

Marcos López Valero

**El problema de bancarrota a la crisi
financera espanyola**

**Treball de Fi de Grau
Mercats financers i monetaris
Grau d'Economia**



**FACULTAT D'ECONOMIA i EMPRESA
Universitat Rovira i Virgili**

Reus

Juny del 2025

ÍNDEX

1. PRESENTACIÓ	5
1.1 MOTIVACIÓ DEL TREBALL	5
2. INTRODUCCIÓ	6
2.1 PLANTEJAMENT I METODOLOGIA	9
2.2 OBJECTIUS	9
2.3 ESTRUCTURA	10
3. SECCIÓ TEÒRICA	10
3.1. REVISIÓ DE LA LITERATURA SOBRE LA TEORIA DE JOCS.....	10
3.2. FONAMENTS DE LA TEORIA DE JOCS: CONCEPTES I PREMISSES.....	12
3.2.1. <i>Jocs cooperatius amb funció d'utilitat transferible (UT o TU)</i>	12
3.3. NOCIONS PRÈVIES DE LES SOLUCIONS D'UN JOC COOPERATIU	13
3.4. SOLUCIONS D'UN JOC COOPERATIU	14
3.4.1. <i>Metodologia constructivista</i>	14
3.4.1.1. El valor de Shapley	14
3.5. EL JOC DE BANCARROTA (<i>THE BANKRUPTCY GAME</i>).....	15
3.6. REGLES DE BANCARROTA	17
3.6.1. <i>Regla Proporcional (P)</i>	17
3.6.2. <i>Regla de Guanys Iguals Restringits (CEA)</i>	18
3.6.3. <i>Regla de Pèrdues Iguals Restringides (CEL)</i>	18
3.6.4. <i>Regla del Talmud (T)</i>	18
3.6.5. <i>Regla Run to the Bank o Random Arrival Rule (RB o RA)</i>	19
3.7. PROPIETATS DE LES REGLES DE BANCARROTA.....	19
3.8. DESIGUALTAT.....	20
3.8.1. <i>Coefficient de Gini</i>	21
3.8.2. <i>Corba de Lorenz</i>	22
3.8.3. <i>Coefficient d'asimetria de Lorenz</i>	23
3.8.4. <i>Dominància de Lorenz (Classificació de regles)</i>	24
3.8.5. <i>Coefficient de variació</i>	25
3.9. CONCENTRACIÓ.....	25
3.9.1. <i>Índex de concentració</i>	25
3.9.2. <i>Índex de Herfindahl-Hirschman (IHH)</i>	26
3.10. DEMANDA PREFERENCIAL.....	27
3.10.1. <i>Taxa de variació percentual Mitjana</i>	27
4. SECCIÓ APLICADA	27
4.1. DADES I MOSTRA	27
4.2. RESULTATS INDIVIDUALS	30
4.3. RESULTATS CONSOLIDATS	40
5. CONCLUSIONS	46
6. LIMITACIONS I FUTURES MILLORES	48
7. REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES	48
8. ANNEXOS	59
8.1. ANNEX 1.....	60
8.2. ANNEX 2.....	83

ÍNDIX DE TAULES

Taula 1. Sumari de propietats bàsiques satisfetes per les regles de demanda: P, CEA, CEL, T i RA.....	20
Taula 2. Plantejament del problema de bancarrota.....	32
Taula 3. Assignacions de capital segons la regla proporcional a les institucions financeres, i quota de capital	33
Taula 4. Assignacions de capital segons la regla de Guanyes Iguales Restringits a les institucions financeres, i quota de capital	33
Taula 5. Assignacions de capital segons la regla de Pèrdues Iguales Restringides i Talmud a les institucions financeres, i quota de capital.....	34
Taula 6. Assignacions de capital segons el Valor de Shapley i <i>Random Arrival (RA)</i> a les institucions financeres, i quota de capital	34
Taula 7. Assignacions de capital segons la <i>FROB</i> , i quota de capital	34
Taula 8. Criteris de selecció segons els mecanismes d'assignació de capital.....	44

ÍNDIX DE FIGURES

Figura 1. Coeficient de Gini i corba de Lorenz	22
Figura 2. Corba de Lorenz i eix d'asimetria	23
Figura 3. Corba de Lorenz de la regla Proporcional (P)	35
Figura 4. Corba de Lorenz de la regla de Guanyes Iguales Restringits (CEA).	36
Figura 5. Corba de Lorenz de la regla de Pèrdues Igualitàries Restringides (CEL).....	37
Figura 6. Corba de Lorenz de la regla del Talmud (T)	37
Figura 7. Corba de Lorenz del valor de Shapley	38
Figura 8. Corba de Lorenz de la regla <i>Random Arrival (RA)</i>	38
Figura 9. Corba de Lorenz del <i>FROB</i> compromès (<i>FROB</i>)	39
Figura 10. Corba de Lorenz de Shapley, CEA, CEL, P, RA, T i <i>FROB</i>	40
Figura 11. Relació entre IHH_R i CV_R	41
Figura 12. Relació entre IHH_R i G_R	41
Figura 13. Relació entre IHH_R i LAC_R	41
Figura 14. Relació entre $IC_{1,R}$ i G_R	41
Figura 15. Relació entre $IC_{1,R}$ i CV_R	42
Figura 16. Relació entre $IC_{1,R}$ i G_R	42
Figura 17. Relació entre $IC_{1,R}$ i LAC_R	42
Figura 18. Relació entre $IC_{1,R}$ i \overline{TVPR}	43
Figura 19. Relació entre IHH_R i \overline{TVPR}	43
Figura 20. Relacions de dominància segons Lorenz dels vectors de pagament del valor de Shapley, <i>Constrained Equal Awards (CEA)</i> , <i>Constrained Equal Losses (CEL)</i> , Proporcional (P), <i>Random Arrival (RA)</i> , Talmud (T) i <i>FROB</i>	44
Figura 21. Relacions de dominància segons indicadors dels vectors de pagament del valor de Shapley, <i>Constrained Equal Awards (CEA)</i> , <i>Constrained Equal Losses (CEL)</i> , Proporcional (P), <i>Random Arrival (RA)</i> , Talmud (T) i <i>FROB</i>	45
Figura 22. Assignació de capital segons mètodes de repartiment	45
Figura 23. Índex de Herfindahl-Hirschman i índex de Gini segons mecanismes de repartiment	46

Resum

El problema de bancarrota a la crisi financera espanyola

El següent treball estudia la política efectuada pel Fons de Reestructuració Ordenada Bancària (*FROB*) durant la crisi financera del 2007 a partir de la teoria de jocs cooperatius i el desenvolupament d'un joc de bancarrota. Especificant un joc d'utilitat transferible, es plantegen les potencials distribucions dels fons compromesos per la *FROB* entre les entitats financeres espanyoles cotitzades amb problemes de solvència. Aquestes distribucions es fonamenten en diferents regles de repartiment: Proporcional, *CEA*, *CEL*, Talmud, *Random Arrival*, valor de Shapley, i la mateixa distribució efectuada per la *FROB*. L'objectiu és analitzar els efectes distributius tenint en compte criteris d'igualtat, concentració i d'ajust preferencial. Per a realitzar-ho s'han emprat indicadors com l'índex de Gini, la corba de Lorenz, el coeficient d'asimetria de Lorenz, la dominància segons Lorenz, el coeficient de variació, l'índex de Herfindahl-Hirschman, l'índex de Concentració i la Taxa de Variació Percentual Mitjana. A més, s'ha emprat la dominància de Lorenz per a estudiar les relacions de dominància entre distribucions. Els resultats mostren diferències significatives en termes d'igualtat, concentració i ajust preferencial, especialment la distribució de capital efectuada per la *FROB*.

Paraules clau: Crisi financera, bancarrota, solvència, desigualtat.

Resumen

El problema de bancarrota en la crisis financiera española

El siguiente trabajo estudia la política efectuada por el Fondo de Reestructuración Ordenada Bancaria (*FROB*) durante la crisis financiera del 2007 a partir de la teoría de juegos cooperativos y el desarrollo de un juego de bancarrota. Especificando un juego de utilidad transferible, se plantean las potenciales distribuciones de los fondos comprometidos por la *FROB* entre las entidades financieras españolas cotizadas con problemas de solvencia. Estas distribuciones se fundamentan en diferentes reglas de reparto: Proporcional, *CEA*, *CEL*, Talmud, *Random Arrival*, valor de Shapley, y la misma distribución efectuada por la *FROB*. El objetivo es analizar los efectos distributivos teniendo en cuenta criterios de igualdad, concentración y ajuste preferencial. Para realizarlo se han empleado indicadores como el índice de Gini, la

curva de Lorenz, el coeficiente de asimetría de Lorenz, la dominancia según Lorenz, el coeficiente de variación, el índice de Herfindahl-Hirschman, el índice de Concentración y la Tasa de Variación Porcentual Media. Además, se ha empleado la dominancia de Lorenz para estudiar las relaciones de dominancia entre distribuciones. Los resultados muestran diferencias significativas en términos de igualdad, concentración y de ajuste preferencial, especialmente la distribución de capital efectuada por la FROB.

Palabras clave: Crisis financiera, bancarrota, solvencia, desigualdad.

Abstract

The problem of bankruptcy in the Spanish financial crisis

The following work studies the policy carried out by the Banking Ordered Restructuring Fund (*FROB*) during the financial crisis of 2007 based on the theory of cooperative games and the development of a bankruptcy game. By specifying a transferable utility game, the potential distributions of the funds committed by the *FROB* are considered among the Spanish financial institutions listed with solvency problems. These distributions are based on different distribution rules: Proportional, CEA, CEL, Talmud, Random Arrival, Shapley value, and the same distribution made by the *FROB*. The objective is to analyze the distributive effects taking into account criteria of equality, concentration and preferential adjustment. To do this, indicators such as the Gini index, the Lorenz curve, the coefficient of Lorenz asymmetry, the Lorenz domination, the variation coefficient, the Herfindahl-Hirschman index, the Concentration index and the Average Percentual Variation Rate have been used. In addition, Lorenz dominance has been used to study the dominance relations between distributions. The results show significant differences in terms of equality, concentration and preferential adjustment, especially the capital distribution carried out by the *FROB*.

Keywords: Financial crisis, bankruptcy, solvency, inequality.

1. Presentació

Al llarg del grau d'economia, s'han estudiat diversos teoremes, models, suposicions, hipòtesis... els quals han assentat els fonaments teòrics i pràctics de la meva formació acadèmica. Aquests, m'han permès adquirir els coneixements necessaris per a establir raonaments basats en la lògica, proporcionant-me de les capacitats necessàries per a desenvolupar aquest treball. L'interès generat al llarg d'aquests anys sobre la recerca teòrica, m'han empès per enfocar-me sobre alguns aspectes més interessants. Aquests han sigut: l'efecte dels incentius, les conseqüències de la cooperació entre individus, les repercussions de la desigualtat entre grups, etc.

1.1 Motivació del Treball

La motivació d'aquest treball és fruit de l'interès per conèixer les implicacions que exerceix la política econòmica en la distribució del capital, i com afecta als agents en termes d'igualtat i de mercat (concentració i oferta-demanda); sobretot en un entorn sotmès a les casuístiques de la crisi. Així doncs, sorgeix especial èmfasi en analitzar la gestió del rescat bancari en el cas espanyol dintre d'un mercat financer amb un elevat nombre d'entitats (caixes d'estalvis especialment). Altrament, sorgeix especial interès en com els criteris d'assignació efectuats per la *FROB* alteren el sistema bancari, ocasionant perjudicis i/o beneficis a determinats agents. Això desemboca a cercar distribucions que puguin considerar-se preferibles a la efectuada mitjançant l'anàlisi de mètodes de repartiment alternatius.

Amb el fi d'assolir els objectius, s'han investigat diversos autors i treballs acadèmics que atorguen al treball una major riquesa literària que justifiqui els raonaments i conclusions d'aquest. A més, aquest treball es troba força relacionat amb les nocions adquirides durant el grau d'Economia. Concretament, es poden veure reflectits continguts apresos a Mètodes Quantitatius per l'Anàlisi Econòmica (MQAE) on es va plantejar la Teoria de jocs, i es va desenvolupar la formulació de jocs cooperatius incloent el valor de Shapley. També assignatures com Economia pública i Microeconomia aportaren coneixements normatius i d'anàlisi en termes distributius de les polítiques. En especial, a Microeconomia també em va atorgar dels coneixements necessaris sobre Teoria de jocs en el desenvolupament dels jocs no cooperatius. Altrament, diverses assignatures (com ara: Economia del Transport, Econometria o Estadística) han permès dur a terme una recerca adequada de les dades i de la informació relacionada, una comparació de resultats i l'ús de mètodes quantitatius adients a la temàtica. Com a síntesi, aquest Treball de Fi de Grau ha permès incorporar els coneixements d'interès apresos durant

el grau, desenvolupant el pensament crític i el desenvolupament formal dels mètodes d'anàlisi assimilats.

2. Introducció

A inicis de l'any 2007 la crisi financera global obligà a instaurar mesures reguladores per part d'organismes governamentals i financers (Gea-Sánchez et al., 2020) degut a la dubtosa solvència de les entitats financeres espanyoles. Aquest fet s'originà a causa de l'excés d'inversió immobiliària, el finançament majorista basat en el palanquejament, l'increment de la morositat, els problemes de liquiditat, etc (Serrano, 2013). Per tant, les condicions necessàries de la crisi es podrien resumir en: préstecs imprudents i capital bancari incapaç de recolzar els préstecs d'elevat risc (Calomiris & Haber, 2014). L'objectiu de les polítiques era incrementar la solvència i mantenir la confiança, tant de les entitats com del sistema financer (Serrano, 2013). La confiança financera pren importància als sistemes financers doncs evita que la fallida d'entitats financeres impedeixin el normal funcionament de la resta d'activitats econòmiques i/o financeres degut a possibles insolvències (Calderon & Schaeck, 2016). Encara així, algunes d'aquestes polítiques van comportar una reestructuració del sistema financer espanyol. Les entitats més afectades foren les caixes d'estalvis, les quals es van veure sotmeses a establir processos de fusió, ocasionant una bancarització del sistema financer espanyol per tal d'incrementar la solvència i mantenir aquelles entitats potencialment solvents en el futur, i pal·liar així els efectes de la crisi financera (Serrano, 2013).

Les intervencions reguladores per part d'institucions governamentals o financeres pretenien evitar una pèrdua de confiança en els mercats que poguessin generar un col·lapse generalitzat. Malgrat els intents, les autoritats espanyoles no foren capaces de revertir la desconfiança dels mercats (Tan, 2014). Per altra banda, les polítiques es podien veure recolzades, al marge de mantenir la confiança, per a evitar un efecte contagi degut a un col·lapse del sistema (Blanco-Oliver, 2021). Altrament, la governança corporativa va permetre un correcte desenvolupament de la relació entre entitats financeres i els grups d'interès a través institucions governamentals i financeres. Això es va traduir en una millora de la rendibilitat de les entitats financeres (Tan, 2014). Encara així, les mesures es van caracteritzar per la manca d'efectivitat, tot derivat d'una excessiva confiança per part de les autoritats espanyoles i per una incapacitat d'establir estimacions creïbles de les pèrdues i, per tant, en la determinació del capital necessari per a resoldre els problemes de solvència. Aquests problemes generaren que només quanties elevades de capital addicional fossin necessàries per a sortir d'un estat de crisi (Santos, 2017). D'altra banda, sorgí la problemàtica del *too-many-to-fail*. Aquest

succeeix quan el nombre d'entitats financeres és molt elevat i el sistema manca de capacitats per adquirir les entitats fallides, obligant a establir rescats parcials o totals del sistema (Acharya & Yorulmazer, 2006). Aquest problema és aplicable al sistema financer espanyol durant la crisi financera degut a que el nombre d'entitats financeres era elevat, en especial de caixes d'estalvis. Aquestes eren especialment valorades pels serveis que oferien a llars i petites empreses, pel que algunes foren rescatades o es van bancaritzar (Sagarra et al, 2013). Era tal la seva rellevància que el volum de negoci va arribar a representar el 50% del sistema financer espanyol al 2009 (Serrano, 2013). A més, al tercer trimestre del 2011 existien 45 caixes d'estalvis de les quals, la majoria van ser absorbides durant els anys posteriors (Neal & García-Iglesias, 2013).

Per tant, la crisi financera generà processos de fusió que ocasionaren un increment de la concentració del sector, l'expulsió d'aquelles entitats menys competitives, un increment de l'eficiència i de la rendibilitat del sistema financer. Encara així, s'ha observat que entre el període 2001-2002, el qual es caracteritzà per una elevada concentració de caixes rurals espanyoles, la rendibilitat d'aquestes va disminuir, pel que no es pot afirmar que un increment en el nombre de fusions incrementi la rendibilitat d'aquestes. Una explicació a aquest fenomen és l'elevada heterogeneïtat de les caixes rurals en quant a mida, solvència, nombre d'oficines, depòsits, actius totals, empleats... (Zurdo & Palacio, 2010). Per tant, que les caixes d'estalvis s'haguessin vist més perjudicades podria haver estat derivat de la seva mida. Les entitats financeres més petites assumeixen un problema d'informació asimètrica major al de les més grans que disminueix la probabilitat d'establir acords en processos de fallida i, per tant, disminueix la confiança dels creditors degut a una menor viabilitat i un major risc. Així doncs, es contempla una menor probabilitat de supervivència d'aquestes entitats degut a una menor eficiència respecte la competència (Ruiz-Mallorquí & Aguiar-Díaz, 2017). Encara així, l'evidència empírica no sosté que les entitats financeres més grans assumeixin menys riscos i, per tant, siguin menys propenses a la fallida (Demirguc-Kunt & Levine, 2000). D'altra banda, les caixes d'estalvis es trobaven capturades per les elits polítiques regionals, donant lloc a problemes de governança. A més, la recapitalització d'aquestes era imprecisa. Ambdós fets impediren l'accés de les caixes al mercat de valors. Altrament, el defectuós marc legal en que actuaven les caixes d'estalvis les impedien créixer de forma equitativa (Santos, 2017). Aquest fet conduí a establir processos d'adquisició que incrementessin l'eficiència del rendiment operatiu de les caixes (Hernando et al., 2008). Altrament, les entitats més grans poden tindre accés a suport institucional per qüestions estratègiques (Ruiz-Mallorquí & Aguiar-Díaz, 2017). Si més no, la literatura aporta evidència empírica de que les entitats més grans són més

propenses a no caure en bancarrota i a romandre com a entitats independents (Denis & Rodgers, 2007).

Les insolvències de les entitats financeres espanyoles, especialment de les caixes d'estalvis van centrar el focus de la crisi. Les mesures efectuades xocaven amb el trilema de solvència. Aquest es fonamenta en tres objectius: evitar els rescats, les recapitalitzacions finançades pels contribuents i finalitzar, creïblement, una crisi bancària. En essència, exposa que l'absència de fons privats només es poden assolir dos dels tres objectius esmentats per part de les autoritats competents. Degut a que les mesures emprades es basaren en assolir els dos primers objectius, la crisi bancària espanyola no es caracteritzà per una crisi de solvència sinó per una crisi de liquiditat. Això portà a l'economia espanyola a veure's submergida en un programa d'assistència degut a l'elevada probabilitat de fallida generalitzada ocasionada per un elevat dèficit per compte corrent als passius bancaris (Santos, 2017).

Com s'ha esmentat anteriorment, la Teoria de Jocs sorgí a partir dels problemes de repartiment. Un clar exemple d'aquesta qüestió és el cas de la gran depressió del 2008-2009 (Pons, 2011), la qual s'inicià amb la bancarrota de Lehman Brothers i originà la coneguda *bombolla immobiliària* (Font, 2013). Aquesta fou especialment especulativa i va tindre lloc als EEUU al 2007. Contagià a altres països, dels quals Espanya no fou una excepció, amb una greu crisi de liquiditat que enfangà el sistema financer, i va malmetre la confiança depositada per la societat a les institucions governamentals (Shiller, 2009). Al 2007 alguns indicadors ja anunciaven el denominat *boom*, però les autoritats espanyoles no van aplicar mesures que reguessin el descontrol creditici (Font, 2013). Així que es desencadenà la crisi de les hipoteques *subprime*. Aquestes es basaren en préstecs agressius, avaluacions alcistes part de les agències i concessions financeres sense requisits estrictes que determinessin la veritable solvència del demandants davant la morositat o el risc d'impagament. Dits determinants van alimentar la *bombolla Inmobiliària* i, davant la precipitada caiguda dels preus de l'habitatge, - aturant la febre constructora -, les variables hipotecàries es van disparar ocasionant l'estancament dels mercats de crèdit (Shiller, 2009). Com a resultat, es va enfonsar el PIB un 6% entre el 2008-2009, s'incrementaren les taxes d'atur, es va destruir el teixit productiu, derivant en problemes de productivitat i, per tant, de competitivitat; i l'endeutament desmesurat feia impossible fer front a les obligacions financeres (Pons, 2011). La crisi financera donà lloc a polítiques que es centraven en el rescat financer, creant-se institucions com el *Fondo de Reestructuración Ordenada Bancaria (FROB)* que permetés el finançament del *holding* bancari espanyol (Bellod, 2022). A la Secció

Aplicada es desenvoluparà en profunditat la casuística plantejada. Aquesta, analitzarà les recapitalitzacions emeses pel *FROB*, avaluant la seva idoneïtat segons uns escenaris financers concrets i proposant alternatives a les efectuades.

2.1 Plantejament i metodologia

Aquest treball pretén definir un joc cooperatiu d'utilitat transferible, concretament un joc de bancarrota, que permeti analitzar el rescat efectuat per la *FROB* durant la crisi financera espanyola per tal de comparar els efectes distributius del capital compromès amb altres mètodes de repartiment dels fons i la seva avaluació mitjançant índex que permetin comparar la idoneïtat de les distribucions.

Per tal d'abordar la temàtica escollida s'ha atès, principalment, a la literatura acadèmica relacionada amb la teoria de jocs, jocs de bancarrota i regles de repartiment pròpies dels jocs de bancarrota (*CEA CEL*, *Random Arrival*, Talmud i Proporcional), a més de la recerca de mecanismes d'assignació de recursos alternatius com ara el valor de Shapley. També s'ha realitzat una recerca exhaustiva sobre els criteris d'avaluació i assignació dels fons i de les necessitats de capital de les diverses institucions financeres. Tot això per tal de definir vectors de demandes i de pagaments per tal de formalitzar distribucions de capital.

2.2 Objectius

L'objectiu principal d'aquets treball és:

Definir un joc d'Utilitat Transferible (UT) que permeti establir un joc de bancarrota per tal d'analitzar la distribució dels fons compromesos pel *FROB* entre les entitats financeres amb necessitats de capital amb el fi de cercar distribucions de capital alternatives.

Aquest objectiu aborda diverses qüestions més específiques:

- (i) Definir un joc cooperatiu d'utilitat transferible que permeti modelitzar la distribució dels fons del *FROB* segons varis mètodes de repartiment i conèixer els efectes mitjançant una comparativa.
- (ii) Aplicar diversos mecanismes de distribució del capital, com ara regles de repartiment, a partir del desenvolupament d'un joc de bancarrota que permeti determinar resultats.
- (iii) Avaluar les distribucions obtingudes mitjançant indicadors d'igualtat (índex de Gini, corba de Lorenz, coeficient d'asimetria de Lorenz, dominància de Lorenz i

coeficient de variació), de concentració i de mercat (índex de Herfindahl-Hirschman, índex de Concentració i Taxa de Variació Percentual Mitjana).

- (iv) Reflexionar sobre els efectes generats al sistema financer espanyol a partir de les mesures econòmiques preses durant la crisi financera en un context de repartiment de recursos.

2.3 Estructura

Aquest treball es divideix en quatre blocs principals: Secció teòrica, Secció aplicada, Conclusions i Limitacions i futures millores. A la primera part es realitza una presentació conceptual i formal del que versa el treball, emfatitzant en el desenvolupament de la teoria de jocs i dels jocs de bancarrota. Un cop entesos els coneixements principals es plantegen diversos mètodes d'assignació de recursos. A més, es desenvoluparan els conceptes teòrics d'aquells que seran els indicadors que permetran el desenvolupament de la Secció aplicada. Aquesta, modelitzarà el cas del escat bancari espanyol argumentant la selecció de les dades i la mostra, el seu càlcul i desenvolupament, i formalitzant el joc de bancarrota. Dintre de la mateixa secció, es calcularan i avaluaran mitjançant una sèrie d'indicadors les regles i mètodes de repartiment per tal de realitzar una comparativa distributiva. A les Conclusions es proporcionen les conclusions extretes de l'anàlisi de la Secció pràctica intentant reflexionar sobre les diferències entre la distribució efectuada per la *FROB*, i les possibles alternatives. Addicionalment, es discuteixen les implicacions econòmiques i es reflexiona, segons es resultats, del transcorregut al sistema financer espanyol un cop finalitzada la crisi. Per últim, es plantejant les limitacions del treball i les possibles millores que es podrien incorporar en l'anàlisi per tal de detallar millor les dades del treball.

3. Secció teòrica

3.1. Revisió de la literatura sobre la Teoria de Jocs

“La teoria de jocs és una disciplina que estudia com els agents realitzen decisions estratègiques” (Cano Berlanga et al., 2017, p.381). Aquestes decisions estratègiques es desenvolupen en un entorn competitiu on els individus interactuen subjectes a una sèrie de regles a partir d'abstraccions reals (Osborne, 2009). La modelització de les situacions conflictives està conformada per uns individus denominats jugadors (suposadament racionals), els quals persegueixen el seu propi interès (és a dir, maximitzen la seva utilitat) i interfereixen en els guanys de la resta de jugadors a partir de la seva presa de decisions (Rodríguez & Puga, 2014; Myerson, 1991). La teoria de jocs ha adquirit forta

presència entre les ciències socials, essent present en l'anàlisi de situacions econòmiques, polítiques o socials; doncs permet extrapolar la presa de decisions dels individus a partir de la matematització de models basats en el conflicte o la cooperació (o la coalició) (Myerson, 1991). Hierro Fortuny (2020), explica que, per exemple, entre els segles III i V ja es van plantejar els problemes de repartiment amb el llibre del Talmud, un codi civil on els rabins establien una sèrie de regles a les compres, vendes, contractes i herències seguint una lògica per a solucionar els problemes que s'originaven. Així doncs, en aquest llibre s'exposen possibles solucions als problemes de repartiment i es podria afirmar que el llibre del Talmud fou el precursor de la teoria de jocs. Altrament, Vall Martínez (2020) argumenta que els primers usos de la teoria de jocs es donaren al segle XVIII per James Waldegave (1713) per a solucionar un joc de cartes.

La teoria de jocs moderna es desenvolupà a partir dels treballs de Zermelo (1913), Borel (1921), Von Neumann (1928), Von Neumann i Morgenstern (1944), Nash (1928), Nash (1950b), Harsanyi (1994), Selten (1930), etc., els quals van incorporar models teòrics per a desenvolupar la teoria econòmica, política, psicològica, biològica, etcètera (Osborne, 2009; Myerson, 1991). Espinar Fernández (2023) afegix que Von Neumann i Morgenstern (1944) es fonamentaren en jocs on existeixen diversos participants que prenen decisions interdependents. Aquesta visió incorpora els jocs de suma zero (el guany d'un jugador equival a la pèrdua d'un altre), la funció d'utilitat (representació quantitativa de preferències individuals), els jocs cooperatius (joc on els agents formen coalicions i negociacions per a distribuir els guanys) i els equilibris estratègics (comprensió d'accions individuals en situacions complexes). Autors com Harsanyi & Selten (1998) ampliaren la teoria incorporant els jocs d'informació incompleta i nous equilibris que tenien en consideració la credibilitat dels agents davant promeses i amenaces (Sánchez-Cuenca Rodríguez & Universitat Oberta de Catalunya, 2009).

La teoria de jocs es pot ramificar entre: teoria de jocs cooperatius (o coalicionals) o no-cooperatius (o estratègics). Ambdós es diferencien en la seva especificació. En un joc no-cooperatiu és necessària l'especificació de les accions dels jugadors, en canvi, en un joc cooperatiu no s'especifiquen les accions sinó que s'estableixen resultats en cadascuna de les potencials solucions (o coalicions) per tal de valorar els beneficis d'establir una determinada coalició. Per tant, un interès a estudiar són els incentius dels jugadors en establir acords mitjançant la cooperació (Rodríguez & Puga, 2014).

Gardner (2022) defineix un joc seguint la teoria de les categories d'Aristòtil. Argumenta que un joc es caracteritza per unes regles (què pot o no fer un jugador), la importància de l'estratègia (on la teoria de jocs pretén diferenciar entre bones o males estratègies),

un resultat del joc (del qual sorgeixen els pagaments), i la interdependència estratègica (els resultats estan subjectes a les estratègies escollides per cadascun dels jugadors). Relacionant-ho amb la interdependència estratègica, una situació estratègica es dona quan les accions dels agents depenen de les expectatives que es té sobre les accions de la resta de jugadors (Sánchez-Cuenca Rodríguez & Universitat Oberta de Catalunya, 2009). Per tant, la teoria de jocs ens permet entendre el comportament i accions que executen els agents de forma estratègica, les quals els porta cap a un determinat resultat.

3.2. Fonaments de la Teoria de Jocs: Conceptes i premisses

3.2.1. Jocs cooperatius amb funció d'utilitat transferible (UT o TU)

Els jocs cooperatius poden ser d'utilitat transferible o no transferible (Yang & Yang, 2024). La diferència entre ambdós és que als jocs cooperatius amb utilitat transferible els jugadors, mitjançant un bé perfectament divisible, poden compensar-se a partir de transferències d'utilitat (Amiri & Farvaresh, 2022).

“1 DEFINICIÓ *Un joc cooperatiu amb utilitat transferible és un parell (N, v) , format per un conjunt finit $N = \{1, 2, \dots, n\}$ i una funció $v: 2^N \rightarrow \mathbb{R}$ que assigna a cada subconjunt de S de N un nombre real $v(S)$ amb la condició que $v(\emptyset) = 0$.*

A la definició anterior, 2^N simbolitza el conjunt *parts* de N . Cada element del conjunt N és un jugador i cada subconjunt de N una *coalició*. La funció v s'anomena funció característica del joc (el nombre $v(S)$ es considera una mesura de l'expectativa de la coalició S) i, quan no hi ha ambigüitat, es parla del joc v sobreentenenent-se el conjunt de jugadors.” (Magaña, 1998, p.22-23).

D'altra banda, identificant com a G^N els jocs amb un conjunt de jugadors N i amb una operació interna i externa, suma de jocs: $(v_1 + v_2)(S) = v_1(S) + v_2(S)$, i producte d'un joc per un escalar: $(\lambda v_1)(S) = \lambda v_1(S)$, respectivament, on $v_1, v_2 \in G^N, S \subset N$ i $\lambda \in \mathbb{R}$; tenen una estructura d'espai vectorial de dimensió $2^{|N|} - 1$ (Rodríguez & Puga, 2014). El que Magaña (1998) com a utilitat transferible fa referència a que el pagament d'una determinada coalició és repartible entre els membres que la conformen sense estar subjecte a cap restricció (Amiri & Farvaresh, 2022).

3.3. Nocions prèvies de les solucions d'un joc cooperatiu

Segons Giménez-Gómez & Vilella (2015), l'objectiu de plantejar un joc cooperatiu és trobar una solució al problema de repartiment. Per tant, la idea es establir una assignació de pagaments de la distribució (N, v) entre n jugadors. Hierro Fortuny (2020) diu que “una solució d'un joc cooperatiu és una regla d'assignació que assigna a cada jugador una quantitat, seguint uns paràmetres establerts” (Hierro Fortuny, 2020, p.5). A partir de Giménez-Gómez & Vilella (2015), s'associarà a cada jugador i un nombre real x_i que representarà un vector $x = (x_1, \dots, x_n) \in \mathbb{R}^n$. “Denotarem per a $x(S) = \sum_{i \in S} x_i$, on $x(\emptyset) = 0$ ” (Giménez-Gómez & Vilella, 2015, p.73). Vall Martínez (2020) defineix x_i com la quantitat que rep el jugador i a la coalició x . A més, sabent que G^N indica el conjunt de tots els jocs definits sobre el conjunt de jugadors ($N = \{1, 2, \dots, n\}$), el conjunt de preimputacions d'un joc és “ $E = \{x = (x_1, \dots, x_n) \in \mathbb{R}^n : \sum_{i \in N} x_i = v(N)\}$ ” (Cesco, 2003, p.212). Per tant, el conjunt de preimputacions d'un joc representa el conjunt d'assignacions de pagament en la que es distribueix el valor del joc. Conseqüentment, el joc ha de complir el principi d'eficiència: $\sum_{i=1}^n x_i = v(N)$. Aquesta equivalència remarca que la preimputació és un vector de pagaments $x = (x_1, \dots, x_n)$ tal que equivaldrà al valor total que obtindrien els jugadors si tots cooperessin. La propietat d'equivalència únicament garanteix que el valor total es reparteix entre els jugadors i que la solució és eficient. Segons Hierro Fortuny (2020), els vectors $x \in \mathbb{R}^n$ que compleixen la propietat d'eficiència s'anomenen vectors de pagament eficients pel joc v . Per altra banda, s'anomenen imputacions del joc v si, a més de la propietat d'eficiència, compleixen el principi de racionalitat individual (Vall Martínez, 2020). Aquest últim indica que cada jugador ha de rebre, com a mínim, un pagament equivalent al que obtindria individualment. Formalment, “ $X(N, v) := \{x \in X^*(N, v) | x_i \geq v(\{i\}), i = 1, 2, \dots, n\}$ ” (Vall Martínez, 2020, p.3). En conseqüència, Llerena & Rafels (2005) defineixen el conjunt d'imputacions com: “ $I(N, v) := \{x \in X(N, v) | x(i) \geq v(i), \forall i \in N\}$ ” (Llerena & Rafels, 2005, p.4). És a dir, el conjunt d'imputacions d'un joc representa el conjunt de pagaments factibles tal que cada jugador rep, com a mínim, el que obtindria individualment (principi de racionalitat individual). Zaguirre (2002) exposa que el conjunt d'imputacions pot ser buit i que, en cas contrari, els jocs es denominen *jocs essencials*. Per tant, el conjunt d'imputacions serà no buit quan: “ $I(N, v) \neq \emptyset$ si i només si $\sum_{i \in N} v(i) \leq v(N)$ ” (Llerena & Rafels, 2005, p.4). Relacionat amb el principi de racionalitat individual, Jiménez (2019) defineix el principi de racionalitat coalicional. Aquest té la mateixa concepció que l'anterior però fent referència a les coalicions. Per tant, cada coalició ha de rebre, com a mínim, un pagament equivalent al que obtindria sense la col·laboració de la resta de jugadors. Adaptant la definició formal de Vall Martínez (2020) obtenim que el principi de

racionalitat coalicional es defineix com: $X(N, v) := \{x \in X^*(N, v) | x_i \geq v(S), \forall S \subseteq N\}$. Per tant, donada una assignació de pagaments, no existiran incentius a desviar-se de la coalició S (Zaguirre, 2002).

3.4. Solucions d'un joc cooperatiu

3.4.1. Metodologia constructivista

Rafels i Pallarola et al., (1999) introdueix dos tipus de solucions per als jocs cooperatius. Una d'aquestes solucions se'n deriva d'una metodologia constructivista, la qual ofereix una solució puntual. Aquesta "defineix un repartiment i es pren coma solució, o bé, s'estableixen uns criteris o propietats que desitgem que tingui la solució (*axiomes*) i que finalment determinen un únic mètode de repartiment" (Rafels i Pallarola et al., 1999, p.81). Un exemple de solució puntual és el valor de Shapley.

Rafels i Pallarola et al., (1999) destaquen el següent: "qualsevol solució puntual per a un joc de n jugadors haurà de seleccionar un únic repartiment $\alpha = (\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n)$, que demanarem que sigui eficient $\sum_{i=1}^n \alpha_i = v(N)$. En altres paraules, tota solució puntual seleccionarà una preimputació del joc" (Rafels i Pallarola et al., 1999, p.81). On " α " indica els pagaments de l'individu i .

3.4.1.1. El valor de Shapley

Establir solucions axiomàtiques equival a definir un operador " $\phi: (N, v) \rightarrow \mathbb{R}^n$ " (Domínguez León, 2021, p.14) que resol el joc. Altrament, el valor de Shapley pretén demostrar que existeix un únic operador vàlid (Domínguez León, 2021). El valor de Shapley proposa un vector de pagaments eficient per a cada joc que "assigna el mateix pagament a jugadors simètrics, un pagament nul a jugadors irrelevants i compleix que, donat dos jocs v i w , els pagaments del joc suma coincideixen amb la suma de pagaments dels jocs" (Domínguez León, 2021, p.14-15). "El concepte és simple, cada jugador ha de rebre la seva contribució marginal esperada a les diferents coalicions. Per tant, si un jugador contribueix menys, llavors ha de rebre menys de la *common basket*, i si contribueix més, llavors ha d'obtenir més" (Matsumoto & Szidarovszky, 2016, p.160). Per tant, el valor de Shapley es fonamenta en les contribucions marginals dels jugadors. "Donat $(N, v) \in \mathcal{G}^N$, per cada $i \in N$ i cada $S \subset N$, denominem la contribució marginal d'un agent i a la coalició S , denotada per $\Delta_i v(S)$, la quantitat de la qual la seva adhesió contribueix al valor de la coalició, això és, $\Delta_i v(S) = v(S \cup \{i\}) - v(S)$ " (Cano Berlanga et al., 2017, p.383).

El valor de Shapley ve definit de la següent forma: “ $\phi_i(N, v) = Sh_i(N, v) = \omega(n, s)(v(SU\{i\}) - v(S))$, on $\omega(n, s) = \sum_{S \subseteq N: i \notin S} \frac{s!(n-s-1)!}{n!}$, s denota el nombre de membres a l’aliança S ” (M. Li et al., 2024, p.3)

“Així doncs, Shapley en 1953 determinà que, donat un joc (N, v) de forma coalicional, amb $N = \{1, \dots, n\}$, es té una assignació de pagaments $\phi(v) = (\phi_1(v), \dots, \phi_n(v)) \in \mathbb{R}^n$ on cada ϕ_i es tal i com s’ha definit abans” (Domínguez León, 2021, p.15). Per tant, “el valor de Shapley de qualsevol jugador és la seva contribució marginal esperada quan entra” (Myerson, 1991, p.439).

“Finalment, Shapley (1953) mostrà que la seva solució és la única solució que satisfà conjuntament les següents propietats:

- Eficiència: El valor de Shapley distribueix tots els guanys o costos entre els jugadors.
- Simetria: Si dos jugadors generen constitucions equivalents al joc, i.e., si són substitutius, haurien de rebre la mateixa quantia.
- Jugador fictici: Si un jugador no proveeix cap benefici addicional als altres jugadors, no hauria de rebre cap pagament addicional. En termes del joc si la contribució marginal del jugador és equivalent a zero, llavors ha de rebre una assignació equivalent al seu valor individual.
- Additivitat: L’assignació del jugador per una suma de dos jocs es la suma de les assignacions dels jugadors per cada joc individual” (Cano Berlanga et al., 2017, p.8).

3.5. El joc de bancarrota (*The bankruptcy game*)

Per tal d’explicar el joc de la bancarrota, s’exemplificarà primer amb un exemple del Talmud:

“El Talmud babilònic és la gran col·lecció de decisions religioses i legals jueves establertes durant els primers cinc segles dC. Inclou dos tipus d’ensenyaments, la Mixnà, que són declaracions breus de la llei copiades de l’herència oral dels segles passats, i la Guemarà, que són comentaris sobre la Mixnà pels rabins d’aquella època. El llibre que tracta contractes, arrendaments, vendes i objectes trobats, dona la següent regla de divisió.

Dos sostenen una peça de roba... si un d’ells diu: “Tot és meu” i l’altre diu: “La meitat és meva”,... el primer rep tres quartes parts o el segon rep una quarta part.

(Baba Mezi'a, IFol.1, Babylonian Talmud, I. Epsc-in, ed., 1935).

Al voltant de l'any 1140 dC, el rabí Abraham Ibn Ezra va donar un problema similar involucrant quatre persones.

Jacob va morir i el seu fill Reuben va presentar una escriptura degudament testimoniada que Jacob li va donar tota la seva propietat a la seva mort, el fill Simeon també va presentar una escriptura que el seu pare li va donar la meitat de la propietat, Levi va presentar una escriptura donant-li un terç i Judah va presentar una escriptura donant una quarta part. Tots porten la mateixa data.

