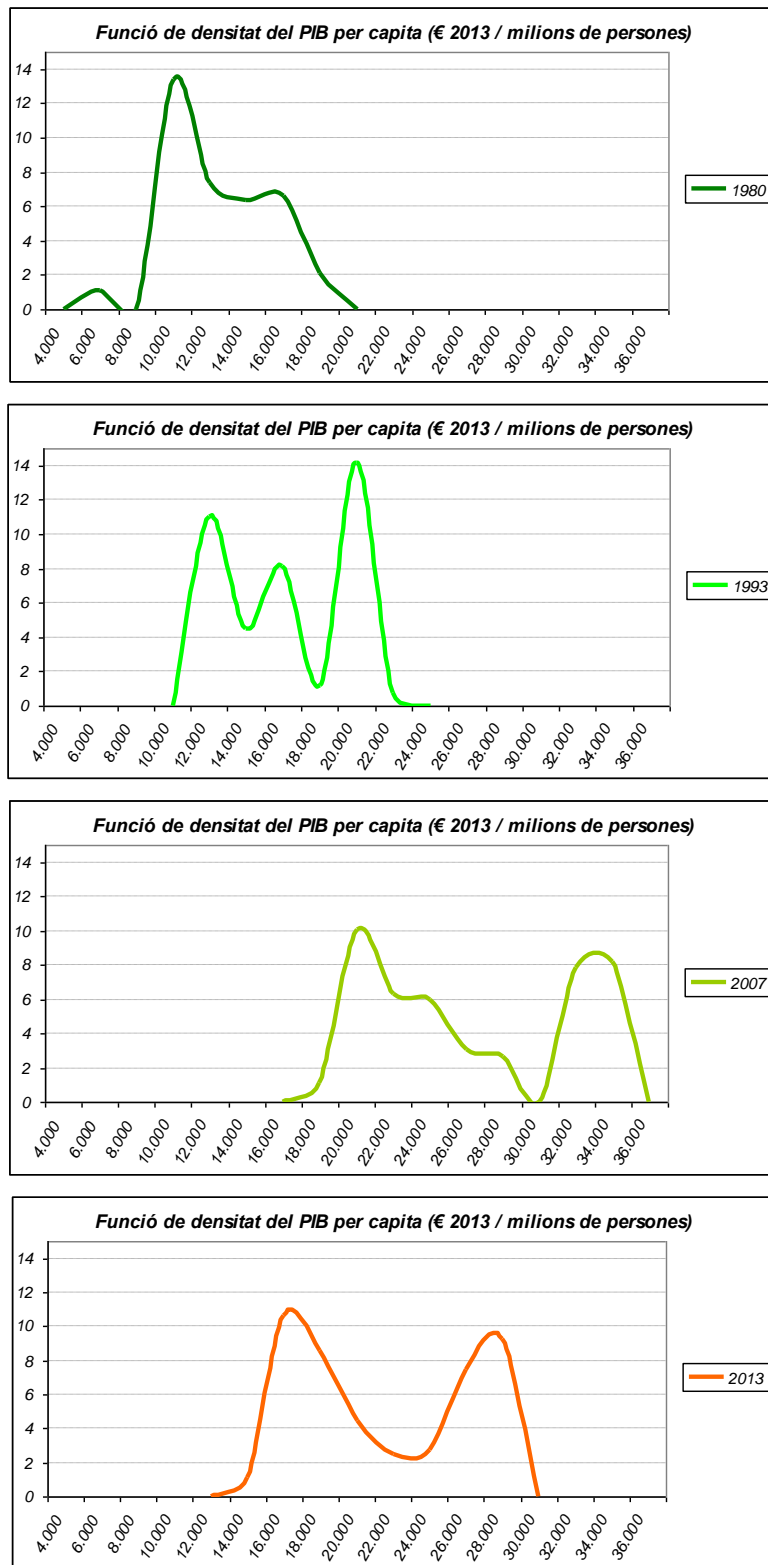
²³ Pot ser que una de les causes de la menor taxa de creixement que hi ha a la naturalesa d'aquestes CC. AA. sigui el que, com s'indica a Sala-i-Martin X. (2002), “*The size of the government does not appear to matter much, whereas the quality of government does*”?

²⁴ Preguntes que, parafraçant al protagonista de “Una Conxorxa d'Enzes”, Ignatius J. Reilly, es podria arribar a pensar que “*refleixen una manca de teologia i geometria*” (per no dir “d'ètica i de racionalitat”) per part dels dirigents polítics, els agents econòmics i els habitants d'aquestes comunitats.

