

**Grau en Enginyeria Electrònica Industrial i Automàtica**

**CARACTERITZACIÓ DELS SISTEMES INDUSTRIALS EUROPEUS I ESTUDI DELS  
DETERMINANTS DE LA TRANSICIÓ CAP A LA INDÚSTRIA 4.0**

**Memòria**

**VÍCTOR HERNÁNDEZ BALLESTER  
PONENT: JULIÁN HERRILLO TELLO**

**CURS ACADÈMIC 2019/2020**



## **Dedicatòria**

A la meva família i amics per ajudar-me durant tot aquest període universitari i haver-me recolzat en els moments més complicats.



## **Agraïments**

Al meu ponent Julián Horrillo Tello, per guiar-me i ajudar-me durant tota la realització del projecte, ja que m'ha ajudat en tot moment per tirar endavant el treball.

Al centre Tecnocampus de Mataró per prestar els seus serveis durant el període universitari.



## **Resum**

La indústria 4.0 és ja una realitat en el món industrial que ens rodeja. Aquesta revolució ha implicat molts canvis en la manera de treballar, sempre pensant en la optimització dels recursos i en l'augment de la productivitat. En aquest projecte es pretén estudiar a nivell regional europeu (NUTS2) com es troba integrat el concepte 4.0 a cada zona, i també a trobar els indicadors més determinants d'aquest context. Per tal de d'assolir aquest objectiu s'utilitzaran tècniques estadístiques per aconseguir extreure conclusions sòlides i completament objectives.

## **Resumen**

La industria 4.0 es ya una realidad en el mundo industrial que nos rodea. Esta revolución ha implicado muchos cambios en la forma de trabajar, siempre pensando en la optimización de los recursos y en el aumento de la productividad. En este proyecto se pretende estudiar a nivel regional europeo (NUTS2) como se encuentra integrado el concepto 4.0 en cada zona, y también a encontrar los indicadores más determinantes en este contexto. Para lograr este objetivo se utilizarán técnicas estadísticas para conseguir extraer conclusiones sólidas y completamente objetivas.

## **Abstract**

The 4.0 Industry is already a reality in the industrial world around us. This revolution has implied many changes in the way of working, always thinking about the optimization of resources and the increase of productivity. This project aims to study at European regional level (NUTS2) how the 4.0 concept is integrated in each area, and also to find the most decisive indicators in this context. To achieve this objective, statistical techniques will be used to draw solid and completely objective conclusions.





# Índex.

Índex de figures.....	III
Índex de taules.....	V
Glossari de termes.....	7
1. Objectius.....	1
1.1. Propòsit.....	1
1.2. Finalitat.....	1
1.3. Objecte.....	1
1.4. Abast.....	1
1.5. Context en les línies de recerca i transferència de coneixement del Tecnocampus....	2
2. Introducció.....	3
2.1. Concepte “Revolució Industrial”.....	4
2.2. Indústria 4.0.....	7
2.3. Abast de detall.....	8
3. Objectius de detall i especificacions tècniques.....	11
4. Marc conceptual.....	13
4.1. Enfocament de la Indústria 4.0.....	13
4.2. Nous conceptes en l’automatització.....	16
4.3. Tecnologies clau en la Indústria 4.0.....	18
4.3. Impacte de la Indústria 4.0.....	32
4.4. Innovació.....	35
4.4.1. Sistemes regionals d’innovació.....	39
5. Selecció d’indicadors.....	43
5.1. Recopilació i tractament de les dades.....	43
5.2. Selecció dels indicadors relacionats amb els habilitadors de la tecnologia.....	46
5.3. Indicadors definitius.....	49
6. Metodologia i eines aplicades.....	53
6.2. Anàlisi clúster.....	53
6.2.1. Fonament teòric.....	53
6.2.2. Funcionament pràctic mitjançant SPSS.....	55
6.3. QCA.....	62

7. Mostra de resultats. ....	71
7.1. Anàlisi clúster. ....	71
7.1.1. Modificacions durant l'anàlisi. ....	71
7.1.2. Resultats de l'anàlisi clúster definitiu. ....	78
7.1.2. Explicació dels clústers definitius. ....	80
7.2. QCA. ....	96
7.2.1. Selecció de les variables dependents "Outcomes". ....	96
7.2.2. Calibració de les dades. ....	98
7.2.3. Condicions. ....	102
7.2.4. Anàlisi i discussió de resultats. ....	104
8. Determinants de la transició cap a la Indústria 4.0. ....	109
9. Planificació. ....	125
9.1. Planificació de l'avantprojecte. ....	126
9.2. Planificació del projecte sencer. ....	128
9.3. Execució de la planificació. ....	130
10. Impacte mediambiental. ....	135
11. Conclusions. ....	137
11.2. Desviacions. ....	138
11.2. Millores i futures línies de treball. ....	139
12. Bibliografia. ....	141

## Índex de figures.

Figura 2.1. Revolucions industrials al llarg de la història. ....	5
Figura 2.2. Evolució del PIB. ....	5
Figura 2.3. Fases de la revolució industrial. ....	6
Figura 4.1. Característiques de la fabricació intel·ligent. ....	15
Figura 4.2. Tecnologies de la Smart Factory. ....	19
Figura 4.3. Diferents tecnologies de la Indústria 4.0. ....	19
Figura 4.4. Estructura piramidal arquitectura 5C. ....	21
Figura 4.5. Flux de treball seqüencial arquitectura 5C. ....	23
Figura 4.6. Model UR5. ....	27
Figura 4.7. Concepte general de la tecnologia Cloud Computing. ....	28
Figura 4.8. Percentatge de graduats any 2014. ....	34
Figura 4.9. Corba logística de la tecnologia individual. ....	36
Figura 5.1. Distribució normal. ....	45
Figura 5.2: Índex RCI a nivell NUTS 2. ....	48
Figura 6.1. Desplegable a seguir per a l'anàlisi clúster. ....	56
Figura 6.2 Opció Clúster jeràrquic. ....	56
Figura 6.3. Selecció de dades per anàlisi clúster. ....	57
Figura 6.4. Finestra Método. ....	57
Figura 6.5 Determinació n° clústers. ....	58
Figura 6.6: Model taula de resultats anàlisi clúster. ....	58
Figura 6.7 Resum dels casos processats. ....	59
Figura 6.8 Historial de conglomeració. ....	60
Figura 6.9 Clúster de pertinença. ....	61
Figura 6.10. Introducció de variables a partir de la pàgina principal. ....	64
Figura 6.11 Direcció al pas Compute. ....	65
Figura 6.12 Opció per calibrar. ....	66
Figura 6.13 Opció Select Variables. ....	67
Figura 6.14 Taula de la veritat. ....	68
Figura 7.1 Resultat anàlisi clúster preliminar. ....	72
Figura 7.2 Regions anòmales detectades. ....	73
Figura 7.3 Regió de Limousin. ....	74

Figura 7.4 Regió Inner London .....	75
Figura 7.5 Segon anàlisi clúster preliminar.....	77
Figura 7.6 Puntuacions factorialis anòmales .....	77
Figura 7.7 N° òptim clústers.....	78
Figura 7.8 Perfils dels factors per a diferent nombre de conglomerats .....	79
Figura 7.9 Regions del clúster 2.....	82
Figura 7.10 Regions del clúster 3 .....	85
Figura 7.11 Regions del clúster 4.....	87
Figura 7.12 Regions del clúster 5 .....	89
Figura 7.13 Regions del clúster 6.....	91
Figura 7.14 Regions del clúster 7.....	93
Figura 7.15 Àrees estudiades a l'índex de la Innovació.....	98
Figura 7.16 Estimacions inicials .....	99
Figura 8.1 Mapa regions combinació 1 .....	114
Figura 8.2 Mapa regions combinació 2 .....	116
Figura 8.3 Mapa regions combinació 3 .....	119
Figura 8.4 Mapa regions combinació 4.....	122
Figura 9.1. Dies marcats com a festius.....	125
Figura 9.2. Diagrama de Gantt avantprojecte .....	128
Figura 9.3. Diagrama de Gantt del projecte .....	130
Figura 9.4 Diagrama de Gantt de l'execució de la planificació .....	133
Figura 9.5 Diagrama de Gantt de l'execució de la planificació amb el camí crític .....	134

## Índex de taules.

Taula 2-1. Comparació Indústria convencional vs Indústria 4.0.....	7
Taula 4-1. Tipus de dades segons la seva estructura.....	31
Taula 7-1 RCI de França .....	75
Taula 7-2 Clúster 1 .....	81
Taula 7-3 Regions ordenades a partir del segon factor .....	82
Taula 7-4 Clúster 2 .....	83
Taula 7-5 Regions ordenades pel primer factor.....	84
Taula 7-6 Clúster 3 .....	85
Taula 7-7 Regions ordenades pel cinquè factor.....	86
Taula 7-8 Clúster 4 .....	87
Taula 7-9 Regions ordenades pel cinquè factor.....	88
Taula 7-10 Clúster 5 .....	89
Taula 7-11 Regions ordenades pel tercer factor .....	90
Taula 7-12 Clúster 6 .....	91
Taula 7-13 Regions ordenades pel tercer factor .....	93
Taula 7-14 Clúster 7 .....	94
Taula 7-15 Regions ordenades pel quart factor .....	95
Taula 7-16 Clúster 8 .....	95
Taula 7-17 Exemple llinars Factor 1 .....	100
Taula 7-18 Recull calibració del primer factor.....	102
Taula 7-19 Descripció de les dades .....	104
Taula 7-20 Llinars establerts .....	104
Taula 7-21 Anàlisi de condicions necessàries .....	105
Taula 7-22 Anàlisi de condicions suficients.....	106
Taula 8-1 Regions més competitives amb la combinació 1 .....	114
Taula 8-2 Regions més precàries amb la combinació 1 .....	115
Taula 8-3 Regions més competitives amb la combinació 2 .....	117
Taula 8-4 Regions més precàries amb la combinació 2 .....	118
Taula 8-5 Regions més competitives amb la combinació 3 .....	119
Taula 8-6 Regions més precàries amb la combinació 3 .....	120
Taula 8-7 Regions més competitives amb la combinació 4 .....	121

Taula 8-8 Regions més precàries amb la combinació 4 .....	123
Taula 9-1: Tasques planificades de l'avantprojecte .....	127
Taula 9-2. Tasques planificades del projecte sencer .....	129
Taula 9-3 Tasques execució projecte de detall.....	133

## **Glossari de termes.**

CRM	Customer Relationship Management
CPS	Sistemes Ciber-Físics
EUROSTAT	Statistical Office of the European Communities
ERP	Enterprise Resource Planning
IoT	Internet of Things
KMO	Adequació de la Mostra
M2M	Machine to Machine
MES	Manufacturing Execution System
P2P	Product to Product
PIB	Producte Interior Brut
PSU	Product to User
QCA	Qualitative Comparative Analysis
RCI	Regional Competitiveness Index
RFID	Radio Frequency Identification
SCM	Supply Chain Management
SOA	Service Oriented Architecture (Arquitectura Orientada a Serveis)
TIC	Tecnologies de la Informació i de la Comunicació





# **1.Objectius.**

## **1.1. Propòsit.**

El propòsit del present projecte és trobar els determinants de la Indústria 4.0. dins del marc de la Unió Europea, a través d'un estudi teòric i anàlisis estadístics per tal de detectar els indicadors claus d'aquesta nova revolució industrial a totes les regions de la Unió Europea.

## **1.2. Finalitat.**

Descobrir en quin estat es troben les regions de la Unió Europea en l'àmbit de la Indústria 4.0. i quines són les característiques més importants per avaluar la situació, i que aquest estudi serveixi per a definir polítiques d'impuls de la Indústria 4.0 a les regions que resultin menys preparades davant aquesta quarta revolució industrial.

## **1.3. Objecte.**

Es pretén realitzar un estudi teòric per tal de caracteritzar els sistemes industrials europeus i assolir el coneixement necessari per analitzar els determinants de la transició cap a la Indústria 4.0. Es definiran uns indicadors que s'ajustaran a la informació que es vol utilitzar i es crearà una base de dades per a treballar-la posteriorment. A partir de tècniques multivariants es procedirà a seleccionar la informació que aportí el valor necessari per tal de realitzar una justificació més verídica.

## **1.4. Abast.**

L'àmbit d'estudi serà a nivell NUTS 2. Fa referència a la Nomenclatura de les Unitats Territorials Estadístiques, és a dir es pretén realitzar l'estudi dividint l'estat europeu en regions. Els indicadors identificats es tractaran a través d'anàlisis estadístics com són l'anàlisi factorial, l'anàlisi clúster i el QCA (Qualitative Comparative Analysis), recolzats per softwares com SPSS i FSQCA.

Finalment inclou les conclusions extretes dels resultats dels models analitzats.

## **1.5. Context en les línies de recerca i transferència de coneixement del Tecnocampus.**

El treball de final de grau està relacionat amb l'àmbit de la Indústria 4.0 i tot el que envolta aquesta revolució, és a dir tot el procés de transformació digital de l'empresa i l'activitat econòmica. D'aquesta manera al tractar-se d'aquest àmbit engloba varies línies de recerca que formen part del concepte Indústria 4.0. Es poden trobar línies de recerca basades directament en l'estudi de la Indústria 4.0, i conceptes que es troben relacionats com la innovació, la sostenibilitat, anàlisi de dades intel·ligents, aplicació de tècniques multivariants. Així doncs, el projecte en qüestió es troba emmarcat en l'àmbit de treball del grup de recerca FI4.0 de l'ESUPT (Escola Superior Politècnica del Tecnocampus).

Per tant, el projecte es troba emmarcat en el context de la Indústria 4.0, d'aquesta manera està orientat en la línia de la innovació, i la sostenibilitat i la reducció de l'impacte mediambiental. És una línia d'estudi que serveix com a eina per a definir l'estat d'aquest context a nivell regional en la Unió Europea.

Es demostrarà utilitzant anàlisis estadístics que procediran a analitzar indicadors de diferents categories com les ja esmentades sostenibilitat i innovació, però també dins de l'àmbit de la mecànica com la robòtica en processos de fabricació, o bé en l'electrònica en temes d'anàlisi de Big Data o Cloud Computing en temes de traçabilitat de dades.

## 2. Introducció.

En el present projecte es pretén realitzar un estudi teòric per tal de caracteritzar els sistemes industrials europeus i assolir el coneixement necessari per analitzar els determinants de la transició cap a la Indústria 4.0.

L'anàlisi es realitzarà a nivell NUTS-2. Fa referència a la Nomenclatura de les Unitats Territorials Estadístiques, és a dir es pretén realitzar l'estudi dividint l'estat europeu en regions.

Per tal de poder desenvolupar correctament l'estudi, inicialment és molt important recollir la màxima informació sobre la Indústria 4.0 i altres conceptes com relacionats com la innovació, per tal de tenir una base sòlida durant l'estudi. És una tasca d'alta importància, ja que a partir d'aquesta font de coneixement es procedirà a treballar durant el projecte. A continuació es definiran uns indicadors que seran la base de dades per poder dur a terme l'anàlisi més pràctic del projecte. Per obtenir la informació un cop es determinin els indicadors, s'utilitzaran bases de dades, com per exemple Eurostat (Statistical Office of the European Communities), per tal de donar els millors resultats de manera clara i concisa, ja que aporten informació sobre els paràmetres indicats.

Analitzar els indicadors permetrà estudiar els determinants de la transició cap a la Indústria 4.0.

Abans de realitzar la part pràctica, es mostraran els models estadístics que s'utilitzaran per realitzar l'estudi com són l'anàlisi factorial, l'anàlisi clúster i el QCA (Qualitative Comparative Analysis).

L'anàlisi factorial ajudarà a reduir el nombre d'indicadors, agrupant-los en grups sota un denominador en comú, ja que inicialment n'hi haurà una gran quantitat i seria molt difícil aplicar el model.

A continuació es realitzarà l'anàlisi clúster que serà útil per tal de mantenir una similitud entre els indicadors i d'aquesta manera mantenir l'essència d'aquest, ja que avalua quantitativament el grau de importància de cada indicador. Ho realitzarà ajuntant els grups de manera que siguin el més semblants entre ells.

Per aconseguir un millor resultat d'aquests models estadístics s'utilitzarà un software anomenat SPSS.

Finalment el QCA, també servirà per realitzar l'estudi de manera reduïda. Aquesta última tècnica estadística es durà a terme amb el software FSQCA.

Amb l'ús de totes aquestes eines estadístiques, l'objectiu és poder extreure una sèrie de conclusions fermes i exhaustives sobre la situació de la Indústria 4.0 a nivell europeu a nivell NUTS-2 i aconseguir definir els determinants de la transició cap a la Indústria 4.0.

Durant tot l'estudi també s'analitzarà l'impacte mediambiental que implica tan directament com indirectament parlant avaluant tots els aspectes positius que genera.

## **2.1. Concepte “Revolució Industrial”.**

Quan es parla de revolució implica un canvi radical. Les revolucions han succeït al llarg de la història quan les noves tecnologies i canvis en la manera de pensar han desencadenat un canvi profund en el sistema econòmic i social que es coneixia fins el moment en qüestió.

La primera de les revolucions que es poden veure durant la història de la humanitat, és la revolució agrària. A partir d'aquesta s'han anat produint diferents revolucions que van tenir el seu inici durant la segona meitat del segle XVIII.

La *primera revolució industrial* es va iniciar a finals del segle XVIII amb la introducció d'equips de producció mecànica. La *segona revolució industrial* es va produir amb l'entrada de les màquines accionades elèctricament a principis del segle XX. Això va permetre la producció a grans quantitats en la indústria. La *tercera revolució industrial* va tenir el seu inici entre els anys 1960 i 1970 [1]. I estava basada en l'ús de l'electrònica i la informàtica per automatitzar els processos de producció. Solia ser anomenada com la revolució digital o computacional, ja que va ser catalitzada per el desenvolupament de semiconductors, ordinadors centrals (1960), ordinadors personals (1970-1980) i l'aparició d'Internet.

Finalment arriba la quarta revolució industrial, o bé, la que es coneix com *Indústria 4.0*. Serà una realitat a partir de la dècada següent i la idea és entrar en una nova dimensió en el món de la indústria.

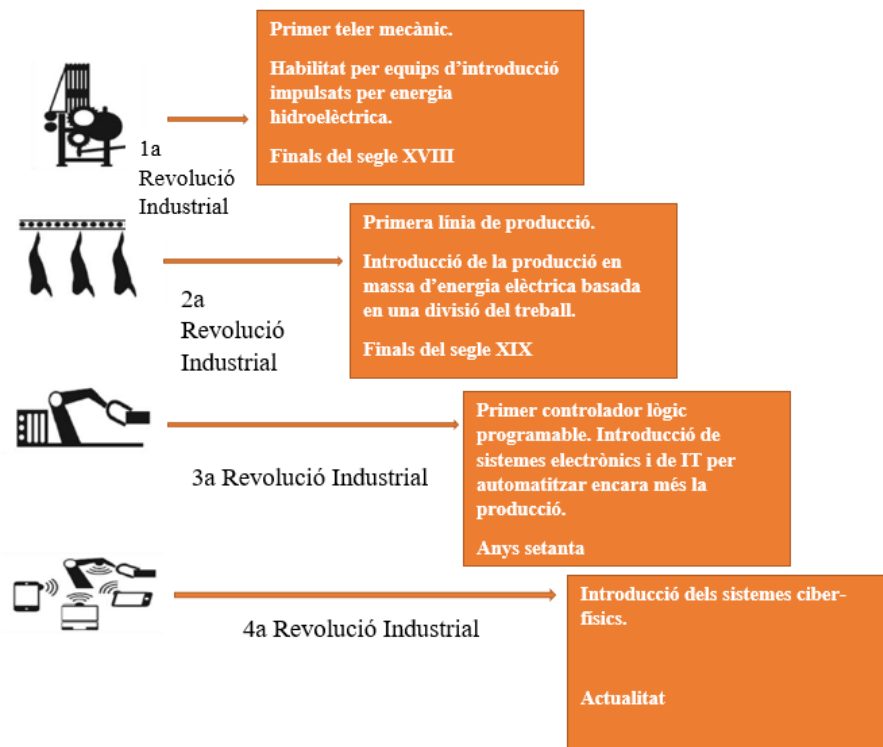


Figura 2.1. Revolucions industrials al llarg de la història.

Font: Adaptada de [3]

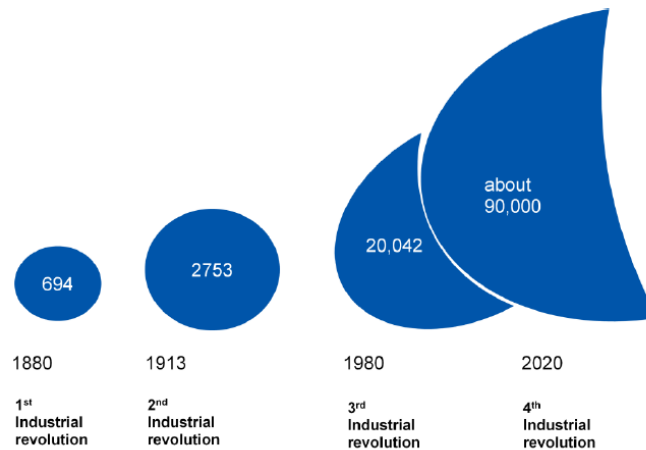


Figura 2.2. Evolució del PIB.

Font:[3]

A la figura superior es pot veure el **PIB** mundial mesurat en dòlars americans. Es pot apreciar com a partir de cada revolució industrial, s'ha produït un augment massiu d'aquest valor [3] El PIB es tracta d'un indicador econòmic que s'utilitza per determinar el nivell de riquesa d'una zona. Això mostra l'impacte de cada revolució en la nostra humanitat.

## LAS FASES DE LA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL

De la explosión mecánica a las factorías inteligentes.

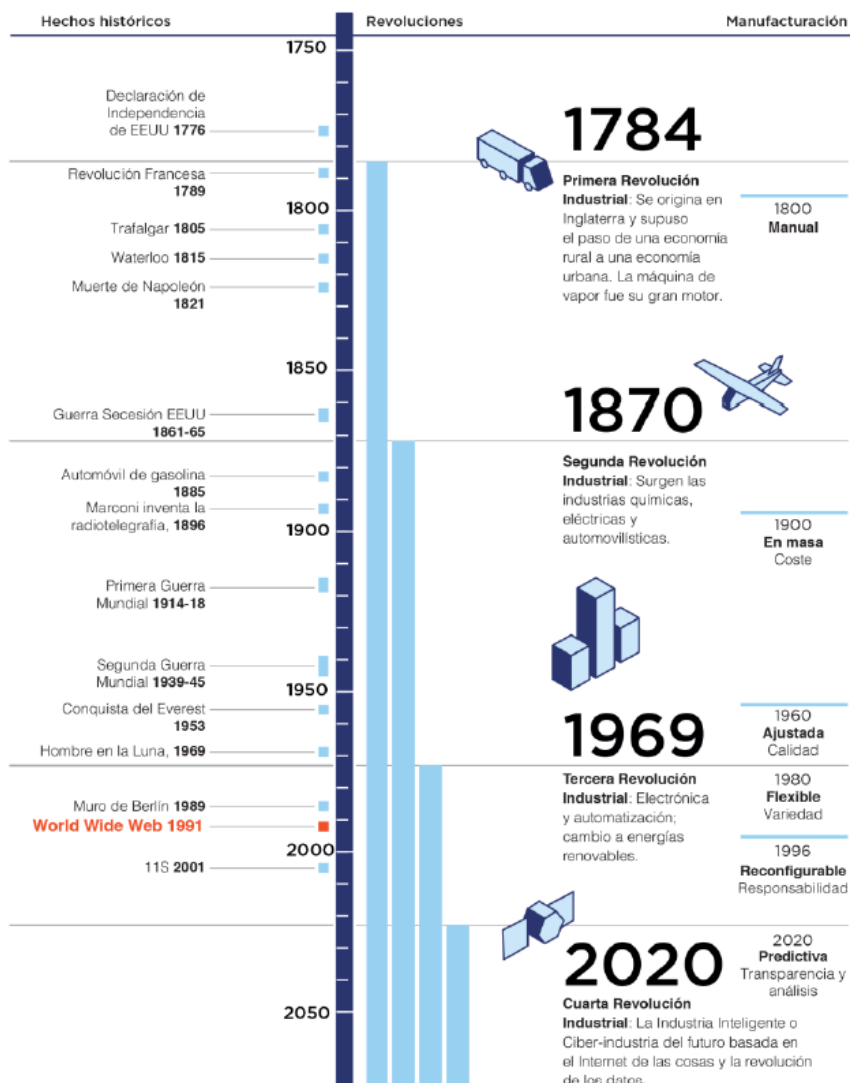


Figura 2.3. Fases de la revolució industrial.

Font:[2]

Com s'ha pogut observar durant les línies anteriors, quan s'ha catalogat una època amb una revolució, és indicatiu de que ha implicat un canvi radical. A la figura 2.3 es pot observar una breu resum dels canvis succeïts a cada revolució i el salt tecnològic que ha implicat cada una d'elles. Gràcies a les innovacions en cada una d'elles han implicat millores que han provocat un creixement increïble en les produccions de la Indústria i en la seva qualitat.

## 2.2. Indústria 4.0.

S'anomena “*Indústria 4.0*” a la quarta revolució industrial. Aquesta revolució es va crear, o millor dit, se'n va començar a parlar a la Fira de Hannover l'any 2011, per descriure com podia arribar a revolucionar la organització de les cadenes de valor globals. Amb la creació de les “fàbriques intel·ligents”, la quarta revolució industrial crea un món en el que els sistemes físics i virtuals de producció/manufactura cooperen globalment entre ells de manera flexible [3]. Això habilita la personalització dels productes i la creació de nous models operatius. Es focalitza en la digitalització de principi a fi de tots els actius físics i la integració en ecosistemes digitals amb socis de cadena de valor.

Tot i això aquesta revolució no només implica màquines i sistemes intel·ligents i connectats. El seu abast és molt més ampli. Actualment hi ha una gran quantitat de nous avenços en àrees que van des de la seqüenciació genètica fins a la nanotecnologia, des de les energies renovables fins a la computació quàntica. La fusió que es produeix entre aquestes tecnologies i la seva interacció entre els dominis físic, digital i biològic el que diferencia aquesta quarta revolució industrial respecte a les tres anteriors.

A la taula 2.1 es realitza una breu comparació entre la indústria actual i la Indústria 4.0, per tal d'entendre correctament algunes de les diferències entre les dues.