(Sefar ha-Mispar, quoted in Rabinovitch, 1973)

El problema és que els testaments semblen igualment vàlids, però són mútuament inconsistents en el sentit que donen més que el patrimoni total. Com s'ha de dividir l'herència? Sembla just que els fills amb reclamacions més grans rebin més, però quant més hauria de rebre cadascú?" (O'Neill, 1982, p.346)

A partir del segon exemple, Driessen (1988) realitza una generalització del problema de la bancarrota: "Un problema general de bancarrota està definit com un parell ordenat $(E; d)$, on $E \in \mathbb{R}$ i $d = (d_1, d_2, \dots, d_n) \in \mathbb{R}^n$ tal que $d_i \geq 0$ per a tot $1 \leq i \leq n$ i $0 \leq E \leq \sum_{j=1}^n d_j$." (Driessen, 1988, p.7) Concretament, d_1, d_2, \dots, d_n fa referència als deutes que deixa la persona difunta i E indica el patrimoni d'aquesta. Per tant, es suposa que la quantitat endeutada total és, com a mínim, igual al seu patrimoni. D'altra forma, un problema de demanda (*claim problem*) es basa en un quantitat $E \in \mathbb{R}_+$ a repartir entre un conjunt d'individus N , on $\sum_{i \in N} c_i \in \mathbb{R}_+ \geq E$. És a dir, on la suma de demandes individuals reals positives dels individus que pertanyen al conjunt real positiu N és superior o igual a la quantitat E a repartir (Thomson, 2003). Conseqüentment, "donat un patrimoni $E > 0$, i n agents amb drets consolidar sobre E , $d = (d_1, d_2, \dots, d_n) \in \mathbb{R}_+^n$ tals que $0 < E \leq d_1 + d_2 + \dots + d_n = \sum_{i \in N} d_i$, definim el joc de bancarrota (bankruptcy game) associat com (N, v) , on $i \in N = \{1, 2, \dots, n\}$ i $v(S) = \max\{0, E - \sum_{i \in N \setminus S} d_i\}$ " (Rafels & Izquierdo, 1999, p.22). Segons O'Neill (1982), el joc es pot aproximar a un model de negociació, definint-lo de la següent manera: " $v(S) = \max(t - \sum_{t \in N \setminus S} c_i, 0)$ per $S \subseteq N$." (O'Neill, 1982, p.360). Driessen (1988) analitza aquesta definició formal com un conjunt de jugadors N comprès per n hereus on el valor de la coalició és igual a zero o el restant de l'herència un cop que cada hereu i de la coalició complementària $N - S$ hagi rebut d_i . Per tant, "assigna a cada coalició S el que obtindria en el pitjor dels casos, quan tots els jugadors de la coalició $N \setminus S$ vagin a cobrar abans que els de S " (Magaña, 1998,

p.24). Driessen (1988) sosté que, de la fórmula, la funció característica del joc de la bancarrota compleix les següents propietats:

- (i) $v_{E;d}(N) = E$; i per a tot $i \in N$;
- (ii) $v_{E;d}(N - \{i\}) = \max(0, E - d_i)$;
- (iii) $v_{E;d}(\{i\}) = \max(0, E - \sum_{j \in N - \{i\}} d_j) \leq d_i$
- (iv) $d_i \geq E$ implica $v_{E;d}(S) = 0$ per a tot $S \subset N - \{i\}$ (Driessen, 1988, p.8).

Tal que l'objectiu d'un joc de bancarrota és distribuir un recurs escas, aquest deriva en un problema de demanda, entenent $d = (d_1, d_2, \dots, d_n) \in \mathbb{R}^n$ com un vector de demandes i E com la quantitat disponible d'un recurs a distribuir (Sánchez-Cuenca Rodríguez & Universitat Oberta de Catalunya, 2009). Ergo, el problema de demanda desapareix quan $\sum_{i=1}^n c_i \geq E$, on c_i indica la demanda de l'individu i (Giménez-Gómez & Vilella, 2015). Encara així, un problema de demanda existeix quan la quantitat E no és suficient per a satisfer la quantia total demandada, per tant $\sum_{i=1}^n c_i > E$ (Giménez-Gómez & Peris, 2013).

3.6. Regles de bancarrota

Les regles de bancarrota, o de demanda, són mètodes que, amb l'objectiu d'assignar un repartiment, pretenen solucionar el problema de bancarrota. Com s'ha pogut veure amb anterioritat, una regla de bancarrota ha de complir el principi d'eficiència doncs s'ha de distribuir la totalitat del recurs E , i tot jugador ha de rebre, com a mínim, la seva quantitat demandada. "Una regla de divisió és una funció $\mathcal{R} : \mathcal{C}^N \rightarrow \mathbb{R}^N$ assignant a cada problema $(E, d) \in \mathcal{C}^N$ un vector de guanys $\mathcal{R}(E, d) \in X(E, d)$, que és, una forma d'associar per cada problema una divisió de la quantitat disponible entre els demandants" (Calvo et al., 2022a, p.865).

3.6.1. Regla Proporcional (P)

Domínguez León (2021) defineix la regla proporcional com un repartiment d' E entre tots els jugadors demandants de forma proporcional a la seva demanda d . Així doncs, cadascú obtindrà una fracció d' E i equivaldrà al pes de la seva demanda respecte el total d'aquestes. Formalment, " $P_{S_i}(TAC, d) = \frac{d_i}{\sum_{i \in N} d_i} TAC, \forall i = 1, \dots, n$ " (Gallastegui et al., 2002, p.297)¹. La regla proporcional segueix la idea d'igualtat proporcional (Hierro Fortuny, 2020).

¹ TAC: Total Allowable Catch (Gallastegui et al., 2002)

3.6.2. Regla de Guanys Iguals Restringits (CEA)

Hierro Fortuny (2020) emmarca la regla de guanys iguals restringits o *Constrained Equal Awards rule (CEA)* com la més igualitària possible on cap jugador rep un pagament superior a la seva demanda. "Ara bé, si hi ha un primer demandant $i \in N$ tal que $c_i < \frac{E}{n}$ es repartirà el sobrant entre els restants, i així successivament. No és gens difícil observar que aquesta regla beneficiarà sempre als demandants més petits, és a dir, als agents que tenen demandes més petites, ja que seran les primeres a ser satisfetes." (Hierro Fortuny, 2020, p.14). "Això és, per cada $i \in N$, $CEA_i(E, d) = \min \{d_i, \lambda\}$, on $\lambda \geq 0$ és escollit tal que $\sum_{i \in N} CEA_i(E, d) = E$ " (Lugilde et al., 2021, p.16).

3.6.3. Regla de Pèrdues Iguals Restringides (CEL)

Domínguez León (2021) defineix la regla de pèrdues iguals restringides o *Constrained Equal Losses (CEL)* com aquella que reparteix les pèrdues segons la demanda entre tots els agents per igual. Així doncs, cap demandant es pot veure beneficiat o perjudicat per les pèrdues vers la resta de jugadors. Jiménez (2019) afegeix que aquesta regla dona prioritat a aquells jugadors que demanen una demanda superior doncs seran els primers en ser satisfets. Formalment, "per cada $(E, c) \in \mathbb{C}^N$, $CEL_i(c, E) \equiv (\max\{c_i - \lambda, 0\})_{i \in N}$, on $\lambda \in \mathbb{R}_+$ és triada per a aconseguir l'equilibri" (Thomson, 2019, p.27).

3.6.4. Regla del Talmud (T)

Hierro Fortuny (2020) afirma que la regla del Talmud aplica el principi d'igualtat, encara que l'aplica segons les demandes, i respecte la quantitat a distribuir. "Quan el capital és petit s'aplicarà la regla d'igualtat en guany en la meitat de les demandes, Per altra banda, quan el capital és més gran, s'aplicarà la regla de la igualtat en pèrdues on igual que anteriorment, s'aplicarà per la meitat de les demandes. Dit formalment, si la meitat del total de les demandes és igual a E , tothom rebrà la meitat de la seva demanda. Si $\sum_{i=1}^n \frac{c_i}{2} > E$ s'aplicarà la regla de la igualtat en guanys, en canvi si és a l'inrevés, s'aplicarà la regla de la igualtat en pèrdues. Així doncs, observem que en aplicar les dues regles al mateix temps, beneficiarà als demandants intermedis" (Hierro Fortuny, 2020, p.16-17). Per tant, la regla del Talmud combina la regla de Guanys Iguals Restringits i la regla de Pèrdues Iguals Restringides, *CEA* i *CEL*, respectivament (Thomson, 2015). Formalment,

$$"T_i(E, c) = \begin{cases} CEA_i\left(E, \frac{c_i}{2}\right) & \text{quan } \sum c_i \geq 2E; \\ \frac{c_i}{2} + CEL_i\left(E - \sum \frac{c_i}{2}, \frac{c_i}{2}\right) & \text{quan } \sum c_i < 2E. \end{cases} \quad (\text{Li \& Ju, 2023, p.3})."$$

3.6.5. Regla *Run to the Bank* o *Random Arrival Rule* (RB o RA)

Hierro Fortuny (2020) introdueix la regla *Run to the bank* introduïda per O'Neill (1982). Aquesta es fonamenta en la llei del més ràpid on el primer rep un pagament equivalent a la seva demanda i així per la resta de jugadors fins que s'esgota el recurs. Encara així, estableix una promig dels ordres possibles. Formalment, " $\varphi_i(N, c, E) = \frac{1}{n!} \sum_{\pi \in \Pi(N)} \min \left(c_i, \max \left(0, E - \sum_{\substack{j \in N: \\ \pi(j) < \pi(i)}} c_j \right) \right)$ " (Aziz, 2013, p.499). Aquesta regla es

fonamenta en que les demandes es satisfan en base a l'aleatorietat d'arribada dels individus. En un inici, es satisfan les demandes de manera que cada agent rebí el mínim entre la seva demanda i el còmput global, subjecte al quocient final de la regla d'arribada dels individus. Altrament, la regla atribueix certa equitat en contemplar les contribucions marginals dels agents respecte una probabilitat comuna (Saavedra-Nieves & Saavedra-Nieves, 2020). Hierro Fortuny (2020) recalca el desconeixement posicional i ordinal dels jugadors, malgrat es pugi calcular, per a cada ordre, els pagaments del demandant i , incloent-hi el promig segons l'ordre (permutacions) que poden establir els jugadors ($\frac{1}{n!}$).

3.7. Propietats de les regles de bancarrota

Les propietats que segueixen les regles de bancarrota o de repartiment són importants en quant s'ha de discernir quina regla és la més adequada a un problema determinat. Per tant, es veuran un seguit de regles bàsiques que segueixen (o no) les regles de demanda analitzades:

"Diem que una regla \mathcal{R} satisfà:

Anonymity si per cada $(E, d) \in \mathcal{C}^N$, cada $\pi \in \Pi^N$, i cada $i \in N$, tenim $\mathcal{R}_{\pi(i)}(E, (d_{\pi(i)})) = \mathcal{R}_i(E, d)$, on Π^N és la classe de bijeccions de N en si mateix.

The midpoint property si $\mathcal{R}\left(\frac{1}{2}d(N), d\right) = \frac{d}{2}$.

Self-duality si per cada $(E, d) \in \mathcal{C}^N$ tenim $\mathcal{R}(E, d) = d - \mathcal{R}(d(N) - E, d)$.

Minimal rights first si per cada $(E, d) \in \mathcal{C}^N$ tenim $\mathcal{R}(E, d) = m + \mathcal{R}(E - \sum_{i \in N} m_i, d - m)$.

Claims truncation invariance si per cada $(E, d) \in \mathcal{C}^N$ tenim $\mathcal{R}(E, d) = \mathcal{R}(E, t)$.

Order preservation in awards si per cada $(E, d) \in \mathcal{C}^N$ tenim $\mathcal{R}_i(E, d) \leq \mathcal{R}_{i+1}(E, d)$ per a tot $i \in N \setminus \{n\}$.

Order preservation in losses si per cada $(E, d) \in \mathcal{C}^N$ tenim $d_i - \mathcal{R}_i(E, d) \leq d_{i+1} - \mathcal{R}_{i+1}(E, d)$ per a tot $i \in N \setminus \{n\}$.

$\frac{1}{|N|}$ – *truncated-claims lower bounds on awards*, si per cada $\mathcal{R}(E, d) \in \mathcal{C}^N$ llavors $\mathcal{R}_i(E, d) \geq \frac{1}{|N|} t_i(E, d)$ per a tot $i \in N$.

Endowment monotonicity si per a cada $(E, d) \in \mathcal{C}^N$ i cada $E' \geq E$, si $d(N) \geq E' \geq E$ tenim $\mathcal{R}_i(E', d) \geq \mathcal{R}_i(E, d)$ per a tot $i \in N$.

Claim monotonicity si per cada $(E, d) \in \mathcal{C}^N$, cada $i \in N$, i cada $d' > d_i$, llavors $\mathcal{R}_i(E, (d_{-i}, d'_i)) \geq \mathcal{R}_i(E, d)$ (Calvo et al., 2022b, p.531-532).

A la Taula 1 es resumeixen les regles de bancarrota que compleixen les propietats anteriors:

Taula 1. Sumari de propietats bàsiques satisfetes per les regles de demanda: P, CEA, CEL, T i RA.

	P	CEA	CEL	T	RA
<i>Anonymity</i>	•	•	•	•	•
<i>The midpoint property</i>	•	-	-	•	•
<i>Self-duality</i>	•	-	-	•	•
<i>Minimal rights first</i>	-	-	•	•	•
<i>Claims truncation invariance</i>	-	•	-	•	•
<i>Order preservation</i>	•	•	•	•	•
$\frac{1}{|N|}$ – <i>truncated-claims lower bounds</i>	-	•	-	•	•
<i>Endowment monotonicity</i>	•	•	•	•	•
<i>Claim monotonicity</i>	•	•	•	•	•

Font: Elaboració pròpia a partir (Calvo et al, 2022b, p.532).

3.8. Desigualtat

Tant economistes ortodoxos i heterodoxos s'han interessat per la distribució de la riquesa (Cline, 1975). Concretament, a partir del concepte de desigualtat s'intentà analitzar els excedents agraris de les societats pre-agrícoles i la seva acumulació, la qual s'aproximava a l'acumulació de riquesa (Duong, 2025). Rousseau estudià al seu Primer Discurs els orígens de la desigualtat, atribuint-la a l'*amour-propre* (amor propi). Aquesta incita als individus a cercar el reconeixement social, la qual els condueix a manifestar accions corruptes basades en l'orgull o la vanitat. Rousseau afirma que

l'amour-propre ha estat el desencadenant del conflicte, la misèria, l'esclavitud, etcètera (Neuhouser, 2008). Al Segon Discurs de Rousseau, es distingeixen dos tipus de desigualtat: natural i moral. La desigualtat natural es centra en diferències d'edat, de salut o cos. En canvi, la desigualtat moral es centra en els privilegis de ser més ric, honorat, poderós... encara que aquests siguin, *per sé*, subjectius i artificials. (Neuhouser, 2013). Autors posteriors com Adam Smith es basà en l'interès individual per a determinar el funcionament dels mercats i la seva prosperitat. Aquest existia en un entorn moral on els individus tenien els mateixos drets i aquest eren respectats. Per tant, centrant-se en el consum, Smith afirmà que el creixement entre classes socials i individus venia establerta per la distribució d'oportunitats, la qual determinava el benestar econòmic (Baum, 1992). En contraposició, Karl Marx es basà en el paradigma valor-treball (també utilitzat per Smith), el valor de l'excedent generat pel treball i l'expropiació del treball no remunerat per a descriure la desigualtat a les societats capitalistes. (Rotta & Kumar, 2023; Angelis, 1995). Arrel de les aportacions dels autors anteriors i posteriors, una de les preocupacions d'estudi fou la distribució de la riquesa. Per tal de determinar el grau de desigualtat d'aquesta distribució, autors com Corrado Gini i Max Lorenz proposaren diversos mètodes per a analitzar-la i comparar-la (Qin et al., 2024). Alguns economistes han utilitzat la teoria de jocs per a donar solució als problemes de repartiment, enfocant-se en la distribució de la riquesa (Pinasco et al., 2017).

D'altra banda, la teoria de jocs permet afirmar que les empreses dominants (com ara entitats financeres), dintre d'un entorn estratègic, són més propenses a existir quan el nivell de desigualtat és major. Això es dona quan la major confiança que posseeixen les empreses grans vers les empreses petites les permet establir acords a causa de la seva major credibilitat. Addicionalment, aquestes grans empreses generen impediments al mercat competitiu generant barreres d'entrada que impedeixen accedir al mercat a potencials empreses entrants. Aquestes barreres d'entrada poden veure's establertes pel comportament estratègic que duen a terme les empreses més grans mitjançant acord d'inversió (Rhoades, 1995).

3.8.1. Coeficient de Gini

Tal que l'índex o coeficient de Gini "és una mesura relativa de varibailitat que equival al doble de la distància entre la corba de la distribució real de la riquesa (també coneguda com la corba de Lorenz) i la corba d'igualtat total" (Furman et al., 2019, p.1), la Secció Aplicada emprà el coeficient de Gini (G_R) de cada mètode R per a calcular el grau de desigualtat de les distribucions del valor de Shapley, regles de repartiment i les assignacions realitzades per la *FROB*. L'objectiu serà comparar els coeficients de Gini

per a avaluar les assignacions dels fons i determinar quin mètode és menys desigual. Encara que s'ha calculat mitjançant R, la formulació teòrica de l'índex de Gini o coeficient de Gini és la següent:

“Suposant Y_1 i Y_2 són dos variables aleatòries independents i idènticament distribuïdes (i.i.d.) amb una funció de distribució F tal que casi amb seguretat $Y_i \geq 0$ i $0 < EY_i < \infty$ per a $i = 1, 2$. Per tant,

el coeficient de Gini (índex de Gini) d' F ve donat per $G = \frac{1}{2} \frac{E|Y_1 - Y_2|}{E(Y_2)}$. Un estimador

usualment utilitzat d'aquest índex és el coeficient de Gini mostral $\tilde{G} = \frac{1}{2} \frac{\sum_{1 \leq i, j \leq n} |Y_i - Y_j|}{\bar{Y}_n}$,

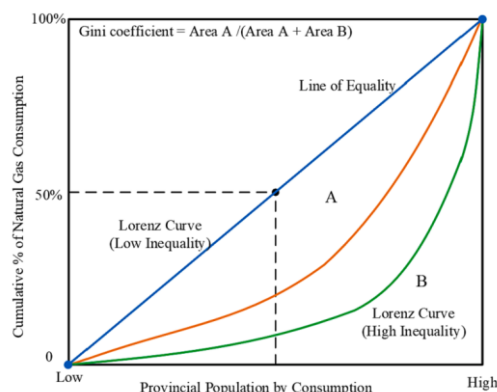
on Y_1, Y_2, \dots, Y_n són observacions i.i.d. de la població, i $\bar{Y}_n = \frac{1}{n} \sum_{1 \leq i, j \leq n} Y_i$ és la mitjana mostral” (Baydil et al., 2025, p.1).

L'estimador del coeficient de Gini es troba al rang $[0,1]$ i entre la corba empírica de Lorenz i la línia d'identitat (Baydil et al., 2025). Per tal d'avaluar el grau d'igualtat o de desigualtat del coeficient de Gini, la normativa de les Nacions Unides (UN) sobre la divisió per seccions del coeficient de Gini estableix la següent classificació: distribució mitjana: $G_R < 0,2$; distribució relativament mitjana: $0,2 \leq G_R \leq 0,3$; distribució raonable: $0,3 < G_R \leq 0,4$; gran diferència a la distribució: $0,4 < G_R \leq 0,5$; significativa diferència a la distribució: $G_R > 0,5$ (Qin et al., 2024).

3.8.2. Corba de Lorenz

A la Secció Aplicada es complementa el coeficient de Gini amb la corba de Lorenz per a poder expressar gràficament les distribucions i poder afirmar quines distribucions de capital són més igualitàries. “La corba de Lorenz $y = \mathcal{L}(x)$ ($0 \leq x, y \leq 1$) d'una població humana determinada es llegeix a continuació: el $100x\%$ superior de la població es troba en possessió del $100y\%$ del total de la riquesa de la població. Considera una població format per n membres ordenats per l'índex $i = 1, \dots, n$. ω_i denota la riquesa del i -èssim membre de la població, i $\bar{\omega} = (\omega_1 + \dots + \omega_n)/n$ denota la riquesa de la població mitjana. Sense pèrdua de generalitat, s'assumeix que la ordenació dels membres de la població és no-creixent en la seva riquesa $\omega_1 \geq \omega_2 \geq \dots \geq \omega_n \geq 0$. La riquesa agregada del membre més ric k és $\omega_1 + \dots + \omega_k$ i per tant – seguint la definició de la corba de Lorenz

Figura 1. Coeficient de Gini i corba de Lorenz



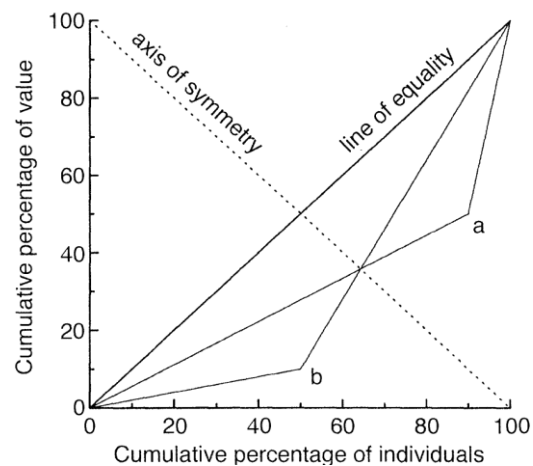
Font: (Qin et al., 2022, p.3).

- el valor de la corba de Lorenz de la població al punt k/n ve donat per $\mathcal{L}\left(\frac{k}{n}\right) = \frac{\omega_1 + \dots + \omega_k}{\omega_1 + \dots + \omega_n}$ ($k = 1, \dots, n$). Entre els unts racionals $\frac{k}{n}$ ($k = 1, \dots, n$) la corba de Lorenz és linealment interpolada. La corba de Lorenz obtinguda és per tant una funció lineal a trossos, els vessants de la qual venen donades per $\Delta\mathcal{L}\left(\frac{k}{n}\right) = \frac{\mathcal{L}\left(\frac{k}{n}\right) - \mathcal{L}\left(\frac{k-1}{n}\right)}{\frac{1}{n}} = \frac{\omega_k}{\bar{\omega}}$ ($k = 1, \dots, n$)” (Eliazar & Sokolov, 2011, p.1327-1328). La corba de Lorenz es caracteritza pels seus límits. Aquesta es trobarà sobre o per sota de la “línia de perfecta igualtat” $\mathcal{L}_{pe}(x) = x$, si la distribució és totalment igualitària; o bé, sobre o per damunt de la “línia de perfecta desigualtat” $\mathcal{L}_{pi}(x) = 1 - x$, si la distribució és totalment no-igualitària (Eliazar & Sokolov, 2011). En el cas d’aquest treball, els eixos de la corba de Lorenz correspondran al percentatge de capital acumulat per a l’eix y , i al percentatge de caixes acumulades per a l’eix x .

3.8.3. Coeficient d’asimetria de Lorenz

Obtenint les corbes de Lorenz de dues distribucions, es pot trobar que les àrees situades per sota de la línia d’igualtat siguin iguals, pel que poden indicar coeficients o índexs de Gini idèntics (Masaki et al, 2014). Tot i això, ambdues corbes de Lorenz poden diferir. Aquestes diferències són mesurables a partir del coeficient d’asimetria de Lorenz (S) a partir de l’asimetria generada entorn l’eix d’asimetria on la corba de Lorenz té una pendent igual a 1 en la intersecció (Damgaard & Weiner, 2000).

Figura 2. Corba de Lorenz i eix d’asimetria



Font: Damgaard & Weiner, 2000, p.1140).

Conceptualment, el coeficient d’asimetria de Lorenz s’interreta com la posició on el pendent de la corba donada per l’equació (4)² és la unitat. Si aquest punt es localitza sobre línia $y = -x + 1$, $S = 1$ està satisfet. Si es localitza per sobre (per sota) aquesta línia, la corba és asimètrica amb $S > 1$ ($S < 1$)” (Masaki et al, 2014, p.4060). Formalment, “el coeficient d’asimetria de Lorenz està definit de la següent manera (Damgaard & Weiner, 2000), $S = F(\mu) + L(\mu)$ on les funcions F i L són com la equació (7) (Kotz,

² “ $(x, y) = (F_k, L_k)$ (4)” (Masaki et al, 2014, p.4058).

Johnson & Read, 1983). $L(y) = \frac{\int_0^y x dF(x)}{\mu}$ (7)” (Ma et al., 2006, p.346). “Donat que la corba de Lorenz de la mostra és un polígon, podem calcular la mostra estadística S a partir de les dades de mida de planta ordenats utilitzant les següents equacions: $\delta = \frac{\mu - x'_m}{x'_{m+1} - x'_m}$ (4) $F(\mu) = \frac{m+\delta}{n}$ (5) $L(\mu) = \frac{L_m - \delta x'_m}{L_n}$ (6) on m és el nombre de plantes amb una mida de planta menor a μ ” (Damgaard & Weiner, 2000, p.1141).

3.8.4. Dominància de Lorenz (Classificació de regles)

La igualtat és un dels motius pel qual s’apliquen les regles de repartiment doncs es veu reflectida a les assignacions impartides per cadascuna amb el fi de satisfer les demandes dels agents. Com és lògic, no totes les regles de demanda assignen els mateixos pagaments als demandants, pel que poden diferir en el grau d’igualtat que emprèn en l’assignació (Thomson, 2008). Per tal d’establir una classificació, alguns autors han utilitzat la relació de dominància de Lorenz per tal de discernir quines regles aporten un major grau de desigualtat en l’assignació i a més, mitjançant la comparació de regles, conèixer quina és més favorable als demandants de menor quantia respecte els de major (Bosmans & Lauwers, 2007, Calvo et al., 2022b). “Una regla \mathcal{R} es diu que domina segons Lorenz una altra regla \mathcal{R}' si, per cada problema de demandes, la divisió proposada per \mathcal{R} domina segons Lorenz la divisió proposada per \mathcal{R}' ” (Bosmans & Lauwers, 2007, p.2). Altrament, “donat un problema $(E, c) \in \mathcal{C}^N$, per tal de comparar un parell de vectors de pagaments $x, y \in X(E, c)$ amb l’ordre de Lorenz, primer cal reordenar les coordenades de cada assignació en ordre no decreixent; aleshores, diem que x domina segons Lorenz a y si totes les sumes acumulades de les coordenades reordenades són més grans amb x que amb y ” (Calvo et al., 2022c, p.2). “Llavors diem que x domina segons Lorenz a y (o, que y està dominada segons Lorenz per x) si totes les sumes acumulades de les coordenades reordenades són majors amb x que amb y . Això és, x domina segons Lorenz a y si per cada $k = 1, \dots, n - 1$ tenim que $\sum_{j=1}^k x_j \geq \sum_{j=1}^k y_j$ ” (Lugilde et al., 2021, p.32).

Autors com Bosmans & Lauwers (2007) i Calvo, Lugilde, Sandomingo & Rodríguez (2022) estableixen una relació de dominàncies en forma d’arbre per tal d’establir una dominació segons Lorenz mitjançant fletxes o una seqüència d’aquestes. L’absència de fletxes o seqüència d’aquestes indica una falta de relació de dominància directe. Altrament, s’utilitza el símbol “igual” per tal d’indicar una inexistent dominància entre n regles però que, aquestes, es troben dominades per les anteriors connectades per fletxes. Encara així, no es mostra una ordenació quantitativa de dominàncies, sinó una

relació de dominància d' n regles amb g regles (Bosmans & Lauwers, 2007; Lugilde, Sandomingo & Rodríguez, 2022).

3.8.5. Coeficient de variació

L'interès en el nivell d'homogeneïtat o heterogeneïtat que resulta del repartiment de capital exercits pels mecanismes d'assignació és rellevant per tal de poder analitzar, indirectament, la igualtat de les dotacions a cadascuna de les entitats financeres. Per tant, la variabilitat del repartiment exerceix com a indicador de la igualtat del repartiment entre caixes d'estalvis. El coeficient de variació és una mesura de la dispersió relativa que es fonamenta en la desviació estàndard i la mitjana, expressant la desviació mitjana com a percentatge de la mitjana (Newbold et al., 2010). Aquest "està definit com la desviació estàndard dividida per la mitjana" (Forkman & Verrill, 2007, p.10). El coeficient de variació permet relacionar la mida de les observacions amb el nivell d'observacions (Forkman & Verrill, 2007).

3.9. Concentració

Les estructures de mercat bancàries condueixen a establir ineficiències quan aquestes estan concentrades, pel que una concentració bancària implica que entitats petites vegin restringit l'accés al finançament (Han et al., 2015). D'altra banda, les empreses també es veuen repercutides degut a que s'enfronten a obstacles majors davant un sistema financer concentrat (Berger et al., 2004a). Tot i això, el grau d'homogeneïtat/homogeneïtat de la mida de les entitats financeres pot afectar de forma diferent a la competitivitat (Berger et al., 2004b). Així doncs, la forma en que es distribueix el capital entre les diferents entitats financeres condueix a generar major o menor nivell de concentració. Per tant, variacions al repartiment implica diferents nivells d'igualtat davant el capital que desemboca en un determinat nivell de concentració d'aquest, podent influir en l'estructura del sistema financer i al desenvolupament dels mercats competitius.

3.9.1. Índex de concentració

Addicionalment, a la Secció Pràctica s'analitzarà el grau de concentració del capital a partir de la distribució dels fons proposada per cada mètode. Mitjançant la quota de capital (Q_i) que determina cada mecanisme a cada entitat financera (i) respecte el total del *FROB* compromès, es segmentaran en els següents quatre rangs: $0,00\% \leq Q_i \leq 25,00\%$ [r_1]; $25,00\% < Q_i \leq 50,00\%$ [r_2]; $50,00\% < Q_i \leq 75,00\%$ [r_3]; i $75,00\% < Q_i \leq 100,00\%$ [r_4]. Per tal de realitzar-ho s'ha dividit el capital assignat per cada mètode R

entre el total del capital compromès per la *FROB* i s'ha multiplicat per cent per tal d'obtenir el percentatge dels fons de la *FROB* que posseeix cada entitat. És a dir, es calcula la quota de capital que obté cada entitat per tal de distribuir-les entre els diversos rangs.

Un cop distribuïdes entre els diversos rangs, s'ha aplicat l'Índex de concentració per a conèixer la concentració de capital en cadascun dels rangs, mitjançant la següent formulació: " $IC_i = \sum_{i=1}^i \frac{x_i^n}{x_t}$ " (Venegas et al., 2022). Adaptant les variables de Venegas et al. (2022), IC_i correspondrà a $IC_{r,\mathcal{R}}$ i x_t a E . És a dir, l'índex de concentració de les i empreses compreses al rang r segons el mètode \mathcal{R} . x_i i x_t indica el capital assignat a la entitat i al rang r pel mètode R , i el capital total compromès per la *FROB* (el qual equival al sumatori d' x_i , independentment del rang), respectivament.

3.9.2. Índex de Herfindahl-Hirschman (IHH)

Una mesura de concentració àmpliament emprada és l'índex de Herfindahl-Hirschman (IHH). L'objectiu d'aquets índex és mesurar la concentració del mercat, exposant la distribució del mercat segons el nombre i la mida de les empreses a partir de les quotes de mercat (Zerihun, Marwa & Yambesi, 2023). Formalment, l'IHH es defineix de la següent manera:

$$HHI = \sum_{i=1}^n \left(\frac{x_i}{x}\right)^2$$

on:

n = nombre de bancs del mercat

x_i = concentració del banc i al mercat

x = mida del mercat (contribució de tots els bancs al mercat)" (Zerihun, Marwa & Yambesi, 2023, p.172).

L'IHH ha estat utilitzat per les institucions reguladores de la competència (Rhoades, 1995). "Tanmateix, l'examen de molts mercats bancaris locals revela que un determinat IHH està associat a una àmplia gamma de desigualtats en la quota de mercat de l'empresa" (Rhoades, 1995, p.657). "L'índex també s'ha utilitzat per calcular la concentració d'ingressos, la diversificació d'ingressos i la sostenibilitat financera de les organitzacions de diferents sectors (per exemple, vegeu Chikoto et al., 2016). Aquests estudis consideren que una organització amb un alt nivell de concentració d'ingressos o un baix nivell de diversificació d'ingressos té un nivell baix de sostenibilitat financera. En canvi, les organitzacions amb alts nivells de sostenibilitat financera tendeixen a mostrar nivells baixos de concentració d'ingressos o nivells elevats de diversificació d'ingressos"

(Le et al., 2021, p.3). Adicionalment, existeixen evidències empíriques que demostren que per a IHH alts es generen desigualtats en termes de quota de mercat que generen mercats menys competitius (Rhoades, 1995). En aquest treball s'utilitza l'IHH per tal de comparar el nivell de concentració del capital de cadascun dels mecanismes de repartiment i mostrar les desigualtats de capital. Així doncs, x_i representarà la concentració de capital al mètode de repartiment i , i x indicarà la mida del mètode de repartiment (contribució de tots els bancs al mètode de repartiment).

Per tal d'analitzar l'IHH s'utilitzaran les següents categoritzacions: "un índex major a 0,18 es considera com mercat *concentrat*. Entre 0,10 i 0,18 *moderadament concentrat*, mentre que el rang entre 0,0 i 0,10 es considera *diversificat*" (Márquez, 2016, p.92).

3.10. Demanda preferencial

Tal que l'assignació d'un recurs ha d'estar recolzada per una sèrie de criteris, un d'aquests podria basar-se en les necessitats (demandes) de capital de declaren les entitats financeres. Per tant, l'anàlisi de com s'ajusta el repartiment a les demandes de capital és força rellevant per a estudiar la desigualtat i els efectes que genera entorn el mercat competitiu.

3.10.1. Taxa de variació percentual Mitjana

Per últim, s'ha emprat la Taxa de Variació Percentual Mitjana (\overline{TVPR}) per a cadascuna de les dotacions de l'entitat financera i assignada pel mètode \mathcal{R} per tal de calcular la distància entre la quantia assignada i la demanda declarada per al conjunt d'entitats al mètode \mathcal{R} . L'objectiu és poder determinar, en termes mitjos, quin mecanisme de repartiment s'ajusta millor a les demandes de les entitats bancàries. Per tant, s'ha emprat la següent formulació: $\overline{TVPR} = \left(\frac{\sum_{i=1}^i (x_{i,\mathcal{R}} - x_{i,d})}{\sum_{i=1}^n x_{i,d}} \right) \cdot 100$, on d indica la quantia demanda per l'entitat financera i .

4. Secció aplicada

4.1. Dades i mostra

Per tal de salvaguardar la solvència del sistema financer espanyol, al 2009, el *Fondo de Reestructuración Ordenada Bancaria (FROB)* i les autoritats institucionals i governamentals espanyoles – com el *Banco de España* i el *Ministerio de Economía* – van inspeccionar les caixes d'estalvis per a conèixer aquelles que es trobaven infracapitalitzades o amb un excés d'obligacions (Neal & García-Iglesias, 2013). La fita

principal del *FROB*, fou ajudar a la recapitalització de les entitats financeres espanyoles i assistir-les durant la reestructuració del sistema bancari (Santos, 2017). En essència, l'objectiu de les polítiques emprades durant la crisi es basaren en indicadors de capital que reflectien la capacitat financera de les entitats de romandre solvents a partir del capital propi. Per tant, s'implementaren regulacions de capital per a reduir el risc de fallides de les entitats financeres i evitar un efecte contagi que arrossegues al sistema financer (Wenlong et al., 2025).

El 23 de setembre del 2010 el *Banco de España* publicà les proves de resistència o *stress test* que va realitzar el *Committee of European Banking Supervisors (CEBS)* i l'*European Central Bank (ECB)*. Com a resultats de les proves de resistència, el sistema bancari espanyol va assumir injeccions de capital (Santos, 2017). Concretament, es va analitzar la solvència de 27 entitats financeres espanyoles cotitzades (bancs i caixes d'estalvis) per tal de determinar si posseïen del capital necessari per a afrontar un escenari advers i un escenari advers amb un xoc sobirà addicional, tot partint d'un escenari de referència (2011). S'ha de tindre en compte que, de les 27 (veure Taula A.1 de l'Annex 1), 11 estaven formades per diverses caixes d'estalvis que no cotitzen de forma individual, representant el 40,74% del *holding* bancari.³ A la Taula A.2 de l'Annex 1 apareixen detalladament el nom de les entitats financeres que integren un conglomerat de caixes d'estalvis.

Les proves de resistència indiquen un ràtio de capital – Tier 1 – amb el qual es pot establir un llindar mínim mitjançant el qual determinar la solidesa de les entitats (Banco de España [BdE], 2010a). “Els bancs sota supervisió bancària europea han de complir amb la legislació europea que estableix el requisit mínim de capital total (anomenat requisit del Pilar 1) en el 8% dels actius de risc dels bancs. Però, què són els actius ponderats en el risc? Són els actius totals que té un banc, multiplicats pels seus respectius factors de risc (pesos de risc). Els factors de risc reflecteixen com d'arriscat es percep un determinat tipus d'actiu. Com més arriscat sigui un actiu, menor serà la seva quantitat d'actiu ponderada i menor capital necessitarà un banc per cobrir-lo” (European Central Bank, 2021).⁴ El *CEBS* fixà un Tier 1 del 6% (Departamento de Comunicación, 2010). Aquest llindar fou recolzat per l'evidència empírica, la qual revela que la relació entre el Tier 1 i la fallida bancària és significativa, sempre i quant el *holding* bancari posseeix un Tier 1 inferior al mínim establert pel *CEBS* (Beaupain & Braouezec, 2023). Encara així, el *holding* bancari espanyol es trobava per sobre del llindar establert,

³ Aquestes, estaran identificades, entre claudàtors, mitjançant un àlies del conglomerat d'entitats financeres (caixes d'estalvis).

⁴ La cita defineix el Tier 1 ràtio, i el requisit mínim de capital total varia segons el període.

trobant-se amb un Tier 1 ràtio del 9,6% a l'escenari tensionat de referència i del 7,7% a l'escenari tensionat advers (excloent les dotacions compromeses per la *FROB*) (Departamento de Comunicación, 2010).

La Taula A.3 (veure Annex 1) mostra els Tier 1 ràtios (%) a l'escenari tensionat de referència i advers sense i amb *FROB* per a cadascuna de les segmentacions del *holding* bancari espanyol. Com es pot observar, a excepció de la Tier 1 ràtio del total de caixes d'estalvis a l'escenari tensionat advers sense *FROB*, totes les Tier 1 ràtios superen el llindar del 6%. Per tant, podem destacar la forta solvència del *holding* bancari espanyol. De forma segmentada, es contempla una disminució de les ràtios quan només es consideren les caixes d'estalvis, un increment quan s'analitzen els bancs internacionalment cotitzats, i un estancament o disminució per a la resta de bancs cotitzats (veure Taula A.4 de l'Annex 1).

Individualment, es detecta un efecte positiu de les dotacions de la *FROB* compromeses pel que fa a la Tier 1 ràtio, destacant una diferència de 0,6 punts percentuals en introduir el *FROB* compromès. Encara així, s'observa un efecte nul del capital entre l'escenari tensionat de referència i l'advers. Aquest fet sorprèn doncs podríem considerar que la repercussió de la recapitalització a l'escenari tensionat advers hauria de ser menor ja que, en l'anàlisi de les proves de resistència, s'assumeix el mateix capital compromès per ambdós escenaris (10.991 milions d'euros) i es considera una disminució de gaire bé 2 punts percentuals en ambdós escenaris, comparant ambdós escenaris sense i amb la dotació compromesa. Dit resultat, podria estar parcialment explicat per la variació dels recursos propis disponibles, "*dividendos, valor razonable de fusiones y otros*"⁵ de les entitats per tal de fer front als deterioraments. Respecte el total de les caixes d'estalvis s'obté un efecte més intens doncs trobem diferències positives entorn a 1,35 punts percentuals de mitja (sense i amb la recapitalització). Aquesta diferència entre el sistema i les caixes d'estalvis podrien recolzar-se per la partida "*dividendos, valor razonable de fusiones y otros*" (Banco de España [BdE], 2010a) positiva per a les caixes d'estalvis i negativa per al sistema, considerant la mateixa aportació per part de la *FROB*. Altrament, per al total de bancs internacionalment cotitzats i la resta de bancs cotitzats la diferència

⁵ "Se incluyen en esta última partida:

- *Dividendos*: dividendos estimados a pagar en el período 2010-2011.
- *Valor razonable fusiones*: variaciones de reservas originadas por valoración de activos a valor razonable en procesos de fusión o integración de cajas de ahorro.
- *Otros*: incluye los restantes impactos esperados sobre tier 1 en el período 2010- 2011, tales como emisiones netas de amortizaciones de instrumentos computables como tier 1 realizadas o comprometidas desde 1 de enero de 2010, impacto en patrimonio de la evolución estimada del tipo de cambio desde esa misma fecha y deducciones en recursos propios por adquisición de participaciones en entidades financieras, entre otros" Banco de España [BdE], 2010a, p.3).

entre ambdós escenaris és nul·la degut a que el Tier 1 ràtio supera amb creixes el llindar establert i les aportacions per part de la *FROB* són nul·les, fet que no genera diferències entre la Tier 1 sense i amb *FROB*. Encara així, malgrat no generi alteracions en el còmput final, la resta de partides exposades al “*Bloque C*” (Banco de España, 2010a; Banco de España, 2010b) es veuen afectades negativament.