3.2 Disminució de la cohesió social a Espanya

El gràfic següent mostra l'evolució de la funció de densitat del PIB *per capita* en Espanya:

Gràfic 10 Funció de densitat del PIB *per capita* en Espanya als anys 1980, 1993, 2007 y 2013 (en € de 2013)



Font: Elaboració pròpia a partir de dades de l'INE

Aquest gràfic mostra clarament que a Espanya la classe mitjana, representada al gràfic de 1980 per l'altiplà central de la corba i al de 1993 pel pic central, s'ha anat reduint durant els períodes de creixement i de decreixement fins acabar convertint-se en una profunda vall central al gràfic de 2013, deixant una distribució marcadament bimodal que correspon a una societat descohesionada, amb només dues classes socials separades per una gran distància.

Per tant, les conseqüències socio-econòmiques de l'evolució de les CC. AA. durant el període 1993–2013 han segut:

- La pràctica desaparició de la classe mitjana que, en una petita part, a passat a engrossir la classe alta i en una gran part ha passat a engrossir la classe baixa.
- El trencament de la cohesió social.
- L'augment de les desigualtats.

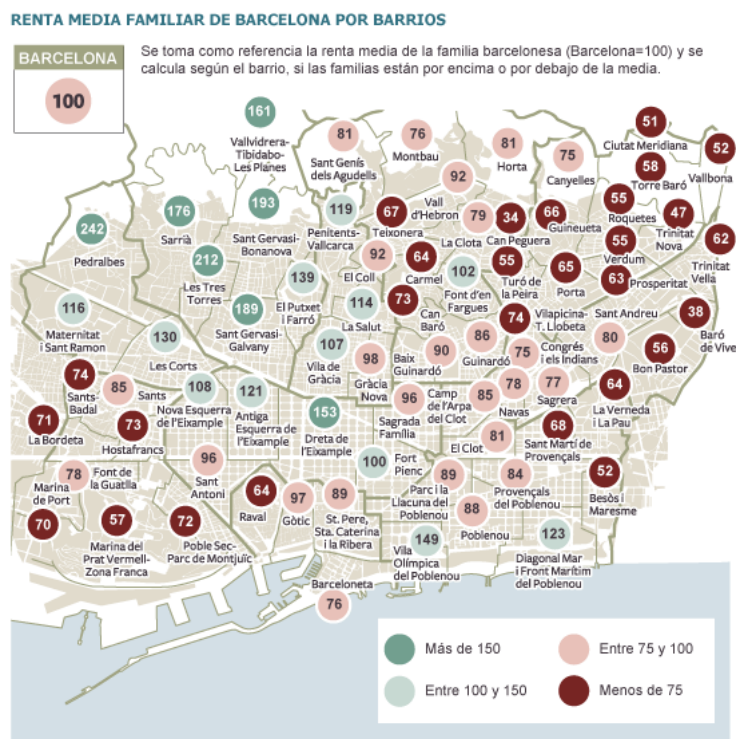
Aquest resultat està en línia amb els obtinguts per altres autors com, per exemple:

El Centre d'Investigacions d'UNICEF²⁵, que arriba a les conclusions següents:

- L'evolució a la baixa dels ingressos mitjans de les famílies amb fills, l'exclusió del mercat laboral dels progenitors y les retallades en transferències socials, provoquen una alimentació desequilibrada, precària i insuficient.
- Des de 2007 la crisi ha afectat a tota la població però els més pobres perderen més que els més rics: la renda del 10% més pobre disminuï un 42% i la del 10% més ric disminuï un 6%.
- Espanya és el segon país amb major desigualtat econòmica de tota la Unió Europea (només superat pel Regne Unit).
- Actualment viuen en la pobresa tres milions de nens a Espanya, 800.000 més que a l'any 2009.