		Indústria actual	
Component	Font de dades	Atributs	Tecnologies
Component	Sensor	Precisió	Sensors intel·ligents i detecció de falles
Màquina	Controlador	Productivitat i actuació	Monitorització i diagnòstics basats en condició
Sistema de producció	Sistema de xarxa	Productivitat i eficiència general dels equips	Treball i reducció de desperfectes

↓

		Indústria 4.0	
Component	Font de dades	Atributs	Tecnologies
Component	Sensor	Consciència del que està passant i eficaç	Control de la degradació i predicció de la vida útil restant
		Auto predictiu	
Màquina	Controlador	Consciència del que està passant i eficaç	Temps d'activitat amb control de la salut predictiva (mateniment predictiu)
		Auto predictiu	
		Capaç de comparar-se ell mateix	
Sistema de producció	Sistema de xarxa	Capaç de configurar-se ell mateix	Productivitat sense preocupacions
		Capaç de mantenir-se ell mateix	
		Capaç d'organitzar-se ell mateix	

Taula 2-1. Comparació Indústria convencional vs Indústria 4.0

Font: Adaptada de [1]

## **2.3. Abast de detall.**

El projecte en qüestió pretén aconseguir entendre la situació actual en la que es troba la Indústria 4.0 a nivell europeu, i que qualsevol lector pugui assolir aquest objectiu.

Per tal d'assolir un coneixement adequat, la primera part consisteix en un marc conceptual relacionat amb la quarta revolució industrial per comprendre tots els conceptes relacionats amb aquest context. S'han estudiat diferents tecnologies aplicades i el fet que diferencia aquesta nova Indústria de la convencional.

També s'ha construït una base de dades relacionades amb els indicadors definits i que segons el criteri del projecte serveixen per determinar la situació a nivell regional (NUTS 2) de la Indústria 4.0 a Europa.

A continuació es defineixen els indicadors extrets a partir de la informació recollida. També es mostra una explicació teòrica sobre les diferents eines estadístiques que posteriorment s'utilitzaran i tot el procediment necessari per determinar de la manera més acurada possible la manera de treballar-los amb els models.

Es mostrarà també el software estadístic SPSS utilitzat per tal de processar les dades obtingudes. El seu objectiu és agrupar i identificar quins són els indicadors claus en el procés. També es mostrarà el software fsQCA emprat per el tercer model.

Finalment després de processar els models estadístics, amb els resultats obtinguts es procedirà a realitzar un anàlisi exhaustiu sobre quina és la regió més adaptada a la nova Indústria, i comprendre quins són els indicadors clau, i per tant, les mesures que altres regions menys preparades, poden adoptar.

En aquesta memòria es detallarà el tractament de l'anàlisi clúster i el QCA.

Posteriorment, es realitzarà un anàlisi de l'impacte mediambiental considerant tots els aspectes afectin de manera directa o indirecta, i a més a més s'inclourà un estudi econòmic justificant la viabilitat del projecte.

Un altre apartat que es trobarà és el d'una planificació detallada, en la qual es mostra un seguiment del projecte, amb totes les tasques a realitzar, des del primer dia fins a l'últim del projecte.



El projecte es basa en un estudi teòric on el que es pretén es analitzar els determinants claus en aquesta transició i que serveixi com a eina d'impuls per millorar els models en aquest context a nivell regional.



### 3. Objectius de detall i especificacions tècniques.

A continuació s'indiquen els objectius que es volen assolir durant el projecte i les seves especificacions per tal dur-los a terme. Els objectius són el resultat d'un anàlisi previ amb la intenció d'aportar una major visió del context Indústria 4.0.

**1) Descriure amb exactitud el concepte Indústria 4.0 i tot el que comporta.**

- Explicació de manera concisa del concepte Indústria 4.0 a través de fonts d'informació contrastades, com per exemple articles científics, llibres d'autors de prestigi o bé, altres projectes d'enginyeria de la mateixa temàtica.
- Identificació de les tecnologies aplicades més importants.

**2) Proposta d'indicadors per tal de valorar el grau de maduresa del model Indústria 4.0.**

- Proposta d'indicadors relacionats amb les tecnologies aplicades a la Indústria 4.0, i que es troben agrupades en els tres grups habilitadors d'aquesta Indústria.
- Proposta d'indicadors relacionats amb la innovació. Es tracta d'una part fonamental d'aquesta nova revolució, la qual ha implicat gran part de les aplicacions que s'han realitzat.
- Proposta d'indicadors relacionats amb la sostenibilitat, ja que un dels valors afegits d'aquest tipus d'Indústria és aplicar tecnologies i mesures respectuoses amb el medi ambient.
- Ús de bases de dades contrastades com EuroStat.

**3) Estudiar i aplicar models estadístics per permetre reduir els indicadors en una mateixa temàtica i poder desenvolupar amb èxit els models estadístics.**

- Aplicació de tècniques com l'anàlisi factorial per poder treballar amb millor detall els indicadors, reduint-los amb un denominador comú.
- Aplicació de l'anàlisi clúster per tal de mantenir una similitud entre els indicadors.
- Aplicació del QCA (Qualitative Comparative Analysis).

**4) Desenvolupar un model de caracterització dels sistemes industrials regionals per a ajudar als policy makers a definir polítiques d'impuls de la Indústria 4.0.**

- Definició d'indicadors relacionats en l'entorn de la Indústria 4.0.

- Treball a partir de base de dades com Eurostat per aconseguir la informació a nivell regional pels indicadors.
- Ús de models estadístics per reduir els indicadors correctament.
- Ús de suport software com per exemple SPSS i FSQCA.
- Mitjançant les bases de dades obtingudes i el seu posterior processament a través d'eines estadístiques, extracció de conclusions amb la valoració els determinants de la Indústria 4.0 a tota Europa.

## 4. Marc conceptual.

És important definir amb exactitud el concepte Indústria 4.0 i què implica aquest fenomen en els processos industrials abans de poder identificar correctament els indicadors. En apartats anteriors s'ha explicat breument comparant-la amb les antigues revolucions que han succeït al llarg de la història, i les diferències d'aquesta nova Indústria amb la convencional. En aquest apartat s'estudiaran detalladament aquesta nova revolució.

### 4.1. Enfocament de la Indústria 4.0.

La quarta revolució industrial es focalitza principalment en els anomenats *smart products*, en el procediment i en els processos (*smart production*). El concepte *smart factory* és d'aquesta manera, un element clau i indispensable en el desenvolupament d'aquesta nova era. A la *smart factory*, o fàbrica intel·ligent, la comunicació és un aspecte clau. Consisteix en aplicar i generar el coneixement, l'experiència i la tecnologia de vanguardia per crear productes i serveis associats amb alt valor afegit. Hi ha una comunicació directa entre la persona, la màquina i els recursos. Es tracta d'una fàbrica o empresa connectada i digitalitzada en tots els seus extrems i amb la capacitat de gestionar grans quantitats d'informació [2]. En aquest tipus d'empreses on s'aplica aquesta manera de treballar, totes les accions estan optimitzades per aconseguir una major productivitat, sostenibilitat i rendiment econòmic.

És un concepte on la informació és molt important per a fixar una estratègia de producció. Aquí entra un concepte vital com és el Big Data. És una idea en creixement però que encara no està introduïda a tot el món. Es troba en fase d'implementació en les zones més destacades del món industrial, sobretot afegint els primers processos intel·ligents adaptats a la situació del mercat actual. Es tracta d'una conversió costosa, fet que implica una alta inversió, i molts sectors es troben en dificultats per assumir aquest canvi. Per tant, la transició cap a la Smart Factory és complexa.

Relacionat amb el concepte que s'acaba d'explicar, en sorgeix un altre de gran interès, els *Smart Product*, o productes intel·ligents. Són productes que es troben en entorns intel·ligents. Es pot definir de la següent manera [7]: “ Un producte intel·ligent és una entitat (objecte, programari o servei tangible) dissenyat i realitzat per a incrustar-se automàticament en diferents entorns (intel·ligents) durant el seu cicle de vida, oferint una millor simplificació

i obertura a través de la millora de la interacció entre productes (P2P) i amb l'usuari (P2U) mitjançant consciència del context, comportament proactiu, interfícies naturals multidimensionals, planificació AI i aprenentatge automàtic”.

Aquest tipus de productes generalment són de preu baix, i per a un rang d'usuaris ampli. També ha d'estar dissenyat per tenir un cicle de vida curt. El motiu és per les pressions per introduir el producte en el mercat el més ràpid possible.

Un altre fet característic és que en la majoria dels casos són portàtils. Per tant, implica que les tasques de disseny d'aquests productes són complexes, ja que en termes de mida i pes existeixen limitacions, però a la vegada ha de complir amb una sèrie d'especificacions.

Els *Smart Product*, d'aquesta manera es dissenyen a partir de dues característiques principals:

- *Simplicitat*: millora de la interacció producte a usuari (PSU). Per tal de millorar la simplicitat d'interacció entre els productes i els seus usuaris durant el cicle de vida, és important aplicar de manera innovadora les tecnologies de la informació. L'objectiu és millorar la interacció entre els productes i els éssers humans, és a dir, convertir els productes en intel·ligents. S'ha de treballar en aspectes com la interfície d'usuari, la qual s'ha d'aconseguir que sigui molt intuïtiva i de fàcil comprensió i sobretot que sigui adaptable, millorant d'aquesta manera la interacció.
- *Obertura*: millora de la interacció entre productes (P2P). Tecnologies com el IoT, permeten als productes comunicar-se entre ells. Això implica una millora de la interacció entre aquests.

La combinació entre PSU i P2P pot arribar a aportar grans beneficis. Obren la porta a la possibilitat de poder intercanviar els éssers humans i els productes entre ells en un entorn determinat.

Una situació per exemple, seria que hi ha un grup de productes intel·ligents amb un nivell d'entrada de sofisticació senzill. En el cas que la demanda augmenti, i així també el pressupost, es podria reduir la intervenció humana, afegint nous productes addicionals que supleixin les labors humanes, automatitzant així el procés.

També pot succeir la situació contrària, quan es produeix una anomalia en un producte intel·ligent en el mateix entorn, es pot facilitar la intervenció manual fent entrar a una persona per tal de substituir el producte.

Els productes intel·ligents són capaços de reconèixer el context en cada situació, fet que permet que es puguin adaptar al comportament de l'usuari a partir de les seves respostes, a través d'anticipar-se a les intencions de l'usuari. Tot això facilita la interacció entre producte i usuari.

Tres qualitats importants que es poden atribuir a un producte intel·ligent són:

- Capacitat de recollir, processar i produir informació.
- Que disposin algun tipus d'innovació durant la seva fase de disseny o producció.
- Productes sostenibles, respectuosos amb el medi ambient, durant tot el seu cicle de vida.

Finalment, per concloure de manera resolutiva, un producte intel·ligent, és qualsevol producte que sigui intel·ligent en alguna de les fases del cicle de vida. Important remarcar que un producte pot ser intel·ligent sense la necessitat de tenir electrònica ni tecnologies de la informació.



Figura 4.1. Característiques de la fabricació intel·ligent.

Font: [2]

Les empreses segueixen un full de ruta que combina comunicacions segures, solucions basades en Big Data, Cloud computing, o en tecnologies com el **IoT** (Internet of Things), que emmagatzema una gran quantitat de dades que a llarg termini permeten millorar els processos, minimitzant els costos i temps de producció. La Fabricació Avançada es basa amb les TICs i en aplicar tecnologies de producció, en canvi la *Smart Factory* només es basa amb les TICs.

Un dels aspectes més importants a destacar en aquesta nova manera de treballar, és que aconseguen funcionar amb poca intervenció humana, aprenent i adaptant-se als canvis en temps real. Es tracta d'una producció molt flexible gràcies a la transmissió constant d'informació.

## **4.2. Nous conceptes en l'automatització.**

Tota la indústria que es va incorporant al context del 4.0 ha hagut de realitzar grans canvis ja que elements com per exemple els PLCs (Programmable Logic Devices) o els CNCs (Computer Numerical Control) ha sigut necessaris integrar-los a la xarxa del sistema d'informació de la companyia en qüestió.

Per tant, és necessària una gran connectivitat entre els participants en el procés de fabricació, fet que implica que els sistemes i les plataformes siguin més complexes. En aquest context apareixen nous conceptes que a continuació s'expliquen:

### ***Computer-Integrated Manufacturing (CIM)***

Es tracta de l'aproximació en la fabricació d'utilitzar ordinadors per controlar tot el procés de producció [23]. La integració permet l'intercanvi d'informació entre els processos industrials i iniciar accions. A la vegada, permet que la fabricació sigui més ràpida i tingui menys errors.

En una empresa amb el CIM integrat, les diferents àrees que la componen, com la de disseny, anàlisi, planificació, compres, comptabilitat, control d'inventari, distribució es troben comunicades a través d'ordinadors amb les funcions de la planta de producció com l'aprovisionament, és a dir existeix un control directe i un monitoratge constant de totes les operacions.



### ***Agile Manufacturing (AM)***

Consisteix en l'habilitat de respondre ràpidament a les necessitats del mercat sense afectar a la qualitat o costos de producció, introduint processos, com per exemple, la reconfiguració dinàmica dels sistemes de fabricació per adaptar la fabricació als canvis de producció. Tot això sense afectar ni a la qualitat ni als costos de producció.

La AM es troba generalment en companyies que consten de grans xarxes de proveïdors i empreses properes. Tenen la facilitat de redistribuir les eines ràpidament, o bé negociar nous contractes amb proveïdors. Per tant, és indicatiu, que estan preparades per augmentar la producció en productes amb altes demandes o bé en el redisseny de productes.

### ***Networked Manufacturing (NM)***

El NM o fabricació en xarxa no és propietat d'una simple empresa. Quan es va crear aquest tipus de fabricació va ser, mitjançant l'ús de les TIC, amb la intenció de reunir diferents proveïdors i socis, creant d'aquesta manera una xarxa virtual que actuï com una xarxa de propietat única.

La definició es podria considerar com la col·laboració entre empreses manufactureres connectades entre elles a través de les TIC, per gestionar i controlar el procés de fabricació.

Amb la combinació de la NM i la AM es pot passar d'una xarxa de fabricació virtual a una xarxa de fabricació dinàmica, per tal de convertir-la en més flexible i àgil i poder satisfer les necessitats del mercat.

### ***Manufacturing Grid (MG)***

La MG és defineix de la següent manera “xarxa integrada de suport per compartir recursos, cooperar i gestionar les empreses”. [26]

Aquesta fabricació consisteix en la creació d'una xarxa d'organització de tot tipus de recursos de diferents regions i organitzacions empresarials. És responsable de protegir la distribució dels dissenys, fabricació, tecnologia, entre d'altres, separant els recursos en diferents companyies. Permet a les empreses o persones que formen part de la xarxa de sol·licitar els serveis i utilitzar tots els recursos que es trobin disponibles en la xarxa de cooperació.

Per tant, es tracta d'un concepte clau ja que implica la integració de tot tipus de recursos i crea un entorn de feina cooperatiu per poder abastir tots els requisits en el procés de fabricació.

### **4.3. Tecnologies clau en la Indústria 4.0.**

Es tracta d'una tasca complicada poder definir totes les tecnologies i sistemes que abasten, però actualment, el debat se centra amb l'impacte de les tecnologies que més afecten tant en el desenvolupament digital, com en la innovació. Entre totes aquestes tecnologies existeix una relació molt pròxima entre elles. Per exemple, es poden aprofitar els sistemes Ciber-Físics gràcies a la implementació del IoT en l'àmbit de la producció/fabricació. Aquestes tecnologies faciliten la digitalització de la cadena de valor i possibiliten la nova aparició de nous models de negoci.

Es coneixen tres grans categories d'habilitadors. La primera categoria és la de la *hibridació del món físic i digital*. Permet relacionar el món físic amb el digital a través de sistemes de captació d'informació del món físic, o bé mitjançant la transformació de la informació digital en un element físic [4]. La informació digital materialitzada en la categoria anterior es processa a través del segon grup d'habilitadors, *el de comunicacions i tractament de dades*. També es podria donar la comunicació en sentit invers, és a dir, de les aplicacions als habilitadors que fan possible la hibridació del món físic i digital. Aquesta segona categoria alimenta a la última, *a les aplicacions de gestió*. Aporta intel·ligència a les dades. En aquesta última es poden trobar solucions de negoci basades en la innovació, solucions d'intel·ligència. Existeixen varis efectes que tenen els habilitadors dels tres nivells esmentats. Poden arribar a optimitzar o canviar el procés, millorar els productes que ja existeixen o bé, crear productes nous, i també poden permetre l'aparició de nous models de negoci.

A la figura 2.5 es poden veure diferents exemples de tecnologies de cada categoria, on més endavant es procedirà a desenvolupar cada una d'elles.

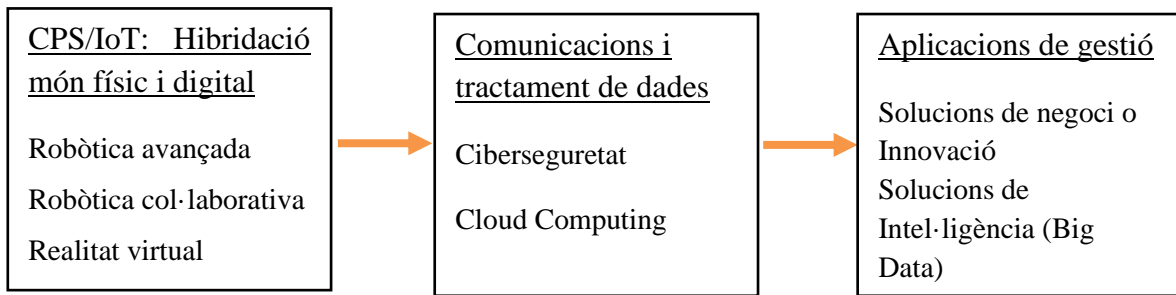


Figura 4.2. Tecnologies de la Smart Factory

Font: Adaptada de [4]

De tots els habilitadors presentats, dos són indispensables i transversals per a la resta d'habilitadors, és a dir, són elements fonamentals per fomentar l'objectiu de la Indústria 4.0 de la transformació digital de la indústria. Aquests dos són la connectivitat i la ciberseguretat.

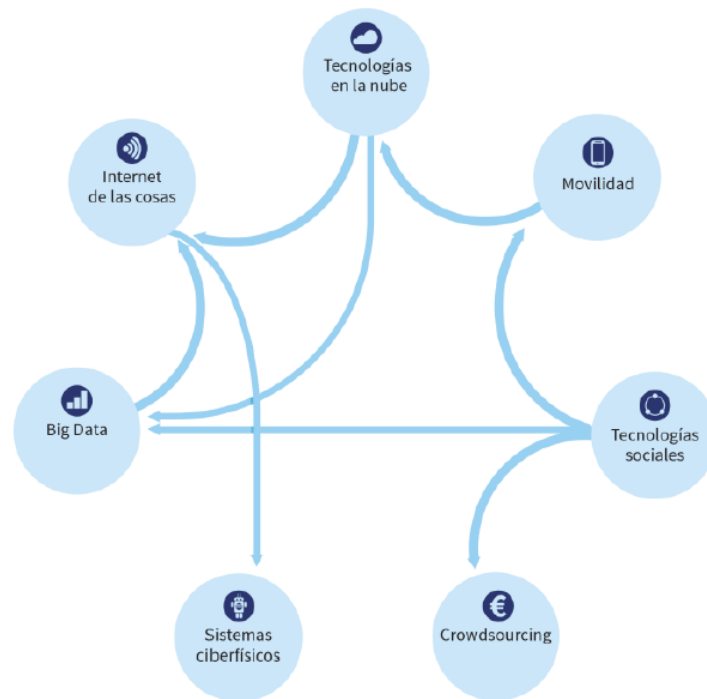


Figura 4.3. Diferents tecnologies de la Indústria 4.0

Font: [2]

Pràcticament totes les tecnologies o conceptes que es tracten suposen noves oportunitats d'innovació per a qualsevol empresa, d'aquesta manera s'està promovent a nivell mundial que tot el conjunt empresarial les adopti.

A continuació es realitza una explicació de les més importants.

### ***Sistemes Ciber-Físics***

Els sistemes Ciber-Físics (CPS) es refereixen a la nova generació de sistemes amb capacitats computacionals i físiques integrades que poden interactuar amb els humans a través de moltes noves modalitats. [9]

Es tracta d'una tecnologia que treballa integrada dins de les IoT amb l'objectiu de proporcionar una gran quantitat de serveis i aplicacions innovadores al client final. Es troben integrades en un gran nombre de dispositius. Gràcies a aquest fet, es poden catalogar com a dispositius intel·ligents. Per exemple estan en sistemes de transport, fàbriques, automòbils, processos industrials, entre d'altres. Un dels objectius principals és que aquests sistemes aportin en termes de *smart factory* i en sostenibilitat.

Un altre dels aspectes clau es que permeten la comunicació entre dues màquines (M2M). Quan es parla de comunicació entre màquines, vol dir que són capaces de transmetre informació a través de dades entre elles.

Tal i com s'ha anat comentant durant els punts del projecte, amb aquesta nova revolució es vol entrar en una altra dimensió en el món de la indústria. Amb l'ús dels CPS les empreses poden arribar a millorar substancialment l'eficiència en els seus processos i sobretot la productivitat incorporant una comunicació inèdita entre processos abans de conèixer aquest tipus de tecnologies. Si s'aplica en un procés industrial tindria un impacte clar en la qualitat del producte i en el consum energètic del procés.

Algun exemple dels aspectes positius als quals podria arribar si s'apliquen són els següents:

- Es poden arribar a optimitzar operacions d'una planta industrial o optimitzar en termes de seguretat, en el cas que els *sistemes de control digital* posseeixin controls de processos automatitzats "embedded". També és important disposar d'eines que ajudin a l'operador i també facilitin la presa de decisions en temps real.
- Maximització de la planta en termes de fiabilitat *gestionant actius*, mitjançant l'ús d'eines de manteniment predictiu i mesures en temps real.
- La utilització de *sensors* poden arribar a prevenir situacions d'alt risc a tota una planta.

Els CPS consten d'una arquitectura de 5 nivells, anomenada arquitectura 5C. Es tracta d'una pauta pas a pas que indica com construir i implementar un sistema Ciber-Físic per aplicacions de manufactura. En termes generals un CPS consta de dos components principals:

- Connectivitat avançada que pugui garantir l'adquisició de dades en temps real del món físic.
- Gestió de dades intel·ligents, capacitat computacional i analítica en el ciberespai.

Aquest tipus d'arquitectura defineix de manera clara i concisa a través d'un flux de treball seqüencial, la manera de construir un CPS, des de l'adquisició de dades, fins a l'anàlisi per arribar finalment a la creació de valor.

A la figura 2.7 es poden apreciar els diferents nivells que formen l'arquitectura 5C mitjançant una estructura piramidal.

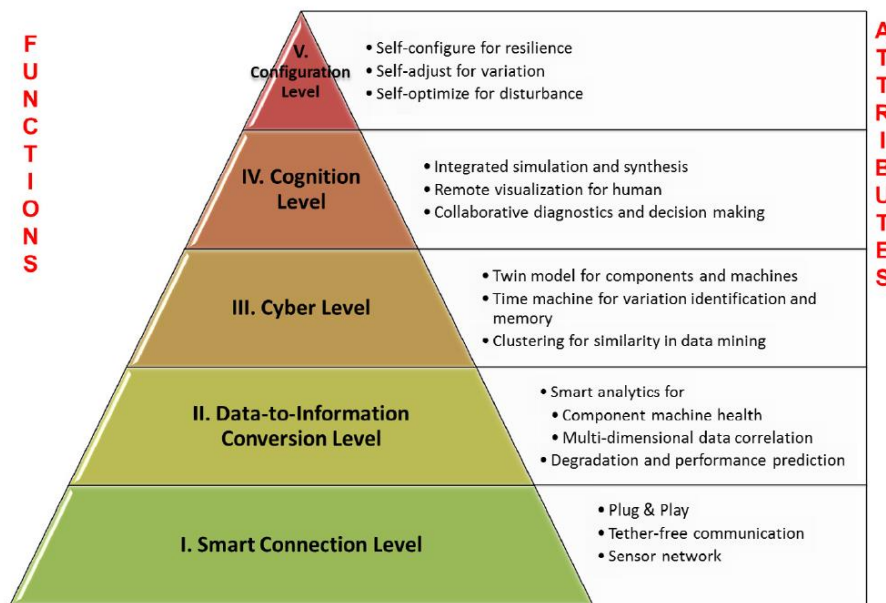


Figura 4.4. Estructura piramidal arquitectura 5C.

Font: [8]

A la figura 2.8, es poden veure els diferents nivells d'arquitectura presentats com a flux de treball seqüencial. Tal i com s'ha comentat en línies anteriors, el procés tracta des de l'adquisició de dades inicial i fins a la creació de valor final.

- *Connexió intel·ligent:* el primer pas per desenvolupar aplicacions de CPS consisteix en adquirir dades precises de les màquines i els seus components. Aquestes dades poden ser obtingudes de diferents maneres. Com a primera opció poden ser mesurades mitjançant sensors. Per tant, serà important seleccionar acuradament el sensor tant per tipus, com per especificació. O bé, poden ser obtingudes del controlador o de sistemes de fabricació empresarial com per exemple, ERP, MES o SCM. És important considerar varis tipus de dades, un mètode constant i perfecte per a gestionar l'adquisició de dades, i la transferència de dades al servidor central és necessària on hi hagi protocols com MTConnect, entre d'altres.
- *Conversió de dades a informació:* és important extreure informació rellevant de les dades obtingudes. Actualment existeixen varies eines i metodologies disponibles per al nivell de conversió de dades a informació. En els últims anys s'ha donat molt d'èmfasi en el desenvolupament d'aquests algoritmes específicament per a pronòstics i aplicacions de gestió de la salut.
- *Ciber:* el ciberespai actua com a eix central d'informació en aquest tipus d'arquitectura. La informació s'envia a aquest espai des de cada màquina connectada per formar la xarxa de màquines. Un cop recollida tota aquesta informació massiva, és necessari utilitzar anàlisis específics per extreure informació addicional que proporcioni una millor visió sobre l'estat de les màquines. Aquests anàlisis proporcionen a les màquines capacitat d'autocomparació, on el rendiment d'una sola màquina pot ser comparat i qualificat entre la flota. Per altre banda, les similituds entre el rendiment de la màquina i els actius anteriors, poden ser mesurades per predir el futur comportament de la maquinària.
- *Cognitiu:* l'aplicació dels CPS a aquest nivell genera un coneixement exhaustiu del sistema monitorat. La presentació adequada dels coneixements adquirits a usuaris experts ajuda a la presa de decisions correctes. Ja que es disposa d'informació comparativa, així com dels estats individuals de cada màquina, es poden prioritzar tasques per optimitzar el procés de manteniment.