Amb el fi d’analitzar la distribució dels fons de la *FROB* entre les entitats financeres amb necessitats de recapitalització, en absència del requisit de fusió, i avaluar la desigualtat de les distribucions en cadascuna de les assignacions de capital s’han extret les dades que apareixen a les proves de resistència. Concretament, s’han utilitzat les dades explicitades al “*Bloque C*” (Banco de España, 2010a; Banco de España, 2010b), que recull l’impacte sobre els recursos propis Tier 1, i els resultats de les proves de resistència dels diversos escenaris: de referència (“*Benchmark scenario at December 31, 2011*” (Banco de España, 2010b)), tensionat advers (“*Adverse scenario at December 31, 2011*” (Banco de España, 2010b)) i tensionat advers amb un xoc sobirà addicional (“*Additional sovereign shock on the adverse scenario at December 31, 2011*” (Banco de España, 2010b)), per a cadascun de les entitats financeres espanyoles cotitzades. En aquest treball s’han utilitzat les variables reflectides a la Taula A.5 de l’Annex 1.

4.2. Resultats individuals

A partir de les variables anteriors i els escenaris plantejats pel *CEBS* i el *ECB*, es planteja l’escenari tensionat advers sense dotacions de la *FROB* del “*Bloque C*” (Banco de España, 2010a; Banco de España, 2010b) a la Taula A.6 (veure Annex 1), l’escenari de tensionat advers amb dotacions de la *FROB* a la Taula A.7 (veure Annex 1), i l’escenari advers amb el xoc sobirà addicional dels “*Template for bank specific publication of stress test outputs*” (Banco de España, 2010b) a la Taula A.8 (veure Annex 1) per tal de poder calcular el capital addicional necessari de totes les entitats bancàries mitjançant el seu dèficit o superàvit de capital (saldo de capital).

La Taula A.6 mostra l’escenari tensionat advers sense dotacions de la *FROB* basant-se en el Tier 1 capital i el Tier 1 ràtio (%). L’objectiu d’aquesta és detectar totes aquelles entitats financeres espanyoles que, per elles mateixes (és a dir, amb els seus recursos propis), no són capaces d’assolir el llindar mínim establert per la *CEBS*. Per tant, s’ha emprat el Tier 1 capital i Tier 1 ràtio (%) de cadascuna de les entitats que no consideren les dotacions de capital de la *FROB* per a l’any 2011. Per tal d’observar les necessitats de capital s’han agafat les quanties equivalents al 6% del percentatge dels actius totals per a obtenir el Tier 1 capital igual que equival al 6% dels actius totals, i s’ha comparat

amb el Tier 1 capital sense *FROB* per tal de poder plasmar el saldo de capital (dèficit o superàvit). A partir d'aquests càlculs s'han obviat aquelles entitats amb superàvit, doncs només són d'interès aquelles amb necessitat de recapitalització (dèficit), per tal d'extreure'n la demanda de capital addicional. Com a síntesi, s'observa un Tier 1 (%) sense *FROB* de les caixes d'estalvis del 5,50%, inferior al llindar. Així doncs, s'obtenen 8 entitats financeres espanyoles cotitzades amb necessitats de capital en absència de les dotacions de la *FROB*. A més, es detalla la quantia individual i agregada del *FROB* compromès, el qual equival a 10.991,00 milions d'euros. Una dada a destacar és que totes les entitats financeres amb demandes de capital són caixes d'estalvis, essent la més afectada Caja Sur (-2,30%). Tanmateix: [Júpiter] (4,20%), [Diada] (1,40%), [Breogán] (4,70%), [Mare Nostrum] (4,90%), [Espiga] (3,70%), [Banca Cívica] (4,70%) i [Unim] (2,60%), també manquen de la solvència mínima establerta.

La Taula A.7 mostra l'escenari tensionat advers amb dotacions de la *FROB* basant-se en el Tier 1 capital i el Tier 1 ràtio (%). L'objectiu d'aquesta és detectar totes aquelles entitats financeres espanyoles que, per elles mateixes (és a dir, amb els seus recursos propis), no són capaces d'assolir el llindar mínim establert per la *CEBS* malgrat les recapitalitzacions efectuades. Per tant, s'ha emprat el Tier 1 capital i Tier 1 ràtio (%) de cadascuna de les entitats que incorporen les dotacions de capital de la *FROB* per a l'any 2011. Per tal d'observar les necessitats de capital s'han agafat les quanties equivalents al 6% del percentatge dels actius totals per a obtenir el Tier 1 capital equivalent al 6% dels actius totals, i s'ha comparat amb el Tier 1 capital amb *FROB* per tal de poder plasmar el saldo de capital (dèficit o superàvit). Com a la taula anterior, s'han obviat aquelles entitats amb superàvit per tal d'extreure'n la seva demanda de capital addicional. Com a resultat, s'obtenen 5 entitats financeres espanyoles cotitzades amb necessitats de capital, incloent les aportacions de capital addicional de la *FROB*. Com era d'esperar, totes les entitats financeres amb demandes de capital són caixes d'estalvis, essent [Diada] (3,90%) la més afectada. La resta: [Espiga] (5,60%), [Banca Cívica] (4,70%), Kutxa (4,50%) i Caja Sur (4,30%) romanen insolvents. En contraposició, les injeccions de capital han permès que [Júpiter] (6,30%), [Breogán] (7,20%) i [Mare Nostrum] (7,00%) superin el llindar mínim amb un Tier ràtio (%) mig del 6,8%.

La Taula A.8 mostra l'escenari tensionat advers amb/sense dotacions de la *FROB* incloent el xoc sobirà addicional basant-se en el Tier 1 capital i el Tier 1 ràtio (%). L'objectiu d'aquesta és detectar totes aquelles entitats financeres espanyoles que, per elles mateixes (és a dir, amb els seus recursos propis), no són capaces d'assolir el llindar mínim establert per la *CEBS* sense tindre en compte el capital de la *FROB* i incorporant

el xoc sobirà (cas extrem). Per tant, s'ha emprat el Tier 1 ràtio (%) amb *FROB* i Tier 1 ràtio (%) després de l'escenari advers i del xoc sobirà amb els fons de la *FROB* de cadascuna de les financeres cotitzades espanyoles per a l'any 2011. En aquets cas, s'han agafat els resultats de les proves de resistència dels escenaris (“*outcomes of stress test scenarios*” (Banco de España (2010b)) per tal d'obtenir l'efecte del xoc que inclou la recapitalització, mitjançant la taxa de variació del Tier 1 ràtio (%) amb *FROB* en l'escenari advers degut al xoc. En aquest escenari, [Diada] (-15,38%) segueix sent la més afectada pel xoc. D'altra banda, també es plasma el capital addicional que provocà el xoc sobirà, podent comprovar que [Diada] exposa un dèficit de capital superior a la resta (1.032,00 milions d'euros). Tal que les dades de la taula contemplen les recapitalitzacions de la *FROB*, s'ha suposat que l'efecte del xoc sobirà és equivalent tant si es considera o no el *FROB* compromès. Conseqüentment, es suposa que el capital addicional necessari per a fer front al xoc és equivalent al capital addicional que han de suportar les entitats en l'escenari advers de l'apartat “*outcomes of stress test scenarios*” (Banco de España (2010b)) com a efecte del xoc sobirà. Per tant, a la columna “Saldos de capital sense *FROB* (xoc), milions d'euros” s'exposa la suma dels saldos de capital sense els fons de la *FROB* i el capital addicional generat pel xoc. D'aquesta forma es poden obtenir les necessitats de finançament de les entitats financeres amb el xoc, resultant insolvents 8 caixes d'estalvis: [Júpiter], [Diada], [Breogán], [Mare Nostrum], [Espiga], [Banca Cívica], [Unim] i Caja Sur.

Taula 2. Plantejament del problema de bancarrota

Nom o àlies del conglomerat d'entitats financeres	Demandes individuals (d_i)
[Júpiter]	3.836,57 €
[Diada]	3.217,00 €
[Breogán]	607,68 €
[Mare Nostrum]	495,90 €
[Espiga]	798,35 €
[Banca Cívica]	793,23 €
[Unim]	901,40 €
Caja Sur	1.218,43 €
Nombre totals d'entitats financeres amb necessitats de capital (N)	8
Demanda total de capital (D)	11.868,57 €
Oferta total de capital (E)	10.991,00 €

Font: Elaboració pròpia a partir de Banco de España (2010b).

La Taula 2 resumeix les entitats financeres amb necessitats de capital addicional, les seves demandes individuals i total, i la oferta total de capital, que correspon amb el total *FROB* compromès obtingut anteriorment. Indirectament, planteja el problema de bancarrota.

Per tal de poder analitzar el problema de bancarrota (basat en un problema de demanda o repartiment) s'ha utilitzat el programa R, concretament els paquets següents:

CoopGame (Staudacher & Anwander, 2019)⁶, GameTheory (Cano Berlanga, 2023), ineq (Zeileis & Kleiber, 2014)⁷, dplyr (Wickham et al., 2014), ggplot2 (Wickham et al., 2007), i tidyverse (Wickham, 2016). A l'Annex 2 es poden trobar tots els comandaments utilitzats.

Primer de tot, s'ha plantejat el joc de bancarrota mitjançant el comandament: "DefineGame()" (Cano Berlanga, 2023 p.10) per tal de poder definir la funció característica del joc i calcular el valor de Shapley i les regles de repartiment: CEA, CEL, P, RA i Talmud; utilitzant els següents comandaments: "CEA(), CEL(), P(), RA(), ShapleyValue() i T()" (Cano Berlanga, 2023, p.7, 8, 14, 14, 16, 20; respectivament). Executant els comandaments, l'*output* resultant és el següent:

Taula 3. Assignacions de capital segons la regla proporcional a les institucions financeres, i quota de capital

Regla proporcional (P)			
Oferta total de capital	10.991,00 €	100,00%	*****
[Júpiter]	3.552,89 €	32,33%	*****
[Diada]	2.979,13 €	27,11%	*****
[Breogán]	562,75 €	5,12%	**
[Mare Nostrum]	459,23 €	4,18%	▪
[Espiga]	739,32 €	6,73%	****
[Banca Cívica]	734,58 €	6,68%	***
[Unim]	834,75 €	7,59%	*****
Caja Sur	1.128,34 €	10,27%	*****

Font: Elaboració pròpia a partir de Banco de España (2010b) i Cano Berlanga (2023).

Taula 4. Assignacions de capital segons la regla de Guanyes Iguals Restringits a les institucions financeres, i quota de capital

Regla de Guanyes Iguals Restringits (CEA)			
Oferta total de capital	10.991,00 €	100,00%	*****
[Júpiter]	3.088,00 €	28,10%	*****
[Diada]	3.088,00 €	28,10%	*****
[Breogán]	607,68 €	5,53%	**
[Mare Nostrum]	495,90 €	4,51%	▪
[Espiga]	798,35 €	7,26%	****
[Banca Cívica]	783,23 €	7,22%	***
[Unim]	901,40 €	8,20%	*****
Caja Sur	1.218,43 €	11,09%	*****

Font: Elaboració pròpia a partir de Banco de España (2010b) i Cano Berlanga (2023).

⁶ Utilitzat per a realitzar l'adaptació de la dominància de Lorenz (d'un màxim de quatre jugadors) per a més de quatre.

⁷ Incorporat al paquet GameTheory (Cano Berlanga, 2023).

Taula 5. Assignacions de capital segons la regla de Pèrdues Iguals Restringides i Talmud a les institucions financeres, i quota de capital

Regla de Pèrdues Iguals Restringides (CEL) i Regla del Talmud (T)			
Oferta total de capital	10.991,00 €	100,00%	.....
[Júpiter]	3.726,88 €	33,91%	.....
[Diada]	3.107,30 €	28,27%	.....
[Breogán]	497,98 €	4,53%	..
[Mare Nostrum]	386,20 €	3,51%	▪
[Espiga]	688,66 €	6,27%	....
[Banca Cívica]	683,54 €	6,22%	...
[Unim]	791,70 €	7,20%	.....
Caja Sur	1.108,74 €	10,09%	.....

Font: Elaboració pròpia a partir de Banco de España (2010b) i Cano Berlanga (2023).

Taula 6. Assignacions de capital segons el Valor de Shapley i *Random Arrival (RA)* a les institucions financeres, i quota de capital

Valor de Shapley i Regla del <i>Random Arrival (RA)</i>			
Oferta total de capital	10.991,00 €	100,00%	.....
[Júpiter]	3.712,32 €	33,78%	.....
[Diada]	3.092,75 €	28,14%	.....
[Breogán]	521,98 €	4,75%	..
[Mare Nostrum]	426,17 €	3,88%	▪
[Espiga]	685,42 €	6,24%	....
[Banca Cívica]	681,03 €	6,20%	...
[Unim]	777,15 €	7,07%	.....
Caja Sur	1.094,18 €	9,96%	.....

Font: Elaboració pròpia a partir de Banco de España (2010b) i Cano Berlanga (2023).

Taula 7. Assignacions de capital segons la *FROB*, i quota de capital

<i>FROB</i> compromès (<i>FROB</i>)			
Total <i>FROB</i> compromès	10.991,00 €	100,00%	....
[Júpiter]	4.465,00 €	40,62%	.....
[Diada]	1.250,00 €	11,37%	.....
[Breogán]	1.162,00 €	10,57%	.....
[Mare Nostrum]	916,00 €	8,33%	.....
[Espiga]	525,00 €	4,78%	...
[Banca Cívica]	0,00 €	0,00%	▪
[Unim]	380,00 €	3,46%	..
Caja Sur	800,00 €	7,28%	....

Font: Elaboració pròpia a partir de Banco de España (2010b).

Totes les taules anteriors mostren les assignacions de capital, segons el total de fons compromesos per la *FROB*, a partir del valor de Shapley, regles de repartiment i la distribució realitzada per la *FROB*. Addicionalment, es troba la quota de capital que posseeix cada caixa d'estalvis en cada assignació de pagaments respecte el total compromès. Per a una millor comprensió, s'explicita una valoració mitjançant "▪", els quals incrementen el seu nombre a mesura que la quota d'assignació és creixent. Per tant, la quota menor obtindrà, com a mínim, un "▪" i la quota major posseirà tants "▪" com desigual sigui la distribució. Conseqüentment, a major desigualtat en l'assignació dels fons major variació de "▪" entre caixes.

Per analitzar les distribucions dels fons s'ha utilitzat la quota de capital (Q) de cada entitat financera, caixes en aquest cas (i). A més, es segmentaran segons quatre tipus de rangs basats en la quota de capital de cada caixa (Q_i): $0,00\% \leq Q_i \leq 25,00\%$ [r_1]; $25,00\% < Q_i \leq 50,00\%$ [r_2]; $50,00\% < Q_i \leq 75,00\%$ [r_3] i $75,00\% < Q_i \leq 100,00\%$ [r_4].

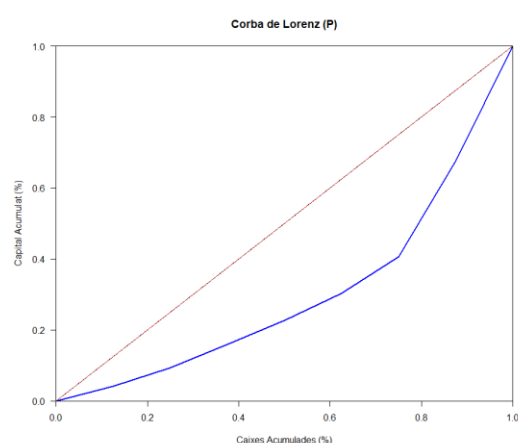
Com a primer aspecte rellevant a destacar és la coincidència de resultats entre la regla de Pèrdues Iguals Restringides (*CEL*) amb la regla del Talmud (T) i els resultants del valor de Shapley amb la regla del *Random Arrival* (*RA*). Per aquest motiu, aquestes surten reflectides en una taula conjunta: *CEL-T* (Taula 5) i *Shapley-RA* (Taula 6).

Seguidament, s'analitzaran les distribucions dels fons mitjançant l'índex o coeficient de Gini ($G_{\mathcal{R}}$) (veure Taula A.9 de l'Annex 1), la corba de Lorenz ($Lc_{\mathcal{R}}$), el coeficient d'asimetria de Lorenz ($LAC_{\mathcal{R}}$) (veure Taula A.10 de l'Annex 1), el coeficient de variació ($CV_{\mathcal{R}}$) (veure Taula A.11 de l'Annex 1), l'índex de Herfindahl-Hirschman ($IHH_{\mathcal{R}}$) (veure Taula A.12 de l'Annex 1), l'índex de Concentració ($IC_{r,\mathcal{R}}$) (veure Taula A.13 de l'Annex 1), i la Taxa de Variació Percentual Mitjana de la dotació obtinguda respecte la quantia demandada ($\overline{TVP_{\mathcal{R}}}$) (veure Taula A.14 de l'Annex 1). Per a calcular l'índex de Gini, la corba de Lorenz, el coeficient d'asimetria de Lorenz, el coeficient de variació i l'IHH s'han emprat els comandaments: "Gini()" (Zeileis & Kleiber, 2014, p.4), "Lc()" (Zeileis & Kleiber, 2014, p.6), "Lasym" (Zeileis & Kleiber, 2014, p.5), "var.coeff" (Zeileis & Kleiber, 2014, p.4) i "conc()" (Zeileis & Kleiber, 2014, p.2).

La Taula 3 mostra la distribució de capital de la regla Proporcional (P) entre les diverses caixes d'estalvis espanyoles. La distribució de les caixes d'estalvis entre els rangs esmenats situen a: [Breogán], [Mare Nostrum], [Espiga], [Banca Cívica], [Unim] i Caja Sur al primer rang i a: [Júpiter] i [Diada] al segon. Per tant, el rang 2 concentra un nombre molt inferior de caixes, les quals tenen majors necessitats de capital. Utilitzant l'índex de concentració ($IC_{r,\mathcal{R}}$) s'obté un $IC_{1,P}$ i $IC_{2,P}$ igual a 0,41 i 0,59, respectivament. Això ens indica que l'assignació dels fons de la

FROB segons la regla Proporcional concentra al primer rang aglomera el 41% del capital en sis entitats, mentre que el segon aglomera el 59% en només dues. Analitzant el nivell

Figura 3. Corba de Lorenz de la regla Proporcional (P)



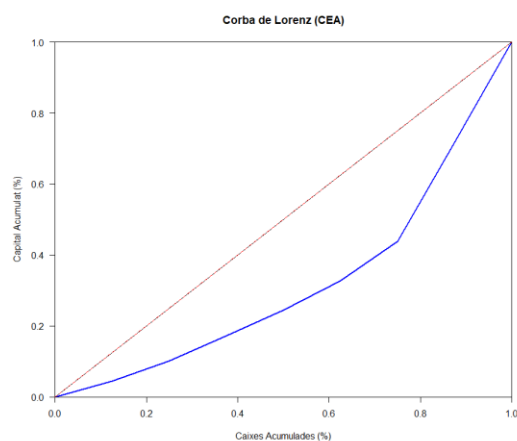
Font: Elaboració pròpia a partir de Banco de España (2010b), Cano Berlanga (2023) i Zeileis & Kleiber (2014).

de concentració del capital s'obté un IHH del 0,2077 que, segons Márquez (2016), la regla es pot considerar una regla que concentra força el capital. Respecte a les demandes i a les dotacions impartides, s'obté una \overline{TVP}_p igual a -7,39%, pel que la regla Proporcional satisfà, de mitjana, un 7% menys del que es demanda. Conseqüentment, satisfà el 93% de la demanda mitjana. Respecte a la desigualtat dels pagaments s'obté un índex de Gini de 0,3982 que, d'acord amb Qin et al. (2024), indica una distribució raonable del capital. A la Figura 3 es pot observar la corba Lorenz corresponent. En resum, mostren una desigualtat entorn al 40% i, com als mètodes anteriors, es podria considerar elevat.

La Taula 4 mostra la distribució de capital de la regla de Guanyos Iguals Restringits (CEA) entre les diverses caixes d'estalvis espanyoles. En aquest cas, totes les entitats, menys [Júpiter] i [Diada], es concentren dintre del rang 1 en no superar una quota de capital del 25%. Utilitzant l'Índex de Concentració ($IC_{r,R}$) s'obté un $IC_{1,CEA}$ del 0,44 i un $IC_{2,CEA}$ del 0,56. Per tant, dues entitats aglomeren el 56% del capital, més de la meitat; mentre que la resta acapara el 44%. Així doncs, es pot considerar que, en aquest cas, la regla CEA afavoreix a aquelles empreses

amb necessitats de capital superiors. En termes de l'IHH, la CEA es caracteritza per un valor del 0,19. Respecte la resta de mètodes i, segons Márquez (2016), la CEA distribueix de forma moderadament concentrada el capital. Respecte a les demandes i a les dotacions impartides, s'obté una \overline{TVP}_{CEA} igual a -2,94%, valor força pròxim a zero i que indica que la regla CEA cobreix, gaire bé, un 3% menys de la demanda mitjana. És a dir, cobreix el 97%. Respecte a la desigualtat dels pagaments s'obté un Índex de Gini de 0,3631 que, segons Qin et al. (2024), indica una distribució raonable del capital. A la Figura 4 es pot observar la corba Lorenz corresponent. Com es pot veure, el grau de desigualtat es troba entorn al 19%, un percentatge força igualitari doncs pot considerar-se baix i, per tant, pròxim a la bisectriu (45°) d'igualtat perfecta. Segons Qin et al. (2024), indica una distribució mitjana.

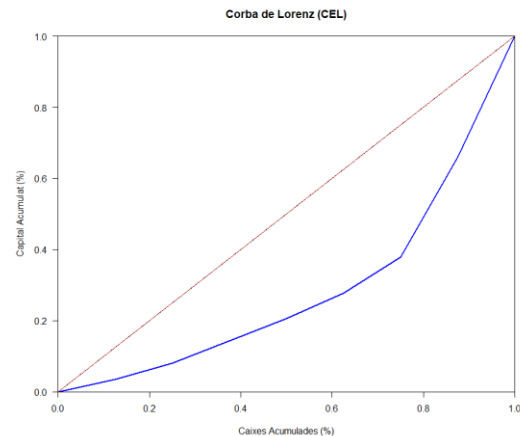
Figura 4. Corba de Lorenz de la regla de Guanyos Iguals Restringits (CEA)



Font: Elaboració pròpia a partir de Banco de España (2010b), Cano Berlanga (2023) i Zeileis & Kleiber (2014).

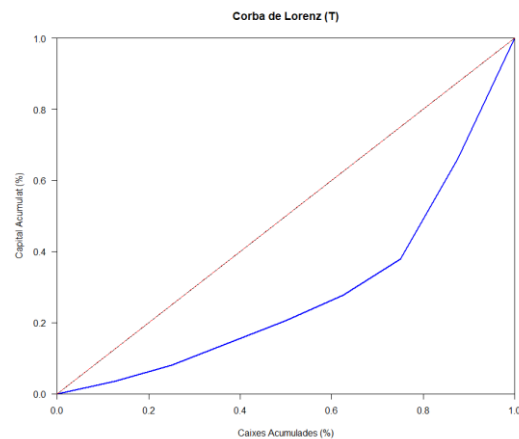
La Taula 5 mostra la distribució de capital de la regla de Pèrdues Iguals Restringides (CEL) i del Talmud (T) entre les diverses caixes d'estalvis espanyoles. Aquests mètodes de repartiment mostren una relativa dispersió entre les caixes d'estalvis. Segons el criteri de segmentació basat en rangs trobem la mateixa distribució de caixes que al valor de Shapley, RA i P. Utilitzant l'Índex de Concentració ($IC_{r,R}$) esmentat anteriorment s'obté per al rang 1 un $IC_{1,CEL/T}$ i $IC_{2,CEL/T}$ igual a 0,38 i 0,62, respectivament (idèntic als valors obtinguts amb el valor de Shapley i RA). Conseqüentment, el 38% del capital està concentrat en sis entitats, mentre que el segon aglomera el 62% en dues. Segons l'IHH, ambdues regles obtenen un IHH del 0,2214. Alt respecte la resta de mètodes i, segons Márquez (2016), ambdues assignen el capital de forma concentrada. Encara així, les dotacions individuals estan pròximament relacionades amb les demandes de capital de les caixes. De fet, la taxa de variació mitjana de la dotació obtinguda respecte la quantia demandada ($\overline{TVP_{CEL/T}}$) és de -11,09%. Per tant, la regla CEL satisfà, de mitjana, un 11% menys de la demanda o, al que és equivalent, satisfà el 89% de la demanda. D'altra banda, l'Índex de Gini és del 0,4300 per al valor de per ambdós mètodes que, d'acord amb Qin et al. (2024), indica una distribució relativament mitjana. Juntament amb la corba de Lorenz (veure Figura 5 i 6) es pot veure que grau de desigualtat es del 43%, considerablement elevat.

Figura 5. Corba de Lorenz de la regla de Pèrdues Igualitàries Restringides (CEL)



Font: Elaboració pròpia a partir de Banco de España (2010b), Cano Berlanga (2023) i Zeileis & Kleiber (2014).

Figura 6. Corba de Lorenz de la regla del Talmud (T)

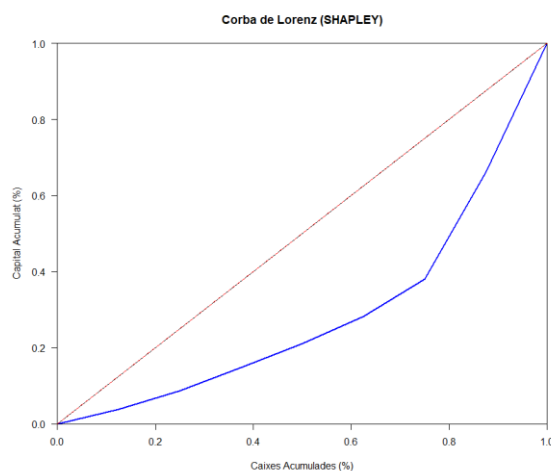


Font: Elaboració pròpia a partir de Banco de España (2010b), Cano Berlanga (2023) i Zeileis & Kleiber (2014).

La Taula 6 mostra les pre-imputacions del valor de Shapley i la distribució de capital de la regla del *Random Arrival* (RA) entre les divers es caixes d'estalvis espanyoles. Aquests mètodes de repartiment mostren una relativa dispersió entre les caixes d'estalvis. Segons el criteri de segmentació esmentat anteriorment obtenim que al primer rang es concentren: [Breogán], [Mare Nostrum], [Espiga], [Banca Cívica], [Unim] i Caja Sur, sis caixes en total. En el segon rang trobem: [Júpiter] i [Diada]. Per tant, s'observa una concentració de caixes excessiva al rang 1. El rang 1 conté aquelles entitats amb més necessitats, amb diferència, de recapitalització. Utilitzant l'Índex de Concentració ($IC_{r,R}$) esmentat anteriorment s'obté per al rang 1 un $IC_{1,S/RA}$ i $IC_{2,S/RA}$ igual a 0,38 i 0,62, respectivament. Això ens indica que l'assignació dels fons de la *FROB* segons el valor de Shapley i la regla RA aglomera el 38% del capital en sis entitats, mentre que el segon aglomera el 62% en només dues. Analitzant el nivell de concentració del capital s'obté

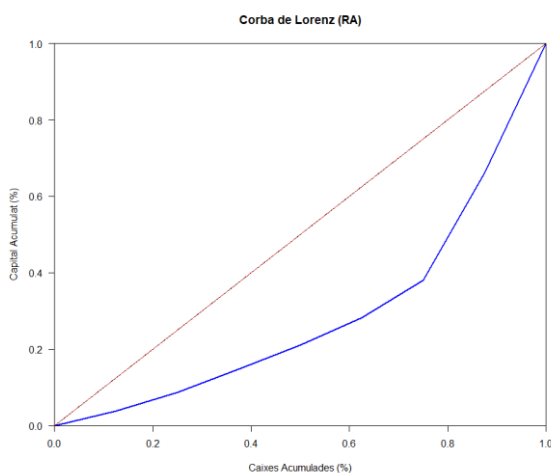
un IHH del 0, 2197 per ambdós mètodes que, segons Márquez (2016), la regla es pot considerar una regla que concentra força el capital. Encara així, les dotacions individuals estan pròximament relacionades amb les demandes de capital de les caixes. De fet, la taxa de variació mitjana de la dotació obtinguda respecte la quantia demandada ($\overline{TVPS/RA}$) és de -10,94%, pel que ambdues satisfan, en termes mitjans, un 10,94% menys o, equivalentment, satisfan el 89% (aprox.) de la demanda mitjana. Addicionalment, per tal d'estudiar l'equitat de les assignacions de capital s'ha obtingut

Figura 7. Corba de Lorenz del valor de Shapley



Font: Elaboració pròpia a partir de Banco de España (2010b), Cano Berlanga (2023) i Zeileis & Kleiber (2014).

Figura 8. Corba de Lorenz de la regla Random Arrival (RA)

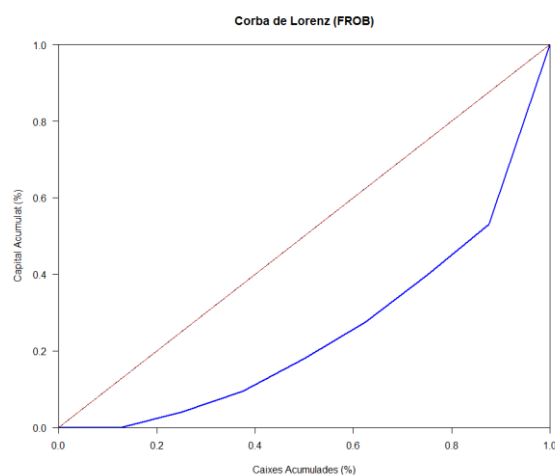


Font: Elaboració pròpia a partir de Banco de España (2010b), Cano Berlanga (2023) i Zeileis & Kleiber (2014).

un Índex de Gini del 0,4229 per al valor de Shapley i la regla *RA*. També s'ha traçat la corba de Lorenz per ambdós vectors de pagaments (veure Figura 7 i 8). Com es pot observar, els dos mètodes donen com a resultat valors similars, pel que el grau de concentració i de desigualtat són aproximadament equivalents. L'índex de Gini i la corba de Lorenz mostren un grau de desigualtat entorn al 42% que, d'acord amb Qin et al. (2024), indica una gran diferència a la distribució.

Per últim, la Taula 7 mostra la distribució dels fons compromesos per la *FROB* (*FROB*) entre les diverses caixes d'estalvis espanyoles. Com es pot contemplar a la taula, el capital compromès distribuït entre les caixes és força desigual. En aquest cas, les entitats es distribueixen en dos rangs: [Júpiter] al segon i la resta al primer. Utilitzant l'Índex de Concentració ($IC_{r,R}$) s'obté per al rang 1 un $IC_{1,FROB}$ i $IC_{2,FROB}$ igual a 0,46 i 0,41, respectivament. Com a resultat, gaire bé el 41% del capital està concentrada

Figura 9. Corba de Lorenz del *FROB* compromès (*FROB*)



Font: Elaboració pròpia a partir de Banco de España (2010b), Cano Berlanga (2023) i Zeileis & Kleiber (2014).

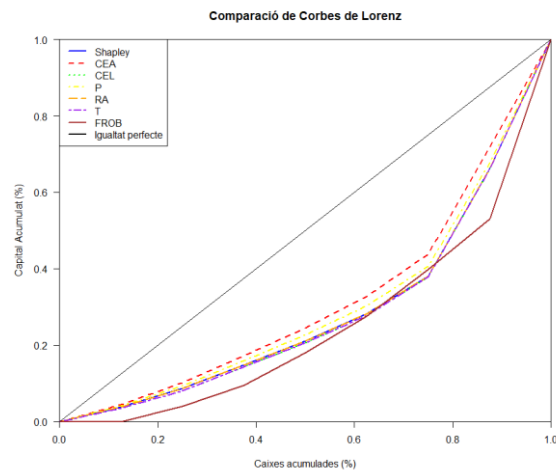
en una única entitat, mentre que el segon aglomera el 46% en set. Aquestes dades reflecteixen que el capital restant no contemplat en l'anàlisi (14%) ha estat distribuït en altres entitats financeres que, segons la Tier 1 no expressen necessitats de capital. Pel que fa al nivell de concentració del capital s'obté un IHH del 0, 2743 que, segons Márquez (2016), la regla es pot considerar una regla que concentra força el capital. Comparant-lo amb els IHH de la resta d'assignacions s'observa que és superior, pel que la distribució executada per la *FROB* és la que concentra de forma més intensa el capital. A més, les recapitalitzacions es troben força allunyades a les demandes de les caixes. De fet, la Taxa de Variació Percentual Mitjana de la dotació obtinguda respecte la quantia demandada ($\overline{TVP_{FROB}}$) és de -11,91%, pel que satisfà un 12% menys, de mitjana, la demanda o, satisfà el 88% d'aquesta.. D'altra banda, l'índex de Gini és del 0,4952. Juntament amb la corba de Lorenz (veure Figura 9) s'observa un elevat grau de desigualtat, concretament del 50%, bastant alarmant. Segons Qin et al. (2024), l'índex de Gini indica una gran diferència en la distribució.

4.3. Resultats consolidats

A les Figures A.1, A.2, A.3, A.4, A.5, i A.7 de l'Annex 1 es poden trobar els gràfics de tots els indicadors emprats en l'anàlisi. En elles es trobaran ordenades les regles de més a menys igualitàries segons l'índex de Gini per tal de representar cadascuna de les variables. Altrament, la Taula A.15 de l'Annex 1 mostra la matriu de correlacions dels indicadors esmentats anteriorment.

La Figura 10 mostra la corba de Lorenz per a totes les distribucions de capital segons l'índex de Gini. Com es pot observar, la regla de repartiment més equitativa és la *CEA*, doncs és la més pròxima a la línia d'igualtat perfecta. En canvi, la resta es troben més allunyades. Encara així, la distribució segons la *FROB* es considerada la més desigual de totes doncs posseeix l'índex de Gini ($G_{\mathcal{R}}$) de major valor i, com es pot veure, la seva corba de Lorenz es troba més distanciada de la bisectriu (45°). D'altra banda, a partir del coeficient d'asimetria de Lorenz

Figura 10. Corba de Lorenz de Shapley, *CEA*, *CEL*, *P*, *RA*, *T* i *FROB*

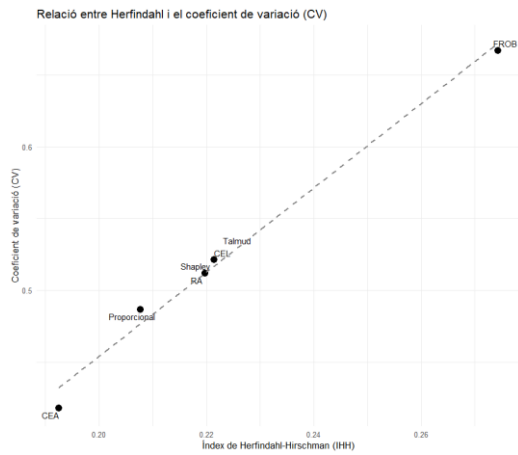


Font: Elaboració pròpia a partir de Banco de España (2010b), Cano Berlanga (2023) i Zeileis & Kleiber (2014).

($LAC_{\mathcal{R}}$) és possible conèixer com està concentrada la desigualtat en la distribució per tal de discernir on es troba una major desigualtat. En termes generals, tots els valors de $LAC_{\mathcal{R}}$ són superiors a 1, fet que indicaria que les desigualtat es concentra a la part alta de la distribució. És a dir, la corba de Lorenz es troba més pronunciada a la dreta. Conseqüentment, un nombre reduït de caixes d'estalvis amb demandes elevades reben un capital superior al de la resta, les quals tenen demandes inferiors. Per tant, l'objectiu es centrarà en minimitzar l' $LAC_{\mathcal{R}}$ tal que s'aglomeri la major quantitat de capital en el major nombre d'empreses. Així doncs, se n'extreu que les regles que ho permetrien serien: *CEL* i Talmud. Així mateix, és d'interès quantificar la variabilitat del repartiment del capital en cadascun dels vectors de pagament. Calculant el coeficient de variació ($CV_{\mathcal{R}}$), com a mesura de la dispersió relativa dels pagaments, s'observa que *CEA* distribueix el capital de forma més homogènia, mentre que, per exemple, el repartiment de la *FROB* és força heterogeni vers la resta. Per tant, des d'un criteri d'igualtat i

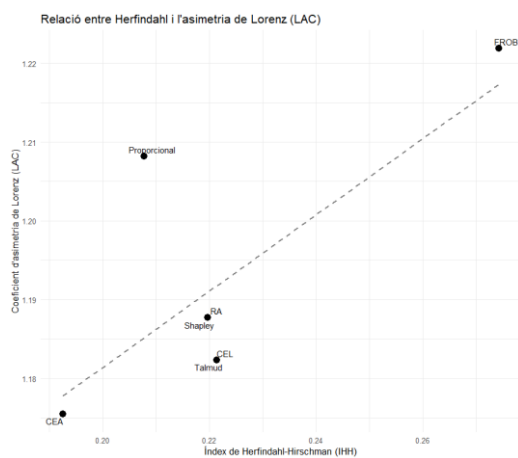
considerant les variables anteriors, la *FROB* no resultaria, en cap cas, la més idònia per tal d'establir una distribució de capital "justa".

Figura 11. Relació entre $IHH_{\mathcal{R}}$ i $CV_{\mathcal{R}}$



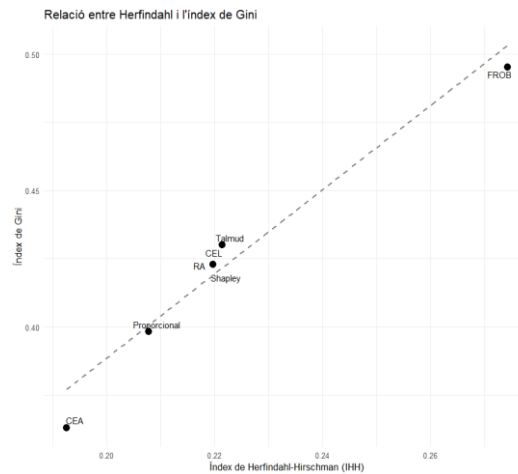
Font: Elaboració pròpia a partir de Banco de España (2010b), Cano Berlanga (2023) i Zeileis & Kleiber (2014).

Figura 13. Relació entre $IHH_{\mathcal{R}}$ i $LAC_{\mathcal{R}}$



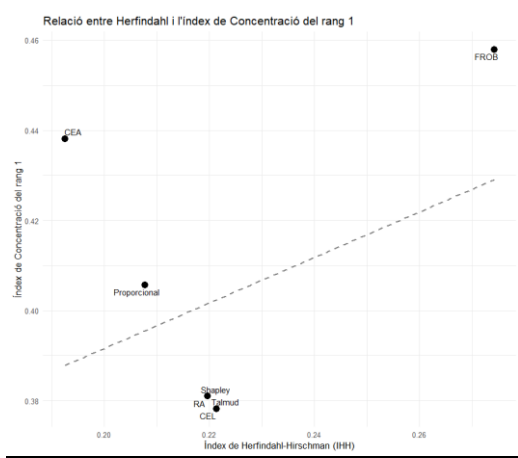
Font: Elaboració pròpia a partir de Banco de España (2010b), Cano Berlanga (2023) i Zeileis & Kleiber (2014).

Figura 12. Relació entre $IHH_{\mathcal{R}}$ i $G_{\mathcal{R}}$



Font: Elaboració pròpia a partir de Banco de España (2010b), Cano Berlanga (2023) i Zeileis & Kleiber (2014).