El Departament d'Estadística de l'Ajuntament de Barcelona²⁶ que, en base a les dades de 30/06/2012, arriba a les conclusions següents:

Gràfic 11. Renda mitjana familiar de Barcelona per barris



Font: Diari "El País"

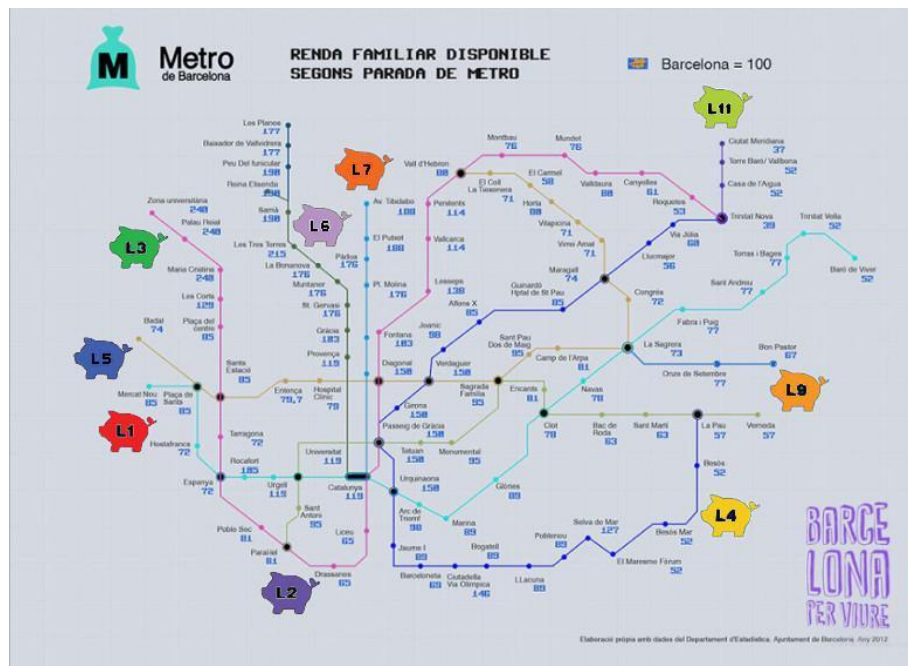
²⁵ Veure Centro de Investigaciones de UNICEF (2014)

²⁶ Veure Departament d'Estadística de l'Ajuntament de Barcelona (2014)

- La bretxa que separa el barri més ric de Barcelona (Pedralbes, 2,4 vegades la renda mitjana de la ciutat) i el més pobre (Can Peguera, 0,3 vegades la renda mitjana de la ciutat), és de 7 vegades i augmenta amb el pas del temps.
- Des de 2008, tots els barris de Barcelona amb una renda superior a la renda mitjana de la ciutat han augmentat la seva riquesa i tots els barris amb una renda inferior a la renda mitjana de la ciutat l'han reduït (excepte Ciutat Vella, que l'ha augmentat).

Una forma més gràfica de presentar aquestes mateixes dades sobre la distribució de la renda als barris de Barcelona és la utilitzada pel grup municipal d'ICV-EUiA de l'Ajuntament de Barcelona²⁷ que les ha traslladat a la xarxa del metro de la ciutat, obtenint el gràfic següent en el que es veu com les rendes més altes es concentren al voltant de les últimes parades de la línia L3, mentre les més baixes es concentren al voltant de les últimes de la línia L11:

Gràfic 12. Renda mitjana familiar de Barcelona per parades del Metro



Font: Grup municipal d'ICV-EUiA de l'Ajuntament de Barcelona

CONCLUSIONS DEL PROJECTE

En aquest treball de recerca s'ha desenvolupat una doble ampliació del "Model de creixement econòmic de Solow–Swan": l'ampliació a períodes de decreixement del seu àmbit d'aplicació original (els períodes de creixement) i l'extensió del conjunt de les variables originals del model afegint-hi la "Renda *per capita*" i, sobre tot, el "Consum *per capita*" com indicadors del benestar dels ciutadans.

Basant-se en aquest resultat, s'han estimat els "Patrons de creixement" de les CC. AA. espanyoles per als períodes de creixement (1993–2007) i decreixement (2007–2013) i s'ha comprovat que els estats estacionaris als que tendiren les CC. AA. durant el període de creixement són majors que als que estan tendint a l'actual període de decreixement. Aquest resultat és conforme amb el que ens dicta la intuïció i mostra que les CC. AA. estan evolucionant actualment cap a un nivell de benestar dels seus ciutadans clarament inferior al que estaven gaudint a l'any 2007.

A nivell teòric, s'ha demostrat que l'estat estacionari del model de creixement de Solow–Swan amb la funció de producció agregada de Cobb–Douglas, és un punt d'equilibri estable de l'equació diferencial que constitueix l'equació fonamental del model. Per tant, si es produís una oscil·lació conjuntural que allunyés les CC. AA. del seu estat estacionari, una vegada desaparegueren les

²⁷ Veure Grup municipal d'ICV-EUiA de l'Ajuntament de Barcelona (2014)

causes de l'oscil·lació, les CC. AA. tornarien automàticament a la senda del creixement a curt termini, tendint altra vegada cap al mateix estat estacionari (perquè és un punt d'equilibri estable).