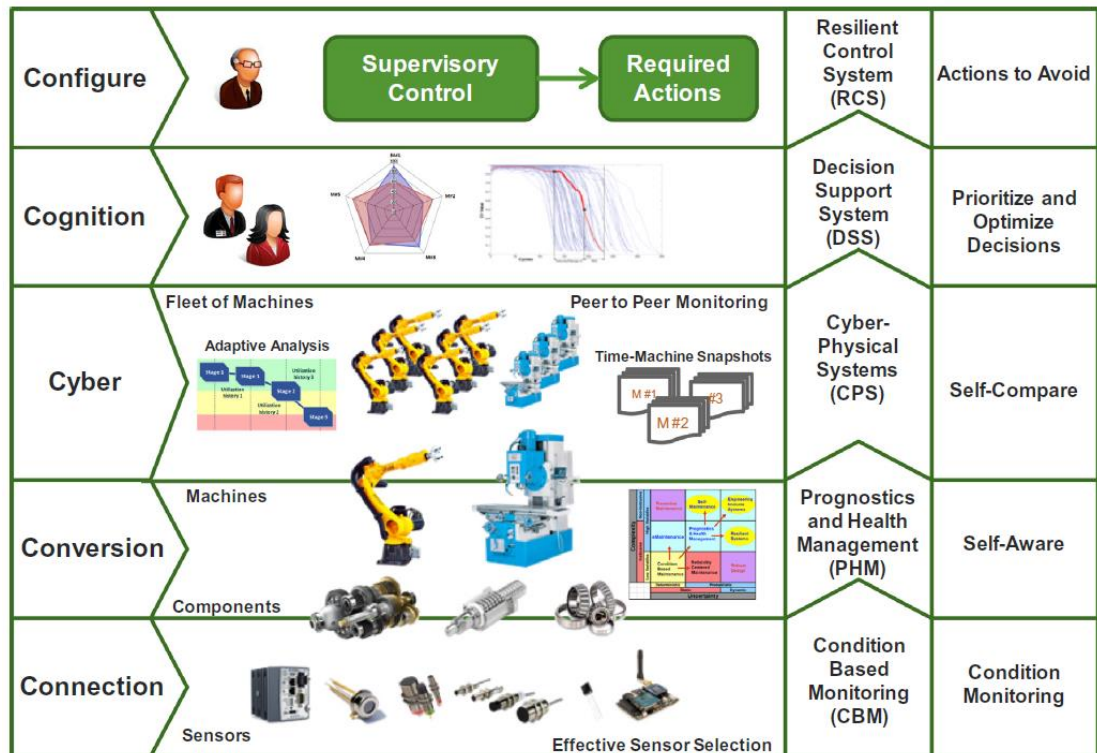


Figura 4.5. Flux de treball seqüencial arquitectura 5C.

Font: [8]

- Configuració*: el nivell de configuració es la retroalimentació del ciberespai amb l'espai físic i actua com a control de supervisió per tal de que les màquines es puguin autoconfigurar i autoadaptar. Aquest nivell actua com un sistema de control de resiliència per aplicar les decisions correctives i preventives que s'han pres al nivell cognitiu, al sistema monitorat.

**Internet of Things**

Es tracta probablement d'un dels conceptes més importants dins de d'aquesta nova revolució industrial. Es podria definir com l'agrupació de varis dispositius mitjançant una xarxa per on/ poden interaccionar i cooperar i són visibles entre ells per arribar a objectius comuns. Els dispositius dels quals es fa referència poden arribar a ser per exemple, sensors, actuadors, qualsevol dispositiu mecànic, entre d'altres. El propòsit és que qualsevol element pugui estar connectat a Internet sense necessitat de la intervenció d'un ésser humà. Per tant, aquí es torna al concepte ja comentat amb els CPS de la interacció màquina a màquina (M2M) o dispositius M2M.

Està guanyant terreny molt ràpidament en el món de la tecnologia sense fil de les telecomunicacions. Aquest impacte tant alt que està aconseguint, és a causa de l'evolució que ha patit Internet en aquests últims temps. [9] A més a més, es preveu que tingui un gran impacte en molts aspectes de la vida quotidiana. En termes d'usuari privat, l'impacte es farà visible tant en el món laboral com en el domèstic. En aquest cas es veuen situacions com en la domòtica, millora de l'aprenentatge o la vida assistida. Pel que fa en termes d'empresa o indústria, els impactes anirien més relacionats en mons com el de l'automatització i la fabricació industrial, la logística o fins i tot en el transport intel·ligent.

El concepte IoT és possible gràcies a una sèrie de tecnologies.

El primer cas que es tractarà són *les tecnologies de comunicació*. Durant molt temps l'objectiu "a qualsevol lloc, a qualsevol moment, a qualsevol mitjà", és a dir, l'objectiu d'aconseguir una llibertat total, ha sigut el que ha impulsat els avenços en les tecnologies de la comunicació. Per tant, en aquest context la tecnologia sense fil juguen i han jugat un paper de gran importància. Millores com la reducció en el pes, mida, energia i sobretot cost, impliquen el camí cap a una nova era on la relació augmenta en grans magnituds. Aquest canvi comporta que en un futur elements de comunicació com la ràdio es trobin integrats en molts dispositius i objectes, i d'aquesta manera agregar el concepte IoT a tot el món. D'aquesta manera en el context el qual s'està parlant, els components clau del IoT seran els sistemes RFID. Aquests sistemes estan formats per un o més lectors i vàries etiquetes RFID. Aquestes etiquetes estan caracteritzades per un identificador únic i s'apliquen a objectes. Els lectors activen la transmissió de les etiquetes generant una senyal apropiada que representa una consulta per la possible presència d'etiquetes a l'àrea circumdant i per a la recepció de les seves identificacions. Els sistemes RFID es poden utilitzar per a monitorar objectes en temps real, sense la necessitat d'estar en la línia de visió. Això permet "mapejar" el món real en el món virtual. D'aquesta manera s'arriba a la conclusió que té un gran rang d'aplicació, com per exemple en la seguretat o en la logística. Si es fa referència a una etiqueta RFID des d'un punt de vista físic, es tracta d'un microxip1 connectat a una antena, utilitzada per rebre la senyal del lector i per transmetre la identificació de l'etiqueta, empaquetat semblant a un adhesiu.

Les xarxes de sensors també juguen un paper molt important en aquesta nova revolució. Són capaços de treballar conjuntament amb els sistemes RFID per a millorar el rastreig de l'estat



de les coses, ja sigui la temperatura o la ubicació, entre d'altres. Tenen varis camps d'aplicació com per exemple el monitoratge ambiental, la salut electrònica, sistemes de transport intel·ligents, entre d'altres. Les xarxes de sensors consisteixen en nodes de selecció que comuniquen en una xarxa sense fil moda “multi-hop”. *Aquest tipus de moda es tracta d'un tipus de comunicació en xarxes de ràdio en el que l'àrea de cobertura de la xarxa és major que el rang de la radio dels nodes individuals.* Generalment, els nodes informen dels resultats de la seva detecció a un petit nombre de nodes especials. Els objectius de disseny de les solucions proposades són l'eficiència energètica, escalabilitat, la fiabilitat i la robustesa.

Un altre tipus de tecnologia molt important és el programari intermediari, o bé *middleware*, el qual consisteix en una capa de software o bé, un conjunt de subcapes interposades entre el tecnològic i els nivells d'aplicació. Disposa d'una característica que el permet ocultar detalls de les diferents tecnologies. És un tret important a destacar ja que permet eximir al programador de qüestions que no formen part directament del seu enfocament, el qual és el desenvolupament de l'aplicació específica habilitada per les infraestructures del IoT. Aquesta tecnologia cada vegada disposa d'un paper més important sobretot en el seu rol principal en la simplificació del desenvolupament de nous serveis i en la integració de tecnologies heretades en noves.

Segueix l'enfocament de l'Arquitectura Orientada a Serveis, SOA (Service Oriented Architecture).[10] Adoptar aquest tipus d'arquitectura permet la descomposició de sistemes complexes i monolítics en aplicacions que consisteixen en un ecosistema més simple i amb components millor definits. Les avantatges d'aquest tipus d'enfocament són reconegudes en la majoria d'estudis sobre solucions del *middleware* relacionats amb el IoT.

### ***Robòtica col·laborativa***

La robòtica col·laborativa engloba els robots que estan dissenyats per realitzar tasques en col·laboració i interactuar amb els treballadors humans.

Aquests tipus de robots milloren la productivitat dels humans durant el procés, ja que els permet alliberar-se de tasques monòtones i poder-se dedicar a tasques de més alt valor. Una qualitat a favor dels robots col·laboratius és que estan més acceptats ja que són vistos com una eina de suport per a la persona humana, i no com a un element substitutiu. [12] Per

exemple, la persona aportaria la capacitat de resoldre situacions més complexes, la flexibilitat durant l'execució d'un procés, i el robot col·laboratiu podria arribar a oferir la força, resistència o precisió durant la realització de la tasca.

Principalment aquest tipus de robots destaquen per l'automatització que ofereixen a la indústria. A més a més, presenten altres avantatges com per exemple:

- *Ofereixen un rendiment constant:* al no patir físicament com una persona, els robots no redueixen la seva productivitat, i a la vegada, poden estar treballant de manera ininterrompuda durant més d'una jornada laboral completa.
- *Reducció del risc de lesions dels treballadors:* amb la seva aportació en diferents tasques, redueixen el risc de lesions en situacions diverses, com durant la manipulació de peces pesades, o en una operació que implica una exposició a gasos nocius, o al tractament amb objectes afilats.
- *Disminució del temps de comercialització:* degut a l'alt rendiment ofert durant la producció, es podrà reduir el temps de fabricació.

Generalment presenten les següents característiques:

- Fàcil programació
- Instal·lació ràpida
- Flexibles
- Col·laboratius i segurs

Algunes de les operacions que poden dur a terme són les que a continuació es poden observar:

- *Operacions repetitives:* té la capacitat de repetir una vegada i una altra una tasca durant hores i amb una precisió exacta.
- *Operacions no ergonòmiques:* és a dir operacions que impliquen postures poc naturals o que són operacions molt forçades, com per exemple,, haver de manipular càrregues manualment.
- *Operacions de baix valor afegit:* tal com s'ha comentat en línies anteriors, són una eina perfecta per complementar al treballador en tasques de baix valor alliberant-lo així d'aquesta operació, i que pugui aportar en una tasca més complexa.

Finalment, per acabar es mostra un exemple de robot col·laboratiu del mercat actual. Es tracta del robot de Universal Robots UR5 [13].



Figura 4.6. Model UR5.

Font:[13]

És un robot amb un radi d'acció de 850 mm i una càrrega útil de 5 kg. És de mida mitja i està pensat per a tasques de paix pes, com per exemple *pick & place*.

### ***Ciberseguretat***

La ciberseguretat és la pràctica de protegir els ordinadors, servidors, xarxes, programes d'atacs maliciosos. Juga un paper determinant a causa de la seva interconnexió global i als riscos que suposa. Es protegeixen les infraestructures, dels sistemes i les aplicacions, dels dispositius i en la transmissió d'informació. D'aquesta manera s'evita l'accés de persones no autoritzades als sistemes i es garanteix la integritat de les dades.

La Indústria 4.0 separa els programes que vetllen per la seguretat física de les persones, *Safety*, dels programes desenvolupats per a incrementar la seguretat lògica dels entorns industrials, la ciberseguretat, *Security*.

La implementació de ciberseguretat presenta com a objectiu prevenir d'atacs interns i externs la indústria de manera integrada [14]. Contempla mesures de protecció des del nivell de gestió d'una planta fins a nivell de camp i des del control d'accés fins al resguard de la propietat intel·lectual de la nova Indústria.

L'evolució que ha sofert els sistemes de físics a sistemes cloud, exposa a les empreses a més amenaces i atacs d'alta professionalització, sobretot a la Indústria.

### ***Tecnologies al núvol (Cloud Computing)***

Es tracta d'una tecnologia que permet accés remot a softwares, emmagatzematge d'arxius i processament de dades mitjançant Internet. En el model del núvol no hi ha necessitat d'instal·lar aplicacions de manera local en computadores. Busca tenir tots els arxius a Internet, d'aquesta manera es pretén eliminar la preocupació de disposar de la capacitat suficient per emmagatzemar tota la informació necessària. També millora la seguretat, la flexibilitat i permet la col·laboració i interacció entre usuaris, ja siguin de la mateixa empresa o bé d'una altra organització.

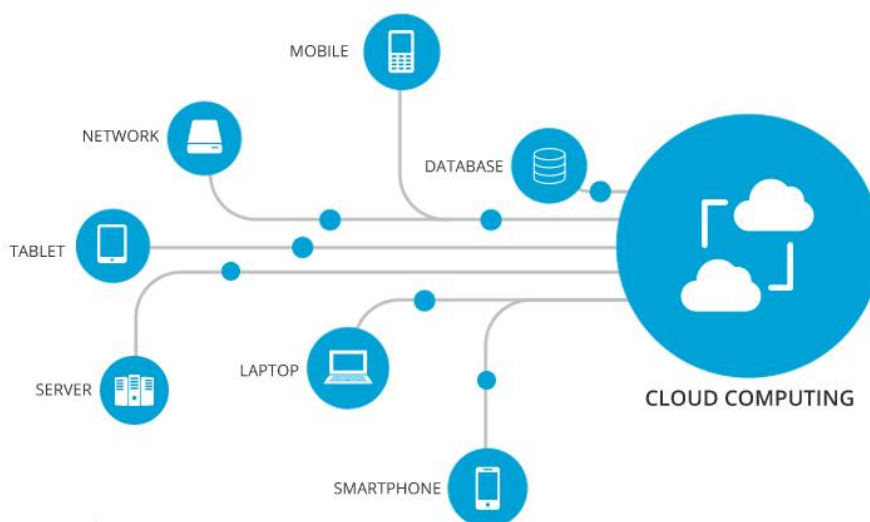


Figura 4.7. Concepte general de la tecnologia Cloud Computing.

Font: [27]

Aquest tipus de tecnologia està formada per cinc característiques essencials:

- *Sota demanda*: no és necessari realitzar una consulta a algú o disposar d'un professional de TIC involucrat en la provisió del servidor o de l'emmagatzematge en xarxa. L'usuari té la capacitat de computació necessària quan la necessita.
- *Multiplataforma*: es pot treballar a través d'un portàtil o ordinador de sobretaula, una "tablet", o fins i tot amb un smartphone. Únicament és necessari connexió a Internet.
- *Agrupació de recursos (Recursos en pool)*: segueix el model de multiusuari, el qual significa que hi ha diferents usuaris del software.

- *Flexibilitat ràpida*: l'usuari té una experiència dimensionada en funció de la demanda i la utilització real.
- *Servei mesurat*: controlen i optimitzen automàticament l'ús dels recursos aprofitant una capacitat de mesura en algun nivell d'abstracció apropiat al tipus de servei. La utilització de recursos és monitorada, controlada i informada proporcionant una transparència per el proveïdor i consumidor del serveis utilitzat.

A continuació s'explicaran també els tres models de servei que també formen el *Cloud Computing*.

- *Software com a Servei (Saas)*: l'objectiu és facilitar l'accés a l'aplicació de programari per a l'usuari mitjançant una interfície de navegador o programa. Amb aquest model, la xarxa subjacent, el sistema operacional i els recursos funcionen en els bastidors. El consumidor no gestiona ni controla la infraestructura de núvol subjacent que inclou la xarxa, els servidors, sistemes operatius, entre d'altres.
- *Plataforma com a Servei (Paas)*: aprofita els beneficis de la computació en el núvol mentre manté la llibertat de desenvolupar aplicacions personalitzades del software. En aquest cas, el proveïdor és el responsable del manteniment del sistema operacional, de la xarxa, els servidors i de la seguretat.
- *Infraestructura com a Serveis (Iaas)*: el consumidor té la capacitat de processament de provisió, emmagatzematge, xarxes i altres recursos informàtics fonamentals on el consumidor pot implementar i executar qualsevol software, que pot tenir operacions, sistemes i aplicacions. El consumidor no controla ni gestiona la infraestructura del núvol subjacent, però si que ho fa sobre els sistemes operatius, l'emmagatzematge i les aplicacions implementades.

Existeixen quatre models d'implementació per el Cloud Computing:

- *Núvol privat*: es troba formada per una sola organització, que comprèn múltiples consumidors, amb el seu propi núvol de servidors i softwares per a l'ús sense un punt d'accés públic.
- *Núvol comunitari*: està formada per ús exclusiu d'una comunitat específica de consumidors, d'organitzacions que comparteixen problemes o preocupacions comunes.

- *Núvol públic*: es tracta d'una infraestructura d'ús obert. Varies empreses per exemple, poden el poden utilitzar a la vegada, però de manera separada. El proveïdor del núvol és el responsable del manteniment i de la seguretat.
- *Núvol híbrid*: es troba composta per dos o més infraestructures de núvols diferents, les quals segueixen sent entitats úniques, però que estan vinculades/unides per una tecnologia estandarditzada o patentada que permet dades.

Finalment per acabar i per resumir les principals característiques d'aquest tipus de tecnologia, s'indiquen les principals avantatges del seu ús:

1. *Flexibilitat*: els serveis basats en aquesta tecnologia poden atendre a un major demanda de manera instantània.
2. *Recuperació*: els problemes de recuperació de dades que es troben al núvol es gestionen més ràpidament.
3. *Capacitat de treballar des de qualsevol lloc*: només és necessària connexió a Internet.
4. *Col·laboració*: capacitat de compartir aplicacions i documents al mateix temps.
5. *Seguretat*: totes les dades emmagatzemades al núvol es poden agafar des de qualsevol lloc, independentment de la pèrdua o danys en un dispositiu.
6. *Consciència ecològica*: només s'utilitza l'espai necessari en el servidor.

### ***Big Data***

Es tracta d'un terme que descriu l'anàlisi massiu de dades. A causa de la seva mida (poden arribar a 50 Terabytes fins a varis Petabytes), complexitat i velocitat de creixement afecten durant la captura, gestió i processament i anàlisi mitjançant tecnologies i eines convencionals, fet que provoca que sigui difícil poder-les usar. De manera breu el concepte Big Data, per tant, es pot concretar com que són dades d'una major varietat, de gran volum i alta velocitat. Aquests tres trets característics es coneixen com "les tres V".

- *Volum*: el Big Data ha de processar una gran volum de dades no estructurades de baixa densitat. Tal i com s'ha comentat en línies prèvies, pot arribar a oscil·lar entre desenes de Terabytes fins a varis Petabytes.
- *Velocitat*: fa referència al ritme al que es reben les dades. La major velocitat de les dades, generalment es transmet de manera directa a la memòria.

- *Varietat*: es tracta del terme que indica els diversos tipus de dades disponibles. Antigament les dades eren estructurades fet que permetia que es poguessin organitzar en una base de dades relacional. Però tal i com s'ha manifestat amb el Big Data les dades es presenten en tipus no estructural. El fet de que les dades siguin de naturalesa no estructurada, és un dels trets que dona complexitat a aquesta nova tendència. Generalment, per tal d'utilitzar de la millor manera el Big Data, és recomanable combinar-lo amb dades estructurades d'una aplicació més convencional, com per exemple un ERP.

Per tal de comprendre millor les línies anteriors es procedeix a explicar breument els tipus de dades que hi ha segons la seva estructura:

<b>Dades estructurades</b>	<b>Dades no estructurades</b>	<b>Dades semiestructurades</b>
Són els convencionals. Es poden emmagatzemar en taules i tenen definició clara de longitud i format. Alguns exemples serien els números o les dates.	No disposen d'un format específic que permeti emmagatzemar-los de manera tradicional. No es pot desglossar la informació que faciliti el tipus de dades. Per exemple, els e-mails o presentacions multimèdia.	Segueixen una estructura particular, però no és suficientment regular per gestionar-la com a dades estructurades. Disposa de patrons que proporcionen informació sobre les relacions entre ells. Per exemple el HTML o bé el llenguatge per realitzar pàgines web.

Taula 4-1. Tipus de dades segons la seva estructura.

Font: Adaptada de [16]

El Big Data s'ha convertit en una eina molt important per a la gran majoria d'empreses. Això és degut a que ofereix respostes i solucions a les empreses sobre qüestions que ni tan sols eren conscients de la seva existència. Dit d'una altra manera, les empreses identifiquen problemes amb major facilitat i d'una forma més comprensible gràcies a aquesta eina.

Continuant en termes d'empresa, la capacitat que poden arribar a tenir de recopilar grans quantitats de dades, els permet moure's amb molta més flexibilitat i treballar de manera més eficient. Es consideren les següents maneres, com les principals per assolir un major èxit amb el Big Data:

- *Reducció de cost:* tecnologies de dades i anàlisis basats en el núvol, els aporten grans avantatges relacionats amb el cost sobretot en l'emmagatzematge de dades.
- *Més ràpid, millor presa de decisions:* amb l'alta velocitat sumada a la capacitat d'analitzar noves fonts de dades, les empreses són capaces d'analitzar la informació al moment i prendre decisions en base la informació extreta.
- *Nous productes i serveis:* gràcies a la introducció del Big Data es poden satisfer molt més les necessitats del client, gràcies a la mesura de les necessitats d'aquests mitjançant l'anàlisi.

### ***Crowdsourcing***

Aquesta eina de treball consisteix a externalitzar tasques i d'aquesta manera disminuir la càrrega de treball de manera interna en la pròpia empresa. Es tracta d'una eina interessant, ja que dona creativitat als processos de l'empresa, ja que ofereix la possibilitat d'escollar i poder integrar idees de l'exterior. Per tant, el concepte d'aquesta eina és la col·laboració de diversos conjunts a través de les noves tecnologies per dur a terme una sèrie de processos.

## **4.3. Impacte de la Indústria 4.0.**

Fins ara s'han pogut observar totes les millores que s'introdueixen a la indústria amb el canvi de tendència. A continuació es mostren les conseqüències que arribaran a tenir a la societat. Segons un estudi de Smith et. al. de l'any 2016 [19], manifesta de manera resumida varis dels punts que s'han anat explicant en línies anteriors. Explica que amb el canvi cap a la Indústria 4.0 els processos industrials arribaran a ser més ràpids, flexibles i eficients amb menys cost. Per tant, que la productivitat augmentarà. Segons l'estudi per exemple, la Indústria Alemanya que la producció augmentarà entre un 5% i un 8% en els pròxims 5-10 anys. Sobretot sectors com el de la maquinària mecànica o el de l'alimentació i begudes. A més a més manifesta que la demanda augmentarà sobretot de nous equips i aplicacions per part de les empreses.



Tots aquests canvis suposaran un impacte en varis factors.

### ***Ocupació***

Un dels canvis importants en aquesta nova era com s'ha demostrat anteriorment, és l'automatització. Aquesta implica un canvi important, ja que s'eliminen llocs de treball en sectors en concret. Però a la vegada, hi ha llocs de feina en els quals l'automatització complementa les tasques del treballador. D'aquesta manera s'incrementa la productivitat i la remuneració. Relacionat amb aquest tema, existeix un altre estudi de l'any 2015 del Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research, manifesta que la utilització de robots industrials no afecta de manera negativa als llocs de treball. És més, indica que la productivitat augmenta a la vegada que ho fan també les ventes.

A l'any 2015, Ruessmann de Boston Consulting Group afirma que la ocupació a Alemanya s'incrementarà un 6% en deu anys. Si es concreta al sector de la maquinària mecànica l'increment podria arribar a ser del 10%. Una qüestió important a remarcar sobre aquest fet, és que tot i haver un increment, es necessitaran unes habilitats diferents a les convencionals per dur a terme les tasques. A curt termini, els treballadors poc qualificats dedicats a realitzar tasques monòtones i repetitives com podria ser un operari, es veuran afectats, i el perfil del treballador amb habilitats relacionades amb les TIC en general serà el més demandat. Segons Smit a l'any 2016 que les habilitats per a la Indústria 4.0 a la UE són desiguals segons els Estats Membres. Això ocasionarà una concentració creixent a les regions més avançades i a provocar una competència entre ells.

Tot i l'existència de nombrosos estudis de caire optimista, també existeixen varis estudis que preveuen un futur més negatiu. Per exemple. Morrón explica que aproximadament el 43% dels llocs de treball que existeixen en l'actualitat, tenen un alt risc de ser automatitzats a mig termini. Tot i això és important remarcar que no és necessària la desaparició de professions, sinó que existeix la possibilitat de reorientar el tipus de treball.

Un problema important que també es preveu que pot afectar a la societat a causa de la Indústria 4.0 és el de la desigualtat sobretot a curt termini, ja que molts treballadors amb feines fàcilment automatitzables se'ls pot veure afectat el sou. Per altre banda augmentarà cada vegada més el tipus de persones amb formada per inversors i emprenedors.

### ***Formació professional***

La digitalització massiva com s'ha comentat prèviament ha modificat els processos de manera que els ha automatitzat. Sectors com l'electricitat, l'electrònica o la informàtica són els que estan més vinculats a la formació professional. Per tant, en les formacions professionals es produirà un canvi a causa de la introducció de la Indústria 4.0.

En els últims anys s'ha vist una reducció de l'oferta dels cicles formatius més relacionats amb la indústria. El que ocorre, és que les empreses demanen cada vegada més especialistes en àmbits com la mecatrònica, big data & analytics, entre d'altres relacionats amb la tecnologia basada en la Indústria 4.0. Des del món empresarial/industrial, manifesten una falta d'assoliment de les competències relacionades amb la quarta revolució industrial del personal provinent de les FP. Tot i això també hi ha aspectes positius com la presència cada vegada més de professorat emprenedor i amb la visió àmplia intentant implementar eines relacionades amb les noves tendències en l'ensenyament. Un altre punt positiu és que la nova generació de joves estan vivint en un entorn molt adaptat tecnològicament, fet que ajuda en l'adaptació a les noves introduccions que es realitzen en el món industrial.

### ***Formació universitària***

És una evidència que la Indústria 4.0 crearà oportunitats laborals de alta qualificació principalment vinculats a les tecnologies de la informació. Per altra banda com ja s'ha repetit anteriorment, llocs de treball de qualitat baixa i semi-baixa s'aniran reduint.

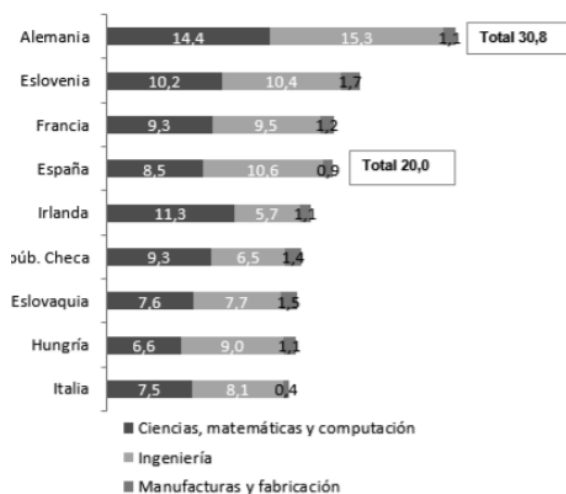


Figura 4.8. Percentatge de graduats any 2014.

Font:[19]

Professions com les d'analistes de dades, dissenyadors d'aplicacions, de robòtica són les més demandades. Es tracta d'un canvi en la tendència educativa i aquest nou comportament s'anirà pronunciant a mesura que la major part de la Indústria s'adapti a les noves necessitats demandades per la I.4.0.