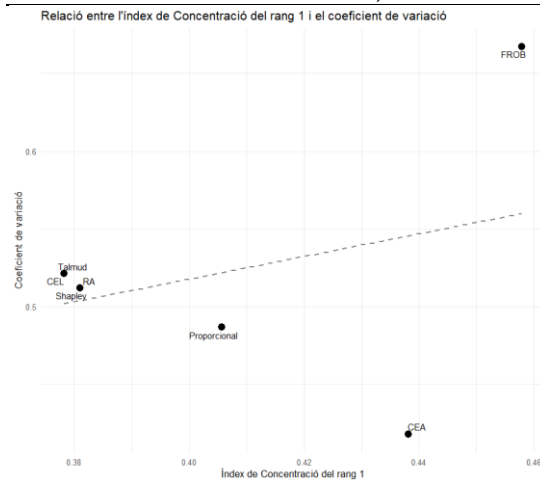
Figura 14. Relació entre $IHH_{\mathcal{R}}$ i $IC_{1,\mathcal{R}}$



Elaboració pròpia a partir de Banco de España (2010b), Cano Berlanga (2023) i Zeileis & Kleiber (2014).

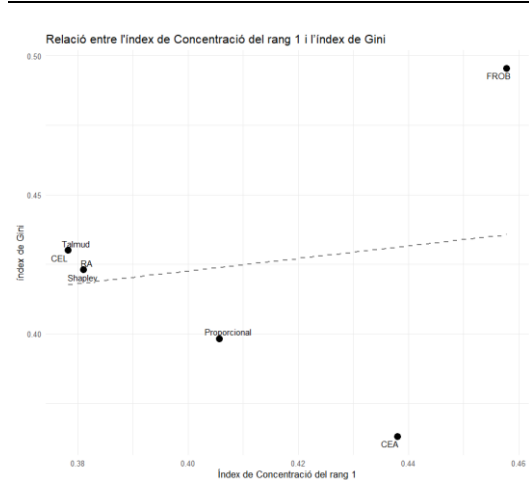
La Taula A.15 i les Figures 11, 12 i 13 mostren que la desigualtat i la concentració es troben relacionades positivament segons l'IHH, pel que s'intueix que una major concentració del capital incrementa la desigualtat entre caixes d'estalvis. Des d'una altra perspectiva, s'observa que la concentració al primer rang i la desigualtat tenen una relació negativa (veure Figures 15, 16 i 17). Per tant, un nivell de concentració del capital superior al rang 1 (on es torben la majoria de caixes d'estalvis) disminueix la desigualtat.

Figura 15. Relació entre $IC_{1,\mathcal{R}}$ i $CV_{\mathcal{R}}$



Font: Elaboració pròpia a partir de Banco de España (2010b), Cano Berlanga (2023) i Zeileis & Kleiber (2014).

Figura 16. Relació entre $IC_{1,\mathcal{R}}$ i $G_{\mathcal{R}}$

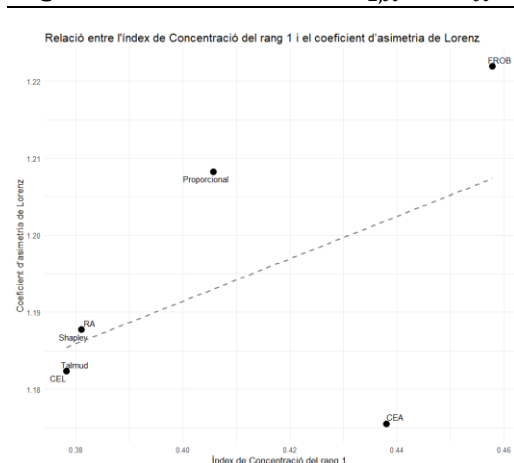


Font: Elaboració pròpia a partir de Banco de España (2010b), Cano Berlanga (2023) i Zeileis & Kleiber (2014).

A la Figura 14 es contempla gràficament que l' $IHH_{\mathcal{R}}$ i l' $IC_{1,\mathcal{R}}$ tenen una relació negativa. L' $IHH_{\mathcal{R}}$ analitza la concentració total de capital i l' $IC_{1,\mathcal{R}}$ la concentració en un grup específic de la mostra. Per tant, si disminueix l' $IC_{1,\mathcal{R}}$ derivarà en una menor concentració de capital en la major quantitat d'entitats i, conseqüentment, una major concentració en termes generals, fet que farà minvar la igualtat entre caixes d'estalvis.

Analitzant l' $IC_{1,\mathcal{R}}$ es veu que la distribució de capital de la *FROB* permet maximitzar el repartiment dels fons entre el major nombre de caixes d'estalvis. En canvi, la *CEA* no resulta la preferida però, relaxant l' $IC_{\mathcal{R}}$, aquesta podria resultar favorable com a mode de *second best*. Pel que fa a l' $IHH_{\mathcal{R}}$, sí que resulta idònia la regla *CEA*, doncs minimitza la concentració del capital en perques entitats i maximitza el repartiment del capital entre el major nombre de caixes d'estalvi.

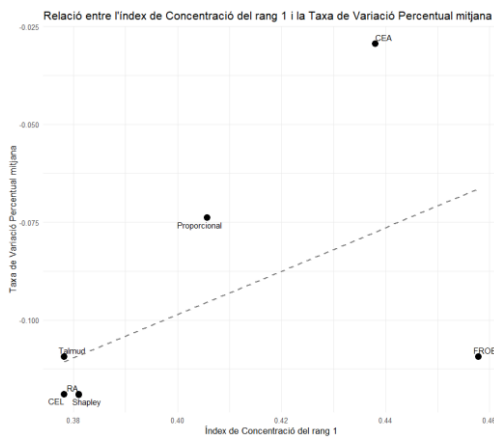
Figura 17. Relació entre $IC_{1,\mathcal{R}}$ i $LAC_{\mathcal{R}}$



Font: Elaboració pròpia a partir de Banco de España (2010b), Cano Berlanga (2023) i Zeileis & Kleiber (2014).

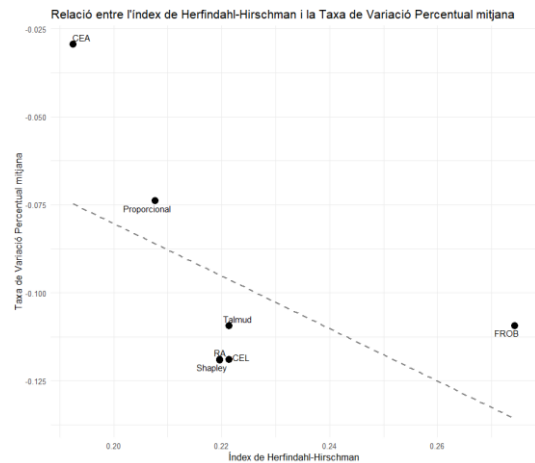
Adicionalment, a la Figura 18, mostren que la relació que existeix entre l' $IC_{1,\mathcal{R}}$ i la $\overline{TVP}_{\mathcal{R}}$ és positiva, el que es tradueix en que increments de la concentració de capital a les entitats financeres del primer rang incrementa l'ajust entre les assignacions i les demandes. Sense contrarietat, la Figura 19 presenta una relació negativa entre l' $IHH_{\mathcal{R}}$ i la $\overline{TVP}_{\mathcal{R}}$, cosa que indica que un increment de la concentració de capital, en termes generals, genera una disminució de l'ajust entre el repartiment i les necessitats de capital.

Figura 18. Relació entre $IC_{1,\mathcal{R}}$ i $\overline{TVP}_{\mathcal{R}}/100$



Font: Elaboració pròpia a partir de Banco de España (2010b), Cano Berlanga (2023) i Zeileis & Kleiber (2014).

Figura 19. Relació entre $IHH_{\mathcal{R}}$ i $\overline{TVP}_{\mathcal{R}}/100$



Font: Elaboració pròpia a partir de Banco de España (2010b), Cano Berlanga (2023) i Zeileis & Kleiber (2014).

A més, estudiant la $\overline{TVP}_{\mathcal{R}}$ es conclou que la regla *CEA* permet maximitzar l'ajust preferencial de les caixes d'estalvis i, la que menys ho permet és la distribució efectuada per la *FROB*.

Així doncs, obtenim tres criteris de selecció d'un mecanisme de repartiment \mathcal{R} :

1. Ajust preferencial: $\overline{TVP}_{\mathcal{R}}$
2. Igualtat: $G_{\mathcal{R}}$, $LAC_{\mathcal{R}}$ i $CV_{\mathcal{R}}$.
3. Concentració: $IHH_{\mathcal{R}}$ i $IC_{1,\mathcal{R}}$.

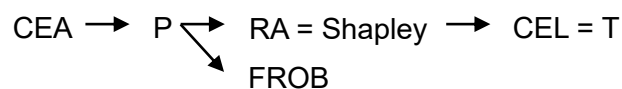
Taula 8. Criteris de selecció segons els mecanismes d'assignació de capital

Mín./Màx.		SH	P	CEA	CEL	T	RA	FROB
Màx.	$\overline{TVP}_{r,\mathcal{R}}$	-10,94	-7,39	-2,94	-11,90	-11,90	-10,94	-11,91
Mín.	$G_{\mathcal{R}}$	0,42	0,40	0,36	0,43	0,43	0,42	0,50
Mín.	$CV_{\mathcal{R}}$	0,87	0,81	0,74	0,88	0,88	0,87	1,09
Mín.	$LAC_{\mathcal{R}}$	1,19	1,21	1,22	1,18	1,18	1,19	1,22
Màx.	$IC_{1,\mathcal{R}}$	0,38	0,41	0,44 (SB)	0,38	0,38	0,38	0,46
Mín.	$IHH_{\mathcal{R}}$	0,22	0,21	0,19	0,22	0,22	0,22	0,27

Font: Elaboració pròpia a partir de Banco de España (2010b), Cano Berlanga (2023) i Zeileis & Kleiber (2014).

Per a consolidar els resultats, s'ha calculat la dominància de Lorenz a partir d'una adaptació del paquet ClaimsProblems (Lugilde et al., 2021) al paquet "GameTheory" (Cano Berlanga, 2023). Segons l'*output* obtingut s'ha construït la següent dominància de regles segons Lorenz:

Figura 20. Relacions de dominància segons Lorenz dels vectors de pagament del valor de Shapley, *Constrained Equal Awards (CEA)*, *Constrained Equal Losses (CEL)*, Proporcional (P), *Random Arrival (RA)*, Talmud (T) i *FROB*



Font: Elaboració pròpia a partir de Banco de España (2010b), Cano Berlanga (2023) i Zeileis & Kleiber (2014).

Tal i com Bosmans & Lauwers (2007) van realitzar al seu treball, la Figura 20 ens informa de les relacions de dominància segons Lorenz que s'estableixen entre els vectors d'assignació dels diversos mètodes de repartiment mitjançant fletxes o una seqüència d'aquestes. El símbol d'igualtat o l'absència d'una fletxa o una seqüència d'aquestes indica que no existeix cap dominància segons Lorenz entre els mètodes d'assignació.

Per tant, a la Figura 20 s'observa que la regla *CEA* domina a tota la resta (és estrictament dominant), pel que es pot considerar com la més igualitària, fet que es corrobora amb l'índex de Gini. Altrament, no existeix una relació de dominància segons Lorenz ni entre el valor de Shapley i la regla *RA* (1), ni entre la regla del T i *CEL* (2), i ni entre la *FROB* i *RA*, Shapley, *CEL* i T; pel que podríem considerar indiferents la decisió entre els mètodes d'assignació de cada possibilitat (1, 2 i 3). Considerant la distribució del capital que va establir la *FROB*, s'observa que no és la millor si l'objectiu és prioritzar el criteri d'igualtat.

De la mateixa manera, es pot quantificar la dominància (no de Lorenz) dels diversos mecanismes de repartiment analitzats mitjançant l'índex de Gini (G_R) seguint el mètode de Bosmans & Lauwers (2007), obtenint les següents relacions de dominància:

Figura 21. Relacions de dominància segons indicadors dels vectors de pagament del valor de Shapley, *Constrained Equal Awards (CEA)*, *Constrained Equal Losses (CEL)*, Proporcional (P), *Random Arrival (RA)*, Talmud (T) i *FROB*

$\overline{TVP}_{r,\mathcal{R}}$:	CEA \rightarrow P \rightarrow Shapley = RA \rightarrow FROB \rightarrow CEL = T
$G_{\mathcal{R}}$:	CEA \rightarrow P \rightarrow Shapley \sim RA \rightarrow CEL = T \rightarrow FROB
$CV_{\mathcal{R}}$:	CEA \rightarrow P \rightarrow Shapley = RA \rightarrow CEL = T \rightarrow FROB
$LAC_{\mathcal{R}}$:	CEL = T \rightarrow Shapley = RA \rightarrow P \rightarrow CEA \rightarrow FROB
$IC_{1,\mathcal{R}}$:	FROB \rightarrow CEA \rightarrow P \rightarrow Shapley = RA \rightarrow CEL = T
$IHH_{\mathcal{R}}$:	CEA \rightarrow P \rightarrow Shapley = RA \rightarrow T \sim CEL \rightarrow FROB

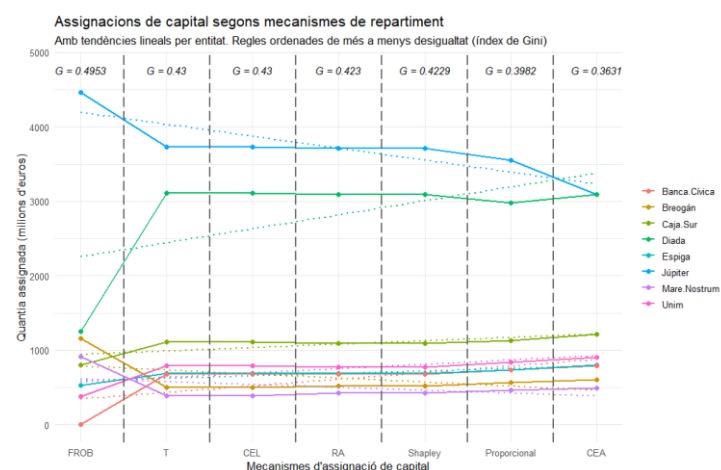
Nota: \sim indica que existeix una relació de dominància però que, quantitativament, la diferència entre mecanismes d'assignació és petita.

Font: Elaboració pròpia a partir de Banco de España (2010b), Cano Berlanga (2023) i Zeileis & Kleiber (2014).

D'aquesta forma es corrobora que la regla de demanda *CEA* és la més "igualitària" de totes i la menys és l'assignació de capital que fou realitzada per la *FROB*.

La Figura 21, mostra certa tendència a la convergència en termes d'igualtat segons vectors de pagaments de cadascun dels mètodes de repartiment degut a la dominància pura de la regla *CEA*. D'altra banda la Figura 22 representa els vectors de pagaments de cadascuna de les distribucions de capital desenvolupades al treball

Figura 22. Assignació de capital segons mètodes de repartiment



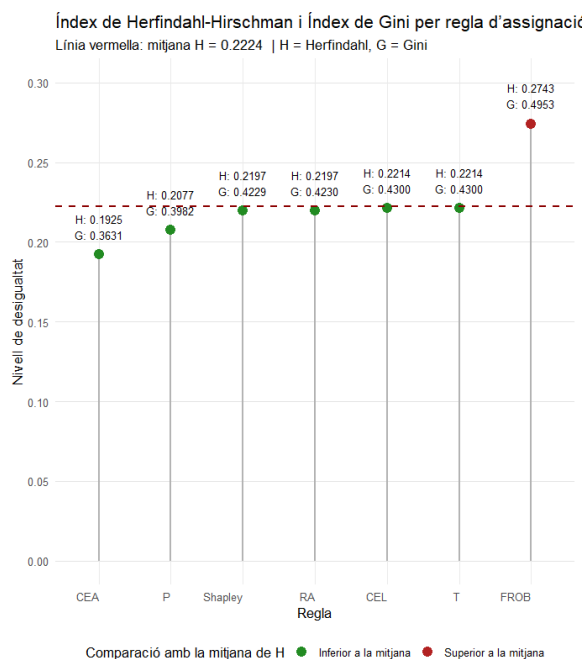
Font: Elaboració pròpia a partir de Banco de España (2010b), Cano Berlanga, (2023), i Zeileis & Kleiber (2014).

ordenades de menys a més igualitàries, i complementades amb la trajectòria lineal de cada entitat financera. De tal manera, les línies verticals negres senyalen cadascun dels mètodes de repartiment, indicant també l'índex de Gini corresponent. Com a visió general, s'observa una clara divergència entre els repartiments amb les dotacions de la *FROB*, mentre es veu com els pagaments tendeixen a la convergència en termes

d'igualtat, i amb intensitat en la regla de demanda *CEA*, tal i com es podia intuir en la Figura 22.

A la Figura 23 es representen els índex de Herfindahl-Hirschman (IHH) per a cadascun dels mètodes de repartiment. A partir de la mitjana de l'IHH es senyala amb un cercle de color verd totes aquelles distribucions que es mantenen per sota la de la mitjana i en vermell en cas contrari. Altrament, encara que la gràfica no representa l'índex de Gini, també s'ha indicat sota l'IHH per tal d'observar que l'ordre (de més a menys igualitaris) dels mètodes de repartiment són idèntics.

Figura 23. Índex de Herfindahl-Hirschman i índex de Gini segons mecanismes de repartiment



Font: Elaboració pròpia a partir de Banco de España (2010b), Cano Berlanga, (2023), i Zeileis & Kleiber (2014).

5. Conclusions

L'objectiu d'aquest treball ha estat realitzar un anàlisi comparatiu entre la distribució del capital realitzat per la *FROB* al 2011 entre les diverses entitats financeres espanyoles cotitzades, majoritàriament caixes d'estalvis, i les potencials distribucions basades en les regles de demanda i valor de Shapley que es podrien haver dut a terme.

En examinar les assignacions de capital de cadascun dels mètodes de repartiment entre les entitats financeres, s'obté que la *FROB* no basà el repartiment segons un criteri d'igualtat entre les caixes, sinó que es focalitzà més en abastir la major quantitat d'entitats (malgrat la heterogeneïtat de les assignacions resulti elevada). Altrament, s'ha trobat que, en general, [Júpiter] i [Diada] són les més beneficiades en qualsevol de les regles de demanda, valor de Shapley i repartiment executat per la *FROB*. En

contraposició, la resta d'entitats financeres són més homogènies (tots aquests detalls són observables a la Figura 13).

Tal que l'objectiu és seleccionar una regla \mathcal{R} amb la fi d'establir una repartiment de capital, es pretendrà escollir aquella que satisfaci els tres criteris esmenats anteriorment. A simple vista s'observa que la regla que més condicions compleix és la *CEA*, encara així, no les satisfà totes. Si només es pretén assolir el criteri d'ajust preferencial, la *CEA* surt escollida. Si només pretenem complir únicament el criteri d'igualtat, la *CEA* seria la indicada si només es pretén reduir el nivell de desigualtat en termes absoluts i homogeneïtzar el repartiment de capital entre caixes (igualtat d'assignació). Però, no resultaria idònia si es vol reduir la concentració de capital en poques entitats financeres d'elevada demanda. En aquest cas, les regles: Talmud i *CEL*, serien les indicades. Per últim, si només es vol complir el criteri de concentració, la regla *CEA* seria la ideal per a reduir la concentració de capital en poques caixes, però no seria si es vol maximitzar la concentració en el major nombre de caixes, les quals es troben al rang 1. En aquest últim cas, la distribució de capital que millor assigna el capital és la *FROB*. Tot i això, relaxant aquesta condició, la *CEA* seria una bona alternativa (ja que la *FROB* surt intensament desfavorable en la resta de criteris) en forma de *second best*. Degut a l'elevat grau heterogeneïtat que imparteix el repartiment de la *FROB*, la selecció de *CEA* al criteri de concentració com a *second best* es veu objectivament recolzat. Altrament, tal com s'ha explicat, un nombre reduït de caixes d'estalvis amb demandes elevades reben un capital superior al de la resta. Tal que aquesta afirmació es podria considerar un criteri d'ajust preferencial i aquest és satisfet per la regla *CEA*, es podria dir que satisfà el criteri d'igualtat en la seva totalitat. Per tant, no es possible escollir una únic mètode de repartiment que satisfaci els tres criteris alhora, pel que s'ha d'establir criteris menys restrictius relaxant algunes de les condicions (com ara el cas de l'índex de concentració del rang 1).

Segons l'estudiat, podem extreure que (i) la regla més igualitària i que, d'acord amb Rhoades (1995), permet generar mercats més competitius a causa d'una menor desigualtat en termes de quota de mercat és la regla de Guanys Iguals Restringits (*CEA*). Altrament, (ii) la distribució de recursos executada per la *FROB* és la pitjor en termes d'igualtat i d'ajust preferencial i que, en conseqüència i segons Rhoades (1995), genera un mercat imperfecte amb barreres d'entrada que incrementa les quotes de mercat d'algunes entitats i en redueix les de les altres incorrent en la seva expulsió o fusió del sistema financer espanyol. Aquesta última afirmació es veu reflectida en l'argumentació de Zurdo & Palacio (2010) sobre les caixes rurals, argumentant que la

crisi financera generà fusions que ocasionaren una concentració del sector i l'expulsió de les caixes menys competitives. Per tant, existeix un ampli ventall de possibles assignacions de capital que resulten preferibles a la distribució duta a terme per la *FROB*.

6. Limitacions i futures millores

Tot i això, podrien existir altres factors en els quals es basà la *FROB* i que no s'estiguin reflectint en aquest treball, pel que aquest seria una de les limitacions d'aquest anàlisi degut a una manca de dades. Conseqüentment, completar l'anàlisi amb factors determinants addicionals que utilitzà la *FROB* per a repartir el capital pot esdevenir una futura millora d'aquest treball per tal de d'arribar a resultats més complets i acurats.

7. Referències bibliogràfiques

Acharya, V. V., & Yorulmazer, T. (2006). Too many to fail—An analysis of time-inconsistency in bank closure policies. *Journal Of Financial Intermediation*, 16(1), 1-31. <https://doi.org/10.1016/j.jfi.2006.06.001>

Amiri, M., & Farvaresh, H. (2022). Carrier collaboration with the simultaneous presence of transferable and non-transferable utilities. *European Journal Of Operational Research*, 304(2), 596-617. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2022.04.033>

Angelis, M. D. (1995). Beyond the technological and social paradigms: A political reading of abstract labour as the substance of value. *Capital and Class*, 57, 107. Retrieved from <https://www.proquest.com/scholarly-journals/beyond-technological-social-paradigms-political/docview/1298202073/se-2>

Aziz, H. (2013). Computation of the random arrival rule for bankruptcy problems. *Operations Research Letters*, 41(5), 499-502. <https://doi.org/10.1016/j.orl.2013.06.004>

Banco de España (2010a). Resultados de las pruebas de resistencia (estrés test) para bancos y cajas de ahorro españoles. Dins Banco de España (Ed.), *Pruebas de resistencia 2010 al sector bancario europeo*. Banco de España. https://www.bde.es/f/webbde/GAP/Secciones/SalaPrensa/InformacionInteres/Pruebas Resistencia/Ficheros/es/ES_Nota_tecnica.pdf

Banco de España (2010b). Pruebas de resistencia 2010-2011: resultados individuales. Dins Banco de España (Ed.), *Pruebas de resistencia 2010 al sector bancario europeo*. Banco de España. https://www.bde.es/f/webbde/GAP/Secciones/SalaPrensa/InformacionInteres/PruebasResistencia/Ficheros/es/ES_resultados_pruebas_resistencia.pdf

Baum, S. (1992). Poverty, Inequality, and the Role of Government: What Would Adam Smith Say? *Eastern Economic Journal*, 18(2), 143-156. <https://www.jstor.org/stable/40325376>

Baydil, B., De la Peña, V. H., Zou, H., & Yao, H. (2025). Unbiased estimation of the Gini coefficient. *Statistics & Probability Letters*, 110376. <https://doi.org/10.1016/j.spl.2025.110376>

Beaupain, R., & Braouezec, Y. (2023). International banking regulation and Tier 1 capital ratios. On the robustness of the critical average risk weight framework. *International Review Of Financial Analysis*, 91, 103025. <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2023.103025>

Beck, T., Demirgüç-Kunt, A., & Maksimovic, V. (2004a). Bank Competition and Access to Finance: International Evidence. *Journal of Money, Credit and Banking*, 36(3), 627–648. <https://doi.org/10.1353/mcb.2004.0039>

Bellod, J. F. (2022). El rescate del oligopolio bancario español. *Revista de Economía Institucional*, 25(48), 75-103. <https://doi.org/10.18601/01245996.v25n48.06>

Berger, A. N., Demirgüç-Kunt, A., Levine, R., & Haubrich, J. G. (2004b). Bank Concentration and Competition: An Evolution in the Making. *Journal of Money, Credit and Banking*, 36(3), 433–451. <https://doi.org/10.1353/mcb.2004.0040>

Blanco-Oliver, A. (2021). Banking reforms and bank efficiency: Evidence for the collapse of Spanish savings banks. *International Review Of Economics & Finance*, 74, 334-347. <https://doi.org/10.1016/j.iref.2021.03.015>

Bosmans, K., & Lauwers, L. (2007). Lorenz Comparisons of Nine Rules for the Adjudication of Conflicting Claims. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.958691>

Calderon, C., & Schaeck, K. (2016). The Effects of Government Interventions in the Financial Sector on Banking Competition and the Evolution of Zombie Banks. *Journal Of*

Financial And Quantitative Analysis, 51(4), 1391-1436. <https://doi.org/10.1017/s0022109016000478>

Calomiris, C. W., & Haber, S. H. (2014). *Fragile by design: The political origins of banking crises and scarce credit*. Princeton University Press.

Calvo, M. Á. M., Lugalde, I. N., Sandomingo, C. Q., & Rodríguez, E. S. (2022b). Refining the Lorenz-ranking of rules for claims problems on restricted domains. *International Journal Of Economic Theory*, 19(3), 526-558. <https://doi.org/10.1111/ijet.12366>

Calvo, M. Á. M., Lugalde, I. N., Sandomingo, C. Q., & Rodríguez, E. S. (2022c). An operational toolbox for solving conflicting claims problems. *Decision Analytics Journal*, 6, 100160. <https://doi.org/10.1016/j.dajour.2022.100160>

Calvo, M. Á. M., Sandomingo, C. Q., & Sánchez-Rodríguez, E. (2022a). The average-of-awards rule for claims problems. *Social Choice And Welfare*, 59(4), 863-888. <https://doi.org/10.1007/s00355-022-01414-6>

Cano Berlanga, S. (2023). *GameTheory: Cooperative Game Theory* (versión 2.7.1) [Paquet de R]. CRAN. <https://CRAN.R-project.org/package=GameTheory>

Cano Berlanga, S., Giménez Gómez, J. M., Vilella, C., Universitat Rovira i Virgili. Departament d'Economia, entitat editora, Universitat Rovira i Virgili. Centre de Recerca en Economia Industrial i Economia Pública, entitat editora, & Giménez Gómez, J. M. (José M. (2017). *Attribution models and the cooperative game theory*. Departament d'Economia – CREIP, Facultat d'Economia i Empresa.

Cano Berlanga, S., Giménez-Gómez, J., & Vilella, C. (2017). Enjoying cooperative games: The R package GameTheory. *Applied Mathematics And Computation*, 305, 381-393. <https://doi.org/10.1016/j.amc.2017.02.010>

Cesco, J. C. (2003). Fundamental cycles of pre-imputations in non-balanced TU-games. *International Journal Of Game Theory*, 32(2), 211-221. <https://doi.org/10.1007/s001820300149>

Cline, W. R. (1975). Distribution and development. *Journal Of Development Economics*, 1(4), 359-400. [https://doi.org/10.1016/0304-3878\(75\)90019-x](https://doi.org/10.1016/0304-3878(75)90019-x)

Damgaard, C., & Weiner, J. (2000). Describing inequality in plant size or fecundity. *Ecology (Durham)*, 81(4), 1139–1142. [https://doi.org/10.1890/0012-9658\(2000\)081\[1139:DIIPSO\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/0012-9658(2000)081[1139:DIIPSO]2.0.CO;2)

Demirguc-Kunt, A., & Levine, R. (2000). *Bank concentration: Cross-country evidence* (Policy Research Working Paper No. 2985). World Bank. <https://doi.org/10.1596/1813-9450-2985>

Denis, D. K., & Rodgers, K. J. (2007). Chapter 11: Duration, Outcome, and Post-Reorganization Performance. *Journal Of Financial And Quantitative Analysis*, 42(1), 101-118. <https://doi.org/10.1017/s0022109000002209>

Departamento de Comunicación (2010). Las pruebas de resistencia de la UE confirman la solidez del sector bancario español. Dins Banco de España (Ed.), *Pruebas de resistencia 2010 al sector bancario europeo*. Banco de España. https://www.bde.es/f/webbde/GAP/Secciones/SalaPrensa/InformacionInteres/PruebasResistencia/Ficheros/es/nota_de_prensa_stress_test.pdf

Domínguez León, R. (2021). *Problema de bancarrota* [Trabajo de fin de grado, Universitat de Barcelona]. Dipòsit Digital de la Universitat de Barcelona. <https://hdl.handle.net/2445/176716>

Driessen, T. (1988). Cooperative Games, Solutions and Applications. En *Theory and decision library. Series C, Game theory, mathematical programming and operations research*. <https://doi.org/10.1007/978-94-015-7787-8>

Duong, K. (2025). If inequality is an economic choice, what is the relationship between inequality and growth? *Structural Change And Economic Dynamics*. <https://doi.org/10.1016/j.strueco.2025.02.014>

Eliazar, I. I., & Sokolov, I. M. (2011). Measuring statistical evenness: A panoramic overview. *Physica A Statistical Mechanics And Its Applications*, 391(4), 1323-1353. <https://doi.org/10.1016/j.physa.2011.09.007>

Espinar Fernández, M. (2023). *Teoría de juegos. Juegos no cooperativos* [Treball de Fi de Grau, Universitat de Barcelona]. Dipòsit Digital de la Universitat de Barcelona. <https://hdl.handle.net/2445/198607>

European Central Bank. (2021, 18 novembre). *Why do banks need to hold capital?* European Central Bank - Banking Supervision. BCE (2019). Why do banks need to hold capital?

Font, À. (2013). *El crac del 2008, 2 : la crisis que canvià el mundo*.

Forkman, J., & Verrill, S. (2007). The distribution of McKay's approximation for the coefficient of variation. *Statistics & Probability Letters*, 78(1), 10-14. <https://doi.org/10.1016/j.spl.2007.04.018>

Furman, E., Kye, Y., & Su, J. (2019). Computing the Gini index: A note. *Economics Letters*, 185, 108753. <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2019.108753>

Gallastegui, M. C., Iñarra, E., & Pallezo, R. (2002). Bankruptcy of Fishing Resources: The Northern European Anglerfish Fishery. *Marine Resource Economics*, 17(4), 291-307. <https://doi.org/10.1086/mre.17.4.42629371>

Gardner, R. (2022). *Juegos para empresarios y economistas*. Antoni Bosch editor.

Gea-Sánchez, M., Briones-Vozmediano, E., Legido-Quigley, H., Muntaner, C., Rocaspana, M., & Blanco-Blanco, J. (2020). The resistance of nurses to austerity measures in the health sector during the financial crisis in Spain. *Gaceta Sanitaria*, 35(1), 42-47. <https://doi.org/10.1016/j.gaceta.2019.08.009>

Giménez-Gómez, J. M., & Vilella, C. (2015). *Mètodes quantitius per l'anàlisi econòmica*. Publicacions de la Universitat Rovira i Virgili.

Giménez-Gómez, J., & Peris, J. E. (2013). A proportional approach to claims problems with a guaranteed minimum. *European Journal Of Operational Research*, 232(1), 109-116. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2013.06.039>

Han, L., Zhang, S., & Greene, F. J. (2015). Bank market concentration, relationship banking, and small business liquidity. *International Small Business Journal Researching Entrepreneurship*, 35(4), 365-384. <https://doi.org/10.1177/0266242615618733>

Harsanyi, J., & Selten, R. (1988). *A General Theory of Equilibrium Selection in Games*. Massachusetts: The MIT Press.

Hernando, I., Nieto, M. J., & Wall, L. D. (2008). Determinants of domestic and cross-border bank acquisitions in the European Union. *Journal Of Banking & Finance*, 33(6), 1022-1032. <https://doi.org/10.1016/j.jbankfin.2008.10.017>

Hierro Fortuny, A. (2020). *Problemes de repartiment: regles i jocs cooperatius* [Treball de fi de grau, Universitat de Barcelona]. Dipòsit Digital de la Universitat de Barcelona. <https://hdl.handle.net/2445/177174>

Jiménez, J. (2019). *Teoria de jocs: Els problemes de demanda*. <https://hdl.handle.net/20.500.11797/TFG2039>

Le, T. T., Nguyen, T. L., Trinh, M. T., Nguyen, M. H., Nguyen, M. P.T., & Pham, H.-H. (2021). Adopting the Hirschman–Herfindahl Index to estimate the financial sustainability of Vietnamese public universities. *Humanities & Social Sciences Communications*, 8(1), 1–10. <https://doi.org/10.1057/s41599-021-00927-2>

Li, J., & Ju, Y. (2023). Divide and choose: An informationally robust strategic approach to bankruptcy problems. *Journal Of Mathematical Economics*, 107, 102862. <https://doi.org/10.1016/j.jmateco.2023.102862>

Li, M., Sun, H., Huang, Y., & Chen, H. (2024). Shapley value: from cooperative game to explainable artificial intelligence. *Autonomous Intelligent Systems*, 4(1). <https://doi.org/10.1007/s43684-023-00060-8>

Llerena, F., & Rafels, C. (2005). *The set of undominated imputations and the core*. Documents de Treball, Universitat de Barcelona, Facultat d'Economia i Empresa. Recollit de <https://hdl.handle.net/2445/12043>

Lugilde, I. N., Calvo, M. Á. M., Sandomingo, C. Q., & Rodríguez, E. S. (2021a). *ClaimsProblems: Analysis of Conflicting Claims* [Conjunto de datos]. <https://doi.org/10.32614/cran.package.claimsproblems>

Ma, Z., Shi, J., Wang, G., & He, Z. (2006). Temporal Changes in the Inequality of Early Growth of *Cunninghamia lanceolata* (Lamb.) Hook.: A Novel Application of the Gini Coefficient and Lorenz Asymmetry. *Genetica*, 126(3), 343-351. <https://doi.org/10.1007/s10709-005-1358-y>

Magaña, A. (1998). Els jocs cooperatius amb utilitat transferible. *Butlletí de la Societat Catalana de Matemàtiques*, 13(2), 21-33. <https://publicacions.iec.cat/repository/pdf/00000028/00000059.pdf>

Márquez S, M. A., (2016). Diversificación de la estructura exportadora de la Comunidad Andina: análisis a través del índice Herfindahl-Hirschmann. *Economía*, XLI(42),77-

104.[fecha de Consulta 5 de Mayo de 2025]. ISSN: 1315-2467. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=195650099004>

Masaki, Y., Hanasaki, N., Takahashi, K., & Hijioka, Y. (2014). Global-scale analysis on future changes in flow regimes using Gini and Lorenz asymmetry coefficients. *Water Resources Research*, 50(5), 4054-4078. <https://doi.org/10.1002/2013wr014266>

Matsumoto, A., & Szidarovszky, F. (2016). *Game theory and its applications*. Springer.

Mirás Calvo, M. Á., Núñez Lugilde, I., Quinteiro Sandomingo, C., & Sánchez Rodríguez, E. (2023). Refining the Lorenz-ranking of rules for claims problems on restricted domains. *International Journal of Economic Theory*, 19(3), 526–558. <https://doi.org/10.1111/ijet.12366>

Myerson, R. B. (1991). *Game theory (Analysis of conflict)*. Harvard University Press.

Neal, L., & García-Iglesias, M. C. (2013). The economy of Spain in the euro-zone before and after the crisis of 2008. *The Quarterly Review Of Economics And Finance*, 53(4), 336-344. <https://doi.org/10.1016/j.qref.2013.01.002>

Neuhouser, F. (2008). Rousseau's Theodicy of Self-Love. En *Oxford University Press eBooks*. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199542673.001.0001>

Neuhouser, F. (2013). Rousseau's Critique of Economic Inequality. *Philosophy & Public Affairs*, 41(3), 193-225. <https://www.jstor.org/stable/42703855>

Newbold, P., Carlson, W. L. (William L., & Thorne, B. (2010). *Statistics for business and economics* (7th ed., global ed.). Pearson.

O'Neill, B. (1982). A problem of rights arbitration from the Talmud. *Mathematical Social Sciences*, 2(4), 345-371. [https://doi.org/10.1016/0165-4896\(82\)90029-4](https://doi.org/10.1016/0165-4896(82)90029-4)

Osborne, M. J. (2009). *An Introduction to Game Theory*. Oxford University Press, USA.

Pinasco, J. P., Cartabia, M. R., & Saintier, N. (2017). A game theoretic model of wealth distribution. arXiv (Cornell University). <https://doi.org/10.48550/arxiv.1709.03392>

Pons, L. (2011). La Economía de la crisis 2009-2011: una revisión quincenal.

Pruebas de resistencia 2010 al sector bancario europeo. (2010, julio 23). *Banco de España*. https://www.bde.es/wbe/es/noticias-eventos/otros-temas-interes/pruebas-resistencia-sector-bancario-europeo/pruebas_de_resi_e4c0b75da801281.html

Qin, M., Duan, K., Ma, Z., Li, Z., Ju, X., & Sun, H. (2024). What makes the provincial inequality of natural gas consumption in China? Evidence from Gini-coefficient approach. *Energy Conversion And Management* X, 22, 100601. <https://doi.org/10.1016/j.ecmx.2024.100601>

Rafels i Pallarola, C., Izquierdo i Aznar, J., Marín Solano, J., Martínez de Albéiz Salas, F., Núñez Oliva, M., & Ybern Caraballo, N. (1999). *Jocs cooperatius i aplicacions econòmiques* (Primera ed.). Barcelona: Edicions de la Universitat de Barcelona.

Rafels, C., & Izquierdo Aznar, J. M. (1999). *Jocs cooperatius i aplicacions econòmiques*. Edicions Universitat de Barcelona.

Rhoades, S. A. (1995). Market Share Inequality, the HHI, and Other Measures of the Firm-Composition of a Market. *Review of Industrial Organization*, 10(6), 657–674. <https://doi.org/10.1007/BF01024300>

Rodríguez, M. E. S., & Puga, J. J. V. (2014). *Juegos coalicionales*.

Rotta, T. N., & Kumar, R. (2023). Was Marx right? Development and exploitation in 43 countries, 2000–2014. *Structural Change And Economic Dynamics*, 69, 213–223. <https://doi.org/10.1016/j.strueco.2023.12.001>

Ruiz-Mallorquí, M. V., & Aguiar-Díaz, I. (2017). Relationship banking and bankruptcy resolution in Spain: The impact of size. *The Spanish Review Of Financial Economics*, 15(1), 21–32. <https://doi.org/10.1016/j.srfe.2016.12.001>

Saavedra-Nieves, A., & Saavedra-Nieves, P.(2020). On systems of quotas from bankruptcy perspective: the sampling estimation of the random arrival rule. *European Journal Of Operational Research*, 285(2), 655–669. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2020.02.013>

Sagarra, M., Mar-Molinero, C., & García-Cestona, M. (2013). Spanish savings banks in the credit crunch: could distress have been predicted before the crisis? A multivariate statistical analysis. *European Journal Of Finance*, 21(3), 195–214. <https://doi.org/10.1080/1351847x.2013.784208>

Sánchez-Cuenca Rodríguez, I., & Universitat Oberta de Catalunya. (2009). *Teoría de juegos aplicada a la ciencia política* (2a ed.). UOC.

Santos, T. (2017). *El Diluvio: The Spanish Banking Crisis, 2008–2012*. Columbia University y NBER. Recuperado de <https://www.bundesbank.de/en/bundesbank/research/el-diluvio-the-spanish-banking-crisis-2008-2012-759076>

Serrano, S. C. (2013). La reestructuración del sistema bancario español tras la crisis y la solvencia de las entidades financieras. Consecuencias para las cajas de ahorros. *Revista de Contabilidad*, 16(2), 136-146. <https://doi.org/10.1016/j.rcsar.2013.07.003>

Shapley, L. (1953) A Value for n-Person Games. In: Kuhn, H. and Tucker, A., Eds., *Contributions to the Theory of Games II*, Princeton University Press, Princeton, 307-317. <https://doi.org/10.1515/9781400881970-018>

Shiller, R. J. (2009). *El estallido de la burbuja: Cómo se llegó a la crisis y cómo salir de ella*. Grupo Planeta (GBS).