Com a resultat més important del projecte s'ha demostrat que els canvis produïts al "Patró de creixement" de les CC. AA. als anys 1993 i 2007 s'han degut a canvis estructurals i no pas a oscil·lacions conjunturals d'un mateix cicle econòmic. Per tant les CC. AA. no podran tornar automàticament a la senda del creixement a curt termini i serà necessari realitzar canvis en les seves estructures econòmiques per a dotar-les d'un nou patró de creixement que les faci créixer evolucionant cap a un nou estat estacionari superior a l'actual.

També s'ha constatat que els estats estacionaris als que tendeixen les CC. AA. són molt sensibles respecte als paràmetres dels "Patrons de creixement". Com exemple, es mostra el cas de Catalunya i la C. Valenciana, on una millora de la taxa d'estalvi de només un punt percentual mantinguda des de 1993 fins a 2013, hauria provocat un augment de la renda *per capita* a l'any 2013 de, respectivament, el 22,6% i el 69,6%.

A més, s'ha comprovat que els "Patrons de creixement" de les CC. AA. han fet que compleixin la Llei de Convergència Condicional al llarg del període total de l'estudi (1980–2013) i als períodes inicial (1980–1993) i de creixement (1993–2007), però que no l'estan complint al període de decreixement al que es troben des de l'any 2007. Per tant, en l'actualitat les CC. AA. estan divergint unes d'altres, i continuaran divergint mentre no es realitzin els canvis estructurals necessaris per a que puguin tornar a la senda del creixement econòmic.

Per últim, s'ha constatat que el comportament de les CC. AA. respecte al compliment de la Llei de Convergència Condicional als primer anys dels períodes de creixement i decreixement és el contrari del que mostren dintre de cada període a llarg termini. Aquest resultat han permet esbossar un model de la transmissió de l'impuls econòmic des de les CC. AA. que actuen en cada moment com a "locomotores" econòmiques cap a les que actuen com a "vagons", model que destaca la importància de l'evolució de les "locomotores" per a l'evolució del conjunt de les CC. AA.

Com a part important del present treball s'ha desenvolupat una nova tècnica d'estimació de paràmetres dels models macroeconòmics, que permet estimar-los com el límit al que tendeix la funció logística que millor s'ajusta a les dades empíriques amb el criteri dels mínims quadrats ordinaris.

A nivell de política econòmica, la constatació de que l'eixida de les CC. AA. de l'actual crisi econòmica requerirà necessàriament la realització de canvis estructurals és una crida a l'acció immediata dels dirigents polítics, dels agents econòmics i dels ciutadans. La raó d'haver de començar a realitzar aquests canvis el més aviat possible és evitar que l'estat de les CC. AA. s'allunyi encara més del que havien assolit a l'any 2007, la qual cosa afegiria una dificultat addicional a la futura recuperació econòmica.

A més, el model de transmissió de l'impuls econòmic entre les CC. AA. que s'ha esbossat sembla indicar que la política econòmica més eficient per aconseguir que totes les CC. AA. creixin a mitjà termini el màxim que sigui possible, seria "prestar" quant més recursos millor, de totes les CC. AA. a les "locomotores" amb major renda *per capita* per tractar de canviar quant abans la seva estructura econòmica i que comencin a créixer el més aviat possible. D'aquesta forma, encara que els "vagons" continuarien decreixent a curt termini, al cap d'uns pocs anys el tiró de les "locomotores" farà que totes les CC. AA. comencin a créixer altra vegada. I aquest creixement generalitzat tendirà cap a un nou estat estacionari que serà més alt per a totes les CC. AA. quant major sigui el tiró inicial de les "locomotores" respecte als "vagons".

A nivell ètic i social, s'han replantejat les preguntes clàssiques de Lucas i d'Acemoglu sobre el creixement econòmic però referides a Catalunya i la C. Valenciana. Aquestes preguntes fan dirigir l'atenció cap a les causes del creixement, i del decreixement, de les CC. AA. i cap a les motivacions dels seus ciutadans per a elegir una o altra alternativa de govern.

A més, s'ha constatat que la situació socio-econòmica de la població espanyola es fa més greu cada dia que passa, fins al punt que sembla estar molt prop de que es produeixi una verdadera fractura social.