A la figura 2.10 es pot veure per exemple, el percentatge de graduats en ciències, tecnologies, enginyeria i matemàtiques a l'any 2014

#### **4.4. Innovació.**

Les empreses sempre busquen aconseguir els màxims beneficis en un entorn molt competitiu. Una manera d'aconseguir-ho és convertint constantment invencions en innovacions. Dit d'una altra manera transformen possibilitats tècniques i nous descobriments en realitats econòmiques per tal d'aconseguir el màxim benefici. La innovació s'utilitza per introduir, optimitzar aspectes que estan relacionats amb la organització i els processos de producció. Per tant, es tracta d'un procés d'innovació que no només afecta a la part tecnològica, sinó a tots els processos que afectin al resultat final.

Per molts autors les dimensions de la innovació es poden resumir en dos eixos:

- **Nivell dels canvis:** va des de la millora en els components d'un producte o servei (els components d'un ordinador de manera separada) fins a la proposta de productes o serveis renovats (nou model d'ordinador).
- **Grau dels canvis:** va des d'un canvi gradual per millorar un servei o un producte existent a la introducció en el mercat d'un servei o producte nou.

Segons Cooke i Asheim (2007) remarquen que els processos d'innovació es basen principalment en el coneixement i depenen de diferents combinacions de coneixements tàctics i codificats, qualificacions i habilitats, es poden diferenciar tres tipus de coneixement:

- *Coneixement analític:* per tal d'obtenir aquest tipus de coneixement requereix el desenvolupament de productes i processos, i al mateix temps investigació. El coneixement científic és molt important. Té més presència el coneixement codificat en els inputs i outputs, en comparació amb els altres tipus de coneixements.
- *Coneixement sintètic:* la innovació surt d'aplicar el coneixement per tal de resoldre problemes pràctics. Es caracteritza en el sector industrial sobretot en el món de la

maquinària. El coneixement es crea mitjançant processos de verificació, experimentació, simulació, entre d'altres, i no de processos deductius.

- *Coneixement simbòlic*: predominant a l'estètica, als dissenys, sobretot a la indústria cultural com el cinema o la moda. Les necessitats de coneixement provenen de la creació i interpretació de símbols, normes.

Les grans innovacions s'introdueixen d'una manera particular. Inicialment s'introdueixen en una versió primitiva, per tal de que el mercat les accepti.

Una vegada ha succeït això, es pateixen una sèrie de canvis que s'anomenen innovacions incrementals. Aquests canvis segueixen el comportament d'una corba logística que es pot observar a la figura 2.11.

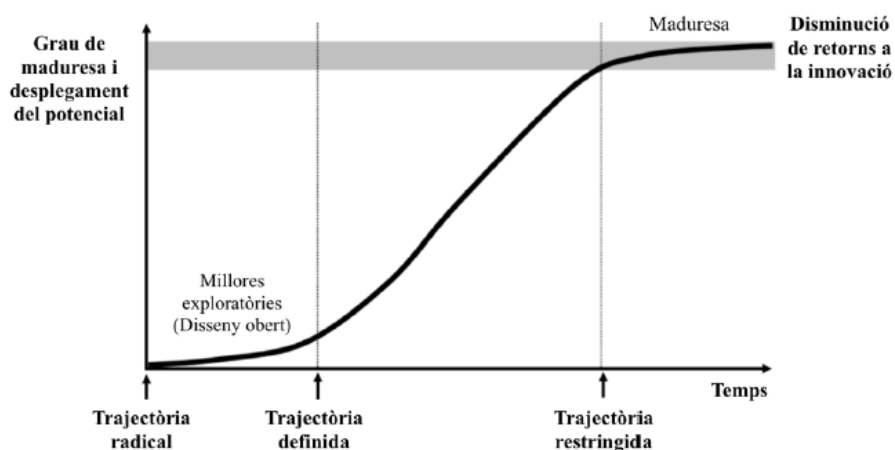


Figura 4.9. Corba logística de la tecnologia individual.

Font: [23]

Tal i com es pot apreciar, al principi la línia varia en petita mesura. Això vol dir que els canvis inicialment no succeeixen tant, ja que és l'etapa d'aprenentatge i establir connexió amb els productors, dissenyadors, consumidors, entre d'altres. Un cop el procés agafa impuls i s'integra correctament en el mercat, es pot veure com la línia pujar de manera ràpida. Un cop l'impuls afluixa, i el procés madura, la línia torna a ser constant.

*Anàlisi article:*

S'ha cregut important analitzar articles d'autors importants que tracten el tema de la innovació, per tal d'acabar de comprendre bé aquest concepte i la importància en l'àmbit de la Indústria 4.0.

***Informe Vega i Gutiérrez: Los determinantes de la innovación tecnológica en la empresa: Una aproximación a través del concepto de capacidad de absorción.***

Aquest article explica la idea de la capacitat d'absorció i dóna èmfasi a la importància d'aquest en la innovació[24].

Els autors manifesten que no existeix un consens real a l'hora de definir la capacitat d'absorció. També parlen dels condicionants que s'han de donar per tal que la capacitat d'absorció sigui possible i donen gran importància al coneixement previ com a antecedent fonamental. La part més interessant de l'article és la que els autors es dediquen a explicar el paper de la capacitat d'absorció dins el procés d'innovació.

Per explicar la situació i el paper que desenvolupa la capacitat d'absorció dins el procés d'innovació, es basen en models de Cohen i Levinthal del 1990, i el model de Van den Bosch de l'any 1999.

Finalment per acabar, l'autor mostra un estudi empíric amb el qual intenta contrastar totes les afirmacions teòriques que ha plasmat durant l'article.

***Philip Cooke***

Es tracta d'un dels autors més importants en termes d'innovació. A continuació es mostraran un seguit de conclusions que extreia dels seus anàlisis. Per exemple a l'any 1991, marca tres factors claus per disposar d'un bon sistema de innovació regional, com per exemple cita el cas del País Basc. El primer, que una antiga regió industrialitzada a la recerca de la seva reindustrialització, havia de dependre de l'existència d'agències intermediàries amb experiència amb innovació i indústria. No havia de dependre del govern, i finalment que existeixi un potent sector universitari preferentment actiu en activitats d'investigació. En segon lloc, el sistèmic, en termes de connectivitat de xarxes, visió de conjunt i algunes àrees en termes de connexió de xarxes. Posa l'exemple del grup Mondragón. En tercer lloc, com les xarxes podien prendre forma de "districtes industrials" o "clústers" de innovació capaços d'aconseguir un abast global.

Com s'ha comentat prèviament, una de les àrees d'investigació més interessants que va obrir va ser la dels sistemes regionals d'innovació. Entra en la qüestió de l'aparició dels clústers. Concretament observa l'aparició d'un nombre de clústers verds en un escenari regional. Dóna èmfasi a la "innovació verda" en la convergència tecnològica entre diverses indústries,

com per exemple la biotecnologia, tecnologia de la informació aplicada i nanotecnologia. Cooke destaca fascinat el fet que algunes regions tinguin la capacitat relativament ràpida de mutar varis clústers “jacobians”, en la que tots presenten característiques evolutives de varietat relacionada, encara que sigui de manera diferent. Manifesta que els clústers “jacobians” sorgeixen de les noves combinacions d’intercanvi de coneixement entre activitats d’alta tecnologia com la biotecnologia i la tecnologia de la informació.

En un estudi de l’any 2001 Cooke expressa la necessitat d’establir la diferència entre sistemes operacionals i sistemes conceptuals d’innovació. El primer expressa el fenomen real i el segon representa una abstracció lògica, és a dir, una construcció teòrica que consisteix en principis que expliquen les relacions entre les variables. Manifesta que el sistema operacional es troba relacionat amb un enfocament metodològic específic, a través del qual s’identifiquen els elements que formen el sistema, les seves característiques específiques, les relacions entre els seus elements i els límits del sistema.

A l’any 2003 Cooke també senyala que el sistema regional d’innovació està integrat per dos subsistemes d’actors implicats en un aprenentatge interactiu: un subsistema de generació de coneixement o infraestructura de recolzament regional, formada per laboratoris d’investigació públics i privats, per universitats, agències de transferència tecnològica, organitzacions de forma contínua, etc. i un subsistema d’explotació de coneixement o estructura de producció regional, format principalment per empreses.

Sobre la qüestió de la regió Cooke juntament amb Memedovic, reconeixen que no existeix cap opinió general per definir-la. A l’any 1998 la defineix com “un territori menor que l’estat al que pertany i que posseeix poder i cohesió supra-local significatius, de caràcter administratiu, cultura, polític i econòmic, que la diferencien del seu estat i de la resta de regions”. A l’any 1997 explica que poden aparèixer nous ordenaments administratius com a resultat de processos de regionalisme, és a dir, de respostes de l’estat a les demandes polítiques procedents de pobles que posseeixen els trets típics d’una nació (cultura comuna, llengua o territori). L’aparició de noves regions també pot ser a causa de processos de regionalització, és a dir, de delimitació d’un territori supralocal de la mà d’un ens político-administratiu superior, basat o no en una història i cultura preexistent.

A l’any 2005, Cooke considera que del conjunt de dimensions que s’atribueixen al concepte, com són l’administrativa, la cultural i l’econòmica, és la primera la que s’ajusta més al cercat

pel camp del desenvolupament regional, on s'inclou la governabilitat de polítiques per assistir al procés de desenvolupament econòmic. Aquesta governabilitat de polítiques proporciona a les regions una identitat conceptual i real la qual implica que les variacions en la manera de governar són importants per definir les regions.

### ***Björn Asheim***

Es tracta d'un altre dels grans autors en termes d'innovació. En un dels anàlisi realitzats durant l'any 2007 estudia el concepte d'innovació en relació amb el coneixement.

#### **4.4.1. Sistemes regionals d'innovació.**

En línies anteriors s'ha esmentat el terme sistema regional d'innovació (SRI) i a continuació es desenvoluparà amb més detall per comprendre'l correctament. Es va utilitzar per primera vegada a l'any 1992 en una publicació de Cooke, tal i com s'ha comentat prèviament. Tot i que a l'any 1987 en un treball de Freeman va aparèixer el terme sistema nacional d'innovació.

Una definició que en l'àmbit s'utilitza és una publicada per Asheim i Gertler a l'any 2005 la qual el defineix com "la infraestructura institucional que recolza la innovació a la estructura productiva d'una regió."

Com s'ha comentat en l'anàlisi de l'autor, Cooke a l'any 2003 manifesta que el sistema regional d'innovació està integrat per dos subsistemes d'autors implicats en aprenentatge interactiu, i un subsistema d'explotació de coneixement o estructura de població regional. Sobre aquests dos actuen les organitzacions governamentals i les agències de desenvolupament regional. Segons Trippel i Tödtling a l'any 2007, constituïrien un altre SRI per si mateixes. Aquest SRI s'entén com un sistema obert que es troba enllaçat a altres sistemes d'innovació regional, nacional i global. Aquests sistemes estan inserits en un marc socioeconòmic i cultural comú regional.

Es tracta d'un concepte que al llarg dels anys ha generat controvèrsia i ha demostrat que és complex. A l'any 2003 Markusen va denominar el mateix concepte que Cooke com a "fuzzy", tal com "caracterització faltada de claredat conceptual difícil de fer operativa".

Es poden explicar de manera detallada tres conceptes per tal de facilitar la comprensió del significat d'aquest concepte: innovació, regió i sistema.

A continuació s'explicaran de manera més detallada els conceptes de regió i sistema, ja que referent a la innovació ja s'ha tractat amb èmfasi en línies anteriors.

- *Regió:* es tracta d'un concepte eminentment intel·lectual. Cooke i Morgan al 1998 la defineixen de la següent manera: “un territori menor que l'estat al que pertany i que posseeix poder i cohesió supra-local significatius, de caràcter administratiu, cultura, polític i econòmic, que la diferencien del seu estat i de la resta de regions. Poden aparèixer noves regions i algunes de velles poden desaparèixer.

- *El sistema:* no hi ha un acord en la manera d'usar aquesta paraula. En el cas de Nelson al 1992 la defineix com “un conjunt d'actors institucionals que, conjuntament, desenvolupen un paper principal al influir al desenvolupament innovador”.

En canvi a l'any 2005 Edquist explica que un sistema es troba format per un conjunt de components (organitzacions i institucions), amb relacions entre ells, que col·laboren en la generació i explotació de coneixement.

Cooke a tots els anteriors comentaris incorpora la idea de la necessitat de precisar la interacció del sistema amb el seu entorn. Posteriorment apareix Bathelt i remarca en la capacitat d'un sistema de reproduir la seva estructura bàsica i de mantenir una distinció entre el seu interior i el seu exterior.

- Interacció del sistema amb el seu entorn: es tracta d'una de les qüestions més reveladores. Des dels primers treballs que es van realitzar justificaven que el coneixement necessari per a la competitivitat regional no podia descansar de manera exclusiva en el generat a la mateixa regió.

Els autors manifestaven que les relacions sistèmiques havien de tenir lloc entre empreses i organitzacions d'altres sistemes ja fossin regionals, nacionals o internacionals.

El SRI eren sistemes oberts que necessitaven de les relacions amb l'exterior per generar i explotar el coneixement. El SRI que havien treballat de millor manera la capacitat d'absorció i podien aprofitar millor el coneixement generat a fora del SRI propi eren considerats els més potents. Existia una relació proporcional en la qual si les relacions amb altres SRI o similars eren molt altes, més coneixement podia arribar a les xarxes internes del SRI.



Segons alguns estudis la majoria de transaccions inter-empresarials dins d'un SRI tenen lloc fora del mercat. Segons Bathelt al 2004, la transferència de informació a l'entorn local es realitza mitjançant el "local buzz". Però a la vegada, la transferència entre empreses de diferents SRI necessita de canals de comunicació de tipus més oficials i rígids ("global pipelines"). La combinació dels dos millora la competitivitat del SRI.



## 5. Selecció d'indicadors.

En aquest punt, no és possible escollir la solució de l'alternativa més adequada, ja que es tracta d'un estudi teòric en el qual no es pot extreure una conclusió sòlida fins que no s'obtinguin els resultats un cop s'hagin desenvolupat els models estadístics que més endavant que s'explicaran. D'aquesta manera en aquest apartat es procedirà a explicar tot el procés seguit per tal d'acabar identificant els indicadors finals, que s'han anat obtenint a través de tot el recull d'informació realitzat als antecedents. La correcta definició d'aquests indicadors serà clau per tal de poder realitzar un bon anàlisi amb les eines estadístiques i poder assolir els objectius finals del projecte. Els indicadors principalment estaran dividits en tres grups: els indicadors relacionats amb els habilitadors de la Indústria 4.0, els que estan relacionats amb la innovació i els relacionats amb la sostenibilitat.

Aquest estudi està basat en l'àmbit regional europeu (NUTS 2), per tant, les dades que es recullen han d'estar recollides a nivell de regions, i no de país. Aquest fet augmenta la dificultat de poder aconseguir dades d'interès pel projecte ja que la majoria de dades no estan desagregades a nivell regional. Això afecta directament a la definició dels indicadors, ja que sense una font de dades fiable, l'indicador no és vàlid i l'estudi no es realitza correctament. Amb totes aquestes condicions exposades, s'ha decidit utilitzar únicament la font d'informació Eurostat, que es tracta de l'oficina estadística de la Comissió Europea la qual produeix dades sobre la Unió Europea.

Sobretot la cerca més complexa és la relacionada amb els habilitadors de la tecnologia de la Indústria 4.0.

### 5.1. Recopilació i tractament de les dades.

Durant la introducció d'aquest punt s'ha incidit en la importància de la selecció dels indicadors. A causa d'això es tracta d'un procés llarg el qual a continuació es detallarà.

No s'ha tractat d'una definició senzilla, ja que el nivell emprat en el projecte ha sigut NUTS 2. Dins la base de dades escollida, Eurostat, existeixen diferents divisions. Existeix per exemple la Nuts 3, la qual equivaldria a una província a Espanya. Aquestes divisions dificulten encara més la cerca de les dades, ja que com més precisa és la cerca, més dificulta l'obtenció de les dades. La majoria de dades disponibles es troben a nivell Nuts 1 o bé Nuts

0 (a nivell nacional). Es tracta d'un dels motius principals, per haver utilitzat la font Eurostat com a única base de dades.

En primer lloc, es va realitzar una primera selecció d'indicadors basada única i exclusivament amb la informació recollida sobre la Indústria 4.0. Un cop es va realitzar la cerca a Eurostat, es va haver realitzar una sèrie de modificacions a les primeres eleccions, ja que algunes no disposaven dels valors necessaris o bé simplement ni existia la informació a cap dels nivells Nuts inferiors.

Posteriorment, de la llista que es disposava es va descartar algun indicador més ja que les dades que es proporcionaven eren insuficients. En algun cas les dades que oferia la web eren de l'any 2012 o 2013, per aquest motiu es van descartar ja que distaven massa dels anys actuals i no es podien agafar com a dades de referència per realitzar un estudi verídic amb elles.

És important remarcar que en alguns casos la selecció de les dades un cop identificats els indicadors ha sigut llarg i feixuc ja que Eurostat descarrega totes les dades sense filtrar correctament, i la selecció s'ha hagut d'anar realitzant de manera manual. Per exemple, en el cas d'obtenir les dades a nivell Nuts 3, s'han arribat a descarregar més de 2000 dades la majoria totalment innecessàries.

Un altre problemàtica que s'ha hagut de resoldre ha sigut que en ocasions es descarregava un llistat de dades que en alguna regió no es trobaven, és a dir, hi havia llacunes. Un exemple seria si en un indicador referent als RRHH de les regions, a les d' Espanya no es tinguessin les dades desitjades. Per poder aprofitar aquests indicadors en que es tenien pràcticament totes les dades s'ha decidit seguir un procediment. Es tracten de bases de dades escalonades, per tant, si en aquest cas no estaven disponibles a nivell Nuts 2, si que ho estaven a Nuts 1, o en el pitjor dels casos a nivell Nuts 0. Així doncs, es podia recórrer a aquests valors i realitzar una aproximació per a cada regió.

Això ha permès aconseguir una base de dades completa. Tot i realitzar la petita aproximació per completar els buits, segueix sent una base fiable ja que si es realitza un recompte de les caselles emplenades amb aquest mètode, no arriba ni al 5% de totes les dades finals.

En aquest punt, es disposa d'un llistat pràcticament definitiu. La majoria de dades s'han hagut de filtrar amb la unitat de mesura desitjada per poder treballar amb totes elles

posteriorment amb els models estadístics sense problemes. En alguns casos, per tal de relativitzar les dades s'han hagut de dividir per la població total de les regions, ja que Eurostat no ofería els valors amb la unitat de mesura desitjada. Un exemple seria el cas de la despesa en Innovació, la qual la unitat desitjada és amb €/habitant.

Finalment amb la llista que es disposa és necessari realitzar un pas més per poder donar com acabada la selecció: *la normalització*.

### **Normalització**

Es tracta d'un mètode essencial per tal de comparar dades de magnituds tan diferents. Quan es parla de normalitzar dades significa transformar una variable aleatòria amb una distribució pròpia en una variable aleatòria amb una distribució normal, o gairebé normal.

El raonament deriva del teorema del límit central el qual indica que la suma de les variables aleatòries tendeix a la distribució normal a mesura que augmenta el nombre de variables.

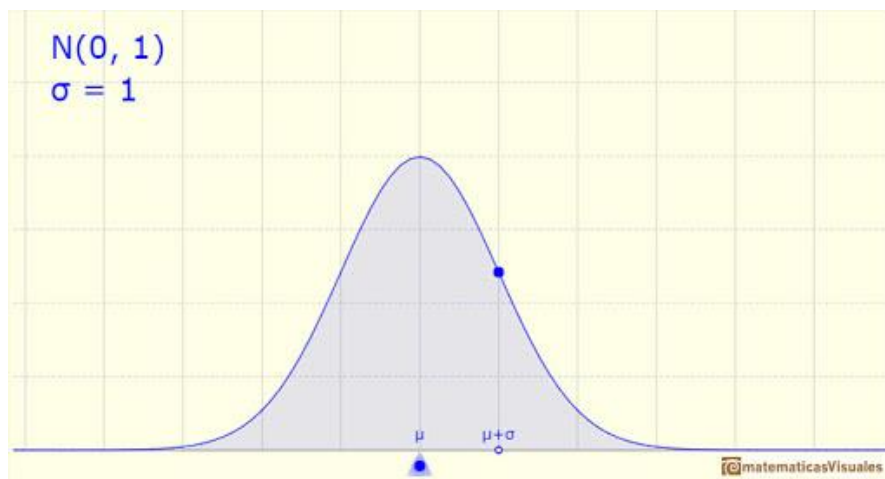


Figura 5.1. Distribució normal.

Font[28]

La fórmula de la distribució normal és la següent:

$$z = \frac{x - \mu}{\sigma} \quad (5.1)$$

On cada variable és:

$z$  és la dada normalitzada

$x$  és la dada sense normalitzar

$\mu$  és la mitjana del conjunt

$\sigma$  és la desviació estàndard

Un cop s'ha aplicat la fórmula s'ha de realitzar un altre pas per tal d'assegurar la correcta normalització de les dades. El procediment a seguir consisteix en calcular la mitjana acotada i la desviació estàndard de cada indicador normalitzat.

La condició a complir és que la mitjana sigui igual a 0 i la desviació estàndard ha de ser igual a 1. S'ha calculat ambdós operacions per a cada un dels indicadors i la condició es compleix. D'aquesta manera el mètode s'ha realitzat correctament i es pot procedir a treballar amb tots els indicadors a través de les tècniques estadístiques.

## **5.2. Selecció dels indicadors relacionats amb els habilitadors de la tecnologia.**

Tal com s'ha explicat la definició d'aquest grup no ha sigut senzilla ja que a nivell NUTS 2 no existeixen les dades desitjades.

En primer lloc, el procediment que s'ha seguit és aconseguir un indicador relacionat amb la tecnologia a nivell regional, d'una font on els resultats són completament fiables. Després s'han definit indicadors més concrets, però que no ha sigut possible obtenir la informació a nivell regional, i per tant es troba a nivell de país. Amb la informació extreta de l'indicador principal, s'agafa com una referència per desagregar els més concrets a nivell regional i així poder crear indicadors per poder continuar amb l'estudi.

L'indicador tecnològic a nivell general que s'ha aconseguit prové del RCI (Regional Competitiveness Index). Es tracta d'un estudi realitzat per la Comissió Europea. En aquest s'analitza la competitivitat regional, la qual defineixen de la següent manera: "És l'habilitat d'una regió per oferir un ambient sostenible i atractiu per empreses i residents tant per viure com per treballar.

El RCI monitoritza l'acompliment de 268 regions a nivell NUTS-2 de 28 estats membres de la UE. Mesura 11 dimensions/categories de competitivitat agafant els conceptes que consideren més rellevants per a la productivitat i desenvolupament a llarg termini.

Les 11 dimensions que analitza són les següents:

- Institucions
- Estabilitat de la macroeconomia
- Infraestructures
- Salut
- Educació bàsica
- Educació superior i aprenentatge a llarg termini
- Eficiència del mercat laboral
- Mida del mercat
- Estudi de la tecnologia
- Sofisticació dels negocis
- Innovació

Tot i que moltes de les categories resulten interessants, per aconseguir una dada més concreta i per tant més fiable a posteriori, només *s'estudia el nivell de la tecnologia* per saber com cada regió es troba en aquest context.

Per definir aquesta categoria s'analitzen diferents factors, i a partir de les dades obtingudes, s'obté un valor indicador de com està integrada la tecnologia a cada regió. Alguns dels factors que analitza són els següents:

- Gent o habitatges que tinguin accés a la banda ampla
- Persones que utilitzen Internet per comprar
- Habitatges amb accés a Internet
- Disponibilitat de les últimes tecnologies
- Absorció de la tecnologia a nivell d'empresa
- FDI (Foreign Direct Investment), és a dir Inversió Directa Estrangera i transferència de tecnologia
- Empreses que hagin comprat Online
- Empreses que hagin rebut comandes Online
- Empreses amb accés a banda ampla fixe

Com es pot observar s'analitzen factors tant a nivell d'empresa com a nivell usuari per tal de donar-li més valor a l'índex final. D'aquesta manera s'aconseguiran dades més concretes i per tant més verídiques.

En el mapa que es pot observar a continuació s'han introduït les dades per veure de manera gràfica quines regions d'Europa estan més preparades tecnològicament parlant.

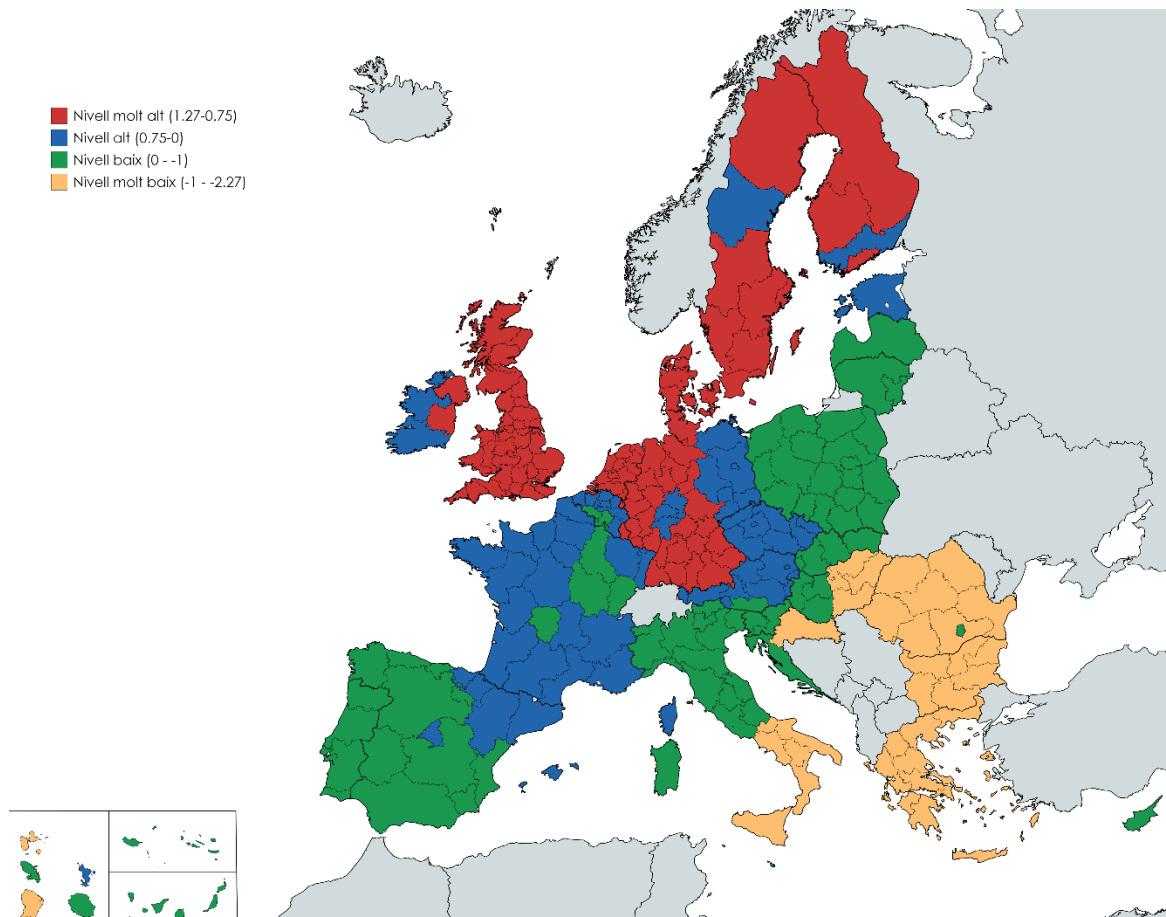


Figura 5.2: Índex RCI a nivell NUTS 2.