Slowikowski, K. (2016). *ggrepel: Automatically Position Non-Overlapping Text Labels with «ggplot2»* [Conjunto de datos]. <https://doi.org/10.32614/cran.package.ggrepel>

Staudacher J, Anwander J (2019). *Using the R package CoopGame for the analysis, solution and visualization of cooperative games with transferable utility*. R Vignette, <https://cran.r-project.org/package=CoopGame>

Tan, Y. (2014). Corporate governance in the banking sector. En *Elsevier eBooks* (pp.39-64). <https://doi.org/10.1533/9781780634463.39>

Thomson, W. (2003). Axiomatic and game-theoretic analysis of bankruptcy and taxation problems: a survey. *Mathematical Social Sciences*, 45(3), 249-297. [https://doi.org/10.1016/S0165-4896\(02\)00070-7](https://doi.org/10.1016/S0165-4896(02)00070-7)

Thomson, W. (2008). Two families of rules for the adjudication of conflicting claims. *Social Choice And Welfare*, 31(4), 667-692. <https://doi.org/10.1007/s00355-008-0302-3>

Thomson, W. (2015). Axiomatic and game-theoretic analysis of bankruptcy and taxation problems: An update. *Mathematical Social Sciences*, 74, 41-59. <https://doi.org/10.1016/j.mathsocsci.2014.09.002>

Thomson, W. (2019). *How to Divide When There Isn't Enough*. <https://doi.org/10.1017/9781108161107>

Vall Martínez, À. (2020). *El prekernel d'un joc cooperatiu: propietats geomètriques, caracterització i aplicació als jocs de bancarrota* [Treball de Fi de Grau, Universitat de Barcelona]. Dipòsit Digital de la Universitat de Barcelona. <https://hdl.handle.net/2445/178857>

Venegas, P.B., Quispe, D. K. P., Apolinario, Y. B., & Gadea, M. J. C. (2022). LA CONCENTRACIÓN BANCARIA, MEDIDA a TRAVÉS DE DIVERSOS INDICADORES. CASO PERUANO. *Journal Of Globalization Competitiveness And Governability*, 16(1). <https://doi.org/10.3232/gcg.2022.v16.n1.05>

Wenlong, M., Yuxian, M., & Haoran, X. (2025). Capital regulation, regulatory avoidance, and bank systemic risk. *International Review Of Financial Analysis*, 104002. <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2025.104002>

Wickham, H. (2016). *tidyverse: Easily Install and Load the «Tidyverse»* [Conjunto de datos]. <https://doi.org/10.32614/cran.package.tidyverse>

Wickham, H., Chang, W., Henry, L., Pedersen, T. L., Takahashi, K., Wilke, C., Woo, K., Yutani, H., Dunnington, D., & Van Den Brand, T. (2007). *ggplot2: Create Elegant Data Visualisations Using the Grammar of Graphics* [Conjunto de datos]. <https://doi.org/10.32614/cran.package.ggplot2>

Wickham, H., François, R., Henry, L., Müller, K., & Vaughan, D. (2014). *dplyr: A Grammar of Data Manipulation* [Conjunto de datos]. <https://doi.org/10.32614/cran.package.dplyr>

Yang, Z., & Yang, X. (2024). Cooperative equilibria of strategy-form games with both nontransferable and transferable utilities. *Operations Research Letters*, 54, 107109. <https://doi.org/10.1016/j.orl.2024.107109>

Zaguirre, J. S. (2002). *Models cooperatius d'assignació de costos en un consorci de biblioteques*. Tesis Doctoral, Universitat Rovira i Virgili, Matemàtica Econòmica, Financera i Actuarial, Barcelona. Recollit de <https://hdl.handle.net/2445/42110>

Zeileis, A., & Kleiber, C. (2014). *ineq: Measuring Inequality, Concentration, and Poverty* (versión 0.2-13) [Paquete de R]. CRAN. <https://CRAN.R-project.org/package=ineq>

Zerihun, M. F., Marwa, N., & Yambesi, C. G. (2023). Commercial banks concentration in tanzania: A comparison of the hirschman-herfindahl index and the dual index. *African Journal of Business and Economic Research*, 18(4), 165-165–189. doi: <https://doi.org/10.31920/1750-4562/2023/v18n4a8>

Zurdo, R. J. P., & Palacio, J. R. S. (2010). Efectos de las fusiones sobre la concentración y la eficiencia bancaria: el caso de las Cajas Rurales y los retos de la crisis financiera. *Spanish Journal Of Finance And Accounting / Revista Española de Financiación y Contabilidad*, 39(146), 289-319. <https://doi.org/10.1080/02102412.2010.10779683>

8. Annexos

ÍNDEX DE TAULES DELS ANNEXOS 1

Taula A. 1. Sumari simple d'entitats financeres cotitzades espanyoles (2010-2011) ..	60
Taula A. 2. Sumari complet d'entitats financeres cotitzades espanyoles (2010-2011)	61
Taula A. 3. Comparativa de Tier 1 ràtios (%) segons segmentació del <i>holding</i> bancari espanyol	64
Taula A. 4. Comparativa de Tier 1 (%) sense i amb el capital compromès de la <i>FROB</i> en punts percentuals segons segmentació del holding bancari espanyol.....	64
Taula A. 5. Sumari de variables	65
Taula A. 6. Entitats Financeres (2010-2011) - Sense dotacions de la <i>FROB</i> – Escenari tensionat advers	67
Taula A. 7. Entitats Financeres (2010-2011) - Amb dotacions de la <i>FROB</i> – Escenari tensionat advers	70
Taula A. 8. Entitats Financeres (2010-2011) – Amb-sense dotacions de la <i>FROB</i> - Xoc sobirà addicional en l'escenari advers.....	73
Taula A. 9. Índex de Gini del valor de Shapley, les regles de repartiment: P, CEA, CEL, T i RA, i el repartiment executat per la <i>FROB</i>	76
Taula A. 10. Coeficient d'asimetria de Lorenz del valor de Shapley, les regles de repartiment: P, CEA, CEL, T i RA, i el repartiment executat per la <i>FROB</i>	76
Taula A. 11. Coeficient de variació del valor de Shapley, les regles de repartiment: P, CEA, CEL, T i RA, i el repartiment executat per la <i>FROB</i>	77
Taula A. 12. Índex de Herfindahl-Hirschman del valor de Shapley, les regles de repartiment: P, CEA, CEL, T i RA, i el repartiment executat per la <i>FROB</i>	77
Taula A. 13. Índex de concentració del primer rang del valor de Shapley, les regles de repartiment: P, CEA, CEL, T i RA, i el repartiment executat per la <i>FROB</i>	78
Taula A. 14. Taxa de Variació Percentual Mitjana del valor de Shapley, les regles de repartiment: P, CEA, CEL, T i RA, i el repartiment executat per la <i>FROB</i>	78
Taula A. 15. Correlacions entre IHH IC1, Gini, CV, LAC i TVPM	78

ÍNDEX DE FIGURES DELS ANNEXOS 1

Figura A. 1. Índex de Gini	79
Figura A. 2. Coeficient d'asimetria de Lorenz	79
Figura A. 3. Coeficient de variació.....	79
Figura A. 4. Índex de Herfindahl-Hirschman.....	79
Figura A. 5. Índex de concentració de rang 1	80
Figura A. 6. Taxa de variació percentual mitjana	80

8.1. Annex 1

Taula A. 1. Sumari simple d'entitats financeres cotitzades espanyoles (2010-2011)

Nom de l'entitat financera o àlies del conglomerat financer	I/C
1 Grupo Santander	I
2 Grupo BBVA	I
3 [Júpiter]	C
4 [Caixa]	C
5 [Base]	C
6 Banco Popular Español, S.A.	I
7 Banco Sabadell, S.A.	I
8 [Diada]	C
9 [Breogán]	C
10 [Mare Nostrum]	C
11 Bankinter, S.A.	I
12 [Espiga]	C
13 [Banca Cívica]	C
14 Ibercaja	I
15 Unicaja	I
16 Banco Pastor, S.A.	I
17 [Caja Sol]	C
18 Bilbao Bizkaia Kutxa, Aurrezki Kutxa Eta Bahitetxea	I
19 [Unim]	C
20 Kutxa	I
21 [Caja 3]	C
22 Caja Sur	I
23 Banca March, S.A.	I
24 Banco Guipuzcoano, S.A.	I
25 Caja Vital Kutxa	I
26 Caja de Ahorros y Monte de Piedad de Ontinyent	I
27 Colonya – Caixa d'Estalvis de Pollença	I
Nombre d'entitats financeres totals	27
Nombre d'entitats financeres individuals (I: individual)	16
Nombre d'entitats financeres conglomerades (C: conglomerat)	11

Font: Elaboració pròpia a partir de Banco de España (2010b).

Taula A. 2. Sumari complet d'entitats financeres cotitzades espanyoles (2010-2011)

Nom de l'entitat financera o àlies del conglomerat financer

| Nom de les entitats financeres corporatives

Grupo Santander

Grupo BBVA

[Júpiter]

Caja de Ahorros y Monte de Piedad de (Caja Madrid)

Caja de Ahorros de Valencia, Castellón y Alicante (Bancaja)

Caixa d'Estalvis Laietana

Caja Insular de Ahorros de Canarias

Caja de Ahorros y Monte de Piedad de Ávila

Caja de Ahorros y Monte de Piedad de Segovia

Caja de Ahorros de la Rioja

[Caixa]

Caja de Ahorros y Pensiones de Barcelona (La Caixa)

Caixa d'Estalvis de Girona

Caja de Ahorros del Mediterráneo (CAM)

[Base]

Caja de Ahorros de Asturias

Caja de Ahorros de Santander y Cantabria

Caja de Ahorros y Monte de Piedad de Extremadura

Banco Popular Español, S.A.

Banco Sabadell, S.A.

[Diada]

| Caixa d'Estalvis de Catalunya

	Caixa d'Estalvis de Manresa
[Breogán]	Caja de Ahorros de Galicia Caja de Aforros de Vigo Ourense e Pontevedra (Caixanova)
[Mare Nostrum]	Caja de Ahorros de Murcia Caixa d'Estalvis del Penedès Caja de Ahorros y Monte de Piedad de las Baleares (Sa Nostra) Caja General de Ahorros de Granada
Bankinter, S.A.	
[Espiga]	Caja de Ahorros de Salamanca y Soria (Caja Duero) Caja de España de Inversiones Caja de Ahorros y Monte de Piedad (Caja España) Caja de Ahorros y M.P.de Navarra
[Banca Cívica]	Caja de Ahorros Municipal de Burgos Caja General de Ahorros de Canarias (Caja Canarias)
Caja de Ahorros y Monte de Piedad de Zaragoza, Aragón y Rioja (Ibercaja)	
M.P.y C.A. De Ronda, Cádiz, Almería, Málaga, Antequera y Jaén (Unicaja)	
Banco Pastor, S.A.	
[Caja Sol]	Monte de Piedad y Caja de Ahorros San Fernando de Huelva, Jerez y Sevilla (Caja Sol)

Bilbao Bizkaia Kutxa, Aurrezki Kutza Eta Bahitetxea	Caja de Ahorro Provincial de Guadalajara
[Unim]	Caixa d'Estalvis de Sabadell Caixa d'Estalvis de Terrassa Caixa d'Estalvis Comarcal de Manlleu
Caja de Ahorros y Monte de Piedad de Gipuzkoa y San Sebastián (Kutxa)	
[Caja 3]	Caja de Ahorros y Monte de Piedad del Círculo Católico de Obreros de Burgos (Caja Círculo) Monte de Piedad y Caja General de Ahorros de Badajoz Caja de Ahorros de la Inmaculada de Aragón
Caja de Ahorros y Monte de Piedad de Córdoba (Caja Sur)	
Banca March, S.A.	
Banco Guipuzcoano, S.A.	
Caja de Ahorros de Vitoria y Álava (Caja Vital Kutxa)	
Caja de Ahorros y Monte de Piedad de Ontinyent	
Colonya - Caixa d'Estalvis de Pollença	

Font: Elaboració pròpia a partir de Banco de España (2010b)

Taula A. 3. Comparativa de Tier 1 ràtios (%) segons segmentació del *holding* bancari espanyol

	Total sistema	Total caixes d'estalvis	Total bancs internacionalment cotitzats	Total resta de bancs cotitzats
Escenari tensionat de referència sense <i>FROB</i>	9,6	8,2	10,9	9,6
Escenari tensionat de referència amb <i>FROB</i>	10,2	9,5	10,9	9,6
Escenari tensionat advers sense <i>FROB</i>	7,7	5,5	9,7	7,4
Escenari tensionat advers amb <i>FROB</i>	8,3	6,9	9,7	7,4

Font: Elaboració pròpia a partir dels Annexos 1.1, 1.2, 1.3 i 1.4 de Banco de España (2010a).

Taula A. 4. Comparativa de Tier 1 (%) sense i amb el capital compromès de la *FROB* en punts percentuals segons segmentació del *holding* bancari espanyol

	Total sistema	Total caixes d'estalvis	Total bancs internacionalment cotitzats	Total resta de bancs cotitzats
Escenari tensionat de referència	0,6	1,3	0	0
Escenari tensionat advers	0,6	1,4	0	0

Font: Elaboració pròpia a partir de l'Annex 1 de Banco de España (2010a).

Taula A. 5. Sumari de variables

Nom de la variable

Nom o àlies del conglomerat d'entitats financeres

Tier 1 capital sense *FROB*, milions d'euros

Tier 1 ràtio (%) sense *FROB* (% dels actius totals)

Tier 1 capital sense *FROB* (ràtio al 6% del percentatge d'actius totals), milions d'euros

Saldo de capital sense *FROB*, milions d'euros

Necessitat addicional de capital sense *FROB*

FROB compromès (milions d'euros)

Tier 1 capital sense *FROB* del sistema, milions d'euros

Tier 1 ràtio (%) sense *FROB* del sistema (% de los actius)

Tier 1 capital sense *FROB* del sistema (ràtio al 6% del percentatge d'actius totals), milions d'euros

Saldo de capital sense *FROB* del sistema, milions d'euros

Nombre d'entitats financeres amb necessitats de capital sense *FROB*

Total *FROB* compromès (milions d'euros)

Tier 1 capital amb *FROB*, milions d'euros

Tier 1 ràtio (%) amb *FROB* (% dels actius totals)

Tier 1 capital amb *FROB* (ràtio al 6% del percentatge d'actius totals), milions d'euros

Saldo de capital amb *FROB*, milions d'euros

Necessitat addicional de capital amb *FROB*

Tier 1 capital amb *FROB* del sistema, milions d'euros

Tier 1 ràtio (%) amb *FROB* del sistema (% de los actius)

Tier 1 capital amb *FROB* del sistema (ràtio al 6% del percentatge d'actius totals), milions d'euros

Saldo de capital amb *FROB* del sistema, milions d'euros

Nombre d'entitats financeres amb necessitats de capital amb *FROB*

Tier 1 ràtio (%) després de l'escenari advers i del xoc sobirà amb *FROB* (% dels actius totals)

Taxa de variació del Tier 1 ràtio (%) amb *FROB* en l'escenari advers degut al xoc

Necessitat de capital addicional per assolir una ràtio Tier 1 del 6% sota l'escenari advers + xoc sobirà addicional a finals del 2011, milions d'euros

Saldo de capital sense *FROB* (xoc), milions d'euros

Necessitat addicional de capital sense *FROB* (xoc)

Tier 1 ràtio (%) del sistema després de l'escenari advers i del xoc sobirà amb *FROB* (% dels actius totals)

Taxa de variació del Tier 1 ràtio (%) amb *FROB* del sistema en l'escenari advers degut al xoc

Necessitat de capital addicional total del sistema per assolir una ràtio Tier 1 del 6% sota l'escenari advers + xoc sobirà addicional a finals de 2011, milions d'euros

Saldo de capital amb *FROB* del sistema (xoc), milions d'euros

Nombre d'entitats financeres amb necessitats de capital sense *FROB* (xoc)

Font: Elaboració pròpia a partir de Banco de España (2010b).

Taula A. 6. Entitats Financeres (2010-2011) - Sense dotacions de la *FROB* – Escenari tensionat advers

Nom o àlies del conglomerat d'entitats financeres	Tier 1 capital sense <i>FROB</i> , milions d'euros	Tier 1 ràtio (%) sense <i>FROB</i> (%) dels actius totals)	Tier 1 capital sense <i>FROB</i> (ràtio al 6% del percentatge d'actius totals), milions d'euros	Saldo de capital sense <i>FROB</i> , milions d'euros	Necessitat addicional de capital sense <i>FROB</i>	<i>FROB</i> compromès, milions d'euros
Grupo Santander	58.251,00 €	10,00%	34.950,60 €	23.300,40 €	○	0,00 €
Grupo BBVA	28.918,00 €	9,30%	18.656,77 €	10.261,23 €	○	0,00 €
[Júpiter]	8.952,00 €	4,20%	12.778,10 €	-3.836,10 €	●	4.465,00 €
[Caixa]	12.510,00 €	7,70%	9.748,05 €	2.761,95 €	○	0,00 €
[Base]	5.043,00 €	6,00%	5.043,00 €	0,00 €	○	1.493,00 €
Banco Popular Español, S.A.	6.469,00 €	7,00%	5.544,86 €	924,14 €	○	0,00 €
Banco Sabadell, S.A.	4.196,00 €	7,20%	3.496,67 €	699,33 €	○	0,00 €
[Diada]	665,00 €	1,40%	2.850,00€	-2.185,00€	●	1.250,00 €
[Breogán]	2.197,00 €	4,70%	2.804,00 €	-607,68 €	●	1.162,00 €
[Mare Nostrum]	2.209,00 €	4,90%	2.704,90 €	-495,90 €	●	916,00 €
Bankinter, S.A.	2.077,00 €	6,80%	1.832,65 €	244,35 €	○	0,00 €
[Espiga]	1.080,00 €	3,70%	1.751,35 €	-671,35 €	●	525,00 €
[Banca Cívica]	1.400,00 €	4,70%	1.787,23 €	-387,23 €	●	0,00 €
Ibercaja	1.694,00 €	6,70%	1.517,01 €	176,99 €	○	0,00 €

Unicaja	1.966,00 €	9,00%	1.310,67 €	655,33 €	○	0,00 €
Banco Pastor, S.A.	1.131,00 €	6,00%	1.131,00 €	0,00 €	○	0,00 €
[Caja Sol]	1.281,00 €	6,00%	1.281,00 €	0,00 €	○	0,00 €
Bilbao Bizkaia Kutxa, Aurrezki Kutza Eta Bahitetxea	2.707,00 €	14,10%			○	0,00 €
[Unim]	451,00 €	2,50%	1.082,40 €	-631,40 €	●	380,00 €
Kutxa	1.708,00 €	10,60%	966,79 €	741,21 €	○	0,00 €
[Caja 3]	919,00 €	6,10%	903,93 €	15,07 €	○	0,00 €
Caja Sur	-280,00 €	-2,30%	730,43 €	-1.010,43 €	●	800,00 €
Banca March, S.A.	1.800,00 €	19,00%	568,42 €	1.231,58 €	○	0,00 €
Banco Guipuzcoano, S.A.	473,00 €	6,10%	465,25 €	7,75 €	○	0,00 €
Caja Vital Kutxa	468,00 €	7,00%	401,14 €	66,86 €	○	0,00 €
Caja de Ahorros y Monte de Piedad de Ontinyent	45,00 €	6,60%	40,91 €	4,09 €	○	0,00 €
Colonya - Caixa d'Estalvis de Pollença	11,00 €	6,20%	10,65 €	0,35 €	○	0,00 €

Tier 1 capital sense <i>FROB</i> del sistema, milions d'euros	Tier 1 ràtio (%) sense <i>FROB</i> del sistema (% de los actius)	Tier 1 capital sense <i>FROB</i> del sistema (ràtio al 6% del percentatge d'actius)	Saldo de capital sense <i>FROB</i> del sistema,	Nombre d'entitats financeres amb necessitats de capital sense <i>FROB</i>	Total <i>FROB</i> compromès, milions d'euros
--	---	--	--	---	---

			totals), millions d'euros	millions d'euros		
	148.339,00 €	5,50 %	115.520,85 €	32.820,15 €	8	10.991,00 €

Font: Elaboració pròpia a partir de Banco de España (2010b)

Taula A. 7. Entitats Financeres (2010-2011) - Amb dotacions de la *FROB* – Escenari tensionat advers

Nom o àlies del conglomerat d'entitats financeres	Tier 1 capital amb <i>FROB</i> , milions d'euros	Tier 1 ràtio (%) amb <i>FROB</i> (% dels actius totals)	Tier 1 capital sense <i>FROB</i> (ràtio al 6% del percentatge d'actius totals), milions d'euros	Saldo de capital amb <i>FROB</i> , milions d'euros	Necessitat addicional de capital amb <i>FROB</i>
Grupo Santander	58.251,00 €	10,00%	34.950,60 €	23.300,40 €	○
Grupo BBVA	28.918,00 €	9,30%	18.656,77 €	10.261,23 €	○
[Júpiter]	13.417,00 €	6,30%	12.778,10 €	638,90 €	○
[Caixa]	12.510,00 €	7,70%	9.748,05 €	2.761,95 €	○
[Base]	6.536,00 €	7,80%	5.027,69 €	1.508,31 €	○
Banco Popular Español, S.A.	6.469,00 €	7,00%	5.544,86 €	924,14 €	○
Banco Sabadell, S.A.	4.196,00 €	7,20%	3.496,67 €	699,33 €	○
[Diada]	1.915,00 €	3,90%	2.946,15 €	-1.031,15 €	●
[Breogán]	3.359,00 €	7,20%	2.799,17 €	559,83 €	○
[Mare Nostrum]	3.125,00 €	7,00%	2.678,57 €	446,43 €	○
Bankinter, S.A.	2.077,00 €	6,80%	1.832,65 €	244,35 €	○
[Espiga]	1.605,00 €	5,60%	1.719,64 €	-114,64 €	●
[Banca Cívica]	1.400,00 €	4,70%	1.787,23 €	-387,23 €	●
Ibercaja	1.694,00 €	6,70%	1.517,01 €	176,99 €	○
Unicaja	1.966,00 €	9,00%	1.310,67 €	655,33 €	○

Banco Pastor, S.A.	1.131,00 €	6,00%	1.131,00 €	0,00 €	○
[Caja Sol]	1.281,00 €	6,00%	1.281,00 €	0,00 €	○
Bilbao Bizkaia Kutxa, Aurrezki Kutza Eta Bahitetxea	2.707,00 €	14,10%	1.151,91 €	1.555,09 €	○
[Unim]	831,00 €	4,50%	1.108,00 €	-277,00 €	●
Kutxa	1.708,00 €	10,60%	966,79 €	741,21 €	○
[Caja 3]	919,00 €	6,10%	903,93 €	15,07 €	○
Caja Sur	520,00 €	4,30%	725,58 €	-205,58 €	●
Banca March, S.A.	1.800,00 €	19,00%	568,42 €	1.231,58 €	○
Banco Guipuzcoano, S.A.	473,00 €	6,10%	465,25 €	7,75 €	○
Caja Vital Kutxa	468,00 €	7,00%	401,14 €	66,86 €	○
Caja de Ahorros y Monte de Piedad de Ontinyent	45,00 €	6,60%	40,91 €	4,09 €	○

Colonya - Caixa
d'Estalvis de
Pollença

11,00 €

6,20%

10,65 €

0,35 €

○

Tier 1 capital amb <i>FROB</i> del sistema, milions d'euros	Tier 1 ràtio (%) amb <i>FROB</i> del sistema (% de los actius)	Tier 1 capital amb <i>FROB</i> del sistema (ràtio al 6% del percentatge d'actius totals), milions d'euros	Saldo de capital amb <i>FROB</i> del sistema, milions d'euros	Nombre d'entitats financeres amb necessitats de capital amb <i>FROB</i>
159.332,00 €	ND	115.548,42 €	43.783,58 €	5

Font: Elaboració pròpia a partir de Banco de España (2010b).

Taula A. 8. Entitats Financeres (2010-2011) – Amb-sense dotacions de la *FROB* - Xoc sobirà addicional en l'escenari advers

Nom o àlies del conglomerat d'entitats financeres	Tier 1 ràtio (%) amb <i>FROB</i> (%) dels actius totals)	Tier 1 ràtio (%) després de l'escenari advers i del xoc sobirà amb <i>FROB</i> (% dels actius totals)	Taxa de variació del Tier 1 ràtio (%) amb <i>FROB</i> en l'escenari advers degut al xoc	Necessitat de capital addicional per assolir una ràtio Tier 1 del 6% sota l'escenari advers + xoc sobirà addicional a finals del 2011, milions d'euros	Saldo de capital sense <i>FROB</i> (xoc), milions d'euros	Necessitat addicional de capital (xoc)
Grupo Santander	10,20%	10,00%	-2,00%	0,00 €	23.300,40 €	○
Grupo BBVA	9,60%	9,30%	-3,23%	0,00 €	10.261,23 €	○
[Júpiter]	6,80%	6,30%	-7,94%	0,00 €	-3.836,57 €	●
[Caixa]	8,50%	7,70%	-10,39%	0,00 €	2.761,95 €	○
[Base]	8,40%	7,80%	-7,69%	0,00 €	0,00 €	○
Banco Popular Español, S.A.	7,50%	7,00%	-7,14%	0,00 €	3,00 €	○
Banco Sabadell, S.A.	7,70%	7,20%	-6,94%	0,00 €	699,33 €	○
[Diada]	4,50%	3,90%	-15,38%	-1.032,00 €	-3.217,00 €	●
[Breogán]	7,80%	7,20%	-8,33%	0,00 €	-607,68 €	●
[Mare Nostrum]	7,60%	7,00%	-8,57%	0,00 €	-495,90 €	●
Bankinter, S.A.	7,60%	6,80%	-11,76%	0,00 €	244,35 €	○
[Espiga]	6,10%	5,60%	-8,93%	-127,00 €	-798,35 €	●
[Banca Cívica]	5,20%	4,70%	-10,64%	-406,00 €	-793,23 €	●

Ibercaja	7,30%	6,70%	-8,96%	0,00 €	176,99 €	○
Unicaja	9,60%	9,00%	-6,67%	0,00 €	655,33 €	○
Banco Pastor, S.A.	6,80%	6,00%	-13,33%	0,00 €	0,00 €	○
[Caja Sol]	6,60%	6,00%	-10,00%	0,00 €	0,00 €	○
Bilbao Bizkaia Kutxa, Aurrezki Kutza Eta Bahitetxea	14,70%	14,10%	-4,26%	0,00 €	1.555,09 €	○
[Unim]	5,10%	4,50%	-13,33%	0,00 €	-901,40 €	●
Kutxa	11,10%	10,60%	-4,72%	-270,00 €	741,21 €	○
[Caja 3]	6,60%	6,10%	-8,20%	0,00 €	15,07 €	○
Caja Sur	4,90%	4,30%	-13,95%	0,00 €	-1.218,43 €	●
Banca March, S.A.	19,50%	19,00%	-2,63%	-208,00 €	1.023,58 €	○
Banco Guipuzcoano, S.A.	6,60%	6,10%	-8,20%	0,00 €	0,00 €	○
Caja Vital Kutxa	7,50%	7,00%	-7,14%	0,00 €	0,00 €	○
Caja de Ahorros y Monte de Piedad de Ontinyent	6,60%	6,60%	0,00%	0,00 €	0,00 €	○

Colonya - Caixa
d'Estalvis de
Pollença

6,60%

6,20%

-6,45%

0,00 €

0,00 €

○

Tier 1 ràtio (%) amb <i>FROB</i> del sistema	Tier 1 ràtio (%) del sistema després de l'escenari advers i del xoc sobirà amb <i>FROB</i> (% dels actius totals)	Taxa de variació del Tier 1 ràtio (%) amb <i>FROB</i> del sistema en l'escenari advers degut al xoc	Necessitat de capital addicional total del sistema per assolir una ràtio Tier 1 del 6% sota l'escenari advers + xoc sobirà addicional a finals de 2011, milions d'euros	Saldo de capital amb <i>FROB</i> del sistema (xoc), milions d'euros	Nombre d'entitats financeres amb necessitats de capital sense <i>FROB</i> (xoc)
ND	8,3%	ND	-2.043,00 €	11.868,56 €	8

Font: Elaboració pròpia a partir de Banco de España (2010a) i Banco de España (2010b).

Taula A. 9. Índex de Gini del valor de Shapley, les regles de repartiment: P, CEA, CEL, T i RA, i el repartiment executat per la FROB.

Índex de Gini		
Valor de Shapley	0,4229	****
P	0,3982	*****
CEA	0,3631	*****
CEL	0,4300	**
T	0,4300	**
RA	0,4230	***
FROB	0,4953	▪

Font: Elaboració pròpia a partir de Banco de España (2010b), Cano Berlanga (2023) i Zeileis & Kleiber (2014).

Taula A. 10. Coeficient d'asimetria de Lorenz del valor de Shapley, les regles de repartiment: P, CEA, CEL, T i RA, i el repartiment executat per la FROB.

Coeficient d'asimetria de Lorenz		
Valor de Shapley	1,1877	****
P	1,2082	***
CEA	1,2218	**
CEL	1,1823	*****
T	1,1823	*****
RA	1,1877	****
FROB	1,2219	▪

Font: Elaboració pròpia a partir de Banco de España (2010b), Cano Berlanga (2023) i Zeileis & Kleiber (2014).

Taula A. 11. Coeficient de variació del valor de Shapley, les regles de repartiment: P, CEA, CEL, T i RA, i el repartiment executat per la FROB.

Coeficient de variació		
Valor de Shapley	0,8702	...
P	0,8183	....
CEA	0,7347	.....
CEL	0,8780	..
T	0,8780	..
RA	0,8702	...
FROB	1,0930	.

Font: Elaboració pròpia a partir de Banco de España (2010b), Cano Berlanga (2023) i Zeileis & Kleiber (2014).

Taula A. 12. Índex de Herfindahl-Hirschman del valor de Shapley, les regles de repartiment: P, CEA, CEL, T i RA, i el repartiment executat per la FROB.

Índex de Herfindahl-Hirschman		
Valor de Shapley	0,2197	...
P	0,2076	....
CEA	0,1925	.....
CEL	0,2214	..
T	0,2213	..
RA	0,2197	...
FROB	0,2743	.

Font: Elaboració pròpia a partir de Banco de España (2010b), Cano Berlanga (2023) i Zeileis & Kleiber (2014).

Taula A. 13. Índex de concentració del primer rang del valor de Shapley, les regles de repartiment: P, CEA, CEL, T i RA, i el repartiment executat per la FROB.

Índex de concentració del primer rang		
Valor de Shapley	0,3810	..
P	0,4057	...
CEA	0,4381	....
CEL	0,3782	.
T	0,3782	.
RA	0,3810	..
FROB	0,4579	....

Font: Elaboració pròpia a partir de Banco de España (2010b) i Cano Berlanga (2023).

Taula A. 14. Taxa de Variació Percentual Mitjana del valor de Shapley, les regles de repartiment: P, CEA, CEL, T i RA, i el repartiment executat per la FROB.

Índex de Taxa de Variació Percentual Mitjana		
Valor de Shapley	-10,94	...
P	-7,39	....
CEA	-2,94	....
CEL	-11,90	.
T	-11,90	.
RA	-10,94	...
FROB	-11,19	..

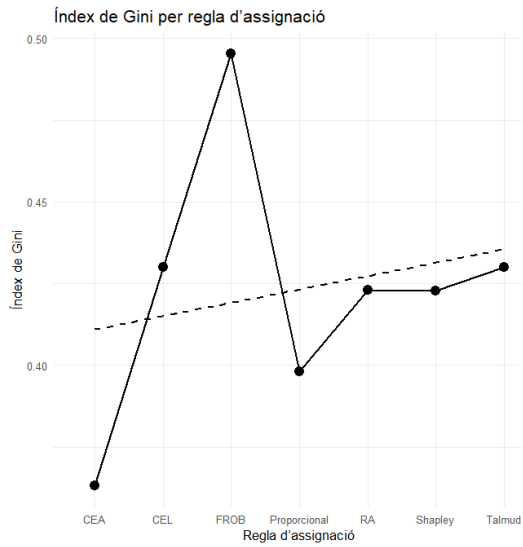
Font: Elaboració pròpia a partir de Banco de España (2010b) i Zeileis & Kleiber (2014).

Taula A. 15. Correlacions entre IHH IC1, Gini, CV, LAC i TVPM

	$IHH_{\mathcal{R}}$	$IC_{1,\mathcal{R}}$	$G_{\mathcal{R}}$	$CV_{\mathcal{R}}$	$LAC_{\mathcal{R}}$	$\overline{TVPM}_{\mathcal{R}}/100$
$IHH_{\mathcal{R}}$	1,0000	-0.4563	0,9770	0,9946	0,7359	-0.5566
$IC_{1,\mathcal{R}}$	-0.4563	1.0000	-0.5220	-0.4920	-0.2659	0.4295
$G_{\mathcal{R}}$	0,9770	-0.5220	1,0000	0,9877	0,6582	-0.7117
$CV_{\mathcal{R}}$	0,9946	-0.4920	0,9877	1,0000	0,7531	-0.6067
$LAC_{\mathcal{R}}$	0,7359	-0.2659	0,6582	0,7531	1,0000	-0.1747
$\overline{TVPM}_{\mathcal{R}}/100$	-0.5566	0.4295	-0.7117	-0.6067	-0.1747	1.0000

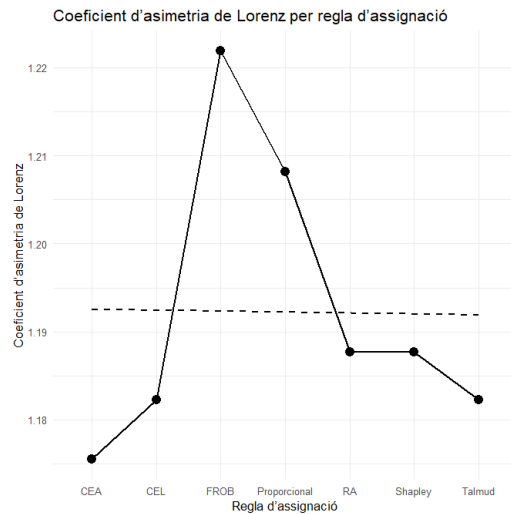
Font: Elaboració pròpia a partir de Banco de España (2010b), Cano Berlanga (2023) i Zeileis & Kleiber (2014).

Figura A. 1. Índex de Gini



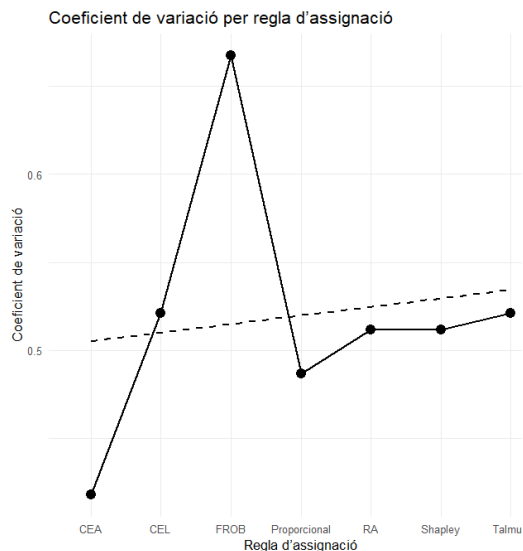
Font: Elaboració pròpia a partir de Banco de España (2010b), Cano Berlanga (2023) i Zeileis & Kleiber (2014).

Figura A. 2. Coeficient d'asimetria de Lorenz



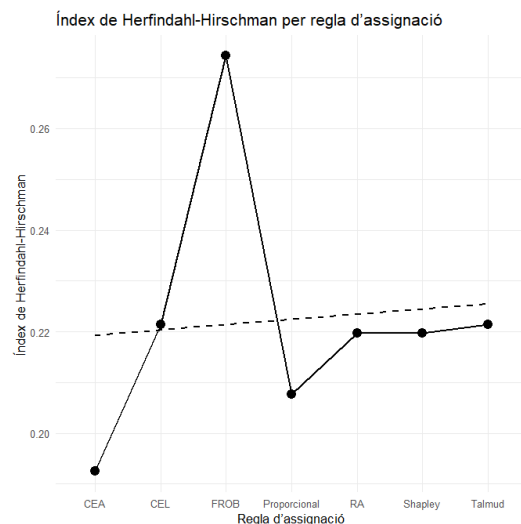
Font: Elaboració pròpia a partir de Banco de España (2010b), Cano Berlanga (2023) i Zeileis & Kleiber (2014).

Figura A. 3. Coeficient de variació



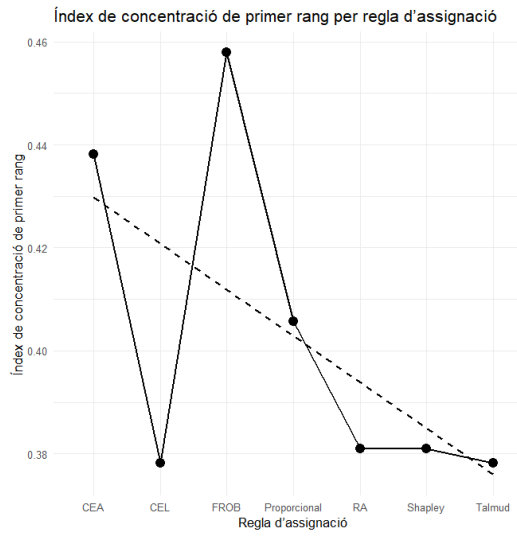
Font: Elaboració pròpia a partir de Banco de España (2010b), Cano Berlanga (2023) i Zeileis & Kleiber (2014).

Figura A. 4. Índex de Herfindahl-Hirschman



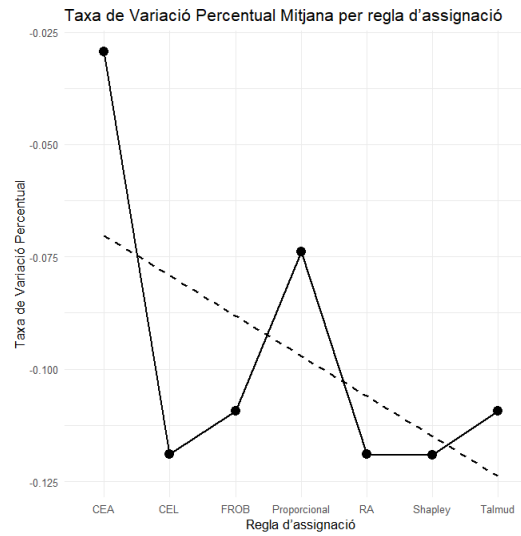
Font: Elaboració pròpia a partir de Banco de España (2010b), Cano Berlanga (2023) i Zeileis & Kleiber (2014).

Figura A. 5. Índex de concentració de rang 1



Font: Elaboració pròpia a partir de Banco de España (2010b), Cano Berlanga (2023) i Zeileis & Kleiber (2014).

Figura A. 6. Taxa de variació percentual mitjana (/100)



Font: Elaboració pròpia a partir de Banco de España (2010b), Cano Berlanga (2023) i Zeileis & Kleiber (2014).