Per últim, es proposen unes possibles ampliacions futures del projecte: ampliar l'abast temporal i geogràfic de la recerca, afegir al model de Solow-Swan noves variables sobre l'endeutament de les CC. AA. i sobre la qualitat dels treballadors (capital humà), augmentar el nivell de resolució de l'anàlisi de la disminució de la cohesió social i aprofundir en el desenvolupament d'un model de Transmissió de l'impuls econòmic entre les CC. AA.

POSSIBLES AMPLIACIONS DEL PROJECTE

El temps disponible per al desenvolupament del TFG és molt breu (18 setmanes) per la qual cosa el seu abast ha de ser necessàriament prou limitat.

Per aquesta raó, es proposen les següents línies per a futures possibles ampliacions del projecte de recerca:

1 Ampliar l'abast de la recerca

L'abast de la recerca es podria ampliar en les direccions següents:

1.1 Ampliar l'àmbit temporal

Ampliar l'àmbit temporal cap enrere

Les CC. AA. es començaren a constituir al voltant de l'any 1980 per la qual cosa és a partir d'aquest moment quan es comença a disposar de dades acumulades per CC. AA..

No obstant, abans d'aquest any es podrien obtenir dades aproximades de les CC. AA. acumulant les dades de les províncies que han acabat formant-les (com es de suposar que hauran fet els diferents autors que han estudiat aquest tema com, per exemple, Barro i Sala-i-Martin (2004) que analitzen les dades de diferents regions europees, incloent les actuals CC. AA. espanyoles, per al període 1950-1990).

Però és de suposar que el fet de constituir-se com a comunitats autònomes i poder prendre decisions, encara que sigui només parcials, sobre la seva estructura econòmica, ha hagut d'afectar significativament l'evolució de l'economia de les CC. AA. per la qual cosa seria interessant ampliar cap enrere l'àmbit temporal de l'estudi per a poder determinar si el fet de constituir-se com a comunitats autònomes ha significat un canvi estructural en les seves economies o si es va mantenir una "permanència estructural" dels seus models econòmics abans i després de constituir-se com a comunitats autònomes.

Ampliar l'àmbit temporal cap avant

Amb aquesta ampliació de l'àmbit temporal es podrà disposar de dades definitives de nous anys i es podrà analitzar millor l'evolució macroeconòmica de les CC. AA. i la bondat de l'ajust dels models econòmics emprats al projecte, durant l'actual període de crisi econòmica i la seva (es d'esperar) posterior recuperació.

1.2 Ampliar el conjunt de variables d'estudi

Els models macroeconòmics de la teoria del creixement econòmic emprats en aquest projecte utilitzen un conjunt molt reduït de variables i, per tant, seria interessant desenvolupar uns nous models que, basant-se en ells, utilitzaren un conjunt més ample de variables que permeten augmentar la seva significació econòmica i ajustar-los millor a les característiques de les CC. AA., tan diferents de les de les economies analitzades pels autors dels models inicials.

Algunes de les variables que s'haurien d'afegir al model són les següents:

Endeutament

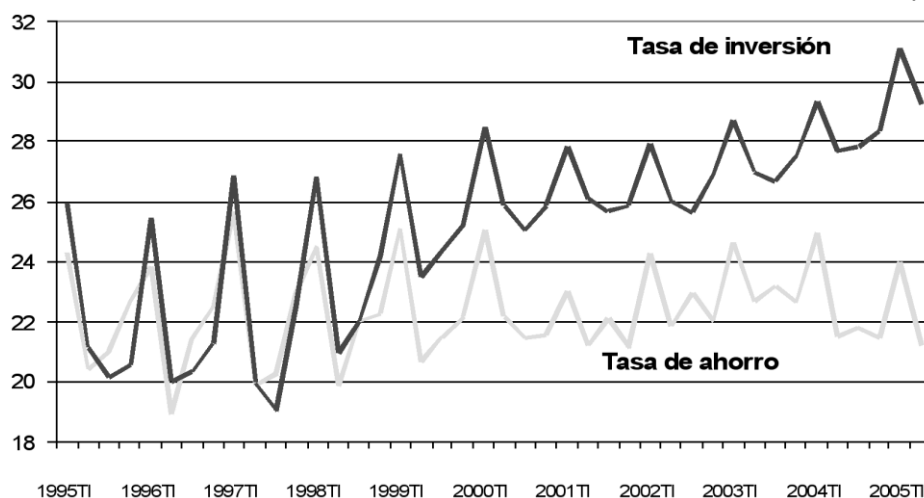
Al model de Solow-Swan es considera que les economies són tancades i que, per tant, la inversió en capital productiu coincideix amb l'estalvi: $I(t) = S(t)$

Però les CC. AA. no són en absolut economies tancades i poden endeutar-se per obtenir finançament extern per a realitzar inversions per damunt de l'estalvi com, per exemple, ha ocorregut durant el període de Creixement 1994-2007.