Font: Elaboració pròpia

A partir d'aquest mapa es pot extreure una conclusió bastant ferma, de que la zona del nord i del centre d'Europa es troba a un nivell més alt en termes de tecnologia. A partir d'aquests resultats provinents d'aquest estudi i amb el mapa realitzat, es procedirà a desagregar els indicadors tecnològics a nivell nacional que s'han definit mitjançant un algoritme. D'aquesta manera es podran aconseguir indicadors tecnològics a nivell regional d'alta fiabilitat. En l'annex 2 es pot trobar les dades obtingudes finalment després de desenvolupar l'algoritme.



### 5.3. Indicadors definitius.

Primer de tot, és important remarcar el fet que la cerca dels indicadors mediambientals ha sigut d'alta dificultat degut a la poca informació que proporcionava Eurostat, ja que a nivell regional poques dades hi havia. Es volia seguir el mateix procediment que amb el tecnològic, però no es disposava d'un indicador de referència que generés confiança per tal d'aplicar un algoritme.

A continuació es presenta la llista definitiva després d'haver treballat en els diferents aspectes comentats en línies anteriors. En aquest punt, treballant amb el primer mètode, l'anàlisi factorial, mitjançant el software SPSS, s'ha acabat de detallar la llista final, ja que s'ha treballat amb diferents conjunts i l'elecció final ha depès dels resultats que sorgien.

#### **Indicadors relacionats amb els habilitadors de la tecnologia.**

##### **0) Integració de les TIC**

Indicador de referència utilitzat per tal de definir els indicadors a nivell regional

##### **1) Serveis de Cloud Computing a nivell empresarial**

Fa referència al percentatge d'empreses a cada regió que utilitzen eines de serveis de Cloud Computing en el seu funcionament diari, generalment en temes de processament i traçabilitat de les dades de l'empresa. (Unitat de mesura: %Empreses)

##### **2) Anàlisi de Big Data a nivell empresarial**

Indica el percentatge d'empreses a nivell regional que utilitzen el Big Data com a eina per analitzar dades o en altres tasques. TIC. (Unitat de mesura: %Empreses)

##### **3) Ús de la robòtica i impressió 3D a nivell empresarial**

Indica el percentatge d'empreses a nivell regional que utilitzen la robòtica o la impressió 3D en algun dels seus processos. (Unitat de mesura: %Empreses)

##### **4) Gestió de la cadena de subministrament Supply Chain Management a nivell empresarial**

Fa referència al percentatge d'empreses que utilitzen Supply Chain Management gestionant la seva cadena de subministrament (integrant operacions de nivell de fluxos de material i de informació, punts de venda, clients finals, etc.) (Unitat de mesura: %Empreses).

**5) Usuaris amb Internet nivell usuari**

Aquest indicador valora el percentatge d'usuaris que disposen de l'accessibilitat amb Internet considerades com a un nivell bàsic, és a dir, les nocions més simples per a qualsevol persona per tal de poder utilitzar aquesta eina. Aquest fet permetrà conèixer la situació general de cada regió pel que fa a les facilitats que tenen per accedir a aquesta tecnologia necessària en el dia d'avui. (Unitat de mesura: % Empreses).

**6) Empreses utilitzant solucions de software com CRM per analitzar informació del client**

El següent indicador indica el percentatge d'empreses que utilitzen solucions de software totalment indispensables en el món de la I.4.0, com és el cas del CRM, entre d'altres, per tal d'analitzar la informació del client. (Unitat de mesura: % Empreses).

**7) Ús de xarxes socials a nivell empresarial**

Aquest indicador valora el percentatge d'empreses que utilitzen com una de les eines de treball les xarxes socials. (Unitat de mesura: % Empreses).

**8) Habilitats digitals (*digital skills*) a nivell usuari**

Aquest indicador valora les habilitats a nivell digital dels usuaris de cada regió. És un indicador bastant clarificador, ja que la I.4.0, requereix d'una necessitat de treballar en un àmbit digital. (Unitat de mesura: % Usuaris).

**Indicadors relacionats amb la innovació.**

**9) Despesa en I+D a nivell Universitari**

Aquest indicador mesura la quantitat de diners que s'inverteixen en la recerca, innovació i desenvolupament en l'àmbit universitari i centres educatius d'alt nivell. La innovació és un àmbit d'estudi molt important en el desenvolupament de la I4.0. (Unitat de mesura: €/habitant)

**10) Despesa en I+D a nivell Empresarial**

Aquest indicador mesura la quantitat de diners que s'inverteixen en la recerca, innovació i desenvolupament en l'àmbit empresarial. Tal i com s'ha comentat a l'indicador anterior és una àrea d'estudi fonamental en l'àmbit de la I.4.0. (Unitat de mesura: €/habitant)

**11) Despesa general en Innovació**

Aquest indicador quantifica el nombre d'euros destinats en termes a generals a la Innovació, és a dir, en tots els aspectes que afectin en aquest àmbit. (Unitat de mesura: €/habitant)

**12) Ocupació en el món de la tecnologia d'alt coneixement/nivell**

El següent indicador fa referència a la quantitat de persones que treballen en el món de la tecnologia d'alt nivell. És a dir, té en compte a les persones que es dediquen a tecnologies d'alt valor i coneixement. Per tal de relativitzar l'indicador, s'ha procedit a dividir-lo entre la població total de la regió. (Unitat de mesura: Milers/Població total)

**13) Personal I+D a nivell empresarial**

Aquest indicador indica tot el personal que es dedica a la recerca, desenvolupament i innovació a nivell d'empresa privada. L'indicador inicialment es trobava en milers de persones, per tal de convertir-lo en relatiu s'ha disposat a dividir-lo entre la població total. (Unitat de mesura: Valor/Població total)

**14) Personal I+D a nivell universitari**

Aquest indicador indica tot el personal que es dedica a la recerca, desenvolupament i innovació en l'àmbit universitari. L'indicador inicialment es trobava en milers de persones, per tal de convertir-lo en relatiu s'ha disposat a dividir-lo entre la població total. (Unitat de mesura: Valor/Població total)

**15) Despesa total en I+D en l'administració**

Indica la quantitat de diners invertits en l'administració pública en l'àmbit de la recerca i el desenvolupament. (Unitat de mesura: €/habitant)

**16) Personal total en I+D en l'administració**

Fa referència a tot el personal dedicat a l'àmbit de la recerca i el desenvolupament en l'administració pública. Per tal de relativitzar el valor que es proporcionava, s'ha dividit entre la població total. (Unitat de mesura: Valor/Població total)

**Indicadors relacionats amb la sostenibilitat i altres factors:****17) PIB per càpita**

Un indicador d'alta importància és el del producte interior brut de cada regió per saber el valor monetari de la producció i els bens dels quals disposen. (Unitat de mesura: €/habitant)

**18) VAB**

Indicar molt clarivident també ja que mostra la diferència entre el valor de la producció i el valor dels consums intermedis que s'utilitzen a una regió, és a dir, la diferència entre els *inputs* i els *outputs*. (Unitat de mesura: €/habitant)

**19) Residus generats a nivell regional**

Quantifica el kilograms totals de residus que es generen a cada regió. Un dels aspectes importants en la I.4.0 és la reducció de l'impacte negatiu mediambiental i amb aquest paràmetre es pot determinar quines regions es preocupen més en solucionar aquesta problemàtica. Per tal de relativitzar-lo s'ha dividit per la població total. (Unitat de mesura: hab/kg)

**20) Densitat de població**

Es tracta de l'indicador que mesura la mitjana d'habitants d'una zona per unitat de superfície.(Unitat de mesura: hab/km<sup>2</sup>)

**21) Renda familiar**

Indica la renda disponible a les famílies de cada regió. (Unitat de mesura: €/hab)

**22) Recuperació d'energia (R1) i Incineració (D10)**

Indica que dels residus generats quins s'incineren o bé s'utilitzen per a la recuperació d'energia. (Unitat de mesura: kg reciclat/kg generat)

## 6. Metodologia i eines aplicades .

Amb els indicadors definits correctament es procedeix a l'inici del treball amb les eines estadístiques corresponents per tal de trobar les solucions desitjades. La metodologia a seguir serà com a primer pas treballar amb l'anàlisi factorial. Un cop s'hagin creat els factors es procedirà amb l'anàlisi clúster ja que els seus resultats només són valorables amb la selecció de factors originada de l'anàlisi factorial. Finalment es realitzarà el QCA.

A continuació s'explicarà la vessant més teòrica de cada model i la seva aplicació als softwares corresponents (SPSS i fsQCA). En aquesta memòria es pot trobar l'explicació de l'anàlisi clúster i del QCA ja que l'anàlisi factorial es troba en la memòria referent a l'enginyeria mecànica.

### 6.2. Anàlisi clúster.

#### 6.2.1. Fonament teòric.

La tècnica estadística d'anàlisi clúster té com a objectiu agrupar els subjectes d'estudi en conglomerats de manera que la similitud entre els subjectes que formen part d'un conglomerat siguin més altes que entre els subjectes que siguin de diferents conglomerats.

Aquest mètode agrupa en diferents grups els objectes. Aquests grups s'anomenen clúster. La característica principal és que entre els elements del mateix grup tenen molta homogeneïtat, en canvi entre els diferents grups existeix una alta heterogeneïtat. Per tant, l'essència de l'anàlisi clúster es analitzar la homogeneïtat entre els conglomerats.

L'anàlisi clúster és l'única tècnica multivariant que no estima el valor teòric empíricament sinó que utilitza el valor teòric mitjançant les especificacions de l'investigador.

Pot rebre també varies nomenclatures a causa de l'ús de mètodes d'agrupació en diferents disciplines.

Ara bé, si es vol dur a terme de manera satisfactòria s'han de tenir en compte tres aspectes:

- La necessitat de valorar la manera de mesurar la similitud. Serà necessari un mètode d'observacions per comparar de manera simultània dues variables d'aglomeració.

- És de major importància valorar més el procediment que s'ha utilitzat que la manera en que es mesuri la similitud.
- Finalment, també és de gran importància valorar si es busca un nombre alt de conglomerats, que comportarà que siguin més homogenis, o bé un nombre baix que oferirà conglomerats més heterogenis.

Existeixen dos grans grups de mètodes d'anàlisi clúster, els quals són els mètodes jeràrquics i l'anàlisi de k-mitjanes.

- *Mètodes jeràrquics*: per tal de formar un nou clúster, uneix o separa un dels ja existents per donar origen a altres dos que maximitzi la similitud. Per tant, tracta d'optimitzar el nombre de clústers.
- *Anàlisi de k-mitjanes*: permet assignar a cada observació el clúster més proper.

L'anàlisi clúster consta de diferents etapes:

- 1) Selecció de la mostra de dades
- 2) Selecció i transformació de les variables a utilitzar
- 3) Selecció de concepte de distància i estudi d'aquestes
- 4) Selecció i aplicació del criteri d'agrupació
- 5) Determinació de l'estructura correcta (Elecció del número de grups)

Tal com s'ha citat en línies anteriors, l'anàlisi clúster té com a objectiu principal agrupar un conjunt d'observacions en un determinat nombre de clúster donada la similitud de les observacions

Determinar la mesura de la similitud es converteix en una tasca complicada, ja que pot arribar a convertir-se en una mesura subjectiva, perquè depèn de les escales de mesura que s'utilitzin. Les observacions obtingudes es poden agrupar segons la similitud en termes de distància. Per això s'utilitzen els coeficients de correlació com a mesura de similitud.

El mètode més utilitzat quan la distància és entre objectes, és el mètode de la distància Euclídea. Relaciona dos objectes I1 i I2 amb dues variables X1 i X2.

$$d_{I_1 I_2} = \sqrt{(x_{11} - x_{21})^2 + (x_{12} - x_{22})^2} \quad (6.1)$$

Per definir les distàncies entre variables es poden fer servir varis mètodes. El més destacat és la correlació de Pearson. Defineix  $S_{xy}$  com la covariància mostral entre  $x$  i  $y$  on  $S_x$  i  $S_y$  són les desviacions estàndards de  $x$  i  $y$ .

$$r = \frac{S_{xy}}{S_x S_y} \quad (6.2)$$

Una vegada es disposa dels clústers naturals, es pot verificar la seva validesa comprovant a través d'unes taules d'anàlisi de la variància. L'objectiu és formar un clúster on els centroides estiguin el més separats possible. A la vegada, s'intentarà que les observacions de cada clúster siguin properes al centroide.

Tot això es mesura amb l'estàtic F de Snedecor:

$$F_{n,m} = \frac{X_n^2/n}{X_m^2/m} \quad (6.3)$$

L'equació de l'estàtic de Snedecor equival al quocient de dos distribucions chi-quadrat dividides pels seus graus de llibertat. Per aquest motiu, es calcula com un quocient de les mides quadràtiques que en el mètode estudiat clúster correspon al quocient de les mitjanes de quadrats entre els clúster dividit per les mitjanes de quadrats dins dels clúster.

Per a poder donar com a vàlid l'anàlisi clúster aquest coeficient ha de ser superior a 1, ja que això indicarà que les distàncies entre els centroides del grup seran majors que les distàncies dins dels elements d'un mateix conglomerat.

### **6.2.2. Funcionament pràctic mitjançant SPSS.**

L'eina utilitzada per a treballar l'anàlisi clúster és el software SPSS, és a dir, el mateix software utilitzat per a treballar amb l'anàlisi factorial.

Es tracta del software que s'utilitzarà per processar l'anàlisi factorial i l'anàlisi clúster (més endavant s'explicarà). És un format creat per IBM per tal de realitzar un anàlisi complet.

La base del software ofereix estadístiques descriptives com per exemple estadístiques de dos variables, tabulació o proves de correlació, entre d'altres. Permet realitzar gran varietat de tasques com per exemple recopilar dades, crear estadístiques o bé analitzar decisions de

gestió, integració de big data i un desplegament fàcil en les aplicacions. A més a més, destaca per la seva facilitat d'ús i s'adapta a projectes de totes les mides i complexitat.

A continuació es seguirà el mateix procediment que amb l'anàlisi factorial, primer s'explicarà els passos genèrics per realitzar l'anàlisi clúster, i després les comprovacions essencials a realitzar per a donar com a vàlid l'anàlisi.

*Passos inicials a seguir:*

S'importen les dades a les taules principals. En aquest cas un cop es tenen les dades a les taules, s'ha d'anar al desplegable de la part superior, i seguir els següents passos: *Anализar > Clasificar > Clúster Jerárquico*.

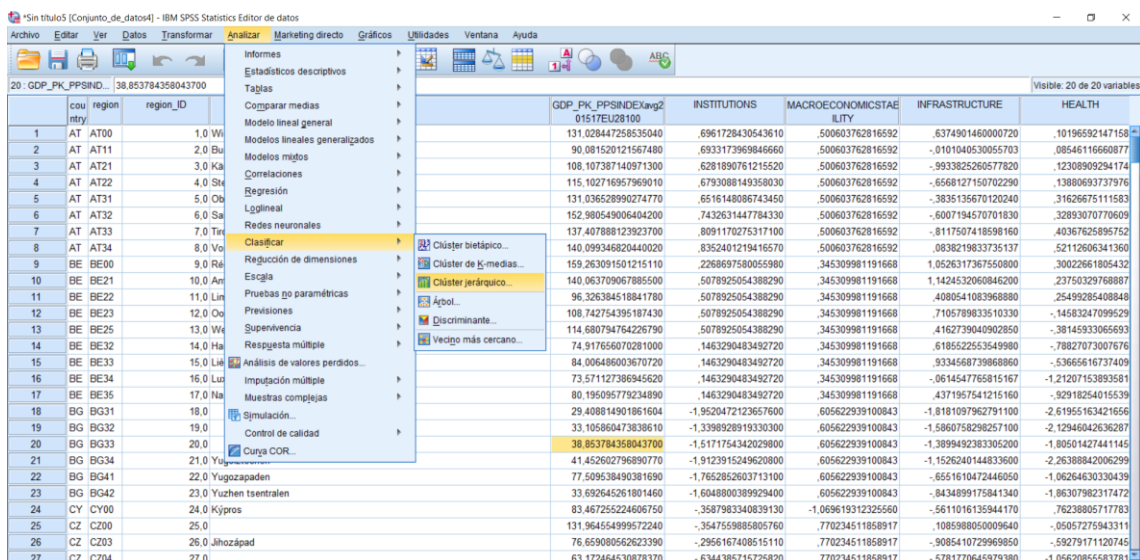


Figura 6.1. Desplegable a seguir per a l'anàlisi clúster

Font: Elaboració pròpia

Com en l'anàlisi factorial un cop es clica a l'opció, s'han de seleccionar les dades.

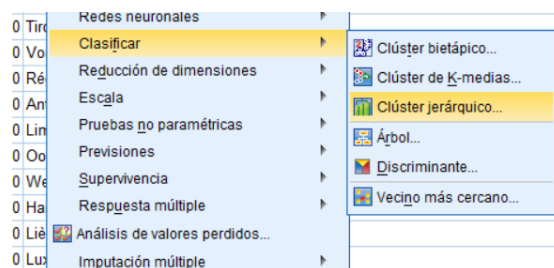


Figura 6.2 Opció Clúster jerárquic

Font: Elaboració pròpia



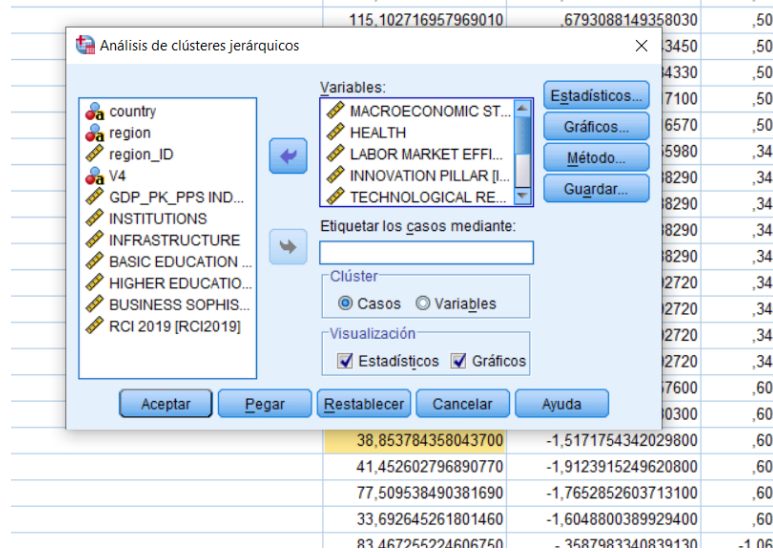


Figura 6.3. Selecció de dades per anàlisi clúster

Font: Elaboració pròpia.

Un cop situats en aquesta pantalla, una opció important, és la que indica Método. En aquesta es podrà escollir el mètode de conglomeració a utilitzar i també el tipus de distància a considerar segons l'escala mètrica de les variables.

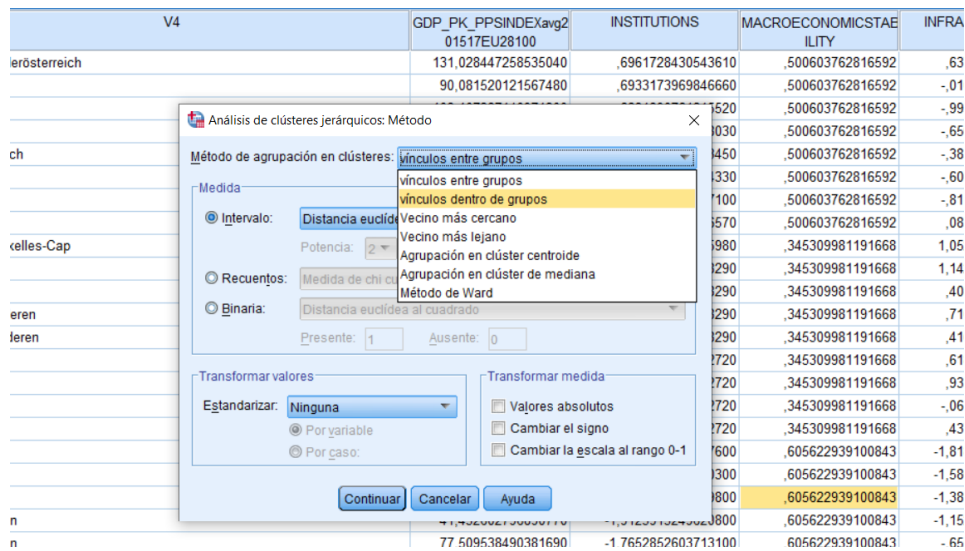


Figura 6.4. Finestra Método.

Font: Elaboració pròpia.

Una altra opció important a tenir en compte és la de la figura 6.5, on es pot determinar per quants nombres diferents de clúster es vol la solució de l'anàlisi.

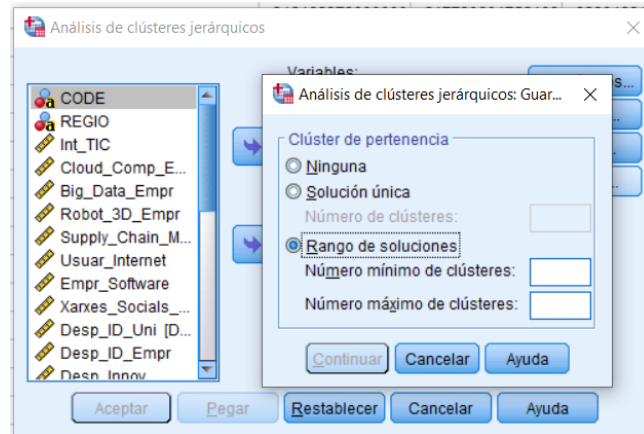


Figura 6.5 Determinació nº clústers

Font: Elaboració pròpia

Finalment acceptant i executant, surt una taula de resultats de l'estil de la figura 6.6 amb l'historial de conglomeració.

**Historial de conglomeración**

Etapa	Clúster combinado		Coeficientes	Primera aparición del clúster de etapa		Etapa siguiente
	Clúster 1	Clúster 2		Clúster 1	Clúster 2	
1	6	7	,027	0	0	16
2	182	186	,029	0	0	12
3	246	247	,031	0	0	10
4	52	60	,031	0	0	39
5	242	248	,032	0	0	71
6	241	244	,033	0	0	15
7	239	250	,048	0	0	68
8	56	58	,050	0	0	25
9	48	64	,056	0	0	47
10	246	249	,056	3	0	90
11	35	41	,058	0	0	34
12	182	187	,059	2	0	94
13	88	89	,065	0	0	33
14	33	34	,067	0	0	38
15	241	245	,072	6	0	45
16	5	6	,077	0	1	46
17	46	55	,077	0	0	52
18	113	123	,082	0	0	43
19	114	116	,082	0	0	49
20	243	258	,082	0	0	58
21	28	30	,083	0	0	50
22	255	257	,094	0	0	59
23	166	168	,095	0	0	51
24	169	170	,097	0	0	182
25	56	57	,104	8	0	70
26	20	23	,104	0	0	122
27	145	146	,106	0	0	56
28	42	43	,107	0	0	85
29	151	167	,108	0	0	62

Figura 6.6: Model taula de resultats anàlisi clúster.

Font: Elaboració pròpia.

Un cop s'ha mostrat com treballar un anàlisi clúster amb el software SPSS, es procedirà a explicar les comprovacions necessàries que s'han de realitzar als resultats obtinguts en realitzar l'anàlisi.

Amb els cinc factors obtinguts a l'anàlisi factorial s'ha realitzat aquest anàlisi per tal d'identificar el tipus de regions dins de la Unió Europea. El mètode utilitzat és el mètode de conglomeració de Ward i com a mesura de similitud la distància euclidiana al quadrat.

El primer pas en l'anàlisi clúster és el càlcul de la matriu de distàncies entre els elements de les dades. En aquesta matriu es troben totes les distàncies que hi ha entre cada element i tots els restants del conjunt de dades. (es pot trobar a l'annex 3)

A continuació es crea un conglomerat entre les dues variables que tenen una distància més petita. Aquesta funció es va repetint successivament, afegint variables al conglomerat fins que finalment queden totes agrupades.

En primera instància, una comprovació que es pot realitzar és la següent.

Resumen de procesamiento de casos <sup>a</sup>					
Válido		Casos Perdidos		Total	
N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
260	100,0	0	,0	260	100,0

Figura 6.7 Resum dels casos processats

Font: Elaboració pròpia

A la figura 6.13 es pot veure el conjunt de variables processades i els casos amb número i percentatge que s'han perdut.

Tal i com es pot apreciar no existeix cap cas perdut i per tant la totalitat de les variables es troben compreses dins d'algun clúster.

Per tal d'identificar el número de conglomerats òptim de la solució es determina de la següent manera: s'atura les fusions quan els grups que s'ajunten es troben a una distància significativament superior a la dels grups anteriorment fusionats [29]. A la figura 6.8 es pot veure una retall de l'historial de conglomerats on s'aprecia aquesta determinació del nombre òptim enquadrant amb vermell els valors afectats.