ÍNDEX D'ANNEXOS 2

#8.2. 1. Packages utilitzats (alguns paquets incorporen altres).....	83
#8.2. 2. Plantejament del joc de bancarrota	83
#8.2. 3. Definició del joc.....	84
#8.2. 4. Càlcul del Valor de Shapley	84
#8.2. 5. Establiment dels agents, demandes i capital a repartir.....	84
#8.2. 6. Càlcul de la regla de Guanys Igualitaris Restringits (CEA).....	85
#8.2. 7. Càlcul de la regla de Pèrdues Igualitàries Restringides (CEL)	85
#8.2. 8. Càlcul de la regla Proporcional (P).....	85
#8.2. 9. Càlcul de la regla del Random Arrival (RA)	85
#8.2. 10. Càlcul de la regla del Talmud (T).....	85
#8.2. 11. Generar vectors de pagaments per tots els mètodes d'assignació	85
#8.2. 12. Càlcul propietat d'eficiència.....	86
#8.2. 13 Resum de les distribucions de capital	86
#8.2. 14. Càlcul de quotes de capital	86
#8.2. 15. Resum de les quotes de capital	87
#8.2. 16. Càlcul de Taxes de Variacions Percentuals Mitjanes	87
#8.2. 17. Resum de les TVPM	88
#8.2. 18. Càlcul de la corba de Lorenz.....	88
#8.2. 19. Representació de les corbes de Lorenz conjuntament.....	89
#8.2. 20. Càlcul de l'índex de Gini.....	90
#8.2. 21. Resum dels índex de Gini	90
#8.2. 22. Càlcul del coeficient de variació	90
#8.2. 23. Resum dels coeficients de variació	91
#8.2. 24. Càlcul del Coeficient d'Asimetria de Lorenz	91
#8.2. 25. Resum del Coeficient d'Asimetria de Lorenz.....	91
#8.2. 26. Càlcul de l'índex de Herfindahl-Hirschman.....	92
#8.2. 27. Resum dels índex de Herfindahl-Hirschman	92
#8.2. 28. Classificació d'entitats segons rangs (Índex de Concentració)	92
#8.2. 29. Resultats índex de concentració	93
#8.2. 30. Crear la taula amb tots els indicadors per regla	95
#8.2. 31. Taula de correlacions IHH amb indicadors d'igualtat (Gini, LAC i CV) i IC1 i TVPM	95
#8.2. 32. Gràfic LAC-CV	96
#8.2. 33. Gràfica IHH-Gini.....	96
#8.2. 34. Gràfica IHH-CV	97
#8.2. 35. Gràfica IHH-LAC	97
#8.2. 36. Gràfica IHH-IC1	98
#8.2. 37. Gràfica IC1-Gini	98
#8.2. 38. Gràfica IC1-LAC.....	99
#8.2. 39. Gràfica IC1-CV.....	99
#8.2. 40. Gràfica IC1-TVPM.....	100
#8.2. 41. Gràfica IHH-TVPM	100
#8.2. 42. Gràfica IHH-Gini.....	101
#8.2. 43. Gràfic dels índex de Herfindahl-Hirschman i Gini	101
#8.2. 44. Funció de dominància de Lorenz	103
#8.2. 45. Comparacions de dominància	103
#8.2. 46. Taula de dominància	105
#8.2. 47. Gràfic assignacions (Convergència d'igualtat).....	106

#8.2. 48. Representació d'indicadors	108
--	-----

8.2. Annex 2

Davant la manca d'alguns desconeixements sobre el programa R, en aquest apartat s'ha utilitzat la intel·ligència artificial (*ChatGpt*) per tal d'elaborar alguns dels comandaments. Tot i això, els *outputs* extrets han estat degudament analitzats tal que puguin expressar de la lògica i idoneïtat corresponent.

#8.2. 1. Packages utilitzats (alguns paquets incorporen altres)

```
install.packages("GameTheory")
```

```
library(GameTheory)
```

```
install.packages("ineq")
```

```
library(ineq)
```

```
install.packages("dplyr")
```

```
library(dplyr)
```

```
install.packages("ggplot2")
```

```
library(ggplot2)
```

```
install.packages("ggrepel")
```

```
library(ggrepel)
```

```
install.packages("tidyverse ")
```

```
library(tidyverse)
```

#8.2. 2. Plantejament del joc de bancarrota

```
COALICIONS<-
```

```
c(2959.00101,2339.42958,0.00000,0.00000,0.00000,0.00000,23.82958,340.86437,617  
6.00101,3566.68186,3454.89897,3757.35236,3752.23506,3860.40101,4177.43580,29  
47.11044,2835.32754,3137.78094,3132.66363,3240.82958,3557.86437,226.00839,52  
8.46179,523.34448,631.51044,948.54522,416.67890,411.56159,519.72754,836.76233  
,714.01498,822.18094,1139.21572,817.06363,1134.09841,1242.26437,6783.68186,66  
71.89897,6974.35236,6969.23506,7077.40101,7394.43580,4062.57982,4365.03322,4  
359.91591,4468.08186,4785.11665,4253.25032,4248.13301,4356.29897,4673.33376,  
4550.58641,4658.75236,4975.78715,4653.63506,4970.66984,5078.83580,3443.00839  
,3745.46179,3740.34448,3848.51044,4165.54522,3633.67890,3628.56159,3736.7275  
4,4053.76233,3931.01498,4039.18094,4356.21572,4034.06363,4351.09841,4459.264  
37,1024.35975,1019.24244,1127.40839,1444.44318,1321.69583,1429.86179,1746.89  
657,1424.74448,1741.77926,1849.94522,1209.91294,1318.07890,1635.11368,1312.9  
6159,1629.99637,1738.16233,1615.41498,1932.44976,2040.61572,2035.49841,7279.  
57982,7582.03322,7576.91591,7685.08186,8002.11665,7470.25032,7465.13301,7573  
.29897,7890.33376,7767.58641,7875.75236,8192.78715,7870.63506,8187.66984,829
```

```

5.83580,4860.93117,4855.81387,4963.97982,5281.01461,5158.26726,5266.43322,55
83.46800,5261.31591,5578.35069,5686.51665,5046.48437,5154.65032,5471.68511,5
149.53301,5466.56780,5574.73376,5451.98641,5769.02119,5877.18715,5872.06984,
4241.35975,4236.24244,4344.40839,4661.44318,4538.69583,4646.86179,4963.89657
,4641.74448,4958.77926,5066.94522,4426.91294,4535.07890,4852.11368,4529.9615
9,4846.99637,4955.16233,4832.41498,5149.44976,5257.61572,5252.49841,1817.593
79,1925.75975,2242.79453,1920.64244,2237.67722,2345.84318,2223.09583,2540.13
061,2648.29657,2643.17926,2111.31294,2428.34772,2536.51368,2531.39637,2833.8
4976,8077.93117,8072.81387,8180.97982,8498.01461,8375.26726,8483.43322,8800.
46800,8478.31591,8795.35069,8903.51665,8263.48437,8371.65032,8688.68511,8366
.53301,8683.56780,8791.73376,8668.98641,8986.02119,9094.18715,9089.06984,565
4.16522,5762.33117,6079.36596,5757.21387,6074.24865,6182.41461,6059.66726,63
76.70204,6484.86800,6479.75069,5947.88437,6264.91915,6373.08511,6367.96780,6
670.42119,5034.59379,5142.75975,5459.79453,5137.64244,5454.67722,5562.84318,
5440.09583,5757.13061,5865.29657,5860.17926,5328.31294,5645.34772,5753.51368
,5748.39637,6050.84976,2718.99379,3036.02857,3144.19453,3139.07722,3441.5306
1,3329.74772,8871.16522,8979.33117,9296.36596,8974.21387,9291.24865,9399.414
61,9276.66726,9593.70204,9701.86800,9696.75069,9164.88437,9481.91915,9590.08
511,9584.96780,9887.42119,6555.56522,6872.60000,6980.76596,6975.64865,7278.1
0204,7166.31915,5935.99379,6253.02857,6361.19453,6356.07722,6658.53061,6546.
74772,3937.42857,9772.56522,10089.60000,10197.76596,10192.64865,10495.10204,
10383.31915,7774.00000,7154.42857,10991.00000)

```

#8.2. 3. Definició del joc

```
JOC<-DefineGame(8,COALICIONS)
```

```
summary(JOC)
```

```
CAIXES<-c("Júpiter","Diada","Breogán","Mare Nostrum","Espiga","Banca
Cívica","Unim","Caja Sur")
```

#8.2. 4. Càlcul del Valor de Shapley

```
Shapley<-ShapleyValue(JOC, CAIXES)
```

```
summary(Shapley)
```

#8.2. 5. Establiment dels agents, demandes i capital a repartir

```
C<-c("Mare Nostrum", "Breogán","Banca Cívica","Espiga","Unim","Caja
Sur","Diada","Júpiter")
```

```
#Establiment de demandes
```

```
D<-
c(495.8980,607.6809,793.2340,798.3514,901.4000,1218.4348,3217.0000,3836.5714)
```

```
sum(D)
```

```
E<-10991
```

```
E
```

#8.2. 6. Càlcul de la regla de Guanyys Igualitaris Restringits (CEA)

CEA(E,D,C)->CEA

summary(CEA)

#8.2. 7. Càlcul de la regla de Pèrdues Igualitàries Restringides (CEL)

CEL(E,D,C)->CEL

summary(CEL)

#8.2. 8. Càlcul de la regla Proporcional (P)

Proportional(E,D,C)->P

summary(P)

#8.2. 9. Càlcul de la regla del Random Arrival (RA)

RandomArrival(E,D,C)->RA

summary(RA)

#8.2. 10. Càlcul de la regla del Talmud (T)

Talmud(E,D,C)->T

summary(T)

#8.2. 11. Generar vectors de pagaments per tots els mètodes d'assignació

CEA<-c(3088.0005, 3088.0005, 607.6809, 495.8980, 798.3514, 793.2340, 901.4000,
1218.4348)

CEL<-c(3726.8751, 3107.3037, 497.9845, 386.2017, 688.6550, 683.5377, 791.7037,
1108.7385)

P<-c(3552.8926, 2979.1328, 562.7485, 459.2309, 739.3207, 734.5818, 834.7499,
1128.3429)

T<-c(3726.8751, 3107.3037, 497.9845, 386.2017, 688.6550, 683.5377, 791.7037,
1108.7385)

RA<-c(3712.3195, 3092.7480, 521.9845, 426.1706, 685.4164, 681.0301, 777.1480,
1094.1828)

SHAPLEY<-
c(3712.3195,3092.7480,521.9845,426.1706,685.4164,681.0301,777.1480,1094.1828)

FROB<-
c(4465.0000,1250.0000,1162.0000,916.0000,525.0000,0.0000,380.0000,800.0000)

#8.2. 12. Càlcul propietat d'eficiència

```
sum(CEA)
```

```
sum(CEL)
```

```
sum(T)
```

```
sum(P)
```

```
sum(RA)
```

sum(FROB) #Pot no assolir-se degut a que no reparteix tot el capital entre les entitats analitzades. N'hi ha d'altres que reben capital però no mostren indicis de necessitats de capital.

```
sum(SHAPLEY)
```

#8.2. 13 Resum de les distribucions de capital

```
D.R <-  
data.frame(Caixes=CAIXES,Demandes=DEMANDES,CEA,CEL,P,RA,Shapley=SHAPL  
EY,FROB)
```

```
print(D.R)
```

#8.2. 14. Càlcul de quotes de capital

```
Q.CEA<-(CEA/E)*100
```

```
print(Q.CEA)
```

```
sum(Q.CEA)
```

```
Q.CEL<-(CEL/E)*100
```

```
print(Q.CEL)
```

```
sum(Q.CEL)
```

```
Q.P<-(P/E)*100
```

```
print(Q.P)
```

```
sum(Q.P)
```

```
Q.T<-(T/E)*100
```

```
print(Q.T)
```

```
sum(Q.T)
```

```
Q.RA<-(RA/E)*100
```

```

print(Q.RA)

sum(Q.RA)

Q.SHAPLEY<-(SHAPLEY/E)*100

print(Q.SHAPLEY)

sum(Q.SHAPLEY)

Q.FROB<-(FROB/E)*100

print(Q.FROB)

sum(Q.FROB)

```

#8.2. 15. Resum de les quotes de capital

```

Q <- data.frame(CAIXES,CEA = round((CEA / E) * 100, 2),CEL = round((CEL / E) * 100,
2),Proporcional = round((P / E) * 100, 2),Talmud = round((T / E) * 100, 2),RA = round((RA
/ E) * 100, 2),Shapley = round((SHAPLEY / E) * 100, 2),FROB = round((FROB / E) * 100,
2))

print(Q)

```

#8.2. 16. Càlcul de Taxes de Variacions Percentuals Mitjanes

```

D<-c(3836.571,3217.000,607.681,495.898,798.351,793.234,901.400,1218.435)

tvpm <- function(repartit, real) {valids <- real != 0

  mean((repartit[valids] - real[valids]) / real[valids] * 100)}

tvpm_CEA<- tvpm(CEA, D)

cat("TVPM per CEA:", round(tvpm_CEA, 2), "%\n")

tvpm_CEL<- tvpm(CEL, D)

cat("TVPM per CEL:", round(tvpm_CEL, 2), "%\n")

tvpm_P<- tvpm(P, D)

cat("TVPM per P:", round(tvpm_P, 2), "%\n")

tvpm_T<- tvpm(T, D)

cat("TVPM per T:", round(tvpm_T, 2), "%\n")

tvpm_RA<- tvpm(RA, D)

cat("TVPM per RA:", round(tvpm_RA, 2), "%\n")

tvpm_SHAPLEY<- tvpm(SHAPLEY, D)

```

```
cat("TVPM per SHAPLEY:", round(tvpm_SHAPLEY, 2), "%\n")
```

```
tvpm_FROB<- tvpm(FROB, D)
```

```
cat("TVPM per FROB:", round(tvpm_FROB, 2), "%\n")
```

```
#8.2. 17. Resum de les TVPM
```

```
resultats <- data.frame(Regla = c("CEA", "CEL", "Proporcional", "Talmud", "Random  
Arrival", "Shapley", "FROB"),TVPM = c(tvpm(CEA, D),tvpm(CEL, D),tvpm(P, D),tvpm(T,  
D),tvpm(RA, D),tvpm(SHAPLEY, D),tvpm(FROB,D)))
```

```
resultats$TVPM <- round(resultats$TVPM, 2)
```

```
print(resultats)
```

```
#8.2. 18. Càlcul de la corba de Lorenz
```

```
Lc.CEA<-Lc(CEA)
```

```
plot(Lc.CEA, col="blue",lwd=2, main="Corba de Lorenz (CEA)",xlab="Caixes  
Acumulades (%)",ylab="Capital Acumulat (%)")
```

```
abline(0,1,col="red",lty=2)
```

```
Lc.CEL<-Lc(CEL)
```

```
plot(Lc.CEL, col="blue",lwd=2, main="Corba de Lorenz (CEL)",xlab="Caixes  
Acumulades (%)",ylab="Capital Acumulat (%)")
```

```
abline(0,1,col="red",lty=2)
```

```
Lc.P<-Lc(P)
```

```
plot(Lc.P, col="blue",lwd=2, main="Corba de Lorenz (P)",xlab="Caixes Acumulades  
(%)",ylab="Capital Acumulat (%)")
```

```
abline(0,1,col="red",lty=2)
```

```
Lc.T<-Lc(T)
```

```
plot(Lc.T, col="blue",lwd=2, main="Corba de Lorenz (T)",xlab="Caixes Acumulades  
(%)",ylab="Capital Acumulat (%)")
```

```
abline(0,1,col="red",lty=2)
```

```
Lc.RA<-Lc(RA)
```

```
plot(Lc.RA, col="blue",lwd=2, main="Corba de Lorenz (RA)",xlab="Caixes Acumulades (%)",ylab="Capital Acumulat (%)")
```

```
abline(0,1,col="red",lty=2)
```

```
Lc.SHAPLEY<-Lc(SHAPLEY)
```

```
plot(Lc.SHAPLEY, col="blue",lwd=2, main="Corba de Lorenz (SHAPLEY)",xlab="Caixes Acumulades (%)",ylab="Capital Acumulat (%)")
```

```
abline(0,1,col="red",lty=2)
```

```
Lc.FROB<-Lc(FROB)
```

```
plot(Lc.FROB, col="blue",lwd=2, main="Corba de Lorenz (FROB)",xlab="Caixes Acumulades (%)",ylab="Capital Acumulat (%)")
```

```
abline(0,1,col="red",lty=2)
```

#8.2. 19. Representació de les corbes de Lorenz conjuntament

```
L1<-Lc(SHAPLEY)
```

```
L2<-Lc(CEA)
```

```
L3<-Lc(CEL)
```

```
L4<-Lc(P)
```

```
L5<-Lc(RA)
```

```
L6<-Lc(T)
```

```
L7<-Lc(FROB)
```

```
plot(L1, col = "blue", lwd = 2, main = "Comparació de Corbes de Lorenz",xlab="Caixes acumulades (%)", ylab="Capital Acumulat (%)",ylim=c(0,1))
```

```
lines(L2, col = "red", lwd = 2, lty=2)
```

```
lines(L3, col = "green", lwd = 2, lty=3)
```

```
lines(L4, col = "yellow", lwd = 2, lty=4)
```

```
lines(L5, col = "orange", lwd = 2, lty=5)
```

```
lines(L6, col = "purple", lwd = 2, lty=6)
```

```
lines(L7,col="brown",lwd=2,lty=7)
```

```
abline(0, 1, col ="black", lty = 1)
```

```
legend("topleft", legend = c("Shapley", "CEA", "CEL","P","RA","T","FROB","Igualtat  
perfecte"), col = c("blue","red","green","yellow","orange","purple","brown" ,"black"),lwd =  
2,lty = c(1,2,3,4,5,6,7,1))
```

```
#8.2. 20. Càlcul de l'índex de Gini
```

```
Gini(CEA)
```

```
Gini(CEL)
```

```
Gini(P)
```

```
Gini(T)
```

```
Gini(RA)
```

```
Gini(SHAPLEY)
```

```
Gini(FROB)
```

```
#8.2. 21. Resum dels índex de Gini
```

```
R<-c("CEA","CEL","P","RA","T","FROB","Shapley")
```

```
gini.values<-
```

```
c(Gini(CEA),Gini(CEL),Gini(P),Gini(RA),Gini(T),Gini(FROB),Gini(SHAPLEY))
```

```
taula.gini<-data.frame(R,Gini=gini.values)
```

```
print(taula.gini)
```

```
#8.2. 22.Càlcul del coeficient de variació
```

```
var.coeff(CEA)
```

```
var.coeff (CEL)
```

```
var.coeff (P)
```

```
var.coeff (T)
```

```
var.coeff (FROB)
```

```
var.coeff (SHAPLEY)
```

```
#8.2. 23. Resum dels coeficients de variació
```

```
cv.values <- c(  
  var.coeff(CEA),  
  var.coeff(CEL),  
  var.coeff(P),  
  var.coeff(T),  
  var.coeff(RA),  
  var.coeff(SHAPLEY),  
  var.coeff(FROB)  
)  
taula.cv <- data.frame(  
  Regla = c("CEA", "CEL", "Proporcional", "Talmud", "RA", "Shapley", "FROB"),  
  CV = round(cv.values, 4)  
)  
print(taula.cv)
```

```
#8.2. 24. Càlcul del Coeficient d'Asimetria de Lorenz
```

```
Lasym(CEA)
```

```
Lasym(CEL)
```

```
Lasym(P)
```

```
Lasym(T)
```

```
Lasym(RA)
```

```
Lasym(SHAPLEY)
```

```
Lasym(FROB)
```

```
#8.2. 25. Resum del Coeficient d'Asimetria de Lorenz
```

```
lac.values <- c(  
  Lasym(CEA),
```

```

Lasym(CEL),
Lasym(P),
Lasym(T),
Lasym(RA),
Lasym(SHAPLEY),
Lasym(FROB)
)
taula.lac <- data.frame(
  Regla = c("CEA", "CEL", "Proporcional", "Talmud", "RA", "Shapley", "FROB"),
  LAC = round(lac.values, 4)
)
print(taula.lac)

```

#8.2. 26. Càlcul de l'índex de Herfindahl-Hirschman

```

conc(CEA)
conc(CEL)
conc(P)
conc(T)
conc(FROB)
conc(SHAPLEY)

```

#8.2. 27. Resum dels índex de Herfindahl-Hirschman

```

R<-c("CEA","CEL","P","RA","T","FROB","Shapley")

Herfindahl.values<-
c(conc(CEA),conc(CEL),conc(P),conc(RA),conc(T),conc(FROB),conc(SHAPLEY))

taula.herfindahl<-data.frame(R,Herfindahl=Herfindahl.values)

print(taula.herfindahl)

```

#8.2. 28. Classificació d'entitats segons rangs (Índex de Concentració)

```

classifica_rang <- function(quota) {

```

```

cut(quota,
    breaks = c(-Inf, 25, 50, 75, 100, Inf),
    labels = c("R1", "R2", "R3", "R4", "R5"),
    right = TRUE)
}
rang_CEA <- classifica_rang(Q$CEA)
rang_CEL <- classifica_rang(Q$CEL)
rang_P <- classifica_rang(Q$Proporcional)
rang_T <- classifica_rang(Q$Talmud)
rang_RA <- classifica_rang(Q$RA)
rang_Shapley <- classifica_rang(Q$Shapley)
rang_FROB <- classifica_rang(Q$FROB)
classificacio_rangs <- data.frame(
  CAIXES = Q$CAIXES,
  Rang_CEA = rang_CEA,
  Rang_CEL = rang_CEL,
  Rang_P = rang_P,
  Rang_T = rang_T,
  Rang_RA = rang_RA,
  Rang_Shapley = rang_Shapley,
  Rang_FROB = rang_FROB
)
print(classificacio_rangs)
#8.2. 29. Resultats índex de concentració
classificacio_rangs <- classificacio_rangs %>%
mutate(
  CEA = Q$CEA,

```

```

CEL = Q$CEL,
Proporcional = Q$Proporcional,
Talmud = Q$Talmud,
RA = Q$RA,
Shapley = Q$Shapley,
FROB = Q$FROB
)
sumar_rang <- function(df, columna_rang, columna_quota, rang) {
df %>%
  filter(.data[[columna_rang]] == rang) %>%
  summarise(Suma = sum(.data[[columna_quota]])) %>%
  pull(Suma)
}
resultats_rangs <- data.frame(
  Regla = c("CEA", "CEL", "Proporcional", "Talmud", "RA", "Shapley", "FROB"),
  R1 = c(
    sumar_rang(classificacio_rangs, "Rang_CEA", "CEA", "R1"),
    sumar_rang(classificacio_rangs, "Rang_CEL", "CEL", "R1"),
    sumar_rang(classificacio_rangs, "Rang_P", "Proporcional", "R1"),
    sumar_rang(classificacio_rangs, "Rang_T", "Talmud", "R1"),
    sumar_rang(classificacio_rangs, "Rang_RA", "RA", "R1"),
    sumar_rang(classificacio_rangs, "Rang_Shapley", "Shapley", "R1"),
    sumar_rang(classificacio_rangs, "Rang_FROB", "FROB", "R1")
  ),
  R2 = c(
    sumar_rang(classificacio_rangs, "Rang_CEA", "CEA", "R2"),
    sumar_rang(classificacio_rangs, "Rang_CEL", "CEL", "R2"),

```

```

sumar_rang(classificacio_rangs, "Rang_P", "Proporcional", "R2"),
sumar_rang(classificacio_rangs, "Rang_T", "Talmud", "R2"),
sumar_rang(classificacio_rangs, "Rang_RA", "RA", "R2"),
sumar_rang(classificacio_rangs, "Rang_Shapley", "Shapley", "R2"),
sumar_rang(classificacio_rangs, "Rang_FROB", "FROB", "R2")
)
)
resultats_rangs <- resultats_rangs %>%
  mutate(R1_R2 = R1 + R2)
print(resultats_rangs)
#8.2. 30. Crear la taula amb tots els indicadors per regla
taula_index <- data.frame(
  Regla = c("CEA", "CEL", "Proporcional", "RA", "Talmud", "FROB", "Shapley"),
  Herfindahl = c(0.1925, 0.2214, 0.2077, 0.2197, 0.2214, 0.2743, 0.2197),
  Gini = c(0.3631, 0.4300, 0.3982, 0.4230, 0.4300, 0.4953, 0.4229),
  CV = c(0.4180, 0.5213, 0.4867, 0.5119, 0.5213, 0.6672, 0.5119),
  LAC = c(1.1755, 1.1823, 1.2082, 1.1877, 1.1823, 1.2219, 1.1877),
  IC1= c(0.4381,0.3782,0.4057, 0.3810,0.3782, 0.4579,0.3810),
  TVPM=c(-0.0294,-0.1190,-0.0739,-0.1190,-0.1094,-0.1094,-0.1191)
)
print(taula_index)
#8.2. 31. Taula de correlacions IHH amb indicadors d'igualtat (Gini, LAC i CV) i IC1 i
TVPM
correlacions <- taula_index[, c("Herfindahl","IC1","Gini", "CV", "LAC","TVPM")]
matriu_cor <- cor(correlacions, method = "pearson")

```

```
print(round(matriu_cor, 4))
```

#8.2. 32. Gràfic LAC-CV

```
taula_lac_cv <- merge(taula.lac, taula.cv, by = "Regla")  
ggplot(taula_lac_cv, aes(x = LAC, y = CV)) +  
  geom_point(size = 4, color = "black") +  
  geom_text_repel(  
    aes(label = Regla),  
    size = 4,  
    color = "black",  
    box.padding = 0.6,  
    point.padding = 0.8,  
    segment.color = NA,  
    max.overlaps = Inf  
  ) +  
  geom_smooth(method = "lm", se = FALSE, linetype = "dashed", color = "gray60") +  
  labs(  
    title = "Relació entre l'asimetria (LAC) i la variació (CV)",  
    x = "Coeficient d'asimetria de Lorenz (LAC)",  
    y = "Coeficient de variació (CV)"  
  ) +  
  theme_minimal(base_size = 13)
```

#8.2. 33. Gràfica IHH-Gini

```
ggplot(taula_index, aes(x = Herfindahl, y = Gini)) +  
  geom_point(size = 4, color = "black") +  
  geom_text_repel(aes(label = Regla), size = 4, color = "black", segment.color = NA) +  
  geom_smooth(method = "lm", se = FALSE, linetype = "dashed", color = "gray50") +
```

```
labs(
  title = "Relació entre Herfindahl i l'índex de Gini",
  x = "Índex de Herfindahl-Hirschman (IHH)",
  y = "Índex de Gini"
) +
theme_minimal(base_size = 13)
```

#8.2. 34. Gràfica IHH-CV

```
ggplot(taula_índex, aes(x = Herfindahl, y = CV)) +
  geom_point(size = 4, color = "black") +
  geom_text_repel(aes(label = Regla), size = 4, color = "black", segment.color = NA) +
  geom_smooth(method = "lm", se = FALSE, linetype = "dashed", color = "gray50") +
labs(
  title = "Relació entre Herfindahl i el coeficient de variació (CV)",
  x = "Índex de Herfindahl-Hirschman (IHH)",
  y = "Coeficient de variació (CV)"
) +
theme_minimal(base_size = 13)
```

#8.2. 35. Gràfica IHH-LAC

```
ggplot(taula_índex, aes(x = Herfindahl, y = LAC)) +
  geom_point(size = 4, color = "black") +
  geom_text_repel(aes(label = Regla), size = 4, color = "black", segment.color = NA) +
  geom_smooth(method = "lm", se = FALSE, linetype = "dashed", color = "gray50") +
labs(
```

```

title = "Relació entre Herfindahl i l'asimetria de Lorenz (LAC)",
x = "Índex de Herfindahl-Hirschman (IHH)",
y = "Coeficient d'asimetria de Lorenz (LAC)"
) +
theme_minimal(base_size = 13)
#8.2. 36. Gràfica IHH-IC1
ggplot(taula_índex, aes(x = Herfindahl, y = IC1)) +
  geom_point(size = 4, color = "black") +
  geom_text_repel(aes(label = Regla), size = 4, color = "black", segment.color = NA) +
  geom_smooth(method = "lm", se = FALSE, linetype = "dashed", color = "gray50") +
  labs(
    title = "Relació entre Herfindahl i l'índex de Concentració del rang 1",
    x = "Índex de Herfindahl-Hirschman (IHH)",
    y = "Índex de Concentració del rang 1"
  ) +
  theme_minimal(base_size = 13)

```

#8.2. 37. Gràfica IC1-Gini

```

ggplot(taula_índex, aes(x = IC1, y = Gini)) +
  geom_point(size = 4, color = "black") +
  geom_text_repel(aes(label = Regla), size = 4, color = "black", segment.color = NA) +
  geom_smooth(method = "lm", se = FALSE, linetype = "dashed", color = "gray50") +
  labs(
    title = "Relació entre l'índex de Concentració del rang 1 i l'índex de Gini",

```

```

x = "Índex de Concentració del rang 1",
y = "índex de Gini"
) +
theme_minimal(base_size = 13)
#8.2. 38. Gràfica IC1-LAC
ggplot(taula_índex, aes(x = IC1, y = LAC)) +
geom_point(size = 4, color = "black") +
geom_text_repel(aes(label = Regla), size = 4, color = "black", segment.color = NA) +
geom_smooth(method = "lm", se = FALSE, linetype = "dashed", color = "gray50") +
labs(
  title = "Relació entre l'índex de Concentració del rang 1 i el coeficient d'asimetria de
Lorenz",
  x = "Índex de Concentració del rang 1",
  y = "Coeficient d'asimetria de Lorenz"
) +
theme_minimal(base_size = 13)

```

#8.2. 39. Gràfica IC1-CV

```

ggplot(taula_índex, aes(x = IC1, y = CV)) +
geom_point(size = 4, color = "black") +
geom_text_repel(aes(label = Regla), size = 4, color = "black", segment.color = NA) +
geom_smooth(method = "lm", se = FALSE, linetype = "dashed", color = "gray50") +
labs(
  title = "Relació entre l'índex de Concentració del rang 1 i el coeficient de variació",

```

```
x = "Índex de Concentració del rang 1",
```

```
y = "Coeficient de variació"
```

```
) +
```

```
theme_minimal(base_size = 13)
```

#8.2. 40. Gràfica IC1-TVPM

```
ggplot(taula_índex, aes(x = IC1, y = TVPM)) +
```

```
geom_point(size = 4, color = "black") +
```

```
geom_text_repel(aes(label = Regla), size = 4, color = "black", segment.color = NA) +
```

```
geom_smooth(method = "lm", se = FALSE, linetype = "dashed", color = "gray50") +
```

```
labs(
```

```
  title = "Relació entre l'índex de Concentració del rang 1 i la Taxa de Variació Percentual mitjana",
```

```
  x = "Índex de Concentració del rang 1",
```

```
  y = "Taxa de Variació Percentual mitjana "
```

```
) +
```

```
theme_minimal(base_size = 13)
```

#8.2. 41. Gràfica IHH-TVPM

```
ggplot(taula_índex, aes(x = Herfindahl, y = TVPM)) +
```

```
geom_point(size = 4, color = "black") +
```

```
geom_text_repel(aes(label = Regla), size = 4, color = "black", segment.color = NA) +
```

```
geom_smooth(method = "lm", se = FALSE, linetype = "dashed", color = "gray50") +
```

```
labs(
```

```
  title = "Relació entre l'índex de Herfindahl-Hirschman i la Taxa de Variació Percentual mitjana",
```

```

x = "Índex de Herfindahl-Hirschman",
y = " Taxa de Variació Percentual mitjana "
) +

```

```

theme_minimal(base_size = 13)

```

#8.2. 42. Gràfica IHH-Gini

```

ggplot(taula_índex, aes(x = Herfindahl, y = Gini)) +
  geom_point(size = 4, color = "black") +
  geom_text_repel(aes(label = Regla), size = 4, color = "black", segment.color = NA) +
  geom_smooth(method = "lm", se = FALSE, linetype = "dashed", color = "gray50") +
  labs(
    title = "Relació entre Herfindahl i l'índex de Gini",
    x = "Índex de Herfindahl-Hirschman (IHH)",
    y = "Índex de Gini"
  ) +
  theme_minimal(base_size = 13)

```

#8.2. 43. Gràfic dels índex de Herfindahl-Hirschman i Gini

```

taula_desigualtat <- data.frame(
  Regla = c("CEA", "CEL", "P", "RA", "T", "FROB", "Shapley"),
  Herfindahl = c(0.1924667, 0.2213737, 0.2076566, 0.2196866, 0.2213737, 0.2743321,
0.2196593),
  Gini = c(0.3631, 0.4300, 0.3982, 0.4230, 0.4300, 0.4953, 0.4229)
)

mitjana_H <- mean(taula_desigualtat$Herfindahl)

```

```

taula_desigualtat <- taula_desigualtat %>%

mutate(

  nivell = ifelse(Herfindahl > mitjana_H, "Superior a la mitjana", "Inferior a la mitjana"),

  etiqueta = paste0("H: ", format(Herfindahl, digits = 4, nsmall = 4),

                    "\nG: ", format(Gini, digits = 4, nsmall = 4))

)

ggplot(taula_desigualtat, aes(x = reorder(Regla, Herfindahl), y = Herfindahl)) +

  geom_segment(aes(xend = Regla, y = 0, yend = Herfindahl), color = "grey70", linewidth
= 1) +

  geom_point(aes(color = nivell), size = 4) +

  geom_text(aes(label = etiqueta), vjust = -0.6, size = 3.5) +

  geom_hline(yintercept = mitjana_H, linetype = "dashed", color = "darkred", linewidth =
0.8) +

  scale_color_manual(values = c("Inferior a la mitjana" = "forestgreen", "Superior a la
mitjana" = "firebrick")) +

  scale_y_continuous(breaks = seq(0, 0.3, 0.05), limits = c(0, 0.3)) +

  labs(

    title = "Índex de Herfindahl-Hirschman i Índex de Gini per regla d'assignació",

    subtitle = paste("Línia vermella: mitjana H =", format(round(mitjana_H, 4), nsmall = 4),

                    " | H = Herfindahl, G = Gini"),

    x = "Regla",

    y = "Nivell de desigualtat",

    color = "Comparació amb la mitjana de H"

  ) +

```

```

theme_minimal(base_size = 13) +

theme(

  panel.grid.major.y = element_line(color = "grey90"),

  panel.grid.minor = element_blank(),

  axis.text.x = element_text(angle = 0, hjust = 1),

  legend.position = "bottom"

)

```

#8.2. 44. Funció de dominància de Lorenz

```

lorenz_dominance <- function(x1, x2) {
  x1 <- sort(as.numeric(x1))
  x2 <- sort(as.numeric(x2))
  L1 <- cumsum(x1) / sum(x1)
  L2 <- cumsum(x2) / sum(x2)
  all(L1 >= L2) && any(L1 > L2)
}

```

#8.2. 45. Comparacions de dominància

```

lorenz_dominance(CEA, CEA)
lorenz_dominance(CEA, CEL)
lorenz_dominance(CEA, T)
lorenz_dominance(CEA, RA)
lorenz_dominance(CEA, P)
lorenz_dominance(CEA, SHAPLEY)
lorenz_dominance(CEA, FROB)
lorenz_dominance(CEL, CEL)
lorenz_dominance(CEL, CEA)
lorenz_dominance(CEL, T)

```

lorenz_dominance(CEL, RA)
lorenz_dominance(CEL, P)
lorenz_dominance(CEL, SHAPLEY)
lorenz_dominance(CEL, FROB)
lorenz_dominance(T, T)
lorenz_dominance(T, CEA)
lorenz_dominance(T, CEL)
lorenz_dominance(T, RA)
lorenz_dominance(T, P)
lorenz_dominance(T, SHAPLEY)
lorenz_dominance(T, FROB)
lorenz_dominance(RA, RA)
lorenz_dominance(RA, CEA)
lorenz_dominance(RA, CEL)
lorenz_dominance(RA, T)
lorenz_dominance(RA, P)
lorenz_dominance(RA, SHAPLEY)
lorenz_dominance(RA, FROB)
lorenz_dominance(P, P)
lorenz_dominance(P, CEA)
lorenz_dominance(P, CEL)
lorenz_dominance(P, T)
lorenz_dominance(P, RA)
lorenz_dominance(P, SHAPLEY)
lorenz_dominance(P, FROB)
lorenz_dominance(FROB, P)
lorenz_dominance(FROB, CEA)

```

lorenz_dominance(FROB, CEL)
lorenz_dominance(FROB, T)
lorenz_dominance(FROB, RA)
lorenz_dominance(FROB, SHAPLEY)
lorenz_dominance(FROB, FROB)
lorenz_dominance(SHAPLEY, P)
lorenz_dominance(SHAPLEY, CEA)
lorenz_dominance(SHAPLEY, CEL)
lorenz_dominance(SHAPLEY, T)
lorenz_dominance(SHAPLEY, RA)
lorenz_dominance(SHAPLEY, SHAPLEY)
lorenz_dominance(SHAPLEY, FROB)

```

#8.2. 46. Taula de dominància

```

compute_lorenz_dominance_table <- function(payouts) {
  rules <- names(payouts)
  n <- length(rules)
  dominance_matrix <- matrix(FALSE, nrow = n, ncol = n, dimnames = list(rules, rules))
  for (i in 1:n) {
    for (j in 1:n) {
      if (i != j) {
        dominance_matrix[i, j] <- lorenz_dominance(payouts[[i]], payouts[[j]])
      }
    }
  }
  as.data.frame(dominance_matrix)
}

payouts <- list(CEA = CEA, CEL = CEL, T = T, RA = RA, P = P, FROB = FROB,
SHAPLEY = SHAPLEY)

```

```

rules <- names(payouts)

n <- length(rules)

dominance_matrix <- matrix(FALSE, nrow = n, ncol = n, dimnames = list(rules, rules))

for (i in 1:n) {
  for (j in 1:n) {
    if (i != j) {
      dominance_matrix[i, j] <- lorenz_dominance(payouts[[i]], payouts[[j]])
    }
  }
}

dominance_char <- matrix("FALSE", nrow = n, ncol = n, dimnames = list(rules, rules))

dominance_char[dominance_matrix] <- "TRUE"

diag(dominance_char) <- "-"

dominance_table <- as.data.frame(dominance_char)

print(dominance_table)

#8.2. 47. Gràfic assignacions (Convergència d'igualtat)

gini_vals <- data.frame(
  Regla = c("FROB", "T", "CEL", "RA", "Shapley", "Proporcional", "CEA"),
  Gini = c(0.4953, 0.4300, 0.4300, 0.4230, 0.4229, 0.3982, 0.3631)
)

assignacions <- data.frame(
  Regla = c("FROB", "T", "CEL", "RA", "Shapley", "Proporcional", "CEA"),
  Júpiter = c(4465.00, 3726.88, 3726.88, 3712.32, 3712.32, 3552.89, 3088.00),
  Diada = c(1250.00, 3107.30, 3107.30, 3092.75, 3092.75, 2979.13, 3088.00),
  Breogán = c(1162.00, 497.98, 497.98, 521.98, 521.98, 562.75, 607.68),
  `Mare Nostrum` = c(916.00, 386.20, 386.20, 426.17, 426.17, 459.23, 495.90),

```

```

Espiga = c(525.00, 688.66, 688.66, 685.42, 685.42, 739.32, 798.35),
`Banca Cívica` = c(0.00, 683.54, 683.54, 681.03, 681.03, 734.58, 793.23),
Unim = c(380.00, 791.70, 791.70, 777.15, 777.15, 834.75, 901.40),
`Caja Sur` = c(800.00, 1108.74, 1108.74, 1094.18, 1094.18, 1128.34, 1218.43)
)
ordre_regles <- gini_vals %>% arrange(desc(Gini)) %>% pull(Regla)
assignacions$Regla <- factor(assignacions$Regla, levels = ordre_regles)
gini_vals$Regla <- factor(gini_vals$Regla, levels = ordre_regles)
assignacions_llarg <- assignacions %>%
  pivot_longer(-Regla, names_to = "Caixa", values_to = "Quantia")
ggplot(assignacions_llarg, aes(x = as.numeric(Regla), y = Quantia, group = Caixa,
color = Caixa)) +
  geom_line(linewidth = 1) +
  geom_point(size = 2) +
  geom_smooth(method = "lm", se = FALSE, linetype = "dotted", linewidth = 0.8) +
  geom_vline(
    xintercept = seq(1.5, length(ordre_regles) - 0.5, by = 1),
    color = "gray40",
    linetype = "longdash",
    linewidth = 0.8
  ) +
  geom_text(data = gini_vals,
            aes(x = as.numeric(Regla), y = max(assignacions_llarg$Quantia) + 300, label =
paste0("G = ", round(Gini, 4))),
            inherit.aes = FALSE,
            size = 4,
            fontface = "italic") +
  scale_x_continuous(

```

```

breaks = 1:7,

labels = levels(assignacions$Regla)

) +

labs(

  title = "Assignacions de capital segons mecanismes de repartiment",

  subtitle = "Amb tendències lineals per entitat. Regles ordenades de més a menys
desigualtat (índex de Gini)",

  x = "Mecanismes d'assignació de capital",

  y = "Quantia assignada (milions d'euros)"

) +

theme_minimal(base_size = 13) +

theme(

  legend.title = element_blank(),

  axis.text.x = element_text(angle = 0),

  panel.grid.major.y = element_line(color = "grey90")

)

```

#8.2. 48. Representació d'indicadors

```

ggplot(taula_índex, aes(x = Regla, y = Gini, group = 1)) +

  geom_line(color = "black", linewidth = 1) +

  geom_point(size = 4, color = "black") +

  geom_smooth(method = "lm", se = FALSE, linetype = "dashed", color = "black") +

labs(

  title = "Índex de Gini per regla d'assignació",

  x = "Regla d'assignació",

  y = "Índex de Gini"

) +

theme_minimal(base_size = 13)

ggplot(taula_índex, aes(x = Regla, y = Herfindahl, group = 1)) +