Al gràfic següent²⁸ es mostra l'evolució a Espanya de les taxes d'inversió i d'estalvi a partir de 1995 i es pot veure com a partir de 1998 la diferència entre elles ha augmentat més cada any.

²⁸ Veure Martínez, A (2005)

Gràfic 13. Evolució de la diferència entre les taxes d'Inversió i d'Estalvi a Espanya



Font: Aurelio Martínez

Per tant seria convenient incloure al model de Solow-Swan noves variables per a reflectir l'efecte en l'economia de les CC. AA. de la variació del "Endeutament" i del corresponent "Servei del deute" que genera.

Treball

El model de Solow-Swan suposa que el treball utilitzat L és una fracció de la població total que es manté constant al llarg del temps, i que la població total creix exponencialment en el temps amb una taxa de creixement constant.

Però les dades empíriques de les CC. AA. mostren que no compleixen aquestes suposicions perquè:

- La població total està disminuint.
- La taxa d'ocupació és decreixent.
- El nombre d'hores efectives realitzades per cada treballador ocupat està disminuint, per l'augment de l'ocupació a temps parcial i la realització de menys hores extraordinàries.

Per tant seria convenient incloure al model de Solow-Swan noves variables per a reflectir l'efecte en l'economia de les CC. AA. de les variacions de les taxes de creixement de la població, d'ocupació i de treball efectiu.

A més, per refinar el model, seria convenient incloure variables addicionals per a reflectir la "qualitat" del treball realitzat a partir de, per exemple:

- Habilitat dels treballadors, calculable a partir dels anys d'estudi, anys d'experiència laboral, resultats de les avaluacions (PISA per a adults), ...
- Motivació dels treballadors, calculable a partir de les proporcions de treballadors autònoms (motivació alta), empleats fixes (motivació estàndard) i empleats temporals (motivació baixa), el nivell d'absentisme laboral, els anys d'antiguitat a l'empresa, ...
- Estat de salut dels treballadors, calculable a partir dels anys d'esperança de vida de la

1.3 Ampliar l'abast espacial de l'estudi

Seria interessant ampliar l'abast espacial de l'estudi per a veure si els resultats obtinguts per a les CC. AA. són també vàlids per a altres grups de regions econòmiques que tinguin característiques semblants entre elles com, per exemple, els països de la Unió Europea, les regions de la Unió Europea, els estats dels Estats Units i les prefectures del Japó, que són les economies utilitzades per nombrosos autors per a desenvolupar estudis comparatius entre economies semblants ²⁹.

²⁹ Veure, per exemple, Barro, R. (1991), Barro, R. (1996), Barro, R i Sala-i-Martin, X (1990) i Barro, R i Sala-i-Martin, X (2004) *11 Empirical analysis of regional data sets*.

2 Augmentar el nivell de resolució de l'anàlisi de la disminució de la cohesió social

L'anàlisi que s'ha fet en aquest treball sobre la disminució de la cohesió social s'ha fet amb un nivell de resolució molt baix, agafant les CC. AA. com unitats d'estudi.

Per a poder augmentar el nivell de resolució de l'estudi s'haurà de calcular la funció de densitat del PIB *per capita* amb més detall, a partir d'unitats poblacionals més petites que les CC. AA. com, per exemple, províncies, comarques, poblacions, barris, ...:

Aquest anàlisi es podria estendre també als nous grups d'economies regionals que s'inclouin a l'ampliació de l'estudi.

3 Desenvolupar un model de Transmissió de l'impuls econòmic

En aquest treball s'ha fet un primer esbós d'un model de transmissió de l'impuls econòmic entre les diferents economies d'un grup (al nostre cas, entre les CC. AA. espanyoles).

Seria interessant continuar aquesta línia de recerca per arribar a desenvolupar un model complet d'aquesta transmissió i contrastar-ho amb les dades empíriques de les CC. AA. als períodes de creixement i decreixement.

Con s'ha vist que la transmissió de l'impuls econòmic entre les CC. AA. actua sempre amb un cert retard, el model a desenvolupar haurà de basar l'estat de cada CC. AA. en els de totes les C. AA. als anys anteriors i així, per exemple, es podria arribar a fer previsions del tipus de "si un any el PIB *per capita* de Madrid augmenta un 1%, al cap de tres anys el de la C. Valenciana augmentarà un 0,50%".