Historial de conglomeración						
Etapa	Clúster combinado		Coeficientes	Primera aparición del clúster de etapa		Etapa siguiente
	Clúster 1	Clúster 2		Clúster 1	Clúster 2	
1	76	77	,006	0	0	15
2	13	15	,012	0	0	13
3	107	108	,020	0	0	8
4	178	186	,030	0	0	22
5	185	187	,042	0	0	26
6	196	200	,056	0	0	9
7	197	203	,073	0	0	38
8	107	132	,092	3	0	23
9	196	202	,111	6	0	54
10	83	139	,133	0	0	59
11	150	180	,157	0	0	21
12	188	189	,181	0	0	61
13	13	17	,206	2	0	108
245	31	32	321,240	0	223	247
246	26	45	338,478	233	237	249
247	31	33	363,775	245	225	252
248	6	27	389,496	243	207	250
249	20	26	420,994	236	246	252
250	1	6	453,341	241	248	253
251	16	18	486,267	244	235	255
252	20	31	553,774	249	247	257
253	1	12	622,446	250	218	254
254	1	213	719,470	253	239	255
255	1	16	836,167	254	251	256
256	1	2	965,923	255	242	257
257	1	20	1113,735	256	252	258
258	1	243	1290,000	257	0	0

Figura 6.8 Historial de conglomeració

Font: Elaboració pròpia

A la figura 6.8 s'observa l'historial de conglomeració. En aquest historial s'observa el procés realitzat per l'anàlisi en cada pas. Es pot observar cada etapa del procés. Per exemple en l'etapa 1 s'agrupen la variable 76 i 77 amb un coeficient de 0,006. Aquest indicador mostra la distància de les variables abans de ser agrupades en aquesta etapa. A les següents columnes es mostra la primera aparició del clúster, en el primer cas es pot observar com el valor és 0

ja que es tracta del primer cas en el que apareix. Finalment la última columna indica la pròxima etapa en la que el conglomerat es tornarà a agrupar amb un altre.

Per identificar el nombre ideal de conglomerats, s'ha aplicat amb el concepte explicat en línies anteriors visualitzant la distància. S'ha pogut detectar que entre les etapes 253 i 254 la distància comença a ser superior al cas anterior ja que hi ha pràcticament una diferència de 100. Així doncs, queda de la següent manera:

$$N^{\circ} \text{ ideal} = 259 - 253 = 6 \text{ conglomerats}$$

Finalment el resultat de l'anàlisi clúster, on s'indiquen els clústers per els quals cada regió ha quedat assignada és la següent:

Caso	Clúster de pertinença			
	8 clústeres	7 clústeres	6 clústeres	5 clústeres
1:BE10	1	1	1	1
2:BE21	2	2	2	2
3:BE22	2	2	2	2
4:BE23	2	2	2	2
5:BE24	2	2	2	2
6:BE25	1	1	1	1
7:BE31	2	2	2	2
8:BE32	1	1	1	1
9:BE33	1	1	1	1
10:BE34	1	1	1	1
11:BE35	1	1	1	1
12:BG31	3	3	1	1
13:BG32	3	3	1	1
14:BG33	3	3	1	1
15:BG34	3	3	1	1
16:BG41	4	4	3	3

Figura 6.9 Clúster de pertinença

Font: Elaboració pròpia

A la figura 6.9 es pot veure només un retall del que seria la taula final, més endavant s'explicarà amb detall l'agrupació definitiva i per el nombre ideal de conglomerats. En aquest cas es pot veure que l'agrupació s'ha previst per 5,6,7 i 8 clústers.

### 6.3. QCA.

Es tracta d'un anàlisi on porta a una interpretació similar a l'anàlisi estadístic de regressió, però només es adequat per uns casos en concret. Es basa en una tècnica lògica d'anàlisi qualitatiu. Utilitza com a eina formal l'àlgebra booleana per tal d'identificar quins factors dels que s'han identificat estan associats a la presència d'un resultat donat.

El propòsit principal és estandarditzar una sèrie d'aspectes presents en l'ús dels anàlisis comparatius a les ciències socials a partir de la sistematització i ordenament de les unitats amb el propòsit d'identificar les diferències i similituds entre les mateixes.

Es tracta d'una tècnica que no es pot aplicar a qualsevol circumstància. Es busca crear vincles entre les unitats o casos en l'estudi i no necessàriament realitzar descripcions profundes dels mateixos. Davant aquest tipus d'estudis o preguntes d'investigació de tipus comparatiu el QCA permet aconseguir avantatges analítiques.

La diferència principal entre la lògica tradicional i la lògica difusa, seria bàsicament la diferència entre la precisió i la rellevància, o bé significativitat, és a dir, en ocasions no és necessària tota la informació o que tota la informació sigui del tot precisa o exacta, sinó solament és necessari disposar de la informació que té importància de veritat.

Si les variables són categòriques, el QCA ha de començar enumerant tots els casos que poden succeir, on cada un d'aquests es defineix per la seva combinació única de valors de les seves variables ja siguin dependents o independents. A continuació es mostra un exemple per entendre correctament el concepte del mètode.

- Es tenen quatre variables categòriques d'interès (A,B,C,D). Si les dues primeres fossin dicotòmiques, prendrien dos valors, la tercera prendria cinc valors i la quarta tres valors. D'aquesta manera hauria 60 possibles tipus d'observacions determinades per les possibles combinacions de variables.

L'àlgebra booleana s'utilitza per simplificar el nombre d'inferències en el conjunt mínim d'inferències admeses per les dades. El grup simplificat que queda s'anomena implicats principals. A continuació s'exemplifica:

- En el cas que les condicions A i B es troben relacionades amb la presència d'un valor en concret de D, el valor de C es converteix en irrellevant.

A continuació s'explica la manera que s'utilitzarà el QCA:

### **FSQCA:**

Es tracta d'un mètode que s'origina amb l'objectiu de solucionar els problemes d'altres tècniques més tradicionals, com per exemple la regressió lineal.

Amb aquest mètode es poden analitzar de manera conjunta variables de diferents tipus o quan es necessita incorporar característiques quantitatives continues junt amb altres discretes. Ara bé, un altre fet diferenciador és que en aquest cas no és necessari suposar que existeix una independència entre les variables explicatives.

Un altre avantatge és que tampoc existeix la necessitat de suposar una linealitat o algun altre tipus de relacions entre les variables explicatives i les explicades. També és molt important que és un mètode que amb poques observacions permet aconseguir rellevància amb els resultats obtinguts.

Aquest programa sorgeix com a solució per evitar problemes que porten tècniques estadístiques tradicionals, com per exemple la Regressió Lineal Múltiple. Aquest tipus de tècnica fa que els investigadors pensin d'un mode determinat, i no en totes les ocasions és el més adequat. També es solen generar confusions entre ajust amb predicció

Hi ha un seguit de circumstàncies que poden justificar la utilització de fsQCA. És un software que es troba en la línia intermèdia entre el que és qualitatiu i quantitatiu. Proporciona relacions de causalitat difuses entre configuracions determinades i certs resultats. És una tècnica que dóna més importància als casos que a les pròpies variables, les variables que són rellevants es substitueixen per casos rellevants. Permet la comparació de casos per identificar els factors que causen un determinat resultat.

En quant als paràmetres d'ajustos, aquest software té dos indicadors: cobertura i consistència. La cobertura es refereix al percentatge de casos que poden explicar-se per la configuració en qüestió. La consistència reflecteix el grau de pertinença d'una condició a una configuració.

A continuació es mostra el programa per tal d'entendre de manera senzilla el seu funcionament explicant els passos principals per poder dur a terme un anàlisi amb aquesta

tècnica. Es tracta d'un software de fàcil ús on la part més important és entendre la manera d'introduir les dades.

A la figura 6.10 es pot observar la pàgina principal. Es tracta d'un programari molt simple, el qual les seves funcions són molt concretes. Per tal d'afegir variables, es segueix el següent procediment: *Variables > Add*. Per tal d'obrir de manera satisfactòria l'arxiu de les dades, aquest ha de ser en format .csv (Comma Separated Values). Aquest arxiu té el seu origen en Excel. L'altre alternativa és a través de SPSS en format .dat.



Figura 6.10. Introducció de variables a partir de la pàgina principal.

Font: Elaboració pròpia.

El primer pas a tenir en compte és la necessitat de tenir les dades calibrades per poder utilitzar-les en el software, ja que no es poden utilitzar variables convencionals. La diferència entre una variable convencional i un conjunt difús és com es conceptualitzen i s'etiqueten. Per exemple, si bé és possible construir una variable genèrica d'anys d'educació, és impossible transformar aquesta variable directament en un conjunt difús sense primer definir un conjunt objectiu de casos.

Existeixen principalment dos mètodes de calibració, el mètode directe, el qual es focalitza en tres ancoratges qualitius que estructurin conjunts difusos: el llindar per a la filiació completa, el llindar per a la no filiació completa i el punt de creuada. Pel que fa el mètode indirecte, pel contrari, utilitza tècniques de regressió per estimar els graus de filiació del conjunt basat en esquemes de codificació de sis valors. Ambdós mètodes produeixen

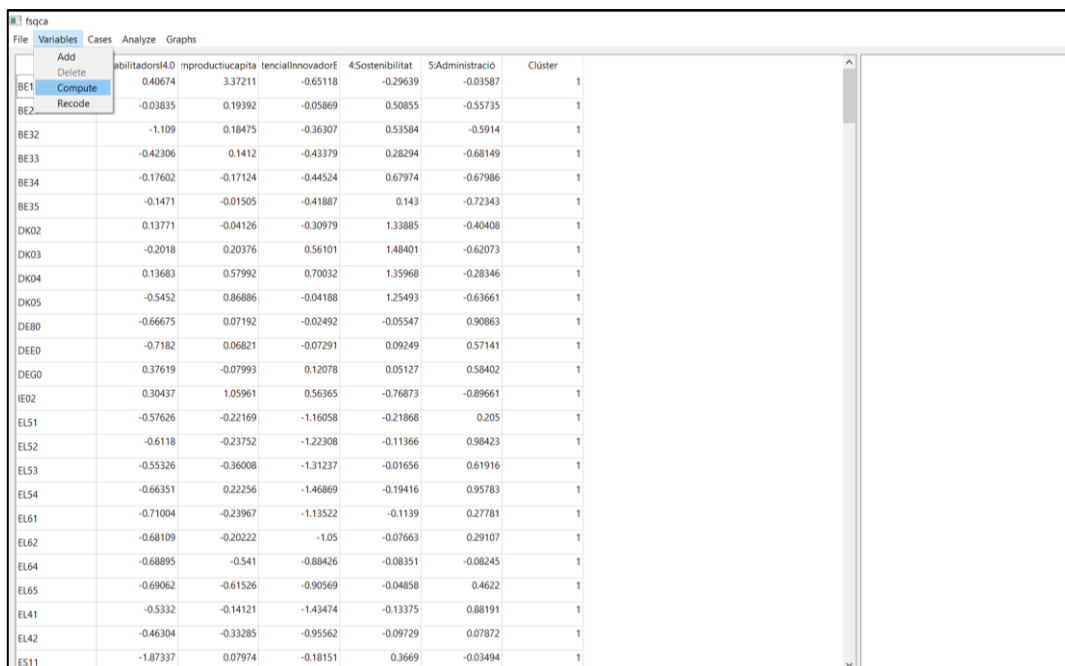


calibracions precises de les puntuacions de filiació establertes basades en ancoratges qualitius (mètode directe) o agrupacions qualitatives (mètode indirecte).

L'usuari haurà d'especificar els valors d'una escala d'interval de variables que corresponguin als tres punts d'interrupció qualitius que s'han esmentat i que estructurin a un conjunt difús: el llindar per a la filiació completa (per ex. 0,95), el llindar per a la no filiació completa (per ex. 0,05) i el llindar pel punt de creuada (per ex. puntuació difusa 0,5). Aquests tres punts de referència s'utilitzaran per a transformar els valors de la relació original o els valors de l'escala d'interval en puntuacions de pertinença difusa, utilitzant transformacions basades en probabilitats de registre de pertinença plena. Els valors del conjunt difús sempre oscil·laran entre 0 i 1.

En aquest punt, es focalitzarà en l'explicació del calibratge de dades a partir del mètode directe mitjançant el software fsQCA, ja que aquest procés es pot realitzar de manera manual mitjançant un procés i unes expressions, però aquest programari ofereix l'opció a realitzar aquesta operació a través d'ell.

Un cop es tenen les variables convencionals afegides a la pàgina principal, es procedeix a anar a la funció *Variables > Compute*, tal com es pot observar a la figura 6.11.



	abilitadorsI4.0	mproductiuacapa	tencialInnovadorE	4Sostenibilitat	5Administració	Clúster
BE1	0.40674	3.37211	-0.65118	-0.29639	-0.03587	1
BE2	-0.03835	0.19392	-0.05869	0.50855	-0.55735	1
BE3	-1.109	0.18475	-0.36307	0.53584	-0.5914	1
BE33	-0.42306	0.1412	-0.43379	0.28294	-0.68149	1
BE34	-0.17602	-0.17124	-0.44524	0.67974	-0.67986	1
BE35	-0.1471	-0.01505	-0.41887	0.143	-0.72343	1
DK02	0.13771	-0.04126	-0.30979	1.33885	-0.40408	1
DK03	-0.2018	0.20376	0.56101	1.48401	-0.62073	1
DK04	0.13683	0.57992	0.70032	1.35968	-0.28346	1
DK05	-0.5452	0.86886	-0.04188	1.25493	-0.63661	1
DEB0	-0.66675	0.07192	-0.02492	-0.05547	0.90863	1
DEE0	-0.7182	0.06821	-0.07291	0.09249	0.57141	1
DEG0	0.37619	-0.07993	0.12078	0.05127	0.58402	1
IE02	0.30437	1.05961	0.56365	-0.76873	-0.89661	1
EL51	-0.57626	-0.22169	-1.16058	-0.21868	0.205	1
EL52	-0.6118	-0.23752	-1.22308	-0.11366	0.98423	1
EL53	-0.55326	-0.36008	-1.31237	-0.01656	0.61916	1
EL54	-0.66351	0.22256	-1.46869	-0.19416	0.95783	1
EL61	-0.71004	-0.23967	-1.13522	-0.1139	0.27781	1
EL62	-0.68109	-0.20222	-1.05	-0.07663	0.29107	1
EL64	-0.68895	-0.541	-0.88426	-0.08351	-0.08245	1
EL65	-0.69062	-0.61526	-0.90569	-0.04858	0.4622	1
EL41	-0.5332	-0.14121	-1.43474	-0.13375	0.88191	1
EL42	-0.46304	-0.33285	-0.95562	-0.09729	0.07872	1
ES11	-1.87337	0.07974	-0.18151	0.3669	-0.03494	1

Figura 6.11 Direcció al pas Compute

Font: Elaboració pròpia

Quan es cliqui a aquesta opció, sortirà una finestra com la de la figura 6.12 en la que s'escollirà l'opció emmarcada.

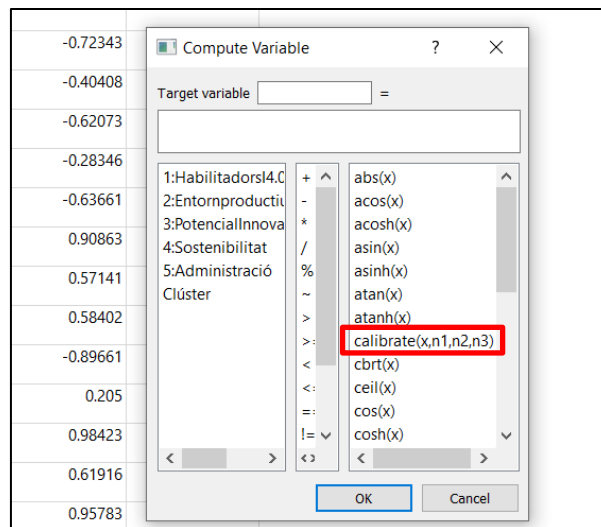


Figura 6.12 Opció per calibrar

Font: Elaboració pròpia

A la zona on indica *Target Variable*, s'ha d'introduir el nom de la variable definitiva ja calibrada. A l'opció per a calibrar s'observa que surt de la següent manera: *calibrate(x,n1,n2,n3)*. On *x* es refereix al nom de la variable convencional, *n1* és el valor màxim (correspondria amb el valor establert com a filiació completa, el llindar superior), *n2* és el punt de creuada i *n3* és el valor mínim (correspondria amb el valor establert per a la no filiació completa, el llindar inferior).

Es comproven que les puntuacions difuses corresponguin a les dades originals de la manera prevista. És recomanable ordenar els valors en ordre ascendent o descendent. Com ja s'ha comentat prèviament la puntuació hauria d'oscil·lar entre 0 i 1.

Aquest procediment seria el camí estàndard en condicions normals amb unes dades directament sense tractar. Però en aquest projecte no és així i per tant aquesta opció no és adequada.

En condicions normals per tal d'establir els tres llindars, de base es treballa amb la mitjana del conjunt de valors, i a partir d'aquí, s'estableixen els tres graus de pertinença.

La problemàtica consisteix en que durant la realització de l'anàlisi factorial ha sigut necessari la normalització de les dades ja que sinó no es podia treballar amb més de 20 indicadors de

naturalesa diferent. Com ja s'ha explicat anteriorment, la normalització de les dades implica que la mitjana del seu conjunt és igual a 0. D'aquesta manera no es poden seguir les mesures estàndard per establir els llindars, ja que sent 0 el valor no s'aconseguirien valors amb sentit.

Així doncs, es realitza amb un procediment mitjançant una sèrie de càlculs que s'expressen més endavant de manera detallada.

Un cop calibrades les dades es pot procedir a realitzar l'anàlisi.

*Selecció de les variables en el model:*

Quan es tinguin les dades en una finestra anomenada "FS/QCA Data Sheet", per tal d'analitzar les dades s'ha de seguir la següent ruta: *Analyze > Fuzzy Sets > Truth > Truth Table Algorithm*.

Sortirà una finestra com la de la figura 6.13, anomenada *Select Variables*, en la que s'haurà de seleccionar la variable dependent com a *Outcome* (si el que es vol és explicar l'absència d'aquest resultat,  $\neg Y$ , enlloc de la seva presència, s'haurà de marcar *Negate*).

S'hauran de seleccionar les variables independents com a *Causal Conditions*.

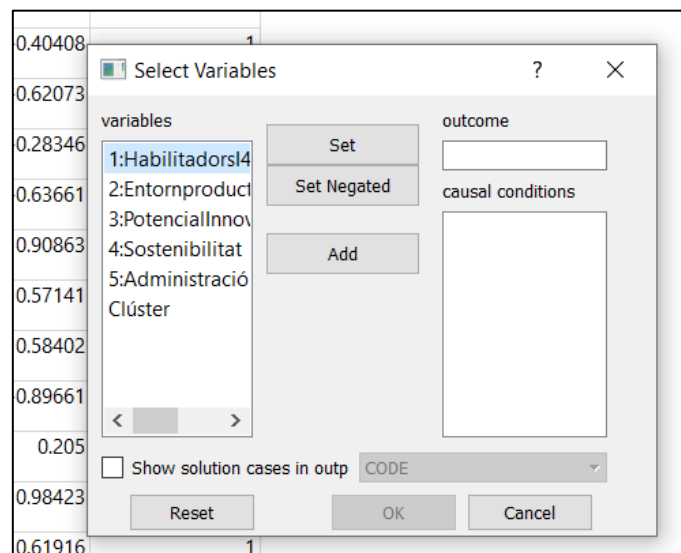


Figura 6.13 Opció Select Variables

Font: Elaboració pròpia

Finalment, es clica a OK.

Amb aquests passos s’aconseguirà obtenir la taula de la veritat, *Edit Truth Table*. Aquesta conté totes les combinacions possibles de les condicions disponibles. La mida de la taula de la veritat és  $2^k$ , on  $k$  és el nombre de condicions.

On d’esquerra a dreta les columnes de la taula representen el següent:

- Els valors positius de cada una de les variables independents.
- El nombre de casos observat per a cada configuració causal. Normalment la taula està ordenada de major a menor, es troba un percentatge que indica quin és el percentatge total dels casos a la mostra estan inclosos en aquesta configuració i totes les anteriors en ella a la llista.
- Una columna buida (“y”) en la qual s’ha d’indicar si cada configuració és suficient per causar el resultat.
- Una columna (“consist”) que reporta l’índex de consistència per a cada configuració. Si totes les variables són dicotòmiques (0,1), aquest índex indica la proporció de casos en cada grup que presenten el resultat d’interès.
- Dos columnes restants, pre i product, les quals ofereixen informació addicional.

A la figura 6.14 es pot observar una taula de veritat amb totes les columnes recentment explicades.

F1	F2	F3	F4	F5	number	lexInnovaciócalib	raw consist.	PRI consist.	SYM consist
1	1	1	0	1	8	1	0.983065	0.978746	0.978746
1	1	1	1	1	12	1	0.967235	0.957841	0.957842
0	1	1	0	1	7	1	0.957143	0.944307	0.944307
1	1	1	0	0	8	1	0.955044	0.946265	0.946265
1	0	1	1	1	2	1	0.933914	0.90999	0.913605
0	1	1	1	1	8	1	0.917062	0.891417	0.891417
0	1	1	0	0	5	1	0.916667	0.891304	0.891304
1	1	1	1	0	13	1	0.909662	0.888955	0.888955
0	1	1	1	0	7	1	0.893642	0.866617	0.866617
1	0	1	1	0	8	1	0.888063	0.856502	0.859876
0	0	1	1	1	4	1	0.873355	0.828508	0.828508
1	1	0	0	0	6	1	0.870919	0.829009	0.829009
1	1	0	1	1	12	1	0.865528	0.810611	0.810611
1	1	0	1	0	19	1	0.85881	0.811917	0.812338
0	0	1	1	0	8	1	0.845592	0.793233	0.793233
1	0	1	0	0	8	1	0.832739	0.800473	0.800473

Figura 6.14 Taula de la veritat

Font: [30]

Un cop es disposa de la taula de la veritat, el següent pas a realitzar consisteix en eliminar totes les configuracions teòricament possibles, però que ni disposen d'exemples a la base de dades, és a dir, aquelles les quals  $number = 0$ . Tot i això abans de realitzar aquesta acció s'ha de tenir en compte prèviament una sèrie de factors:

- Assegurar-se que la taula està ordenada pel nombre de casos, de major a menor. Si no fos així, la ruta a seguir és la següent: *Sort > Descending*.
- Dirigir-se a la columna *number* en el primer cas que tingui un valor 0.
- Anar a *Edit > Delete current row to last row*. Amb això totes les files entre la fila seleccionada i l'última fila seran eliminades de la taula.

Per tal de reordenar la taula a partir dels valors de consistència, s'ha de seguir *Sort > Descending*. A partir d'aquí, a la columna "y" s'ha d'introduir el valor 1 a totes les files en el rang superior que tinguin relacions de consistència indicant una relació causal de suficiència. Si es tenen variables dicotòmiques i hi ha pocs casos, la relació de suficiència requereix una consistència de 1.00.

Un cop la taula està completa, es pot clicar a l'opció *Standard Analyses*.

Els resultats de l'anàlisi apareixen a la finestra fs/QCA. El programa genera tres resultats alternatius les quals mai es contradiuen entre elles.

- 1) El primer s'anomena, *COMPLEX SOLUTION*. Aquest ofereix la solució més detallada. Aquesta solució assumeix que totes les configuracions sense casos ( $number = 0$ ) haurien produït l'absència del resultat d'interès.
- 2) El segon, *PARSIMONIOUS SOLUTION*, ofereix la solució més simple. Aquesta assumeix que totes les configuracions sense casos haurien produït el resultat d'interès, el que permet un màxim de simplificació de les configuracions suficients a partir de contrafàctics.
- 3) La tercera, *INTERMEDIATE SOLUTION*, proposa una alternativa de complexitat intermèdia, assumint que només algunes configuracions sense casos haurien produït el resultat d'interès.



## **7. Mostra de resultats.**

A continuació es mostra els resultats dels dos models restants, tant l'anàlisi clúster com del QCA.

### **7.1. Anàlisi clúster.**

A continuació es mostraran els resultats de l'anàlisi clúster per tal d'identificar les tipologies de regions de la Unió Europea. Prèviament s'explicaran diferents modificacions realitzades durant aquest punt de l'estudi considerades d'alta importància.

#### **7.1.1. Modificacions durant l'anàlisi.**

Arribats en aquest punt del procés i en el moment de realitzar l'anàlisi clúster, com a primer model, es disposava d'un conjunt d'informació amb lleugeres modificacions de la definitiva base de dades empleada.

Com a primer anàlisi factorial definitiu constava dels mateixos factors que finalment han sorgit, però en el segon (entorn productiu i capital humà) hi havia un indicador que feia referència als RRHH destinats a la tecnologia d'una regió. Durant l'execució de l'anàlisi clúster es van detectar una sèrie d'anomalies que provocaven que en l'agrupació de les regions en diferents clústers, hi havia tres regions que quedaven soles en grups de 1 sola regió. Es va analitzar les dades i es va detectar algun error humà, i altres anomalies que més endavant s'explicaran. L'anàlisi factorial no sortia de la manera desitjada, i el principal problema era que hi havia certs indicadors que s'agrupaven en factors que no s'apropiaven al seu significat. El més problemàtic era el dels RRHH destinats a la tecnologia. D'aquesta manera es va procedir a provar d'eliminar aquest indicador i tornar a realitzar l'anàlisi factorial. Els resultats van ser molt favorables i s'aconseguia mantenir els 5 factors inicials.

Es considera important comentar que es va decidir eliminar aquest indicador com a solució, ja que a part del problema ja esmentat dels inconvenients que generava en els resultats, es tractava d'un indicador que aportava una informació que altres indicadors dels que es disposava ja oferien alguna explicació semblant, com per exemple la Ocupació en el món de la tecnologia d'alt nivell. Per tant no es tractava d'un indicador singular el qual oferís una informació única i exclusiva.

Aconseguit l'anàlisi factorial amb el nombre de factors desitjats, es va procedir novament a treballar l'anàlisi clúster. Els resultats aconseguits eren bastant favorables però se seguia detectant alguna anomalia.