```

```

geom_line(color = "black", linewidth = 1) +
geom_point(size = 4, color = "black") +
geom_smooth(method = "lm", se = FALSE, linetype = "dashed", color = "black") +
labs(
  title = "Índex de Herfindahl-Hirschman per regla d'assignació",
  x = "Regla d'assignació",
  y = "Índex de Herfindahl-Hirschman "
) +
theme_minimal(base_size = 13)
ggplot(taula_índex, aes(x = Regla, y = IC1, group = 1)) +
geom_line(color = "black", linewidth = 1) +
geom_point(size = 4, color = "black") +
geom_smooth(method = "lm", se = FALSE, linetype = "dashed", color = "black") +
labs(
  title = "Índex de concentració de primer rang per regla d'assignació",
  x = "Regla d'assignació",
  y = "Índex de concentració de primer rang "
) +
theme_minimal(base_size = 13)
ggplot(taula_índex, aes(x = Regla, y = CV, group = 1)) +
geom_line(color = "black", linewidth = 1) +
geom_point(size = 4, color = "black") +
geom_smooth(method = "lm", se = FALSE, linetype = "dashed", color = "black") +
labs(
  title = "Coeficient de variació per regla d'assignació",
  x = "Regla d'assignació",
  y = "Coeficient de variació"
)

```

```

) +
theme_minimal(base_size = 13)
ggplot(taula_index, aes(x = Regla, y = LAC, group = 1)) +
  geom_line(color = "black", linewidth = 1) +
  geom_point(size = 4, color = "black") +
  geom_smooth(method = "lm", se = FALSE, linetype = "dashed", color = "black") +
  labs(
    title = "Coeficient d'asimetria de Lorenz per regla d'assignació",
    x = "Regla d'assignació",
    y = "Coeficient d'asimetria de Lorenz"
  ) +
theme_minimal(base_size = 13)
ggplot(taula_index, aes(x = Regla, y = TVPM, group = 1)) +
  geom_line(color = "black", linewidth = 1) +
  geom_point(size = 4, color = "black") +
  geom_smooth(method = "lm", se = FALSE, linetype = "dashed", color = "black") +
  labs(
    title = "Taxa de Variació Percentual Mitjana per regla d'assignació",
    x = "Regla d'assignació",
    y = "Taxa de Variació Percentual"
  ) +
theme_minimal(base_size = 13)

```

8. Annexos

ÍNDIX DE TAULES DELS ANNEXOS 1

Taula A. 1. Sumari simple d'entitats financeres cotitzades espanyoles (2010-2011) ..	60
Taula A. 2. Sumari complet d'entitats financeres cotitzades espanyoles (2010-2011)	61
Taula A. 3. Comparativa de Tier 1 ràtios (%) segons segmentació del <i>holding</i> bancari espanyol	64
Taula A. 4. Comparativa de Tier 1 (%) sense i amb el capital compromès de la <i>FROB</i> en punts percentuals segons segmentació del <i>holding</i> bancari espanyol.....	64
Taula A. 5. Sumari de variables	65
Taula A. 6. Entitats Financeres (2010-2011) - Sense dotacions de la <i>FROB</i> – Escenari tensionat advers	67
Taula A. 7. Entitats Financeres (2010-2011) - Amb dotacions de la <i>FROB</i> – Escenari tensionat advers	70
Taula A. 8. Entitats Financeres (2010-2011) – Amb-sense dotacions de la <i>FROB</i> - Xoc sobirà addicional en l'escenari advers.....	73
Taula A. 9. Índex de Gini del valor de Shapley, les regles de repartiment: P, CEA, CEL, T i RA, i el repartiment executat per la <i>FROB</i>	76
Taula A. 10. Coeficient d'asimetria de Lorenz del valor de Shapley, les regles de repartiment: P, CEA, CEL, T i RA, i el repartiment executat per la <i>FROB</i>	76
Taula A. 11. Coeficient de variació del valor de Shapley, les regles de repartiment: P, CEA, CEL, T i RA, i el repartiment executat per la <i>FROB</i>	77
Taula A. 12. Índex de Herfindahl-Hirschman del valor de Shapley, les regles de repartiment: P, CEA, CEL, T i RA, i el repartiment executat per la <i>FROB</i>	77
Taula A. 13. Índex de concentració del primer rang del valor de Shapley, les regles de repartiment: P, CEA, CEL, T i RA, i el repartiment executat per la <i>FROB</i>	78
Taula A. 14. Taxa de Variació Percentual Mitjana del valor de Shapley, les regles de repartiment: P, CEA, CEL, T i RA, i el repartiment executat per la <i>FROB</i>	78
Taula A. 15. Correlacions entre IHH IC1, Gini, CV, LAC i TVPM	78

ÍNDIX DE FIGURES DELS ANNEXOS 1

Figura A. 1. Índex de Gini	79
Figura A. 2. Coeficient d'asimetria de Lorenz	79
Figura A. 3. Coeficient de variació.....	79
Figura A. 4. Índex de Herfindahl-Hirschman.....	79
Figura A. 5. Índex de concentració de rang 1	80
Figura A. 6. Taxa de variació percentual mitjana	80

8.1. Annex 1

Taula A. 1. Sumari simple d'entitats financeres cotitzades espanyoles (2010-2011)

Nom de l'entitat financera o àlies del conglomerat financer	I/C
1 Grupo Santander	I
2 Grupo BBVA	I
3 [Júpiter]	C
4 [Caixa]	C
5 [Base]	C
6 Banco Popular Español, S.A.	I
7 Banco Sabadell, S.A.	I
8 [Diada]	C
9 [Breogán]	C
10 [Mare Nostrum]	C
11 Bankinter, S.A.	I
12 [Espiga]	C
13 [Banca Cívica]	C
14 Ibercaja	I
15 Unicaja	I
16 Banco Pastor, S.A.	I
17 [Caja Sol]	C
18 Bilbao Bizkaia Kutxa, Aurrezki Kutxa Eta Bahitetxea	I
19 [Unim]	C
20 Kutxa	I
21 [Caja 3]	C
22 Caja Sur	I
23 Banca March, S.A.	I
24 Banco Guipuzcoano, S.A.	I
25 Caja Vital Kutxa	I
26 Caja de Ahorros y Monte de Piedad de Ontinyent	I
27 Colonya – Caixa d'Estalvis de Pollença	I
Nombre d'entitats financeres totals	27
Nombre d'entitats financeres individuals (I: individual)	16
Nombre d'entitats financeres conglomerades (C: conglomerat)	11

Font: Elaboració pròpia a partir de Banco de España (2010b).

Taula A. 2. Sumari complet d'entitats financeres cotitzades espanyoles (2010-2011)

Nom de l'entitat financera o àlies del conglomerat financer

| Nom de les entitats financeres corporatives

Grupo Santander

Grupo BBVA

[Júpiter]

Caja de Ahorros y Monte de Piedad de (Caja Madrid)

Caja de Ahorros de Valencia, Castellón y Alicante (Bancaja)

Caixa d'Estalvis Laietana

Caja Insular de Ahorros de Canarias

Caja de Ahorros y Monte de Piedad de Ávila

Caja de Ahorros y Monte de Piedad de Segovia

Caja de Ahorros de la Rioja

[Caixa]

Caja de Ahorros y Pensiones de Barcelona (La Caixa)

Caixa d'Estalvis de Girona

Caja de Ahorros del Mediterráneo (CAM)

[Base]

Caja de Ahorros de Asturias

Caja de Ahorros de Santander y Cantabria

Caja de Ahorros y Monte de Piedad de Extremadura

Banco Popular Español, S.A.

Banco Sabadell, S.A.

[Diada]

| Caixa d'Estalvis de Catalunya

	Caixa d'Estalvis de Manresa
[Breogán]	Caja de Ahorros de Galicia Caja de Aforros de Vigo Ourense e Pontevedra (Caixanova)
[Mare Nostrum]	Caja de Ahorros de Murcia Caixa d'Estalvis del Penedès Caja de Ahorros y Monte de Piedad de las Baleares (Sa Nostra) Caja General de Ahorros de Granada
Bankinter, S.A.	
[Espiga]	Caja de Ahorros de Salamanca y Soria (Caja Duero) Caja de España de Inversiones Caja de Ahorros y Monte de Piedad (Caja España)
[Banca Cívica]	Caja de Ahorros y M.P.de Navarra Caja de Ahorros Municipal de Burgos Caja General de Ahorros de Canarias (Caja Canarias)
Caja de Ahorros y Monte de Piedad de Zaragoza, Aragón y Rioja (Ibercaja)	
M.P.y C.A. De Ronda, Cádiz, Almería, Málaga, Antequera y Jaén (Unicaja)	
Banco Pastor, S.A.	
[Caja Sol]	Monte de Piedad y Caja de Ahorros San Fernando de Huelva, Jerez y Sevilla (Caja Sol)

Bilbao Bizkaia Kutxa, Aurrezki Kutza Eta Bahitetxea	Caja de Ahorro Provincial de Guadalajara
[Unim]	Caixa d'Estalvis de Sabadell Caixa d'Estalvis de Terrassa Caixa d'Estalvis Comarcal de Manlleu
Caja de Ahorros y Monte de Piedad de Gipuzkoa y San Sebastián (Kutxa)	
[Caja 3]	Caja de Ahorros y Monte de Piedad del Círculo Católico de Obreros de Burgos (Caja Círculo) Monte de Piedad y Caja General de Ahorros de Badajoz Caja de Ahorros de la Inmaculada de Aragón
Caja de Ahorros y Monte de Piedad de Córdoba (Caja Sur)	
Banca March, S.A.	
Banco Guipuzcoano, S.A.	
Caja de Ahorros de Vitoria y Álava (Caja Vital Kutxa)	
Caja de Ahorros y Monte de Piedad de Ontinyent	
Colonya - Caixa d'Estalvis de Pollença	

Font: Elaboració pròpia a partir de Banco de España (2010b)

Taula A. 3. Comparativa de Tier 1 ràtios (%) segons segmentació del *holding* bancari espanyol

	Total sistema	Total caixes d'estalvis	Total bancs internacionalment cotitzats	Total resta de bancs cotitzats
Escenari tensionat de referència sense <i>FROB</i>	9,6	8,2	10,9	9,6
Escenari tensionat de referència amb <i>FROB</i>	10,2	9,5	10,9	9,6
Escenari tensionat advers sense <i>FROB</i>	7,7	5,5	9,7	7,4
Escenari tensionat advers amb <i>FROB</i>	8,3	6,9	9,7	7,4

Font: Elaboració pròpia a partir dels Annexos 1.1, 1.2, 1.3 i 1.4 de Banco de España (2010a).

Taula A. 4. Comparativa de Tier 1 (%) sense i amb el capital compromès de la *FROB* en punts percentuals segons segmentació del *holding* bancari espanyol

	Total sistema	Total caixes d'estalvis	Total bancs internacionalment cotitzats	Total resta de bancs cotitzats
Escenari tensionat de referència	0,6	1,3	0	0
Escenari tensionat advers	0,6	1,4	0	0

Font: Elaboració pròpia a partir de l'Annex 1 de Banco de España (2010a).

Taula A. 5. Sumari de variables

Nom de la variable

Nom o àlies del conglomerat d'entitats financeres

Tier 1 capital sense *FROB*, milions d'euros

Tier 1 ràtio (%) sense *FROB* (% dels actius totals)

Tier 1 capital sense *FROB* (ràtio al 6% del percentatge d'actius totals), milions d'euros

Saldo de capital sense *FROB*, milions d'euros

Necessitat addicional de capital sense *FROB*

FROB compromès (milions d'euros)

Tier 1 capital sense *FROB* del sistema, milions d'euros

Tier 1 ràtio (%) sense *FROB* del sistema (% de los actius)

Tier 1 capital sense *FROB* del sistema (ràtio al 6% del percentatge d'actius totals), milions d'euros

Saldo de capital sense *FROB* del sistema, milions d'euros

Nombre d'entitats financeres amb necessitats de capital sense *FROB*

Total *FROB* compromès (milions d'euros)

Tier 1 capital amb *FROB*, milions d'euros

Tier 1 ràtio (%) amb *FROB* (% dels actius totals)

Tier 1 capital amb *FROB* (ràtio al 6% del percentatge d'actius totals), milions d'euros

Saldo de capital amb *FROB*, milions d'euros

Necessitat addicional de capital amb *FROB*

Tier 1 capital amb *FROB* del sistema, milions d'euros

Tier 1 ràtio (%) amb *FROB* del sistema (% de los actius)

Tier 1 capital amb *FROB* del sistema (ràtio al 6% del percentatge d'actius totals), milions d'euros

Saldo de capital amb *FROB* del sistema, milions d'euros

Nombre d'entitats financeres amb necessitats de capital amb *FROB*

Tier 1 ràtio (%) després de l'escenari advers i del xoc sobirà amb *FROB* (% dels actius totals)

Taxa de variació del Tier 1 ràtio (%) amb *FROB* en l'escenari advers degut al xoc

Necessitat de capital addicional per assolir una ràtio Tier 1 del 6% sota l'escenari advers + xoc sobirà addicional a finals del 2011, milions d'euros

Saldo de capital sense *FROB* (xoc), milions d'euros

Necessitat addicional de capital sense *FROB* (xoc)

Tier 1 ràtio (%) del sistema després de l'escenari advers i del xoc sobirà amb *FROB* (% dels actius totals)

Taxa de variació del Tier 1 ràtio (%) amb *FROB* del sistema en l'escenari advers degut al xoc

Necessitat de capital addicional total del sistema per assolir una ràtio Tier 1 del 6% sota l'escenari advers + xoc sobirà addicional a finals de 2011, milions d'euros

Saldo de capital amb *FROB* del sistema (xoc), milions d'euros

Nombre d'entitats financeres amb necessitats de capital sense *FROB* (xoc)

Font: Elaboració pròpia a partir de Banco de España (2010b).

Taula A. 6. Entitats Financeres (2010-2011) - Sense dotacions de la *FROB* – Escenari tensionat advers

Nom o àlies del conglomerat d'entitats financeres	Tier 1 capital sense <i>FROB</i> , milions d'euros	Tier 1 ràtio (%) sense <i>FROB</i> (%) dels actius totals)	Tier 1 capital sense <i>FROB</i> (ràtio al 6% del percentatge d'actius totals), milions d'euros	Saldo de capital sense <i>FROB</i> , milions d'euros	Necessitat addicional de capital sense <i>FROB</i>	<i>FROB</i> compromès, milions d'euros
Grupo Santander	58.251,00 €	10,00%	34.950,60 €	23.300,40 €	○	0,00 €
Grupo BBVA	28.918,00 €	9,30%	18.656,77 €	10.261,23 €	○	0,00 €
[Júpiter]	8.952,00 €	4,20%	12.778,10 €	-3.836,10 €	●	4.465,00 €
[Caixa]	12.510,00 €	7,70%	9.748,05 €	2.761,95 €	○	0,00 €
[Base]	5.043,00 €	6,00%	5.043,00 €	0,00 €	○	1.493,00 €
Banco Popular Español, S.A.	6.469,00 €	7,00%	5.544,86 €	924,14 €	○	0,00 €
Banco Sabadell, S.A.	4.196,00 €	7,20%	3.496,67 €	699,33 €	○	0,00 €
[Diada]	665,00 €	1,40%	2.850,00€	-2.185,00€	●	1.250,00 €
[Breogán]	2.197,00 €	4,70%	2.804,00 €	-607,68 €	●	1.162,00 €
[Mare Nostrum]	2.209,00 €	4,90%	2.704,90 €	-495,90 €	●	916,00 €
Bankinter, S.A.	2.077,00 €	6,80%	1.832,65 €	244,35 €	○	0,00 €
[Espiga]	1.080,00 €	3,70%	1.751,35 €	-671,35 €	●	525,00 €
[Banca Cívica]	1.400,00 €	4,70%	1.787,23 €	-387,23 €	●	0,00 €
Ibercaja	1.694,00 €	6,70%	1.517,01 €	176,99 €	○	0,00 €

Unicaja	1.966,00 €	9,00%	1.310,67 €	655,33 €	○	0,00 €
Banco Pastor, S.A.	1.131,00 €	6,00%	1.131,00 €	0,00 €	○	0,00 €
[Caja Sol]	1.281,00 €	6,00%	1.281,00 €	0,00 €	○	0,00 €
Bilbao Bizkaia Kutxa, Aurrezki Kutza Eta Bahitetxea	2.707,00 €	14,10%			○	0,00 €
[Unim]	451,00 €	2,50%	1.082,40 €	-631,40 €	●	380,00 €
Kutxa	1.708,00 €	10,60%	966,79 €	741,21 €	○	0,00 €
[Caja 3]	919,00 €	6,10%	903,93 €	15,07 €	○	0,00 €
Caja Sur	-280,00 €	-2,30%	730,43 €	-1.010,43 €	●	800,00 €
Banca March, S.A.	1.800,00 €	19,00%	568,42 €	1.231,58 €	○	0,00 €
Banco Guipuzcoano, S.A.	473,00 €	6,10%	465,25 €	7,75 €	○	0,00 €
Caja Vital Kutxa	468,00 €	7,00%	401,14 €	66,86 €	○	0,00 €
Caja de Ahorros y Monte de Piedad de Ontinyent	45,00 €	6,60%	40,91 €	4,09 €	○	0,00 €
Colonya - Caixa d'Estalvis de Pollença	11,00 €	6,20%	10,65 €	0,35 €	○	0,00 €

Tier 1 capital sense <i>FROB</i> del sistema, milions d'euros	Tier 1 ràtio (%) sense <i>FROB</i> del sistema (% de los actius)	Tier 1 capital sense <i>FROB</i> del sistema (ràtio al 6% del percentatge d'actius)	Saldo de capital sense <i>FROB</i> del sistema,	Nombre d'entitats financeres amb necessitats de capital sense <i>FROB</i>	Total <i>FROB</i> compromès, milions d'euros
--	---	--	--	---	---

			totals), millions d'euros	millions d'euros		
	148.339,00 €	5,50 %	115.520,85 €	32.820,15 €	8	10.991,00 €

Font: Elaboració pròpia a partir de Banco de España (2010b)

Taula A. 7. Entitats Financeres (2010-2011) - Amb dotacions de la *FROB* – Escenari tensionat advers

Nom o àlies del conglomerat d'entitats financeres	Tier 1 capital amb <i>FROB</i> , milions d'euros	Tier 1 ràtio (%) amb <i>FROB</i> (% dels actius totals)	Tier 1 capital sense <i>FROB</i> (ràtio al 6% del percentatge d'actius totals), milions d'euros	Saldo de capital amb <i>FROB</i> , milions d'euros	Necessitat addicional de capital amb <i>FROB</i>
Grupo Santander	58.251,00 €	10,00%	34.950,60 €	23.300,40 €	○
Grupo BBVA	28.918,00 €	9,30%	18.656,77 €	10.261,23 €	○
[Júpiter]	13.417,00 €	6,30%	12.778,10 €	638,90 €	○
[Caixa]	12.510,00 €	7,70%	9.748,05 €	2.761,95 €	○
[Base]	6.536,00 €	7,80%	5.027,69 €	1.508,31 €	○
Banco Popular Español, S.A.	6.469,00 €	7,00%	5.544,86 €	924,14 €	○
Banco Sabadell, S.A.	4.196,00 €	7,20%	3.496,67 €	699,33 €	○
[Diada]	1.915,00 €	3,90%	2.946,15 €	-1.031,15 €	●
[Breogán]	3.359,00 €	7,20%	2.799,17 €	559,83 €	○
[Mare Nostrum]	3.125,00 €	7,00%	2.678,57 €	446,43 €	○
Bankinter, S.A.	2.077,00 €	6,80%	1.832,65 €	244,35 €	○
[Espiga]	1.605,00 €	5,60%	1.719,64 €	-114,64 €	●
[Banca Cívica]	1.400,00 €	4,70%	1.787,23 €	-387,23 €	●
Ibercaja	1.694,00 €	6,70%	1.517,01 €	176,99 €	○
Unicaja	1.966,00 €	9,00%	1.310,67 €	655,33 €	○

Banco Pastor, S.A.	1.131,00 €	6,00%	1.131,00 €	0,00 €	○
[Caja Sol]	1.281,00 €	6,00%	1.281,00 €	0,00 €	○
Bilbao Bizkaia Kutxa, Aurrezki Kutza Eta Bahitetxea	2.707,00 €	14,10%	1.151,91 €	1.555,09 €	○
[Unim]	831,00 €	4,50%	1.108,00 €	-277,00 €	●
Kutxa	1.708,00 €	10,60%	966,79 €	741,21 €	○
[Caja 3]	919,00 €	6,10%	903,93 €	15,07 €	○
Caja Sur	520,00 €	4,30%	725,58 €	-205,58 €	●
Banca March, S.A.	1.800,00 €	19,00%	568,42 €	1.231,58 €	○
Banco Guipuzcoano, S.A.	473,00 €	6,10%	465,25 €	7,75 €	○
Caja Vital Kutxa	468,00 €	7,00%	401,14 €	66,86 €	○
Caja de Ahorros y Monte de Piedad de Ontinyent	45,00 €	6,60%	40,91 €	4,09 €	○

Colonya - Caixa
d'Estalvis de
Pollença

11,00 €

6,20%

10,65 €

0,35 €

○

Tier 1 capital amb <i>FROB</i> del sistema, milions d'euros	Tier 1 ràtio (%) amb <i>FROB</i> del sistema (% de los actius)	Tier 1 capital amb <i>FROB</i> del sistema (ràtio al 6% del percentatge d'actius totals), milions d'euros	Saldo de capital amb <i>FROB</i> del sistema, milions d'euros	Nombre d'entitats financeres amb necessitats de capital amb <i>FROB</i>
159.332,00 €	ND	115.548,42 €	43.783,58 €	5

Font: Elaboració pròpia a partir de Banco de España (2010b).

Taula A. 8. Entitats Financeres (2010-2011) – Amb-sense dotacions de la *FROB* - Xoc sobirà addicional en l'escenari advers

Nom o àlies del conglomerat d'entitats financeres	Tier 1 ràtio (%) amb <i>FROB</i> (%) dels actius totals)	Tier 1 ràtio (%) després de l'escenari advers i del xoc sobirà amb <i>FROB</i> (% dels actius totals)	Taxa de variació del Tier 1 ràtio (%) amb <i>FROB</i> en l'escenari advers degut al xoc	Necessitat de capital addicional per assolir una ràtio Tier 1 del 6% sota l'escenari advers + xoc sobirà addicional a finals del 2011, milions d'euros	Saldo de capital sense <i>FROB</i> (xoc), milions d'euros	Necessitat addicional de capital (xoc)
Grupo Santander	10,20%	10,00%	-2,00%	0,00 €	23.300,40 €	○
Grupo BBVA	9,60%	9,30%	-3,23%	0,00 €	10.261,23 €	○
[Júpiter]	6,80%	6,30%	-7,94%	0,00 €	-3.836,57 €	●
[Caixa]	8,50%	7,70%	-10,39%	0,00 €	2.761,95 €	○
[Base]	8,40%	7,80%	-7,69%	0,00 €	0,00 €	○
Banco Popular Español, S.A.	7,50%	7,00%	-7,14%	0,00 €	3,00 €	○
Banco Sabadell, S.A.	7,70%	7,20%	-6,94%	0,00 €	699,33 €	○
[Diada]	4,50%	3,90%	-15,38%	-1.032,00 €	-3.217,00 €	●
[Breogán]	7,80%	7,20%	-8,33%	0,00 €	-607,68 €	●
[Mare Nostrum]	7,60%	7,00%	-8,57%	0,00 €	-495,90 €	●
Bankinter, S.A.	7,60%	6,80%	-11,76%	0,00 €	244,35 €	○
[Espiga]	6,10%	5,60%	-8,93%	-127,00 €	-798,35 €	●
[Banca Cívica]	5,20%	4,70%	-10,64%	-406,00 €	-793,23 €	●

Ibercaja	7,30%	6,70%	-8,96%	0,00 €	176,99 €	○
Unicaja	9,60%	9,00%	-6,67%	0,00 €	655,33 €	○
Banco Pastor, S.A.	6,80%	6,00%	-13,33%	0,00 €	0,00 €	○
[Caja Sol]	6,60%	6,00%	-10,00%	0,00 €	0,00 €	○
Bilbao Bizkaia Kutxa, Aurrezki Kutza Eta Bahitetxea	14,70%	14,10%	-4,26%	0,00 €	1.555,09 €	○
[Unim]	5,10%	4,50%	-13,33%	0,00 €	-901,40 €	●
Kutxa	11,10%	10,60%	-4,72%	-270,00 €	741,21 €	○
[Caja 3]	6,60%	6,10%	-8,20%	0,00 €	15,07 €	○
Caja Sur	4,90%	4,30%	-13,95%	0,00 €	-1.218,43 €	●
Banca March, S.A.	19,50%	19,00%	-2,63%	-208,00 €	1.023,58 €	○
Banco Guipuzcoano, S.A.	6,60%	6,10%	-8,20%	0,00 €	0,00 €	○
Caja Vital Kutxa	7,50%	7,00%	-7,14%	0,00 €	0,00 €	○
Caja de Ahorros y Monte de Piedad de Ontinyent	6,60%	6,60%	0,00%	0,00 €	0,00 €	○

Colonya - Caixa
d'Estalvis de
Pollença

6,60%

6,20%

-6,45%

0,00 €

0,00 €

○

Tier 1 ràtio (%) amb <i>FROB</i> del sistema	Tier 1 ràtio (%) del sistema després de l'escenari advers i del xoc sobirà amb <i>FROB</i> (% dels actius totals)	Taxa de variació del Tier 1 ràtio (%) amb <i>FROB</i> del sistema en l'escenari advers degut al xoc	Necessitat de capital addicional total del sistema per assolir una ràtio Tier 1 del 6% sota l'escenari advers + xoc sobirà addicional a finals de 2011, milions d'euros	Saldo de capital amb <i>FROB</i> del sistema (xoc), milions d'euros	Nombre d'entitats financeres amb necessitats de capital sense <i>FROB</i> (xoc)
ND	8,3%	ND	-2.043,00 €	11.868,56 €	8

Font: Elaboració pròpia a partir de Banco de España (2010a) i Banco de España (2010b).

Taula A. 9. Índex de Gini del valor de Shapley, les regles de repartiment: P, CEA, CEL, T i RA, i el repartiment executat per la FROB.

Índex de Gini		
Valor de Shapley	0,4229	****
P	0,3982	*****
CEA	0,3631	*****
CEL	0,4300	**
T	0,4300	**
RA	0,4230	***
FROB	0,4953	▪

Font: Elaboració pròpia a partir de Banco de España (2010b), Cano Berlanga (2023) i Zeileis & Kleiber (2014).

Taula A. 10. Coeficient d'asimetria de Lorenz del valor de Shapley, les regles de repartiment: P, CEA, CEL, T i RA, i el repartiment executat per la FROB.

Coeficient d'asimetria de Lorenz		
Valor de Shapley	1,1877	****
P	1,2082	***
CEA	1,2218	**
CEL	1,1823	*****
T	1,1823	*****
RA	1,1877	****
FROB	1,2219	▪

Font: Elaboració pròpia a partir de Banco de España (2010b), Cano Berlanga (2023) i Zeileis & Kleiber (2014).

Taula A. 11. Coeficient de variació del valor de Shapley, les regles de repartiment: P, CEA, CEL, T i RA, i el repartiment executat per la FROB.

Coeficient de variació		
Valor de Shapley	0,8702	***
P	0,8183	****
CEA	0,7347	*****
CEL	0,8780	**
T	0,8780	**
RA	0,8702	***
FROB	1,0930	•

Font: Elaboració pròpia a partir de Banco de España (2010b), Cano Berlanga (2023) i Zeileis & Kleiber (2014).

Taula A. 12. Índex de Herfindahl-Hirschman del valor de Shapley, les regles de repartiment: P, CEA, CEL, T i RA, i el repartiment executat per la FROB.

Índex de Herfindahl-Hirschman		
Valor de Shapley	0,2197	***
P	0,2076	****
CEA	0,1925	*****
CEL	0,2214	**
T	0,2213	**
RA	0,2197	***
FROB	0,2743	•

Font: Elaboració pròpia a partir de Banco de España (2010b), Cano Berlanga (2023) i Zeileis & Kleiber (2014).

Taula A. 13. Índex de concentració del primer rang del valor de Shapley, les regles de repartiment: P, CEA, CEL, T i RA, i el repartiment executat per la FROB.

Índex de concentració del primer rang		
Valor de Shapley	0,3810	..
P	0,4057	...
CEA	0,4381	....
CEL	0,3782	.
T	0,3782	.
RA	0,3810	..
FROB	0,4579	....

Font: Elaboració pròpia a partir de Banco de España (2010b) i Cano Berlanga (2023).

Taula A. 14. Taxa de Variació Percentual Mitjana del valor de Shapley, les regles de repartiment: P, CEA, CEL, T i RA, i el repartiment executat per la FROB.

Índex de Taxa de Variació Percentual Mitjana		
Valor de Shapley	-10,94	...
P	-7,39	....
CEA	-2,94	....
CEL	-11,90	.
T	-11,90	.
RA	-10,94	...
FROB	-11,19	..

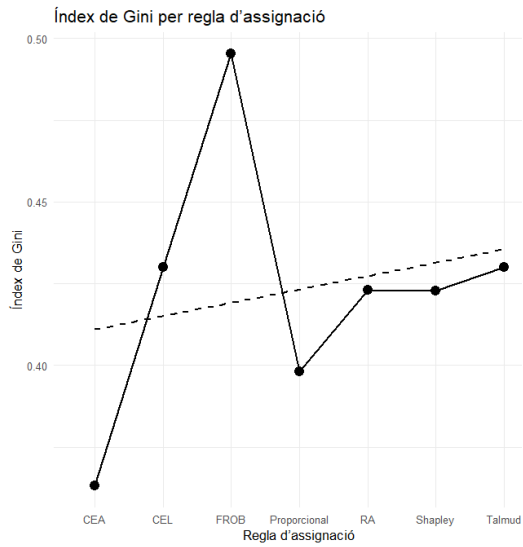
Font: Elaboració pròpia a partir de Banco de España (2010b) i Zeileis & Kleiber (2014).

Taula A. 15. Correlacions entre IHH IC1, Gini, CV, LAC i TVPM

	$IHH_{\mathcal{R}}$	$IC_{1,\mathcal{R}}$	$G_{\mathcal{R}}$	$CV_{\mathcal{R}}$	$LAC_{\mathcal{R}}$	$\overline{TVPM}_{\mathcal{R}}/100$
$IHH_{\mathcal{R}}$	1,0000	-0.4563	0,9770	0,9946	0,7359	-0.5566
$IC_{1,\mathcal{R}}$	-0.4563	1.0000	-0.5220	-0.4920	-0.2659	0.4295
$G_{\mathcal{R}}$	0,9770	-0.5220	1,0000	0,9877	0,6582	-0.7117
$CV_{\mathcal{R}}$	0,9946	-0.4920	0,9877	1,0000	0,7531	-0.6067
$LAC_{\mathcal{R}}$	0,7359	-0.2659	0,6582	0,7531	1,0000	-0.1747
$\overline{TVPM}_{\mathcal{R}}/100$	-0.5566	0.4295	-0.7117	-0.6067	-0.1747	1.0000

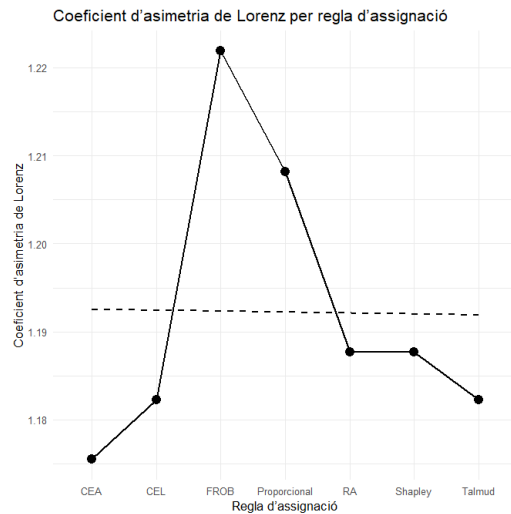
Font: Elaboració pròpia a partir de Banco de España (2010b), Cano Berlanga (2023) i Zeileis & Kleiber (2014).

Figura A. 1. Índex de Gini



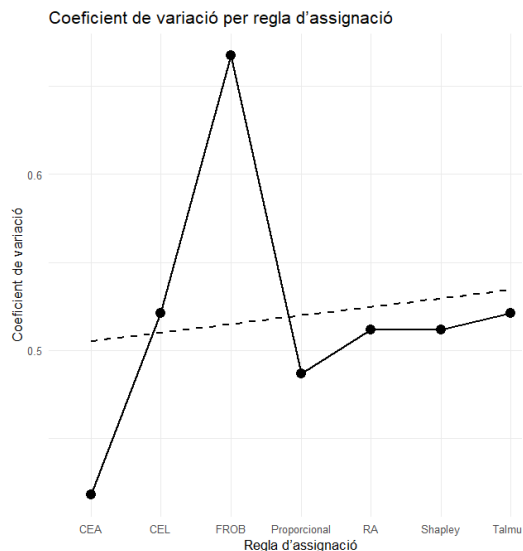
Font: Elaboració pròpia a partir de Banco de España (2010b), Cano Berlanga (2023) i Zeileis & Kleiber (2014).

Figura A. 2. Coeficient d'asimetria de Lorenz



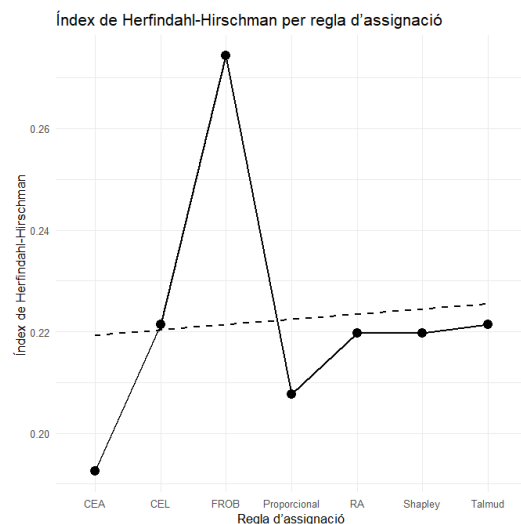
Font: Elaboració pròpia a partir de Banco de España (2010b), Cano Berlanga (2023) i Zeileis & Kleiber (2014).

Figura A. 3. Coeficient de variació



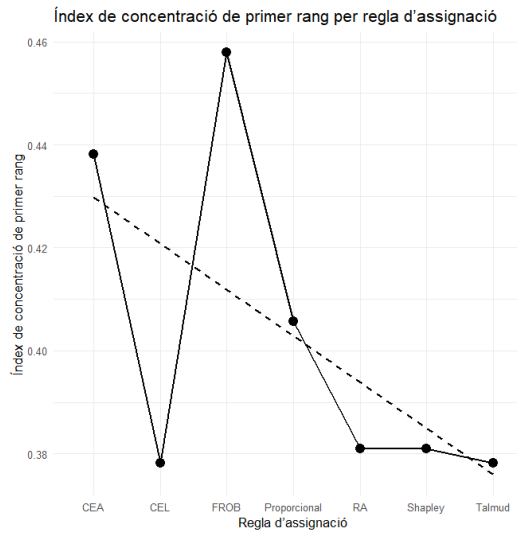
Font: Elaboració pròpia a partir de Banco de España (2010b), Cano Berlanga (2023) i Zeileis & Kleiber (2014).

Figura A. 4. Índex de Herfindahl-Hirschman



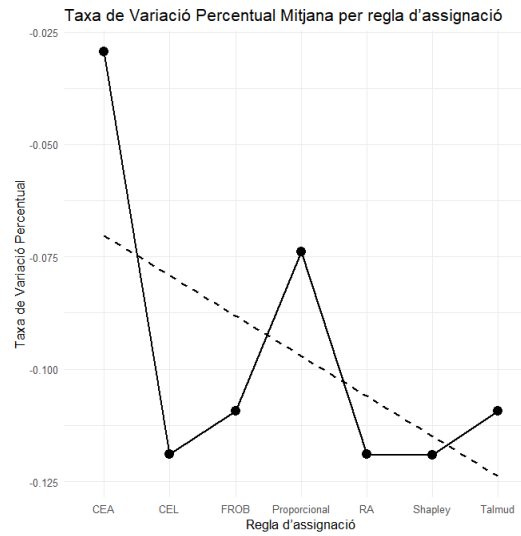
Font: Elaboració pròpia a partir de Banco de España (2010b), Cano Berlanga (2023) i Zeileis & Kleiber (2014).

Figura A. 5. Índex de concentració de rang 1



Font: Elaboració pròpia a partir de Banco de España (2010b), Cano Berlanga (2023) i Zeileis & Kleiber (2014).

Figura A. 6. Taxa de variació percentual mitjana (/100)



Font: Elaboració pròpia a partir de Banco de España (2010b), Cano Berlanga (2023) i Zeileis & Kleiber (2014).

ÍNDEX D'ANNEXOS 2

#8.2. 1. Packages utilitzats (alguns paquets incorporen altres).....	83
#8.2. 2. Plantejament del joc de bancarrota	83
#8.2. 3. Definició del joc.....	84
#8.2. 4. Càlcul del Valor de Shapley	84
#8.2. 5. Establiment dels agents, demandes i capital a repartir.....	84
#8.2. 6. Càlcul de la regla de Guanys Igualitaris Restringits (CEA).....	85
#8.2. 7. Càlcul de la regla de Pèrdues Igualitàries Restringides (CEL)	85
#8.2. 8. Càlcul de la regla Proporcional (P).....	85
#8.2. 9. Càlcul de la regla del Random Arrival (RA)	85
#8.2. 10. Càlcul de la regla del Talmud (T).....	85
#8.2. 11. Generar vectors de pagaments per tots els mètodes d'assignació	85
#8.2. 12. Càlcul propietat d'eficiència.....	86
#8.2. 13 Resum de les distribucions de capital	86
#8.2. 14. Càlcul de quotes de capital	86
#8.2. 15. Resum de les quotes de capital	87
#8.2. 16. Càlcul de Taxes de Variacions Percentuals Mitjanes	87
#8.2. 17. Resum de les TVPM	88
#8.2. 18. Càlcul de la corba de Lorenz.....	88
#8.2. 19. Representació de les corbes de Lorenz conjuntament.....	89
#8.2. 20. Càlcul de l'índex de Gini.....	90
#8.2. 21. Resum dels índex de Gini	90
#8.2. 22. Càlcul del coeficient de variació	90
#8.2. 23. Resum dels coeficients de variació	91
#8.2. 24. Càlcul del Coeficient d'Asimetria de Lorenz	91
#8.2. 25. Resum del Coeficient d'Asimetria de Lorenz.....	91
#8.2. 26. Càlcul de l'índex de Herfindahl-Hirschman.....	92
#8.2. 27. Resum dels índex de Herfindahl-Hirschman	92
#8.2. 28. Classificació d'entitats segons rangs (Índex de Concentració).....	92
#8.2. 29. Resultats índex de concentració	93
#8.2. 30. Crear la taula amb tots els indicadors per regla	95
#8.2. 31. Taula de correlacions IHH amb indicadors d'igualtat (Gini, LAC i CV) i IC1 i TVPM	95
#8.2. 32. Gràfic LAC-CV	96
#8.2. 33. Gràfica IHH-Gini.....	96
#8.2. 34. Gràfica IHH-CV	97
#8.2. 35. Gràfica IHH-LAC	97
#8.2. 36. Gràfica IHH-IC1	98
#8.2. 37. Gràfica IC1-Gini	98
#8.2. 38. Gràfica IC1-LAC.....	99
#8.2. 39. Gràfica IC1-CV.....	99
#8.2. 40. Gràfica IC1-TVPM.....	100
#8.2. 41. Gràfica IHH-TVPM	100
#8.2. 42. Gràfica IHH-Gini.....	101
#8.2. 43. Gràfic dels índex de Herfindahl-Hirschman i Gini	101
#8.2. 44. Funció de dominància de Lorenz	103
#8.2. 45. Comparacions de dominància	103
#8.2. 46. Taula de dominància	105
#8.2. 47. Gràfic assignacions (Convergència d'igualtat).....	106

#8.2. 48. Representació d'indicadors 108

8.2. Annex 2

Davant la manca d'alguns desconeixements sobre el programa R, en aquest apartat s'ha utilitzat la intel·ligència artificial (*ChatGpt*) per tal d'elaborar alguns dels comandaments. Tot i això, els *outputs* extrets han estat degudament analitzats tal que puguin expressar de la lògica i idoneïtat corresponent.