VALORACIÓ

La meva valoració personal de la realització d'aquest TFG ha segut molt positiva perquè m'ha permet:

- Aprofundir en l'estudi de la teoria del Creixement econòmic, que és un tema que em va cridar molt l'atenció quan el varem veure al grau d'ADE.
- Aplicar els coneixements teòrics adquirits al grau d'ADE a un cas real i tan important com analitzar l'actual crisi de les CC. AA. per buscar la millor forma de superar-la, la qual cosa m'ha ajudat molt a donar-li sentit a tot l'esforç realitzat aquests anys per acabar els estudis.
- Conèixer noves funcionalitats del full de càlcul Excel, fins el punt que encara que al principi comencí utilitzant R per a fer els càlculs i Excel només per als gràfics (la qual cosa era un verdader embolic) he pogut acabar fent tot el treball amb Excel.
- Fer-me conscient de la gran dificultat que entranya realitzar un treball d'anàlisi econòmica (menys mal que he tingut l'ajuda de Neus, la meva consultora, que m'ha tret del pou en més d'una ocasió) i, en concret:
 - La problemàtica d'obtenir les dades empíriques necessàries per a l'estudi: dificultat de trobar fonts fidedignes, falta d'homogeneïtat en les sèries temporals (inclús per a una mateixa font), canvis "a posteriori" de dades històriques presumptament definitives, etc.
 - La dificultat de desenvolupar i fer operatius nous procediments per a, per exemple al meu cas, poder estimar els paràmetres dels models macroeconòmics mitjançant l'ajust d'una corba logística: tres mesos pegant-li voltes fins que em vaig adonar de que els límits de la derivada de la funció logística són zero.
- Patir la dificultat de redactar una memòria tècnica explicant tots i cadascú dels punts del treball i, en concret:
 - La dificultat de redactar la memòria final: vingui a pegar-li voltes i més voltes, canviar el títol una i mil vegades, llevar explicacions redundants, afegir nous paràgrafs per tractar de deixar més clara alguna cosa, ...
 - I a l'hora de preparar les referències bibliogràfiques, el problema de recordar on vares llegir tal o qual idea que has utilitzat al treball.

- I, dintre d'un mes (una vegada fet el power-point i gravat el vídeo), gaudir la satisfacció personal d'haver segut capaç de mantenir durant sis anys l'esforç necessari per acabar el grau d'ADE (a més, treballant i amb dues filles) i, per què no dir-ho, el plaer de tornar a disposar de temps per a realitzar altres activitats com, per exemple, llegir, anar al cinema, eixir a córrer alguna vesprada o poder fer alguna escapadeta familiar de cap de setmana.

AUTOAVALUACIÓ

Per autoavaluar el resultat final del meu TFG, analitzaré el nivell d'assoliment dels criteris que es detallen al document d'avaluació que complimenten els consultors:

- Crec que he demostrat un bon nivell d'utilització del full de càlcul Excel.
- Penso que el nivell assolit en la redacció de la memòria final del projecte ha segut bo.
- En la redacció i l'edició de la memòria he seguit totes les pautes establertes per la UOC.
- En la memòria final he referenciat tots els recursos aliens que he utilitzat, seguint la normativa de la UOC.
- Em sembla que l'Abstract en anglès l'he redactat correctament.
- Al llarg de la memòria he inclòs nombroses reflexions pròpies sobre el treball que he realitzat i els resultats assolits al TFG.
- Considero que l'informe final dels resultats assolits al TFG és correcte.
- En el TFG he introduït varis elements que crec que són realment innovadors:
 - La demostració analítica de que l'estat estacionari del model de creixement de Solow-Swan és un punt d'equilibri estable de la seva equació fonamental (aquest resultat sempre l'he vist raonat "gràficament").
 - Un nou mètode per estimar els paràmetres dels models macroeconòmics mitjançant l'ajust d'una funció logística a la sèrie de dades empíriques.
 - L'esbós d'un model de transmissió de l'impuls econòmic entre les CC. AA. que sembla explicar la seva evolució econòmica al llarg dels períodes de creixement (1993-2007) i de decreixement (2007-2013).
- En la memòria del TFG es plantegen tres possibles línies per continuar el treball:
 - Ampliar l'abast de la recerca: ampliar el seu àmbit temporal, el conjunt de variables del model, i l'àmbit geogràfic de l'estudi.
 - Augmentar el nivell de resolució de l'anàlisi de la pèrdua de la cohesió social.
 - Desenvolupar un model formal de Transmissió de l'impuls econòmic entre les CC. AA., a partir de l'esbossat al treball.