Els resultats obtinguts en l'anàlisi clúster arribats en aquest punt eren els següents:

Conglomerats	Mida	Mida (%)	1: Habilitadors I 4.0		2: Entorn productiu capital humana		3: Potencial Innovador Empr		4: Administració		5: Sostenibilitat	
			Mitjana	Des Est	Mitjana	Des Est	Mitjana	Des Est	Mitjana	Des Est	Mitjana	Des Est
4 clústers												
Grup 1	212	81,54	0,0513476	0,8371039	-0,0586706	0,68133124	-0,2205367	0,70380535	-0,2454021	0,56375074	-0,0475199	0,6680427
Grup 2	46	17,69	-0,2288965	1,5472905	-0,0000431	0,57421992	1,0609904	1,39920815	1,2027987	1,52775526	-0,0687032	0,7498962
Grup 3	1	0,38	0,2552407	0	0,3846341	0	0,0192384	0	-2,6852951	0	11,6797188	0
Grup 4	1	0,38	-0,6116965	0	12,055527	0	-2,0710059	0	-0,6182042	0	1,5548384	0
5 clústers												
Grup 1	212	81,54	0,0513476	0,8371039	-0,058670644	0,681331243	-0,220536741	0,703805348	-0,24540209	0,563750745	-0,04751986	0,6680427
Grup 2	24	9,23	0,085928865	0,2535408	-0,015096867	0,609792347	0,010790383	0,673216047	2,163610416	1,142570298	-0,35081832	0,6395623
Grup 3	22	8,46	-0,5723423	2,1961283	0,016379107	0,546588424	2,206663066	1,031172899	0,154640537	1,16863954	0,239058808	0,7528882
Grup 4	1	0,38	0,2552407	0	0,384634083	0	0,019238406	0	-2,68529512	0	11,67971878	0
Grup 5	1	0,38	-0,6116965	0	12,05552695	0	-2,071005893	0	-0,61820417	0	1,55483845	0
6 clústers												
Grup 1	212	81,54	0,051347612	0,8371039	-0,058670644	0,681331243	-0,220536741	0,703805348	-0,24540209	0,563750745	-0,04751986	0,6680427
Grup 2	24	9,23	0,085928865	0,2535408	-0,015096867	0,609792347	0,010790383	0,673216047	2,163610416	1,142570298	-0,35081832	0,6395623
Grup 3	21	8,08	-0,10974182	0,3474864	0,002041544	0,546588424	2,289733152	0,97830397	0,163650085	1,196716015	0,278480269	0,747853
Grup 4	1	0,38	-10,2869524	0	0,317467943	0	0,46219125	0	-0,03455997	0	-0,58879189	0
Grup 5	1	0,38	0,255240679	0	0,384634083	0	0,019238406	0	-2,68529512	0	11,67971878	0
Grup 6	1	0,38	-0,61169654	0	12,05552695	0	-2,071005893	0	-0,61820417	0	1,55483845	0
7 clústers												
Grup 1	146	56,15	0,124059394	0,9928268	0,220287392	0,597771976	-0,024576939	0,699911629	-0,40311498	0,571513107	-0,29710893	0,5649685
Grup 2	66	25,38	-0,10949967	0,1941492	-0,675759635	0,385140411	-0,654023577	0,487955587	0,103477954	0,351549205	0,504601399	0,5359178
Grup 3	24	9,23	0,085928865	0,2535408	-0,015096867	0,609792347	0,010790383	0,673216047	2,163610416	1,142570298	-0,35081832	0,6395623
Grup 4	21	8,08	-0,10974182	0,3474864	0,002041544	0,555831163	2,289733152	0,97830397	0,163650085	1,196716015	0,278480269	0,747853
Grup 5	1	0,38	-10,2869524	0	0,317467943	0	0,46219125	0	-0,03455997	0	-0,58879189	0
Grup 6	1	0,38	0,255240679	0	0,384634083	0	0,019238406	0	-2,68529512	0	11,67971878	0
Grup 7	1	0,38	-0,61169654	0	12,05552695	0	-2,071005893	0	-0,61820417	0	1,55483845	0
8 clústers												
Grup 1	131	50,38	-0,09569437	0,7374058	0,240755701	0,621244843	-0,008520865	0,719156515	-0,4359193	0,572916287	-0,30909849	0,5917876
Grup 2	66	25,38	-0,10949967	0,1941492	-0,675759635	0,385140411	-0,654023577	0,487955587	0,103477954	0,351549205	0,504601399	0,5359178
Grup 3	24	9,23	0,085928865	0,2535408	-0,015096867	0,609792347	0,010790383	0,673216047	2,163610416	1,142570298	-0,35081832	0,6395623
Grup 4	21	8,08	-0,10974182	0,3474864	0,002041544	0,555831163	2,289733152	0,97830397	0,163650085	1,196716015	0,278480269	0,747853
Grup 5	15	5,77	2,043242282	0,8726937	0,041530835	0,281067125	-0,164799982	0,497792329	-0,11662398	0,48686466	-0,1924001	0,2020496
Grup 6	1	0,38	-10,2869524	0	0,317467943	0	0,46219125	0	-0,03455997	0	-0,58879189	0
Grup 7	1	0,38	0,255240679	0	0,384634083	0	0,019238406	0	-2,68529512	0	11,67971878	0
Grup 8	1	0,38	-0,61169654	0	12,05552695	0	-2,071005893	0	-0,61820417	0	1,55483845	0

Figura 7.1 Resultat anàlisi clúster preliminar

Font: Elaboració pròpia

Els resultats finals eren bastant correctes ja que aparentment s'agrupaven les regions amb uns números acceptables.

El nombre òptim de conglomerats en aquest cas era de 7 clústers. Tot i això es va optar per realitzar diferents proves amb els nombres de clústers que es poden veure a la figura 7.1 per veure com s'agrupaven en cada cas.

Però en cada cas es podia veure com encara que s'anés augmentant el nombre de clústers hi havia 3 grups d'una sola regió que en cap dels casos s'unia amb un clúster més gran, sinó que al augmentar el nombre de conglomerats el que es feia era desdoblar els grups més grans.



A l'investigar quina era la problemàtica es va detectar quines eren les tres regions que no s'agrupaven mai.

Caso	Clúster de pertinenca						
	9 clústeres	8 clústeres	7 clústeres	6 clústeres	5 clústeres	4 clústeres	3 clústeres
117:FR62	6	5	1	1	1	1	1
118:FR63	7	6	5	4	3	2	2
119:FR71	2	1	1	1	1	1	1
203:RO41	3	2	2	1	1	1	1
204:RO42	8	7	6	5	4	3	3
205:SI03	2	1	1	1	1	1	1
206:SI04	4	3	3	2	2	2	2
243:UKH3	2	1	1	1	1	1	1
244:UKI1	9	8	7	6	5	4	3
245:UKI2	1	1	1	1	1	1	1
246:UKJ1	1	1	1	1	1	1	1
247:UKJ2	2	1	1	1	1	1	1

Figura 7.2 Regions anòmales detectades

Font: Elaboració pròpia

A la figura 7.2 es pot observar un retall de la taula de resultats del clúster de pertinença en la que s'indiquen les tres regions que en cap dels casos estudiats (del 9 al 3) s'agrupen. La primera regió en qüestió es tracta de la regió de *Limousin* de França (FR63). La segona regió és la regió de *Vest* de Romania (RO42) i finalment la última regió exclosa es tracta de la regió de *Inner London* del Regne Unit (UKI1).

Sobre la segona regió esmentada, la de *Vest* (R042) es tractava d'un error humà en l'indicador de recuperació d'energia i reciclatge. D'aquesta manera es va poder solucionar calculant de nou els valors d'aquesta variable.

Respecte les dues regions restants, després d'una revisió exhaustiva de cada un dels indicadors i les seves dades es va poder confirmar que el problema en aquest cas no provenia d'un error humà. Sinó que les dues regions disposen de diferents peculiaritats que provoquen que tinguin un comportament anòmal en els resultats i no s'ajuntin amb ninguna altra regió degut a la seva singularitat. El fet que no s'ajuntin no significa que sigui un error sinó que no troben patrons en comú amb altres regions per ajuntar-se en un conjunt.

A continuació s'explicarà de manera detallada cada cas:

*Regió de Limousin (FR63)*

Regió que forma part de França. El comportament tan singular d'aquesta regió es focalitza en els indicadors dels habilitadors de la Indústria 4.0.



Figura 7.3 Regió de Limousin

Font: Elaboració pròpia

La peculiaritat consisteix en que és una regió molt poc preparada en aquest context. És una regió d'essència rural, fet que implica que el desenvolupament tecnològic en ella sigui pràcticament nul.

D'aquesta manera el seu índex segons el RCI (Regional Competitiveness Index) sigui molt baix en comparació a la resta de regions de França. Per aquest motiu durant el procés de desagregació dels indicadors de nivell nacional a regional (explicat a l'apartat 5) el valor d'aquesta regió resultava ser extremadament negatiu i provocava el conseqüent problema. A la taula 7.6 es poden observar totes les regions que formen part de França amb els seus respectius valors de l'índex de les TIC (índex tecnològic) extret del RCI, on es veu la gran diferència que s'explicava prèviament, on el valor de la regió en qüestió és -0,66. La segona regió francesa amb el valor més baix és la de Bourgogne, amb un valor de -0,23. Per tant, es pot apreciar una diferència notòria entre Limousin i el segon índex més baix.

C	REG		TIC
FR	FR10	Île de France	0,38
FR	FRB0	Centre - Val de Loire	0,17
FR	FRC1	Bourgogne	-0,23
FR	FRC2	Franche-Comté	-0,13
FR	FRD1	Basse-Normandie	0,00
FR	FRD2	Haute-Normandie	0,09
FR	FRE1	Nord-Pas de Calais	0,03
FR	FRE2	Picardie	0,16
FR	FRF1	Alsace	0,21
FR	FRF2	Champagne-Ardenne	-0,08
FR	FRF3	Lorraine	0,16
FR	FRG0	Pays de la Loire	0,21
FR	FRH0	Bretagne	0,12
FR	FRI1	Aquitaine	0,25
FR	FRI2	Limousin	-0,66
FR	FRI3	Poitou-Charentes	0,06
FR	FRJ1	Languedoc-Roussillon	0,12
FR	FRJ2	Midi-Pyrénées	0,16
FR	FRK1	Auvergne	0,05
FR	FRK2	Rhône-Alpes	0,11
FR	FRL0	Provence-Alpes-Côte d'Azur	0,16

Taula 7-1 RCI de França

Font: Elaboració pròpia

L'objectiu d'aquest estudi consisteix en poder treballar amb totes les dades i que entre elles tinguin una traçabilitat. És a dir, amb una dada com aquesta en la que es veu de manera tan clara quina és la problemàtica es considera que per continuar amb l'estudi es pot procedir a eliminar-la, ja que sense ella no es perd la veridicitat de l'estudi, sinó el contrari, ja que d'aquesta manera no distorsiona els valors de la resta de regions implicades en l'estudi. A més a més amb un caràcter tan singular, les mancances d'aquesta regió es veuen plasmades sense necessitat de l'estudi.

#### *Inner London (UK11)*

Regió que forma part del Regne Unit. Es tracta del centre de Londres, la capital del país.

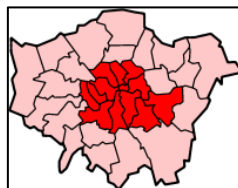


Figura 7.4 Regió Inner London

Font: Elaboració pròpia

En aquest cas la peculiaritat es troba en els indicadors que formen part del segon factor explicat, el de l'entorn productiu i capital humà. Els indicadors que despunten enormement sobre la resta són la densitat de població, la renda familiar, el PIB, el VAB, i el personal i la despesa en I+D a nivell universitari. Per tant, tots tenen un punt en comú en que es basen en l'entorn humà.

Aquesta diferència tan significativa és un problema recurrent en estudis d'aquest tipus, ja que aquesta regió té un comportament molt diferent a la resta. Es tracta d'una regió que consisteix en el centre de Londres, és a dir, d'un gran nucli urbà, en el qual es troba una major presència de serveis de coneixement i dota d'un gran capital humà. Per aquest motiu, no és d'estranyar que indicadors relacionats amb aquest context es disparin enormement i la converteixin en una regió molt singular durant l'anàlisi clúster.

En aquest cas, però, al contrari que amb la regió anterior, aquesta s'utilitzarà durant l'estudi, ja que com s'ha comentat Inner London es tracta d'una regió històricament singular, i a més a més, tractant-se d'un nucli important d'Europa, es considera necessari la introducció d'aquesta en l'anàlisi final.

Comentada aquesta prova, es vol recalcar la importància en indicar que aquesta primera anàlisi preliminar no era incorrecta, però amb la intenció d'aconseguir el millor resultat possible i evitar distorsions en el resultat final a causa de variables anòmales, s'ha procedit a modificar algunes de les dades inicials.

#### *Segon anàlisi preliminar*

En aquest punt amb totes les modificacions prèviament comentades realitzades, es procedeix a mostrar l'anàlisi clúster resultant a la figura 7.5. En ell es pot observar com les regions de *Limousin* eliminada i *Vest* corregida, ja no surten anòmalament en el resultat final. Només s'aprecia en una agrupació singular la ja esmentada regió de Inner London que a causa de la seva importància es decideix mantenir-la a l'anàlisi.

A més a més es pot visualitzar com els valors màxims mitjans de cada grup de conglomerats són coherents.

Conglomerats	Mida	Mida (%)	1: Habitadors I 4.0		2: Entorn productiu capital humà		3: Potencial Innovador Empr		4: Administració		5: Sostenibilitat	
			Mitjana	Des Est	Mitjana	Des Est	Mitjana	Des Est	Mitjana	Des Est	Mitjana	Des Est
4 clústers												
Grup 1	97	37,45	-0,3879432	1,05854119	0,14162488	0,749095183	-0,4473653	0,766152877	0,6548054	1,24962453	0,35921086	0,66776592
Grup 2	111	42,86	0,42876492	1,00036112	0,07477499	0,448805404	0,56692729	1,088902059	-0,4757215	0,55252909	0,34875259	0,70682205
Grup 3	50	19,31	-0,1846269	0,25185634	-0,686168	0,32870047	-0,3620455	0,3919259	-0,1926287	0,31221169	-1,3957529	0,67944609
Grup 4	1	0,39	-0,731073	0	12,2707628	0	-1,4322245	0	-1,0796015	0	-3,7673451	0
5 clústers												
Grup 1	89	34,36	-0,4450379	1,08536962	0,11396501	0,75594762	-0,5582392	0,543964434	0,37862837	0,83738714	0,42270936	0,6348732
Grup 2	111	42,86	0,42876492	1,00036112	0,07477499	0,448805404	0,56692729	1,088902059	-0,4757215	0,55252909	0,34875259	0,70682205
Grup 3	50	19,31	-0,1846269	0,25185634	-0,686168	0,32870047	-0,3620455	0,3919259	-0,1926287	0,31221169	-1,3957529	0,67944609
Grup 4	8	3,09	0,24723594	0,23445094	0,44934102	0,627464431	0,7861078	1,560511474	3,7272748	0,91759595	-0,34721	0,65320749
Grup 5	1	0,39	-0,731073	0	12,2707628	0	-1,4322245	0	-1,0796015	0	-3,7673451	0
6 clústers												
Grup 1	89	34,36	-0,4450379	1,08536962	0,11396501	0,75594762	-0,5582392	0,543964434	0,37862837	0,83738714	0,42270936	0,6348732
Grup 2	29	11,20	1,67901785	1,10132014	0,05934948	0,368010059	-0,3401304	0,468691241	-0,2784291	0,46709735	0,61317894	0,28850681
Grup 3	50	19,31	-0,1846269	0,25185634	-0,686168	0,32870047	-0,3620455	0,3919259	-0,1926287	0,31221169	-1,3957529	0,67944609
Grup 4	8	3,09	0,24723594	0,23445094	0,44934102	0,627464431	0,7861078	1,560511474	3,7272748	0,91759595	-0,34721	0,65320749
Grup 5	82	31,66	-0,0133977	0,42681115	0,08023035	0,476036514	0,88771597	1,065618406	-0,5454956	0,56595456	0,25523596	0,78473291
Grup 6	1	0,39	-0,731073	0	12,2707628	0	-1,4322245	0	-1,0796015	0	-3,7673451	0
7 clústers												
Grup 1	73	28,19	-0,0467485	0,39559377	0,11703279	0,826614772	-0,5639323	0,573042973	0,4691177	0,88532833	0,30680482	0,63402835
Grup 2	29	11,20	1,67901785	1,10132014	0,05934948	0,368010059	-0,3401304	0,468691241	-0,2784291	0,46709735	0,61317894	0,28850681
Grup 3	16	6,18	-2,2622335	1,3658522	0,09996823	0,269240239	-0,5322647	0,398544697	-0,0342292	0,36037905	0,95152383	0,26723545
Grup 4	50	19,31	-0,1846269	0,25185634	-0,686168	0,32870047	-0,3620455	0,3919259	-0,1926287	0,31221169	-1,3957529	0,67944609
Grup 5	8	3,09	0,24723594	0,23445094	0,44934102	0,627464431	0,7861078	1,560511474	3,7272748	0,91759595	-0,34721	0,65320749
Grup 6	82	31,66	-0,0133977	0,42681115	0,08023035	0,476036514	0,88771597	1,065618406	-0,5454956	0,56595456	0,25523596	0,78473291
Grup 7	1	0,39	-0,731073	0	12,2707628	0	-1,4322245	0	-1,0796015	0	-3,7673451	0
8 clústers												
Grup 1	73	28,19	-0,0467485	0,39559377	0,11703279	0,826614772	-0,5639323	0,573042973	0,4691177	0,88532833	0,30680482	0,63402835
Grup 2	29	11,20	1,67901785	1,10132014	0,05934948	0,368010059	-0,3401304	0,468691241	-0,2784291	0,46709735	0,61317894	0,28850681
Grup 3	16	6,18	-2,2622335	1,3658522	0,09996823	0,269240239	-0,5322647	0,398544697	-0,0342292	0,36037905	0,95152383	0,26723545
Grup 4	50	19,31	-0,1846269	0,25185634	-0,686168	0,32870047	-0,3620455	0,3919259	-0,1926287	0,31221169	-1,3957529	0,67944609
Grup 5	8	3,09	0,24723594	0,23445094	0,44934102	0,627464431	0,7861078	1,560511474	3,7272748	0,91759595	-0,34721	0,65320749
Grup 6	14	5,41	0,04714906	0,46343797	0,32597689	0,70322584	2,61134587	1,146959194	0,22953813	0,56373534	-0,4435837	0,72375749
Grup 7	68	26,25	-0,0258632	0,42146957	0,02963547	0,403475164	0,532851	0,607434864	-0,7050614	0,41739116	0,39911058	0,72096601
Grup 8	1	0,39	-0,731073	0	12,2707628	0	-1,4322245	0	-1,0796015	0	-3,7673451	0

Figura 7.5 Segon anàlisi clúster preliminar

Font: Elaboració pròpia

En primera instància el resultat semblava òptim, però revisant les puntuacions factorials de les regions en cada clúster, es va detectar un comportament anòmal en algunes regions, ja que en alguns casos la puntuació era massa elevada provocant massa disparitat entre els valors.

A la figura 7.6 es senyalitza algun dels valors distants que s'han pogut detectar.

DEB1	Koblenz	0,95744	-0,53079
ES21	País Vasco	2,09039	0,07277
ES22	Comunidad Foral de Navarra	1,35608	0,12202
ES24	Aragón	1,87791	-0,15925
ES30	Comunidad de Madrid	3,53707	0,25219
ES51	Cataluña	1,37535	-0,04058
ES53	Illes Balears	3,13589	-0,63487
FR10	Île de France	5,56304	1,00571
FR22	Picardie	1,77768	-0,24235
FR24	Centre (FR)	1,90024	-0,00806
FR41	Lorraine	1,66884	0,04539
FR42	Alsace	2,54566	0,24965
FR51	Pays de la Loire	2,54131	0,05762
FR52	Bretagne	0,81525	0,13765

Figura 7.6 Puntuacions factorials anòmales

Font: Elaboració pròpia

Arrel d'aquestes puntuacions localitzades en el factor dels habilitadors tecnològics, es va procedir a revisar les dades dels indicadors implicats en aquest factor. Es va detectar un problema amb l'algoritme de desagregació i l'índex utilitzat que provocava una gran desviació entre valors i acabava generant valors extremadament alts.

Es va aconseguir resoldre la problemàtica i finalment es va procedir a resoldre l'anàlisi definitiu.

### 7.1.2. Resultats de l'anàlisi clúster definitiu.

Així doncs, amb les modificacions realitzades a continuació es mostra l'anàlisi definitiu i l'explicació pertinent de la formació de cada clúster.

Com s'ha comentat en l'apartat 6, el número de clústers òptim era el 6. On provenia de la operació  $259-253 = 6$  clústers. S'obtenia a partir de l'etapa on la distància era significativament superior a la de l'etapa anterior. En aquest cas es pot observar com la diferència entre l'etapa 253 i la 254 és de 100 aproximadament.

246	26	45	338,478	233	237	249
247	31	33	363,775	245	225	252
248	6	27	389,496	243	207	250
249	20	26	420,994	236	246	252
250	1	6	453,341	241	248	253
251	16	18	486,267	244	235	255
252	20	31	553,774	249	247	257
253	1	12	622,446	250	218	254
254	1	213	719,470	253	239	255
255	1	16	836,167	254	251	256
256	1	2	965,923	255	242	257
257	1	20	1113,735	256	252	258
258	1	243	1290,000	257	0	0

Figura 7.7 N<sup>o</sup> òptim clústers

Font: Elaboració pròpia

Tot i això es realitza l'anàlisi amb diferents agrupacions, des de 4 clústers fins a 8, ja que el que es pretén aconseguir és el model que proporcioni la millor informació i expliqui de la millor manera la situació a nivell regional. A la figura 7.8 es pot apreciar el resultat obtingut. Amb el color verd s'indica la puntuació mes alta en cada cas, i pel contrari, amb el color vermell s'indica la puntuació mes baixa.

Conglomerats	Mida	Mida (%)	1: Habilitadors I 4.0		2: Entorn productiu capital huma		3: Potencial Innovador Empr		4: Sostenibilitat		5: Administració	
			Mitjana	Des Est	Mitjana	Des Est	Mitjana	Des Est	Mitjana	Des Est	Mitjana	Des Est
4 clústers												
Grup 1	174	67,18	-0,2357972	0,56836401	-0,0881928	0,639936396	-0,3846066	0,510078567	0,09198815	1,10019409	0,15658088	1,00606974
Grup 2	38	14,67	1,60447478	0,63957319	-0,0394279	0,328064055	-0,0816422	0,526072623	-0,1070328	0,40560564	-0,6434048	0,58721614
Grup 3	46	17,76	-0,423963	1,25626558	0,08479633	0,555817239	1,55056566	1,196905084	-0,2196017	0,88202274	-0,0244268	1,02539884
Grup 4	1	0,39	-0,4390239	0	12,9431814	0	-1,3020681	0	-1,8370126	0	-1,6720573	0
5 clústers												
Grup 1	149	57,53	-0,286676	0,50039989	-0,0990715	0,649013571	-0,3971315	0,490208972	0,10452147	1,12564134	-0,174339	0,44586185
Grup 2	38	14,67	1,60447478	0,63957319	-0,0394279	0,328064055	-0,0816422	0,526072623	-0,1070328	0,40560564	-0,6434048	0,58721614
Grup 3	25	9,65	0,06744034	0,82010596	-0,0233558	0,591031283	-0,3099583	0,621938028	0,01728959	0,95120209	2,1288634	1,15688201
Grup 4	46	17,76	-0,423963	1,25626558	0,08479633	0,555817239	1,55056566	1,196905084	-0,2196017	0,88202274	-0,0244268	1,02539884
Grup 5	1	0,39	-0,4390239	0	12,9431814	0	-1,3020681	0	-1,8370126	0	-1,6720573	0
6 clústers												
Grup 1	141	54,44	-0,2912189	0,50743263	-0,0992104	0,653097192	-0,4202097	0,476252594	-0,0862411	0,77034109	-0,1757258	0,4284846
Grup 2	38	14,67	1,60447478	0,63957319	-0,0394279	0,328064055	-0,0816422	0,526072623	-0,1070328	0,40560564	-0,6434048	0,58721614
Grup 3	25	9,65	0,06744034	0,82010596	-0,0233558	0,591031283	-0,3099583	0,621938028	0,01728959	0,95120209	2,1288634	1,15688201
Grup 4	46	17,76	-0,423963	1,25626558	0,08479633	0,555817239	1,55056566	1,196905084	-0,2196017	0,88202274	-0,0244268	1,02539884
Grup 5	8	3,09	-0,2066068	0,36969223	-0,096623	0,612404215	0,00962112	0,58701701	3,46671096	1,12637136	-0,1498966	0,72824792
Grup 6	1	0,39	-0,4390239	0	12,9431814	0	-1,3020681	0	-1,8370126	0	-1,6720573	0
7 clústers												
Grup 1	102	39,38	-0,2822929	0,57090997	0,11938385	0,635209265	-0,3975762	0,538764843	0,28469269	0,55408355	-0,1597785	0,48402635
Grup 2	38	14,67	1,60447478	0,63957319	-0,0394279	0,328064055	-0,0816422	0,526072623	-0,1070328	0,40560564	-0,6434048	0,58721614
Grup 3	39	15,06	-0,3145639	0,28558177	-0,6709186	0,187882116	-0,4794049	0,243244536	-1,0563755	0,18722704	-0,2174343	0,22639333
Grup 4	25	9,65	0,06744034	0,82010596	-0,0233558	0,591031283	-0,3099583	0,621938028	0,01728959	0,95120209	2,1288634	1,15688201
Grup 5	46	17,76	-0,423963	1,25626558	0,08479633	0,555817239	1,55056566	1,196905084	-0,2196017	0,88202274	-0,0244268	1,02539884
Grup 6	8	3,09	-0,2066068	0,36969223	-0,096623	0,612404215	0,00962112	0,58701701	3,46671096	1,12637136	-0,1498966	0,72824792
Grup 7	1	0,39	-0,4390239	0	12,9431814	0	-1,3020681	0	-1,8370126	0	-1,6720573	0
8 clústers												
Grup 1	102	39,38	-0,2822929	0,57090997	0,11938385	0,635209265	-0,3975762	0,538764843	0,28469269	0,55408355	-0,1597785	0,48402635
Grup 2	38	14,67	1,60447478	0,63957319	-0,0394279	0,328064055	-0,0816422	0,526072623	-0,1070328	0,40560564	-0,6434048	0,58721614
Grup 3	39	15,06	-0,3145639	0,28558177	-0,6709186	0,187882116	-0,4794049	0,243244536	-1,0563755	0,18722704	-0,2174343	0,22639333
Grup 4	25	9,65	0,06744034	0,82010596	-0,0233558	0,591031283	-0,3099583	0,621938028	0,01728959	0,95120209	2,1288634	1,15688201
Grup 5	33	12,74	-1,0422037	0,85884086	0,11202205	0,607939659	1,26214781	0,959309799	0,02683837	0,90886417	-0,250792	0,72191111
Grup 6	13	5,02	1,14541718	0,48166238	0,01568488	0,407075134	2,28270327	1,452123138	-0,8451804	0,35161318	0,55019245	1,4333687
Grup 7	8	3,09	-0,2066068	0,36969223	-0,096623	0,612404215	0,00962112	0,58701701	3,46671096	1,12637136	-0,1498966	0,72824792
Grup 8	1	0,39	-0,4390239	0	12,9431814	0	-1,3020681	0	-1,8370126	0	-1,6720573	0

Figura 7.8 Perfils dels factors per a diferent nombre de conglomerats

Font: Elaboració pròpia

Amb totes aquestes dades obtingudes s'analitzaran els canvis produïts a cada agrupació de conglomerats per veure com afecta i així poder-se decantar per l'alternativa que més s'adeqüi a l'objectiu final.

El primer que es posa de manifest és que en cada agrupació existeix la presència d'un grup amb la regió de Inner London ja comentada en línies anteriors com a agrupació singular. Així doncs, observant les agrupacions, a simple vista es decideix descartar el primer cas analitzat amb només 4 conglomerats, ja que realment les regions només s'agrupen en tres grups, i veien com es comporten amb un major nombre de grups en els següents anàlisis, amb el de 4 es perd informació ja que probablement s'estan ajuntant agrupacions de tipologies diferents.