#8.2. 1. Packages utilitzats (alguns paquets incorporen altres)

```
install.packages("GameTheory")
```

```
library(GameTheory)
```

```
install.packages("ineq")
```

```
library(ineq)
```

```
install.packages("dplyr")
```

```
library(dplyr)
```

```
install.packages("ggplot2")
```

```
library(ggplot2)
```

```
install.packages("ggrepel")
```

```
library(ggrepel)
```

```
install.packages("tidyverse ")
```

```
library(tidyverse)
```

#8.2. 2. Plantejament del joc de bancarrota

```
COALICIONS<-
```

```
c(2959.00101,2339.42958,0.00000,0.00000,0.00000,0.00000,23.82958,340.86437,617  
6.00101,3566.68186,3454.89897,3757.35236,3752.23506,3860.40101,4177.43580,29  
47.11044,2835.32754,3137.78094,3132.66363,3240.82958,3557.86437,226.00839,52  
8.46179,523.34448,631.51044,948.54522,416.67890,411.56159,519.72754,836.76233  
,714.01498,822.18094,1139.21572,817.06363,1134.09841,1242.26437,6783.68186,66  
71.89897,6974.35236,6969.23506,7077.40101,7394.43580,4062.57982,4365.03322,4  
359.91591,4468.08186,4785.11665,4253.25032,4248.13301,4356.29897,4673.33376,  
4550.58641,4658.75236,4975.78715,4653.63506,4970.66984,5078.83580,3443.00839  
,3745.46179,3740.34448,3848.51044,4165.54522,3633.67890,3628.56159,3736.7275  
4,4053.76233,3931.01498,4039.18094,4356.21572,4034.06363,4351.09841,4459.264  
37,1024.35975,1019.24244,1127.40839,1444.44318,1321.69583,1429.86179,1746.89  
657,1424.74448,1741.77926,1849.94522,1209.91294,1318.07890,1635.11368,1312.9  
6159,1629.99637,1738.16233,1615.41498,1932.44976,2040.61572,2035.49841,7279.  
57982,7582.03322,7576.91591,7685.08186,8002.11665,7470.25032,7465.13301,7573  
.29897,7890.33376,7767.58641,7875.75236,8192.78715,7870.63506,8187.66984,829
```

```

5.83580,4860.93117,4855.81387,4963.97982,5281.01461,5158.26726,5266.43322,55
83.46800,5261.31591,5578.35069,5686.51665,5046.48437,5154.65032,5471.68511,5
149.53301,5466.56780,5574.73376,5451.98641,5769.02119,5877.18715,5872.06984,
4241.35975,4236.24244,4344.40839,4661.44318,4538.69583,4646.86179,4963.89657
,4641.74448,4958.77926,5066.94522,4426.91294,4535.07890,4852.11368,4529.9615
9,4846.99637,4955.16233,4832.41498,5149.44976,5257.61572,5252.49841,1817.593
79,1925.75975,2242.79453,1920.64244,2237.67722,2345.84318,2223.09583,2540.13
061,2648.29657,2643.17926,2111.31294,2428.34772,2536.51368,2531.39637,2833.8
4976,8077.93117,8072.81387,8180.97982,8498.01461,8375.26726,8483.43322,8800.
46800,8478.31591,8795.35069,8903.51665,8263.48437,8371.65032,8688.68511,8366
.53301,8683.56780,8791.73376,8668.98641,8986.02119,9094.18715,9089.06984,565
4.16522,5762.33117,6079.36596,5757.21387,6074.24865,6182.41461,6059.66726,63
76.70204,6484.86800,6479.75069,5947.88437,6264.91915,6373.08511,6367.96780,6
670.42119,5034.59379,5142.75975,5459.79453,5137.64244,5454.67722,5562.84318,
5440.09583,5757.13061,5865.29657,5860.17926,5328.31294,5645.34772,5753.51368
,5748.39637,6050.84976,2718.99379,3036.02857,3144.19453,3139.07722,3441.5306
1,3329.74772,8871.16522,8979.33117,9296.36596,8974.21387,9291.24865,9399.414
61,9276.66726,9593.70204,9701.86800,9696.75069,9164.88437,9481.91915,9590.08
511,9584.96780,9887.42119,6555.56522,6872.60000,6980.76596,6975.64865,7278.1
0204,7166.31915,5935.99379,6253.02857,6361.19453,6356.07722,6658.53061,6546.
74772,3937.42857,9772.56522,10089.60000,10197.76596,10192.64865,10495.10204,
10383.31915,7774.00000,7154.42857,10991.00000)

```

#8.2. 3. Definició del joc

```
JOC<-DefineGame(8,COALICIONS)
```

```
summary(JOC)
```

```
CAIXES<-c("Júpiter","Diada","Breogán","Mare Nostrum","Espiga","Banca
Cívica","Unim","Caja Sur")
```

#8.2. 4. Càlcul del Valor de Shapley

```
Shapley<-ShapleyValue(JOC, CAIXES)
```

```
summary(Shapley)
```

#8.2. 5. Establiment dels agents, demandes i capital a repartir

```
C<-c("Mare Nostrum", "Breogán","Banca Cívica","Espiga","Unim","Caja
Sur","Diada","Júpiter")
```

```
#Establiment de demandes
```

```
D<-
c(495.8980,607.6809,793.2340,798.3514,901.4000,1218.4348,3217.0000,3836.5714)
```

```
sum(D)
```

```
E<-10991
```

```
E
```

#8.2. 6. Càlcul de la regla de Guanyys Igualitaris Restringits (CEA)

CEA(E,D,C)->CEA

summary(CEA)

#8.2. 7. Càlcul de la regla de Pèrdues Igualitàries Restringides (CEL)

CEL(E,D,C)->CEL

summary(CEL)

#8.2. 8. Càlcul de la regla Proporcional (P)

Proportional(E,D,C)->P

summary(P)

#8.2. 9. Càlcul de la regla del Random Arrival (RA)

RandomArrival(E,D,C)->RA

summary(RA)

#8.2. 10. Càlcul de la regla del Talmud (T)

Talmud(E,D,C)->T

summary(T)

#8.2. 11. Generar vectors de pagaments per tots els mètodes d'assignació

CEA<-c(3088.0005, 3088.0005, 607.6809, 495.8980, 798.3514, 793.2340, 901.4000,
1218.4348)

CEL<-c(3726.8751, 3107.3037, 497.9845, 386.2017, 688.6550, 683.5377, 791.7037,
1108.7385)

P<-c(3552.8926, 2979.1328, 562.7485, 459.2309, 739.3207, 734.5818, 834.7499,
1128.3429)

T<-c(3726.8751, 3107.3037, 497.9845, 386.2017, 688.6550, 683.5377, 791.7037,
1108.7385)

RA<-c(3712.3195, 3092.7480, 521.9845, 426.1706, 685.4164, 681.0301, 777.1480,
1094.1828)

SHAPLEY<-
c(3712.3195,3092.7480,521.9845,426.1706,685.4164,681.0301,777.1480,1094.1828)

FROB<-
c(4465.0000,1250.0000,1162.0000,916.0000,525.0000,0.0000,380.0000,800.0000)

#8.2. 12. Càlcul propietat d'eficiència

```
sum(CEA)
```

```
sum(CEL)
```

```
sum(T)
```

```
sum(P)
```

```
sum(RA)
```

sum(FROB) #Pot no assolir-se degut a que no reparteix tot el capital entre les entitats analitzades. N'hi ha d'altres que reben capital però no mostren indicis de necessitats de capital.

```
sum(SHAPLEY)
```

#8.2. 13 Resum de les distribucions de capital

```
D.R <-  
data.frame(Caixes=CAIXES,Demandes=DEMANDES,CEA,CEL,P,RA,Shapley=SHAPLEY,FROB)
```

```
print(D.R)
```

#8.2. 14. Càlcul de quotes de capital

```
Q.CEA<-(CEA/E)*100
```

```
print(Q.CEA)
```

```
sum(Q.CEA)
```

```
Q.CEL<-(CEL/E)*100
```

```
print(Q.CEL)
```

```
sum(Q.CEL)
```

```
Q.P<-(P/E)*100
```

```
print(Q.P)
```

```
sum(Q.P)
```

```
Q.T<-(T/E)*100
```

```
print(Q.T)
```

```
sum(Q.T)
```

```
Q.RA<-(RA/E)*100
```

```

print(Q.RA)

sum(Q.RA)

Q.SHAPLEY<-(SHAPLEY/E)*100

print(Q.SHAPLEY)

sum(Q.SHAPLEY)

Q.FROB<-(FROB/E)*100

print(Q.FROB)

sum(Q.FROB)

```

#8.2. 15. Resum de les quotes de capital

```

Q <- data.frame(CAIXES,CEA = round((CEA / E) * 100, 2),CEL = round((CEL / E) * 100,
2),Proporcional = round((P / E) * 100, 2),Talmud = round((T / E) * 100, 2),RA = round((RA
/ E) * 100, 2),Shapley = round((SHAPLEY / E) * 100, 2),FROB = round((FROB / E) * 100,
2))

print(Q)

```

#8.2. 16. Càlcul de Taxes de Variacions Percentuals Mitjanes

```

D<-c(3836.571,3217.000,607.681,495.898,798.351,793.234,901.400,1218.435)

tvpm <- function(repartit, real) {valids <- real != 0

  mean((repartit[valids] - real[valids]) / real[valids] * 100)}

tvpm_CEA<- tvpm(CEA, D)

cat("TVPM per CEA:", round(tvpm_CEA, 2), "%\n")

tvpm_CEL<- tvpm(CEL, D)

cat("TVPM per CEL:", round(tvpm_CEL, 2), "%\n")

tvpm_P<- tvpm(P, D)

cat("TVPM per P:", round(tvpm_P, 2), "%\n")

tvpm_T<- tvpm(T, D)

cat("TVPM per T:", round(tvpm_T, 2), "%\n")

tvpm_RA<- tvpm(RA, D)

cat("TVPM per RA:", round(tvpm_RA, 2), "%\n")

tvpm_SHAPLEY<- tvpm(SHAPLEY, D)

```

```
cat("TVPM per SHAPLEY:", round(tvpm_SHAPLEY, 2), "%\n")
```

```
tvpm_FROB<- tvpm(FROB, D)
```

```
cat("TVPM per FROB:", round(tvpm_FROB, 2), "%\n")
```

```
#8.2. 17. Resum de les TVPM
```

```
resultats <- data.frame(Regla = c("CEA", "CEL", "Proporcional", "Talmud", "Random  
Arrival", "Shapley", "FROB"),TVPM = c(tvpm(CEA, D),tvpm(CEL, D),tvpm(P, D),tvpm(T,  
D),tvpm(RA, D),tvpm(SHAPLEY, D),tvpm(FROB,D)))
```

```
resultats$TVPM <- round(resultats$TVPM, 2)
```

```
print(resultats)
```

```
#8.2. 18. Càlcul de la corba de Lorenz
```

```
Lc.CEA<-Lc(CEA)
```

```
plot(Lc.CEA, col="blue",lwd=2, main="Corba de Lorenz (CEA)",xlab="Caixes  
Acumulades (%)",ylab="Capital Acumulat (%)")
```

```
abline(0,1,col="red",lty=2)
```

```
Lc.CEL<-Lc(CEL)
```

```
plot(Lc.CEL, col="blue",lwd=2, main="Corba de Lorenz (CEL)",xlab="Caixes  
Acumulades (%)",ylab="Capital Acumulat (%)")
```

```
abline(0,1,col="red",lty=2)
```

```
Lc.P<-Lc(P)
```

```
plot(Lc.P, col="blue",lwd=2, main="Corba de Lorenz (P)",xlab="Caixes Acumulades  
(%)",ylab="Capital Acumulat (%)")
```

```
abline(0,1,col="red",lty=2)
```

```
Lc.T<-Lc(T)
```

```
plot(Lc.T, col="blue",lwd=2, main="Corba de Lorenz (T)",xlab="Caixes Acumulades  
(%)",ylab="Capital Acumulat (%)")
```

```
abline(0,1,col="red",lty=2)
```

```
Lc.RA<-Lc(RA)
```

```
plot(Lc.RA, col="blue",lwd=2, main="Corba de Lorenz (RA)",xlab="Caixes Acumulades (%)",ylab="Capital Acumulat (%)")
```

```
abline(0,1,col="red",lty=2)
```

```
Lc.SHAPLEY<-Lc(SHAPLEY)
```

```
plot(Lc.SHAPLEY, col="blue",lwd=2, main="Corba de Lorenz (SHAPLEY)",xlab="Caixes Acumulades (%)",ylab="Capital Acumulat (%)")
```

```
abline(0,1,col="red",lty=2)
```

```
Lc.FROB<-Lc(FROB)
```

```
plot(Lc.FROB, col="blue",lwd=2, main="Corba de Lorenz (FROB)",xlab="Caixes Acumulades (%)",ylab="Capital Acumulat (%)")
```

```
abline(0,1,col="red",lty=2)
```

#8.2. 19. Representació de les corbes de Lorenz conjuntament

```
L1<-Lc(SHAPLEY)
```

```
L2<-Lc(CEA)
```

```
L3<-Lc(CEL)
```

```
L4<-Lc(P)
```

```
L5<-Lc(RA)
```

```
L6<-Lc(T)
```

```
L7<-Lc(FROB)
```

```
plot(L1, col = "blue", lwd = 2, main = "Comparació de Corbes de Lorenz",xlab="Caixes acumulades (%)", ylab="Capital Acumulat (%)",ylim=c(0,1))
```

```
lines(L2, col = "red", lwd = 2, lty=2)
```

```
lines(L3, col = "green", lwd = 2, lty=3)
```

```
lines(L4, col = "yellow", lwd = 2, lty=4)
```

```
lines(L5, col = "orange", lwd = 2, lty=5)
```

```
lines(L6, col = "purple", lwd = 2, lty=6)
```

```
lines(L7,col="brown",lwd=2,lty=7)
```

```
abline(0, 1, col ="black", lty = 1)
```

```
legend("topleft", legend = c("Shapley", "CEA", "CEL","P","RA","T","FROB","Igualtat  
perfecte"), col = c("blue","red","green","yellow","orange","purple","brown" ,"black"),lwd =  
2,lty = c(1,2,3,4,5,6,7,1))
```

```
#8.2. 20. Càlcul de l'índex de Gini
```

```
Gini(CEA)
```

```
Gini(CEL)
```

```
Gini(P)
```

```
Gini(T)
```

```
Gini(RA)
```

```
Gini(SHAPLEY)
```

```
Gini(FROB)
```

```
#8.2. 21. Resum dels índex de Gini
```

```
R<-c("CEA","CEL","P","RA","T","FROB","Shapley")
```

```
gini.values<-
```

```
c(Gini(CEA),Gini(CEL),Gini(P),Gini(RA),Gini(T),Gini(FROB),Gini(SHAPLEY))
```

```
taula.gini<-data.frame(R,Gini=gini.values)
```

```
print(taula.gini)
```

```
#8.2. 22.Càlcul del coeficient de variació
```

```
var.coeff(CEA)
```

```
var.coeff (CEL)
```

```
var.coeff (P)
```

```
var.coeff (T)
```

```
var.coeff (FROB)
```

```
var.coeff (SHAPLEY)
```

```
#8.2. 23. Resum dels coeficients de variació
```

```
cv.values <- c(  
  var.coeff(CEA),  
  var.coeff(CEL),  
  var.coeff(P),  
  var.coeff(T),  
  var.coeff(RA),  
  var.coeff(SHAPLEY),  
  var.coeff(FROB)  
)  
taula.cv <- data.frame(  
  Regla = c("CEA", "CEL", "Proporcional", "Talmud", "RA", "Shapley", "FROB"),  
  CV = round(cv.values, 4)  
)  
print(taula.cv)
```

```
#8.2. 24. Càlcul del Coeficient d'Asimetria de Lorenz
```

```
Lasym(CEA)
```

```
Lasym(CEL)
```

```
Lasym(P)
```

```
Lasym(T)
```

```
Lasym(RA)
```

```
Lasym(SHAPLEY)
```

```
Lasym(FROB)
```

```
#8.2. 25. Resum del Coeficient d'Asimetria de Lorenz
```

```
lac.values <- c(  
  Lasym(CEA),
```

```

Lasym(CEL),
Lasym(P),
Lasym(T),
Lasym(RA),
Lasym(SHAPLEY),
Lasym(FROB)
)
taula.lac <- data.frame(
  Regla = c("CEA", "CEL", "Proporcional", "Talmud", "RA", "Shapley", "FROB"),
  LAC = round(lac.values, 4)
)
print(taula.lac)

```

#8.2. 26. Càlcul de l'índex de Herfindahl-Hirschman

```

conc(CEA)
conc(CEL)
conc(P)
conc(T)
conc(FROB)
conc(SHAPLEY)

```

#8.2. 27. Resum dels índex de Herfindahl-Hirschman

```

R<-c("CEA","CEL","P","RA","T","FROB","Shapley")

Herfindahl.values<-
c(conc(CEA),conc(CEL),conc(P),conc(RA),conc(T),conc(FROB),conc(SHAPLEY))

taula.herfindahl<-data.frame(R,Herfindahl=Herfindahl.values)

print(taula.herfindahl)

```

#8.2. 28. Classificació d'entitats segons rangs (Índex de Concentració)

```

classifica_rang <- function(quota) {

```

```

cut(quota,
    breaks = c(-Inf, 25, 50, 75, 100, Inf),
    labels = c("R1", "R2", "R3", "R4", "R5"),
    right = TRUE)
}
rang_CEA <- classifica_rang(Q$CEA)
rang_CEL <- classifica_rang(Q$CEL)
rang_P <- classifica_rang(Q$Proporcional)
rang_T <- classifica_rang(Q$Talmud)
rang_RA <- classifica_rang(Q$RA)
rang_Shapley <- classifica_rang(Q$Shapley)
rang_FROB <- classifica_rang(Q$FROB)
classificacio_rangs <- data.frame(
  CAIXES = Q$CAIXES,
  Rang_CEA = rang_CEA,
  Rang_CEL = rang_CEL,
  Rang_P = rang_P,
  Rang_T = rang_T,
  Rang_RA = rang_RA,
  Rang_Shapley = rang_Shapley,
  Rang_FROB = rang_FROB
)
print(classificacio_rangs)
#8.2. 29. Resultats Índex de concentració
classificacio_rangs <- classificacio_rangs %>%
mutate(
  CEA = Q$CEA,

```

```

CEL = Q$CEL,
Proporcional = Q$Proporcional,
Talmud = Q$Talmud,
RA = Q$RA,
Shapley = Q$Shapley,
FROB = Q$FROB
)
sumar_rang <- function(df, columna_rang, columna_quota, rang) {
df %>%
  filter(.data[[columna_rang]] == rang) %>%
  summarise(Suma = sum(.data[[columna_quota]])) %>%
  pull(Suma)
}
resultats_rangs <- data.frame(
  Regla = c("CEA", "CEL", "Proporcional", "Talmud", "RA", "Shapley", "FROB"),
  R1 = c(
    sumar_rang(classificacio_rangs, "Rang_CEA", "CEA", "R1"),
    sumar_rang(classificacio_rangs, "Rang_CEL", "CEL", "R1"),
    sumar_rang(classificacio_rangs, "Rang_P", "Proporcional", "R1"),
    sumar_rang(classificacio_rangs, "Rang_T", "Talmud", "R1"),
    sumar_rang(classificacio_rangs, "Rang_RA", "RA", "R1"),
    sumar_rang(classificacio_rangs, "Rang_Shapley", "Shapley", "R1"),
    sumar_rang(classificacio_rangs, "Rang_FROB", "FROB", "R1")
  ),
  R2 = c(
    sumar_rang(classificacio_rangs, "Rang_CEA", "CEA", "R2"),
    sumar_rang(classificacio_rangs, "Rang_CEL", "CEL", "R2"),

```

```

sumar_rang(classificacio_rangs, "Rang_P", "Proporcional", "R2"),
sumar_rang(classificacio_rangs, "Rang_T", "Talmud", "R2"),
sumar_rang(classificacio_rangs, "Rang_RA", "RA", "R2"),
sumar_rang(classificacio_rangs, "Rang_Shapley", "Shapley", "R2"),
sumar_rang(classificacio_rangs, "Rang_FROB", "FROB", "R2")
)
)
resultats_rangs <- resultats_rangs %>%
  mutate(R1_R2 = R1 + R2)
print(resultats_rangs)
#8.2. 30. Crear la taula amb tots els indicadors per regla
taula_index <- data.frame(
  Regla = c("CEA", "CEL", "Proporcional", "RA", "Talmud", "FROB", "Shapley"),
  Herfindahl = c(0.1925, 0.2214, 0.2077, 0.2197, 0.2214, 0.2743, 0.2197),
  Gini = c(0.3631, 0.4300, 0.3982, 0.4230, 0.4300, 0.4953, 0.4229),
  CV = c(0.4180, 0.5213, 0.4867, 0.5119, 0.5213, 0.6672, 0.5119),
  LAC = c(1.1755, 1.1823, 1.2082, 1.1877, 1.1823, 1.2219, 1.1877),
  IC1= c(0.4381,0.3782,0.4057, 0.3810,0.3782, 0.4579,0.3810),
  TVPM=c(-0.0294,-0.1190,-0.0739,-0.1190,-0.1094,-0.1094,-0.1191)
)
print(taula_index)
#8.2. 31. Taula de correlacions IHH amb indicadors d'igualtat (Gini, LAC i CV) i IC1 i
TVPM
correlacions <- taula_index[, c("Herfindahl","IC1","Gini", "CV", "LAC","TVPM")]
matriu_cor <- cor(correlacions, method = "pearson")

```

```
print(round(matriu_cor, 4))
```

#8.2. 32. Gràfic LAC-CV

```
taula_lac_cv <- merge(taula.lac, taula.cv, by = "Regla")  
ggplot(taula_lac_cv, aes(x = LAC, y = CV)) +  
  geom_point(size = 4, color = "black") +  
  geom_text_repel(  
    aes(label = Regla),  
    size = 4,  
    color = "black",  
    box.padding = 0.6,  
    point.padding = 0.8,  
    segment.color = NA,  
    max.overlaps = Inf  
  ) +  
  geom_smooth(method = "lm", se = FALSE, linetype = "dashed", color = "gray60") +  
  labs(  
    title = "Relació entre l'asimetria (LAC) i la variació (CV)",  
    x = "Coeficient d'asimetria de Lorenz (LAC)",  
    y = "Coeficient de variació (CV)"  
  ) +  
  theme_minimal(base_size = 13)
```

#8.2. 33. Gràfica IHH-Gini

```
ggplot(taula_índex, aes(x = Herfindahl, y = Gini)) +  
  geom_point(size = 4, color = "black") +  
  geom_text_repel(aes(label = Regla), size = 4, color = "black", segment.color = NA) +  
  geom_smooth(method = "lm", se = FALSE, linetype = "dashed", color = "gray50") +
```

```
labs(
  title = "Relació entre Herfindahl i l'índex de Gini",
  x = "Índex de Herfindahl-Hirschman (IHH)",
  y = "Índex de Gini"
) +
theme_minimal(base_size = 13)
```

#8.2. 34. Gràfica IHH-CV

```
ggplot(taula_índex, aes(x = Herfindahl, y = CV)) +
  geom_point(size = 4, color = "black") +
  geom_text_repel(aes(label = Regla), size = 4, color = "black", segment.color = NA) +
  geom_smooth(method = "lm", se = FALSE, linetype = "dashed", color = "gray50") +
labs(
  title = "Relació entre Herfindahl i el coeficient de variació (CV)",
  x = "Índex de Herfindahl-Hirschman (IHH)",
  y = "Coeficient de variació (CV)"
) +
theme_minimal(base_size = 13)
```

#8.2. 35. Gràfica IHH-LAC

```
ggplot(taula_índex, aes(x = Herfindahl, y = LAC)) +
  geom_point(size = 4, color = "black") +
  geom_text_repel(aes(label = Regla), size = 4, color = "black", segment.color = NA) +
  geom_smooth(method = "lm", se = FALSE, linetype = "dashed", color = "gray50") +
labs(
```

```

title = "Relació entre Herfindahl i l'asimetria de Lorenz (LAC)",
x = "Índex de Herfindahl-Hirschman (IHH)",
y = "Coeficient d'asimetria de Lorenz (LAC)"
) +
theme_minimal(base_size = 13)
#8.2. 36. Gràfica IHH-IC1
ggplot(taula_índex, aes(x = Herfindahl, y = IC1)) +
  geom_point(size = 4, color = "black") +
  geom_text_repel(aes(label = Regla), size = 4, color = "black", segment.color = NA) +
  geom_smooth(method = "lm", se = FALSE, linetype = "dashed", color = "gray50") +
  labs(
    title = "Relació entre Herfindahl i l'índex de Concentració del rang 1",
    x = "Índex de Herfindahl-Hirschman (IHH)",
    y = "Índex de Concentració del rang 1"
  ) +
  theme_minimal(base_size = 13)

```

#8.2. 37. Gràfica IC1-Gini

```

ggplot(taula_índex, aes(x = IC1, y = Gini)) +
  geom_point(size = 4, color = "black") +
  geom_text_repel(aes(label = Regla), size = 4, color = "black", segment.color = NA) +
  geom_smooth(method = "lm", se = FALSE, linetype = "dashed", color = "gray50") +
  labs(
    title = "Relació entre l'índex de Concentració del rang 1 i l'índex de Gini",

```

```

x = "Índex de Concentració del rang 1",
y = "índex de Gini"
) +
theme_minimal(base_size = 13)
#8.2. 38. Gràfica IC1-LAC
ggplot(taula_índex, aes(x = IC1, y = LAC)) +
geom_point(size = 4, color = "black") +
geom_text_repel(aes(label = Regla), size = 4, color = "black", segment.color = NA) +
geom_smooth(method = "lm", se = FALSE, linetype = "dashed", color = "gray50") +
labs(
  title = "Relació entre l'índex de Concentració del rang 1 i el coeficient d'asimetria de
Lorenz",
  x = "Índex de Concentració del rang 1",
  y = "Coeficient d'asimetria de Lorenz"
) +
theme_minimal(base_size = 13)

```

#8.2. 39. Gràfica IC1-CV

```

ggplot(taula_índex, aes(x = IC1, y = CV)) +
geom_point(size = 4, color = "black") +
geom_text_repel(aes(label = Regla), size = 4, color = "black", segment.color = NA) +
geom_smooth(method = "lm", se = FALSE, linetype = "dashed", color = "gray50") +
labs(
  title = "Relació entre l'índex de Concentració del rang 1 i el coeficient de variació",

```

```
x = "Índex de Concentració del rang 1",
```

```
y = "Coeficient de variació"
```

```
) +
```

```
theme_minimal(base_size = 13)
```

#8.2. 40. Gràfica IC1-TVPM

```
ggplot(taula_índex, aes(x = IC1, y = TVPM)) +
```

```
geom_point(size = 4, color = "black") +
```

```
geom_text_repel(aes(label = Regla), size = 4, color = "black", segment.color = NA) +
```

```
geom_smooth(method = "lm", se = FALSE, linetype = "dashed", color = "gray50") +
```

```
labs(
```

```
  title = "Relació entre l'índex de Concentració del rang 1 i la Taxa de Variació Percentual mitjana",
```

```
  x = "Índex de Concentració del rang 1",
```

```
  y = "Taxa de Variació Percentual mitjana "
```

```
) +
```

```
theme_minimal(base_size = 13)
```

#8.2. 41. Gràfica IHH-TVPM

```
ggplot(taula_índex, aes(x = Herfindahl, y = TVPM)) +
```

```
geom_point(size = 4, color = "black") +
```

```
geom_text_repel(aes(label = Regla), size = 4, color = "black", segment.color = NA) +
```

```
geom_smooth(method = "lm", se = FALSE, linetype = "dashed", color = "gray50") +
```

```
labs(
```

```
  title = "Relació entre l'índex de Herfindahl-Hirschman i la Taxa de Variació Percentual mitjana",
```

```

x = "Índex de Herfindahl-Hirschman",
y = " Taxa de Variació Percentual mitjana "
) +

```

```

theme_minimal(base_size = 13)

```

#8.2. 42. Gràfica IHH-Gini

```

ggplot(taula_índex, aes(x = Herfindahl, y = Gini)) +
  geom_point(size = 4, color = "black") +
  geom_text_repel(aes(label = Regla), size = 4, color = "black", segment.color = NA) +
  geom_smooth(method = "lm", se = FALSE, linetype = "dashed", color = "gray50") +
  labs(
    title = "Relació entre Herfindahl i l'índex de Gini",
    x = "Índex de Herfindahl-Hirschman (IHH)",
    y = "Índex de Gini"
  ) +
  theme_minimal(base_size = 13)

```

#8.2. 43. Gràfic dels índex de Herfindahl-Hirschman i Gini

```

taula_desigualtat <- data.frame(
  Regla = c("CEA", "CEL", "P", "RA", "T", "FROB", "Shapley"),
  Herfindahl = c(0.1924667, 0.2213737, 0.2076566, 0.2196866, 0.2213737, 0.2743321,
0.2196593),
  Gini = c(0.3631, 0.4300, 0.3982, 0.4230, 0.4300, 0.4953, 0.4229)
)

mitjana_H <- mean(taula_desigualtat$Herfindahl)

```

```

taula_desigualtat <- taula_desigualtat %>%

mutate(

  nivell = ifelse(Herfindahl > mitjana_H, "Superior a la mitjana", "Inferior a la mitjana"),

  etiqueta = paste0("H: ", format(Herfindahl, digits = 4, nsmall = 4),

                    "\nG: ", format(Gini, digits = 4, nsmall = 4))

)

ggplot(taula_desigualtat, aes(x = reorder(Regla, Herfindahl), y = Herfindahl)) +

  geom_segment(aes(xend = Regla, y = 0, yend = Herfindahl), color = "grey70", linewidth
= 1) +

  geom_point(aes(color = nivell), size = 4) +

  geom_text(aes(label = etiqueta), vjust = -0.6, size = 3.5) +

  geom_hline(yintercept = mitjana_H, linetype = "dashed", color = "darkred", linewidth =
0.8) +

  scale_color_manual(values = c("Inferior a la mitjana" = "forestgreen", "Superior a la
mitjana" = "firebrick")) +

  scale_y_continuous(breaks = seq(0, 0.3, 0.05), limits = c(0, 0.3)) +

  labs(

    title = "Índex de Herfindahl-Hirschman i Índex de Gini per regla d'assignació",

    subtitle = paste("Línia vermella: mitjana H =", format(round(mitjana_H, 4), nsmall = 4),

                    " | H = Herfindahl, G = Gini"),

    x = "Regla",

    y = "Nivell de desigualtat",

    color = "Comparació amb la mitjana de H"

  ) +

```

```

theme_minimal(base_size = 13) +

theme(

  panel.grid.major.y = element_line(color = "grey90"),

  panel.grid.minor = element_blank(),

  axis.text.x = element_text(angle = 0, hjust = 1),

  legend.position = "bottom"

)

```

#8.2. 44. Funció de dominància de Lorenz

```

lorenz_dominance <- function(x1, x2) {
  x1 <- sort(as.numeric(x1))
  x2 <- sort(as.numeric(x2))
  L1 <- cumsum(x1) / sum(x1)
  L2 <- cumsum(x2) / sum(x2)
  all(L1 >= L2) && any(L1 > L2)
}

```

#8.2. 45. Comparacions de dominància

```

lorenz_dominance(CEA, CEA)
lorenz_dominance(CEA, CEL)
lorenz_dominance(CEA, T)
lorenz_dominance(CEA, RA)
lorenz_dominance(CEA, P)
lorenz_dominance(CEA, SHAPLEY)
lorenz_dominance(CEA, FROB)
lorenz_dominance(CEL, CEL)
lorenz_dominance(CEL, CEA)
lorenz_dominance(CEL, T)

```

lorenz_dominance(CEL, RA)
lorenz_dominance(CEL, P)
lorenz_dominance(CEL, SHAPLEY)
lorenz_dominance(CEL, FROB)
lorenz_dominance(T, T)
lorenz_dominance(T, CEA)
lorenz_dominance(T, CEL)
lorenz_dominance(T, RA)
lorenz_dominance(T, P)
lorenz_dominance(T, SHAPLEY)
lorenz_dominance(T, FROB)
lorenz_dominance(RA, RA)
lorenz_dominance(RA, CEA)
lorenz_dominance(RA, CEL)
lorenz_dominance(RA, T)
lorenz_dominance(RA, P)
lorenz_dominance(RA, SHAPLEY)
lorenz_dominance(RA, FROB)
lorenz_dominance(P, P)
lorenz_dominance(P, CEA)
lorenz_dominance(P, CEL)
lorenz_dominance(P, T)
lorenz_dominance(P, RA)
lorenz_dominance(P, SHAPLEY)
lorenz_dominance(P, FROB)
lorenz_dominance(FROB, P)
lorenz_dominance(FROB, CEA)

```

lorenz_dominance(FROB, CEL)
lorenz_dominance(FROB, T)
lorenz_dominance(FROB, RA)
lorenz_dominance(FROB, SHAPLEY)
lorenz_dominance(FROB, FROB)
lorenz_dominance(SHAPLEY, P)
lorenz_dominance(SHAPLEY, CEA)
lorenz_dominance(SHAPLEY, CEL)
lorenz_dominance(SHAPLEY, T)
lorenz_dominance(SHAPLEY, RA)
lorenz_dominance(SHAPLEY, SHAPLEY)
lorenz_dominance(SHAPLEY, FROB)

```

#8.2. 46. Taula de dominància

```

compute_lorenz_dominance_table <- function(payouts) {
  rules <- names(payouts)
  n <- length(rules)
  dominance_matrix <- matrix(FALSE, nrow = n, ncol = n, dimnames = list(rules, rules))
  for (i in 1:n) {
    for (j in 1:n) {
      if (i != j) {
        dominance_matrix[i, j] <- lorenz_dominance(payouts[[i]], payouts[[j]])
      }
    }
  }
  as.data.frame(dominance_matrix)
}

payouts <- list(CEA = CEA, CEL = CEL, T = T, RA = RA, P = P, FROB = FROB,
SHAPLEY = SHAPLEY)

```

```

rules <- names(payouts)

n <- length(rules)

dominance_matrix <- matrix(FALSE, nrow = n, ncol = n, dimnames = list(rules, rules))

for (i in 1:n) {
  for (j in 1:n) {
    if (i != j) {
      dominance_matrix[i, j] <- lorenz_dominance(payouts[[i]], payouts[[j]])
    }
  }
}

dominance_char <- matrix("FALSE", nrow = n, ncol = n, dimnames = list(rules, rules))
dominance_char[dominance_matrix] <- "TRUE"
diag(dominance_char) <- "-"

dominance_table <- as.data.frame(dominance_char)
print(dominance_table)

#8.2. 47. Gràfic assignacions (Convergència d'igualtat)

gini_vals <- data.frame(
  Regla = c("FROB", "T", "CEL", "RA", "Shapley", "Proporcional", "CEA"),
  Gini = c(0.4953, 0.4300, 0.4300, 0.4230, 0.4229, 0.3982, 0.3631)
)

assignacions <- data.frame(
  Regla = c("FROB", "T", "CEL", "RA", "Shapley", "Proporcional", "CEA"),
  Júpiter = c(4465.00, 3726.88, 3726.88, 3712.32, 3712.32, 3552.89, 3088.00),
  Diada = c(1250.00, 3107.30, 3107.30, 3092.75, 3092.75, 2979.13, 3088.00),
  Breogán = c(1162.00, 497.98, 497.98, 521.98, 521.98, 562.75, 607.68),
  `Mare Nostrum` = c(916.00, 386.20, 386.20, 426.17, 426.17, 459.23, 495.90),

```

```

Espiga = c(525.00, 688.66, 688.66, 685.42, 685.42, 739.32, 798.35),
`Banca Cívica` = c(0.00, 683.54, 683.54, 681.03, 681.03, 734.58, 793.23),
Unim = c(380.00, 791.70, 791.70, 777.15, 777.15, 834.75, 901.40),
`Caja Sur` = c(800.00, 1108.74, 1108.74, 1094.18, 1094.18, 1128.34, 1218.43)
)
ordre_regles <- gini_vals %>% arrange(desc(Gini)) %>% pull(Regla)
assignacions$Regla <- factor(assignacions$Regla, levels = ordre_regles)
gini_vals$Regla <- factor(gini_vals$Regla, levels = ordre_regles)
assignacions_llarg <- assignacions %>%
  pivot_longer(-Regla, names_to = "Caixa", values_to = "Quantia")
ggplot(assignacions_llarg, aes(x = as.numeric(Regla), y = Quantia, group = Caixa,
color = Caixa)) +
  geom_line(linewidth = 1) +
  geom_point(size = 2) +
  geom_smooth(method = "lm", se = FALSE, linetype = "dotted", linewidth = 0.8) +
  geom_vline(
    xintercept = seq(1.5, length(ordre_regles) - 0.5, by = 1),
    color = "gray40",
    linetype = "longdash",
    linewidth = 0.8
  ) +
  geom_text(data = gini_vals,
            aes(x = as.numeric(Regla), y = max(assignacions_llarg$Quantia) + 300, label =
paste0("G = ", round(Gini, 4))),
            inherit.aes = FALSE,
            size = 4,
            fontface = "italic") +
  scale_x_continuous(

```

```

breaks = 1:7,

labels = levels(assignacions$Regla)

) +

labs(

  title = "Assignacions de capital segons mecanismes de repartiment",

  subtitle = "Amb tendències lineals per entitat. Regles ordenades de més a menys
desigualtat (índex de Gini)",

  x = "Mecanismes d'assignació de capital",

  y = "Quantia assignada (milions d'euros)"

) +

theme_minimal(base_size = 13) +

theme(

  legend.title = element_blank(),

  axis.text.x = element_text(angle = 0),

  panel.grid.major.y = element_line(color = "grey90")

)

```

#8.2. 48. Representació d'indicadors

```

ggplot(taula_índex, aes(x = Regla, y = Gini, group = 1)) +

  geom_line(color = "black", linewidth = 1) +

  geom_point(size = 4, color = "black") +

  geom_smooth(method = "lm", se = FALSE, linetype = "dashed", color = "black") +

labs(

  title = "Índex de Gini per regla d'assignació",

  x = "Regla d'assignació",

  y = "Índex de Gini"

) +

theme_minimal(base_size = 13)

ggplot(taula_índex, aes(x = Regla, y = Herfindahl, group = 1)) +

```

```

geom_line(color = "black", linewidth = 1) +
geom_point(size = 4, color = "black") +
geom_smooth(method = "lm", se = FALSE, linetype = "dashed", color = "black") +
labs(
  title = "Índex de Herfindahl-Hirschman per regla d'assignació",
  x = "Regla d'assignació",
  y = "Índex de Herfindahl-Hirschman "
) +
theme_minimal(base_size = 13)
ggplot(taula_índex, aes(x = Regla, y = IC1, group = 1)) +
geom_line(color = "black", linewidth = 1) +
geom_point(size = 4, color = "black") +
geom_smooth(method = "lm", se = FALSE, linetype = "dashed", color = "black") +
labs(
  title = "Índex de concentració de primer rang per regla d'assignació",
  x = "Regla d'assignació",
  y = "Índex de concentració de primer rang "
) +
theme_minimal(base_size = 13)
ggplot(taula_índex, aes(x = Regla, y = CV, group = 1)) +
geom_line(color = "black", linewidth = 1) +
geom_point(size = 4, color = "black") +
geom_smooth(method = "lm", se = FALSE, linetype = "dashed", color = "black") +
labs(
  title = "Coeficient de variació per regla d'assignació",
  x = "Regla d'assignació",
  y = "Coeficient de variació"
)

```

```

) +
theme_minimal(base_size = 13)
ggplot(taula_index, aes(x = Regla, y = LAC, group = 1)) +
  geom_line(color = "black", linewidth = 1) +
  geom_point(size = 4, color = "black") +
  geom_smooth(method = "lm", se = FALSE, linetype = "dashed", color = "black") +
  labs(
    title = "Coeficient d'asimetria de Lorenz per regla d'assignació",
    x = "Regla d'assignació",
    y = "Coeficient d'asimetria de Lorenz"
  ) +
theme_minimal(base_size = 13)
ggplot(taula_index, aes(x = Regla, y = TVPM, group = 1)) +
  geom_line(color = "black", linewidth = 1) +
  geom_point(size = 4, color = "black") +
  geom_smooth(method = "lm", se = FALSE, linetype = "dashed", color = "black") +
  labs(
    title = "Taxa de Variació Percentual Mitjana per regla d'assignació",
    x = "Regla d'assignació",
    y = "Taxa de Variació Percentual"
  ) +
theme_minimal(base_size = 13)

```