A la vista del nivell d'assoliment dels criteris d'autoavaluació, penso que aquest TFG es mereix una **qualificació final de A**

REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES

- **Acemoglu, D (2009).** *Introduction to Modern Economic Growth*. Princeton University Press.
- **Baró, J i Alemany, R (2008).** *Estadística II*. UOC, quarta edició
- **Barrio del, T; Clar, M i Surinach, J (2011).** *Econometria. Mòdul 1 - Model de regressió lineal múltiple*. UOC
- **Barro, R. (1991).** *A cross-country study of Growth, Saving and Government*. NBER Working Paper 5994.
- **Barro, R. (1996).** *Determinants of Economic Growth: a cross-country empirical study*. NBER Working Paper 5698.

- **Barro, R (2005).** *Macroeconomics: A Modern Approach*. Thomsosn South-Western.
- **Barro, R i Sala-i-Martin, X (1990).** *Economic Growth and Convergence across the United States*. NBER Working Paper 3419.
- **Barro, R i Sala-i-Martin, X (2004).** *Economic Growth*. The MIT Press, second edition.
- **Cobb, C W i Douglas, P H (1928).** *A Theory of Production*. The American Economic Review, Vol. 18, No. 1, Supplement. pp. 139-165
- **Departament d'Estadística de l'Ajuntament de Barcelona (2014).** *Evolució per barris de la distribució de la renda familiar a Barcelona 2000-2012*
<http://www.bcn.cat/estadistica/catala/dades/economia/renda/rdfamiliar/evo/rfbarris.htm>
- **Doepke, M; Lehnert, A i Sellgren, A (1999).** *Macroeconomics*. University of Chicago.
- **Fernández-Villaverde, J (2003).** *Introduction to Growth Theory*. University of Pennsylvania.
- **Grup municipal d'ICV-EUiA de l'Ajuntament de Barcelona (2014).** Renda disponible de les famílies dels diferents barris de Barcelona al plànol del metro
http://ccaa.elpais.com/ccaa/2014/10/31/catalunya/1414749976_978187.html
- **López, L A (2013).** *Algunas ecuaciones diferenciales ordinarias en Biología y Medio Ambiente*. Universitat de València, Departament de Geometria i Topologia.
https://aulavirtual.uv.es/dotlrn/classes/c007/33160/c14c007a33160gA/file-storage/view/public/teora/Tema_8.pdf
- **Mankiw, N G (2008).** *Macroeconomía*. Antoni Bosch, editor, sexta edició.
- **Martínez, A (2005).** *El actual modelo de crecimiento económico español: debilidades y fortalezas*. ICO (Instituto de Crédito Oficial).
<https://www.navarra.es/NR/rdonlyres/D696EFD2-6AAA-4EF1-B414-E3A27109EA67/79694/16aureliomartinez.pdf>
- **MS Office Help (2003).** *LINEST function*.
<http://office.microsoft.com/en-gb/excel-help/linest-function-HP010069838.aspx>
- **Rodríguez-Pose, A (2014).** *El escenario competitivo para las regiones europeas*. London School of Economics.
<http://www.ivie.es/downloads/2014/11/Rodríguez-Pose-escenario-competitivo-para-regiones-europeas.pdf>
- **Sala-i-Martin X. (2002).** *15 Years of new Growth Economics: what have we learnt?*. Central Bank of Chile Working Paper 172.
http://www.bancocentraldechile.cl/estudios/banca-central/pdf/v6/041_060saliimartin.pdf
- **Smith, A (1776).** *Investigación sobre la Naturaleza y Causas de la Riqueza de las Naciones*. Fondo de Cultura Económica. México (1958).
- **Solow, R (1956).** *A contribution to the theory of economic growth*. Quaterly journal of economics 70. pp. 65-94.
- **Stigler, S (1980).** *Stigler's law of eponymy*. *Transactions of the New York Academy of Sciences* 39. pp. 147-158.
- **Centro de Investigaciones de UNICEF (2014).** *Los niños de la recesión: El impacto de la crisis económica en el bienestar infantil en los países ricos*. Report Card n.º 12 de Innocenti, Centro de investigaciones de UNICEF, Florència.
http://www.unicef.es/sites/www.unicef.es/files/report_card_12._los_ninos_de_la_recesion.pdf