Si es considera la divisió en 5 clústers, 149 regions s'assignen al primer, 38 al segon, 25 al tercer, 46 al quart i al cinquè 1 (Inner London). En dividir en 6 grups, s'observa com el primer grup de 149 es divideix i 8 d'aquestes regions formen un grup en el qual el factor de

la sostenibilitat destaca considerablement, per tant aporta informació addicional respecte l'agrupació de 5 regions.

De l'agrupació de 6 conglomerats a 7, de les 141 regions que formaven part del primer grup, es tornen a dividir i 39 d'aquestes formen un grup nou. Amb aquest desdoblament el valor factorial en l'entorn productiu i capital humà del primer grup de 102 regions augmenta fins a convertir-se en el valor més alt en aquest factor.

La resta de clústers es mantenen de la mateixa manera, és a dir, s'acaba tenint el primer grup de 102 regions, el segon de 38, el tercer de 39, el quart de 25, el cinquè de 46 i el darrer és la regió de Inner London.

Així doncs, comparant els models de 6 i 7 clústers, les puntuacions factorials dels valors màxims són pràcticament les mateixes, exceptuant el nou grup que es genera que implica un canvi.

A causa d'aquest canvi es considera escollir el model de 7 clústers entre ells, ja que es considera que acabava aportant més informació degut a que amb el canvi el primer grup destaca en el segon factor quan anteriorment no ho feia.

El model de 8 clústers si es compara amb el de 7 es desglossa el grup de 46 regions en dos, una de 33 regions i l'altre de 13. Amb aquest canvi el que es guanya principalment és un grup de regions, en aquest cas el de 13, amb una puntuació factorial elevada de 1,60 en l'indicador d'habilitadors tecnològics de la Indústria 4.0 i a la vegada, també s'aconsegueix un grup de regions més concret i reduït amb un potencial innovador empresarial elevat, on la puntuació factorial puja fins a un valor de 2,2827.

D'aquesta manera es procedeix a treballar amb 8 clústers ja que proporciona informació que es considera de molta rellevància per poder proposar uns resultats més acurats que amb els models amb un grup menor de conglomerats.

### **7.1.2. Explicació dels clústers definitius.**

Una vegada determinat el nombre de conglomerats amb el que es treballarà, es procedeix a analitzar un per un els clústers generats i la seva tipologia.



## Clúster 1

El primer clúster generat agrupa 102 regions. En cap dels 5 factors disposa d'un valor molt elevat. Es poden arribar a destacar en els factors de l'entorn productiu i capital humà i també en el de la sostenibilitat, que són els dos amb valor positiu. En aquest grup es poden observar diferents regions de tota Europa on generalment no destaquen en cap dels 5 factors ni de manera positiva ni negativa. Es pot considerar aquest clúster d'una certa heterogeneïtat.

Clúster 1		
Nº regions	102	Mitjana
1: Habilitadors I 4.0		-0,28229292
2: Entorn productiu capital humà		0,11938385
3: Potencial Innovador Empr		-0,39757616
4: Sostenibilitat		0,28469269
5: Administració pública		-0,15977845

Taula 7-2 Clúster 1

Font: Elaboració pròpia

Hi ha regions de Bèlgica, Dinamarca, Grècia, Espanya, França, Itàlia, Holanda, Portugal, Xipre i el Regne Unit. En menor mesura també es pot trobar alguna d'Alemanya, Àustria i Eslovènia.

Pel que es pot observar a la Taula 7.2, la sostenibilitat disposa de la mitjana més elevada. Però si es mira de manera general els resultats, s'aprecia que el valor del factor 2 és el més alt en tot l'anàlisi. Generalment totes les regions en aquest factor estan per sobre o per sota de la mitjana però de manera molt lleugera., en excepció per exemple de la regió de Brussel·les on el valor es dispara fins a 3.37 i la de Wien 3.31, o bé la regió Southern and Eastern. En aquesta mateixa línia es troben diverses regions del Regne Unit.

A nivell de sostenibilitat s'observa certa desviació entre les diferents puntuacions, destacant positivament a les regions de Dinamarca, Finlàndia, Holanda les quals disposen de valors que oscil·len el 1,3-1,4. Generalment es tracta de regions amb una intenció de promoure la sostenibilitat si es comparen amb altres.

Els factors restants disposa de valors amb ponderació negativa per tant, són regions pobres a nivell d'implementació dels habilitadors tecnològics, de baix potencial innovador a nivell empresarial i a nivell administratiu.

Analitzant de manera general les puntuacions factorials es detecta certa desviació, però la majoria de regions segueixen una línia molt comuna. És a dir, no destaquen en cap dels aspectes ni positivament parlant ni de manera negativa. No es troben en l'avantguarda, però tampoc es poden classificar com a les regions més pobres en cap dels 5 factors.

A la taula 7.3 es poden veure les cinc regions amb major puntuació en el segon factor corresponent a l'entorn productiu i capital humà, i les cinc regions amb menor puntuació.

CODE	REGIO	F1	F2	F3	F4	F5
BE10	Région de Bruxelles-Capitale	0,40674	3,37211	-0,65118	-0,29639	-0,03587
AT13	Wien	-0,24753	3,30940	-0,02349	-0,00826	1,59189
UKI2	Outer London	0,76786	1,91807	-1,02554	-0,00348	-1,08114
UKG3	West Midlands	-0,84344	1,66606	-0,55965	-0,08473	-0,57284
UKM2	Eastern Scotland	-0,61877	1,30120	0,00417	-0,35149	0,04447
PT18	Alentejo	-0,59177	-0,43236	-0,31789	-0,23543	-0,62830
ES53	Illes Balears	1,16678	-0,46518	-1,14660	0,90463	-0,03328
EL64	Sterea Ellada	-0,68895	-0,54100	-0,88426	-0,08351	-0,08245
EL65	Peloponnisos	-0,69062	-0,61526	-0,90569	-0,04858	0,46220
SI03	Vzhodna Slovenija	-0,33989	-0,93941	0,32069	-0,04103	-0,58498

Taula 7-3 Regions ordenades a partir del segon factor

Font: Elaboració pròpia

## Clúster 2

El segon clúster generat agrupa 38 regions.

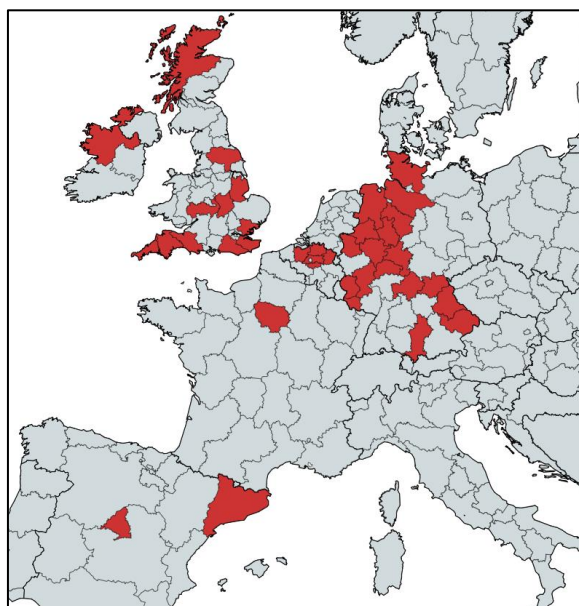


Figura 7.9 Regions del clúster 2

Font: Elaboració pròpia

Aquest conglomerat agrupa un gran grup de regions d'Alemanya, Bèlgica, el Regne Unit i també es poden trobar tant Catalunya com la Comunitat de Madrid, Ile de France i una regió d'Irlanda.

Clúster 2		
Nº regions	38	Mitjana
1: Habilitadors I 4.0		1,6044748
2: Entorn productiu capital humà		-0,0394279
3: Potencial Innovador Empr		-0,0816422
4: Sostenibilitat		-0,1070328
5: Administració pública		-0,6434048

Taula 7-4 Clúster 2

Font: Elaboració pròpia

Es caracteritzen principalment per una elevada puntuació en el factor 1, que correspon als habilitadors tecnològics de la I.4.0. Pràcticament totes les regions que formen part del clúster tenen una puntuació molt elevada en aquest factor. Així doncs, és indicatiu de que són regions amb un important sector industrial conscienciat amb la Indústria 4.0 i en el que els diferents habilitadors tecnològics es troben molt presents. Gaudeixen d'un gran nucli industrial i amb empreses que fomenten aquesta transformació digital en els seus processos. Per tant, es tracta de les regions referents a nivell d'implementació dels habilitadors tecnològics de la Unió Europea.

Com a contrast a l'alta puntuació en el primer factor, s'observa com en l'administració gaudeixen d'una puntuació molt baixa. Això és un fet bastant usual en regions on el sector industrial com és aquest cas és molt potent. A causa de la poca necessitat de recolzament en aquest sector, no s'inverteix en l'administració com si podria succeir en altres regions més necessitades i l'administració té un paper secundari.

Pel que fa als factors restants, no destaquen per tenir valors molt alts. Però el que si es detecta és desviacions entre les regions. Per exemple, les regions d'Alemanya, tenen valors superiors a la mitjana pel que fa al potencial innovador en el sector empresarial. Aquesta puntuació es podria relacionar amb l'alta puntuació que també tenien en el primer factor, ja que en aquest, les regions alemanyes també tenien la puntuació més alta. Si les empreses aposten i inverteixen en innovació, poder impulsar els habilitadors tecnològics de la I.4.0 serà un camí més senzill.

Seguint amb la mateixa línia del que s'acaba d'explicar, en el segon factor relacionat amb l'entorn productiu i el capital humà, les regions belgues, Ile de France i alguna del Regne Unit, disposen de puntuacions més altes respecte a la mitjana, per tant destaquen sobre la resta, ja que es tracta de regions amb un alt capital humà i on s'aposta a nivell universitari.

Per acabar, a nivell de sostenibilitat, la mitjana surt negativa, però en analitzar les regions, es detecta com principalment, les regions del Regne Unit tenen puntuacions molt baixes, per sota de la mitjana, i que afecten notablement al valor d'aquest, ja que la majoria de regions tenen una puntuació positiva.

Per acabar, les regions agrupades en aquest clúster, destaquen enormement per ser potències industrials amb els habilitadors tecnològics de la Indústria 4.0. I en general es parla de regions preparades en aquest context.

A la taula 7.5 es pot observar les cinc millors regions en el factor 1, i també les cinc regions amb menor puntuació.

CODE	REGIO	F1	F2	F3	F4	F5
UKM6	Highlands and Islands	3,15061	-0,43374	-1,13240	0,01069	-1,19962
DEA3	Münster	2,33886	0,03531	-0,74794	0,38306	-0,67463
DE22	Niederbayern	2,33026	-0,44806	0,22227	-0,00646	-1,21430
DE27	Schwaben	2,26627	-0,43980	0,45833	-0,00097	-1,10627
DEA5	Arnsberg	2,23597	0,06717	-0,41911	0,35391	-0,41304
BE24	Prov. Vlaams-Brabant	0,76117	0,59710	-0,25308	0,06752	-0,72958
BE21	Prov. Antwerpen	0,64899	0,43183	-0,20668	0,19618	-0,64589
UKK2	Dorset and Somerset	0,63342	-0,25624	-0,00856	-0,46880	-1,13494
UKE2	North Yorkshire	0,61820	0,15678	0,29664	-0,64791	-0,40744
IE01	Border, Midland and Western	0,59620	-0,42681	0,64302	-0,64571	-0,93402

Taula 7-5 Regions ordenades pel primer factor

Font: Elaboració pròpia

### *Clúster 3*

Aquest tercer conjunt agrupa 39 regions. Es troben regions de Bulgària, Hongria, Polònia, Romania, Eslovàquia. Estònia, Letònia, Lituània i una de la República Txeca. Per tant, es troben regions principalment de la zona est d'Europa. Tal com es pot observar a la taula 7.6, les puntuacions en els cinc factors d'aquest clúster són molt baixes. És a dir es tracta de regions amb un potencial econòmic molt baix, es troben menys desenvolupades en aquest aspecte.

Clúster 3		
Nº regions	39	Mitjana
1: Habilitadors I 4.0		-0,31456394
2: Entorn productiu capital humà		-0,6709186
3: Potencial Innovador Empr		-0,47940492
4: Sostenibilitat		-1,05637547
5: Administració pública		-0,21743428

Taula 7-6 Clúster 3

Font: Elaboració pròpia

Referent al factor 1, els habilitadors tecnològics, la mitjana és molt baixa, i totes les regions que formen el clúster, la seva puntuació és negativa exceptuant dues regions de Polònia. El poc desenvolupament de les regions d'aquest grup es veu plasmat per exemple en aquest factor, on pràcticament les tecnologies derivades de la Indústria 4.0, són inexistents.

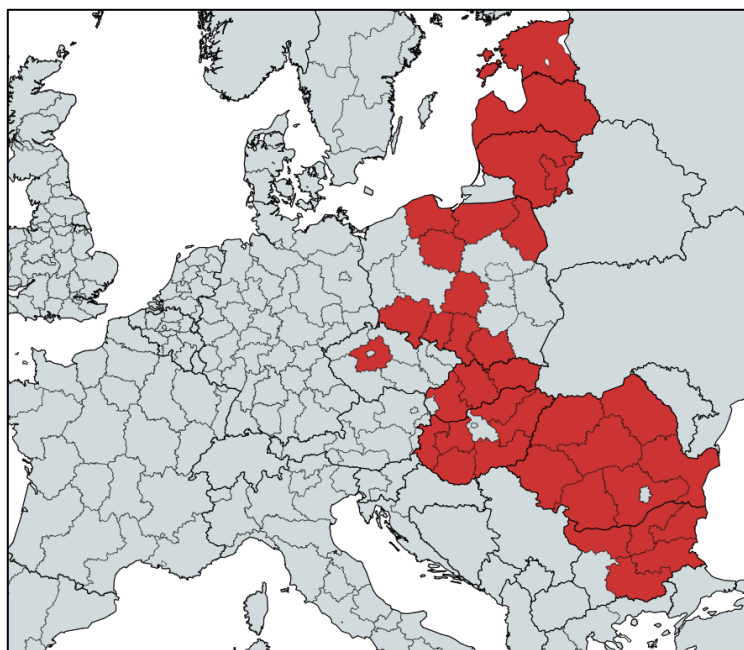


Figura 7.10 Regions del clúster 3

Font: Elaboració pròpia

Derivat de l'anterior factor, el tercer corresponent al potencial innovador en el sector empresarial, és notablement baix. Amb aquests dos factors tan baixos, es mostra una precarietat en el sector industrial en tots els nivells, tant tecnològic com en la innovació.

La falta de desenvolupament i la mostra de precarietat també es veu reflectida en el factor de sostenibilitat, on la mitjana és molt baixa i indica una clara falta de consciència amb el

medi ambient, probablement a causa de la falta de recursos i desenvolupament de la regió, on polítiques de reducció de l'impacte mediambiental no es fomenten.

Finalment, el segon factor, el de l'entorn productiu i capital humà, i el cinquè factor, el de l'administració, van en sintonia amb la resta de factors ja que en ells es veu plasmada la falta de desenvolupament econòmic i la mancança en l'aposta de la innovació en l'àmbit universitari i la poca inversió en l'administració pública, clar indicador de la falta de recursos de la regió.

Es tracta d'un conjunt de regions bàsicament, situades a l'est d'Europa, de les més pobres a nivell europeu, on es veu plasmada les mancances en tots els aspectes, com a nivell econòmic, social, i industrial.

A la taula 7.7 es mostra les puntuacions de les cinc millors regions en l'administració i les cinc regions amb la menor puntuació, on es podrà veure les puntuacions tant baixes que s'han comentat en línies anteriors.

CODE	REGIO	F1	F2	F3	F4	F5
LT00	Lietuva	-0,07989	-0,44556	-0,50818	-0,37828	0,40680
BG33	Severoiztochen	-0,54046	-0,94851	-0,63719	-0,86985	0,20256
BG31	Severozapaden	-0,78054	-0,76433	-0,80347	-1,04622	0,19093
LV00	Latvija	-0,21731	-0,50240	-0,50485	-1,31459	0,18343
CZ02	Strední Cechy	-0,06921	-0,93663	0,37533	-0,83571	0,15299
PL52	Opolskie	0,09102	-0,64801	-0,71742	-1,12561	-0,43977
HU22	Nyugat-Dunántúl	-0,37060	-0,71507	-0,08619	-1,27955	-0,46345
PL51	Dolnoslaskie	0,02125	-0,40189	-0,53203	-1,12549	-0,46496
PL43	Lubuskie	0,21155	-0,71447	-0,73764	-1,08746	-0,48235
HU31	Észak-Magyarország	-0,63031	-0,70714	-0,38255	-1,08119	-0,51008

Taula 7-7 Regions ordenades pel cinquè factor

Font: Elaboració pròpia

#### *Clúster 4*

El quart clúster està format per 25 regions. En aquest grup es troben regions de diferents països. Per exemple, es troben algunes regions d'Alemanya, Grècia, Holanda. En menor mesura es troba alguna regió de Bulgària, França, Itàlia, Hongria, Polònia, Romania, Eslovènia i Praga de la República Txeca.

Totes les regions implicades tenen un denominador en comú, la seva puntuació en el cinquè factor corresponent a l'administració pública és notablement elevat.

Clúster 4		
Nº regions	25	Mitjana
1: Habilitadors I 4.0		0,06744034
2: Entorn productiu capital humà		-0,02335577
3: Potencial Innovador Empr		-0,3099583
4: Sostenibilitat		0,01728959
5: Administració pública		2,1288634

Taula 7-8 Clúster 4

Font: Elaboració pròpia

Tal com s'ha comentat la puntuació factorial en l'administració és molt elevada. Aquest valor contrasta amb el dels factors 1 i 3 ( habilitadors I 4.0 i el potencial innovador empresarial). Això és un fet usual en moltes regions, les quals es troben en una situació millor que les del clúster anterior. Quan en una regió es troben amb mancances en termes d'innovació i a nivell empresarial com és aquest cas, el que es realitza és invertir en l'administració pública per tal de compensar aquesta falta d'impuls en el sector empresarial.

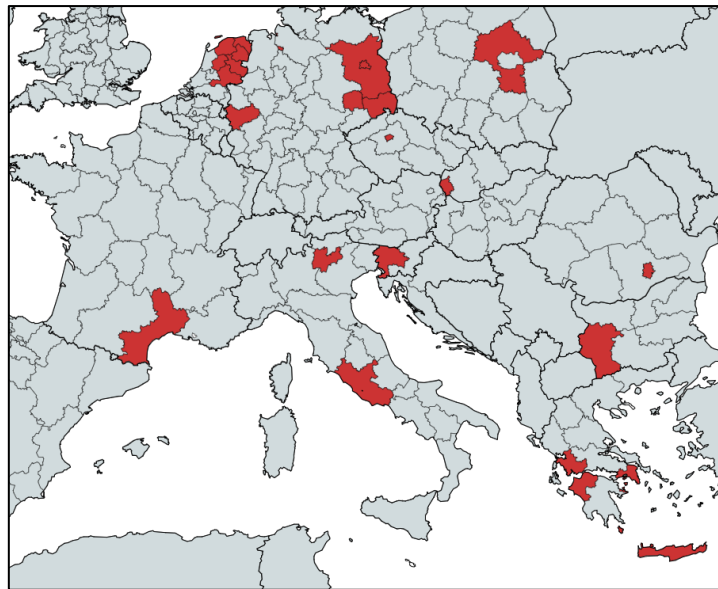


Figura 7.11 Regions del clúster 4

Font: Elaboració pròpia

També es detecten casos de regions on l'administració és molt alta com són Praga o Berlín, les quals no existeix una precarietat a nivell d'habilitadors tecnològics, però al tractar-se de grans capitals, és evident que la inversió en l'administració serà superior.

Sobre el factor 2 relacionat amb l'entorn productiu i el capital humà, exceptuant de les regions localitzades en grans nuclis urbans, les puntuacions que es poden observar són properes a 0 o bé negatives.

Sobre el factor 4 referent a la sostenibilitat, es troben valors generalment negatius o propers a zero. Per tant, és indicador, de la falta de consciència i tècniques de millora en la sostenibilitat en aquestes regions. Però existeix una excepció a les regions d'Holanda, les quals es troben per sobre de la mitjana amb valors molt elevats. Així doncs, en aquestes regions es treballen polítiques d'impuls en la sostenibilitat efectives.

En aquest clúster es pot trobar generalment a un conjunt amb una administració molt elevada la qual és la més elevada de tots els resultats de l'anàlisi clúster. Es deu generalment per compensar les mancances en altres àrees com en l'entorn empresarial o en l'aspecte innovador. Però tot i aquestes mancances, segueixen sent regions més desenvolupades que les del clúster anterior.

A la taula 7.9 es pot observar les cinc regions amb una puntuació més elevada en el cinquè factor, el de l'administració, i les cinc regions amb menor puntuació. Es pot veure plasmat tot el que s'ha comentat, és a dir, l'alta puntuació en aquest factor.

CODE	REGIO	F1	F2	F3	F4	F5
CZ01	Praha	1,89425	0,43941	-0,68164	-1,29783	6,04887
SK01	Bratislavský kraj	-0,40577	0,51208	-0,52919	0,11334	4,16450
DE50	Bremen	-0,76875	1,12798	0,44984	-0,29567	3,92285
DE30	Berlin	1,80401	1,46628	-0,61146	-0,81994	3,36020
DEA2	Köln	1,94635	0,40610	-0,12295	0,22535	2,81208
NL11	Groningen	0,34842	0,06292	-0,57460	1,72981	1,54732
HU10	Közép-Magyarország	-0,21571	-0,69299	0,03578	-0,63200	1,17128
FR81	Languedoc-Roussillon	0,68650	-0,02555	-1,01307	-0,03028	1,12860
EL63	Dytiki Ellada	-0,67501	0,12951	-1,17158	-1,17482	1,11004
DE40	Brandenburg	0,03960	-0,30136	0,09632	-0,17039	1,10209

Taula 7-9 Regions ordenades pel cinquè factor

Font: Elaboració pròpia

### *Clúster 5*

El cinquè clúster es troba format per un total de 33 regions. Entre elles hi ha regions de la República Txeca, Àustria, Suècia, el Regne Unit, i en menor mesura es pot trobar alguna de Finlàndia, Portugal, Holanda, Itàlia, Luxemburg i Dinamarca.



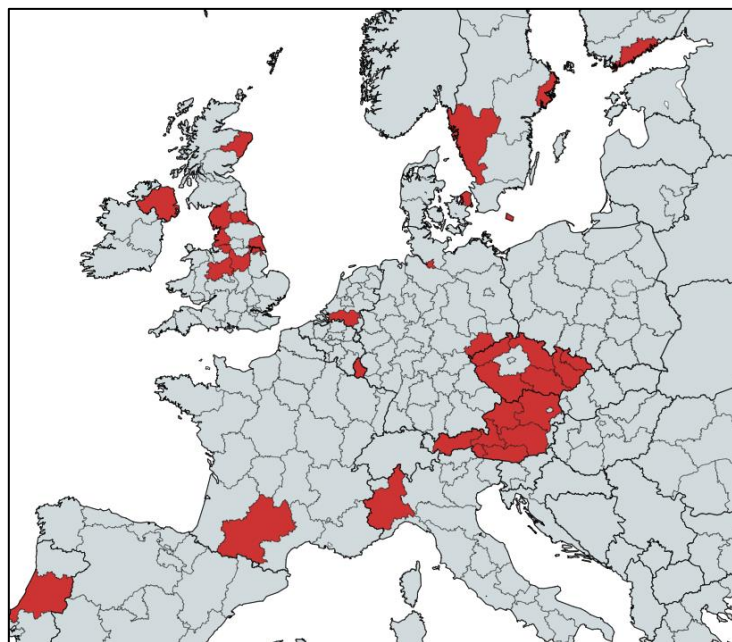


Figura 7.12 Regions del clúster 5

Font: Elaboració pròpia

És un conjunt de regions que destaquen principalment en el tercer factor, el potencial innovador empresarial, tal com es pot observa a la taula 7.10, on la mitjana és de 1,262.

Clúster 5		
Nº regions	33	Mitjana
1: Habilitadors I 4.0		-1,04220373
2: Entorn productiu capital humà		0,11202205
3: Potencial Innovador Empr		1,26214781
4: Sostenibilitat		0,02683837
5: Administració pública		-0,250792

Taula 7-10 Clúster 5

Font: Elaboració pròpia

La diferència entre la puntuació del tercer factor amb els altres és notòria. És a dir són regions amb un pes notable en l'entorn empresarial que aposta per la innovació. Tot i això, paral·lelament es detecta com en termes d'habilitadors de la tecnologia de I.4.0 integrats en l'empresa té un paper secundari en aquestes regions, ja que pràcticament totes les puntuacions són valors negatius, és a dir, un bagatge molt pobre.

Referent al quart factor sobre la sostenibilitat, són regions les quals tenen molt marge de millora en aquest aspecte ja que la majoria de valors oscil·len entre el -0,5 i el 0,5

aproximadament. Tot i això, es detecta que les regions nòrdiques que formen part d'aquest conglomerat tenen un comportament diferent, ja que el seu valor dista molt de la resta, ja que és molt elevat.

Els factors restants, el número 2 i el 5, les regions presenten valors desiguals entre ells, és a dir, hi ha molta desviació, es troben regions amb els valors superiors a la mitjana, i pel contrari, vàries regions per sota de la mitjana. Per tant, en aquests factors existeix certa heterogeneïtat entre les regions.

D'aquesta manera, en aquest clúster es pot afirmar que existeixen regions que destaquen per ser potents en l'àmbit de la innovació a nivell d'empresa, però a partir d'aquí pel que fa a la resta de factors, es poden trobar diferents tipologies de regions, des de la regió de Helsinki-Uusimaa (Finlàndia) la qual en tots els factors restants presenta valors molt consolidats, i es podria determinar com una regió molt sòlida en tots els aspectes destacant en un paper principal l'àmbit empresarial i l'administració pública. Per altre banda, es poden trobar regions com Stredni Morava (República Txeca) on és una regió amb clares mancances en a nivell tecnològic, amb una consciència mediambiental menor i amb una administració pública menys sòlida.

A la taula 7.11 es mostra les cinc regions amb una puntuació més elevada en el factor 3 i les cinc regions amb menor puntuació.

CODE	REGIO	F1	F2	F3	F4	F5
DK01	Hovedstaden	-0,29409	1,44469	3,79037	0,53672	-0,29908
UKD4	Cheshire	-2,50893	-0,08439	2,99395	0,25244	-0,81708
SE11	Stockholm	-0,87630	0,49841	2,84043	2,84130	0,12178
AT22	Steiermark	-1,28093	0,43655	2,80118	-0,47583	0,47276
AT31	Oberösterreich	-0,87326	-0,22072	2,74580	0,00506	-1,13150
UKC2	Northumberland and Tyne and Wear	-1,71935	0,55982	0,26681	-0,19772	-0,54041
CZ03	Jihozápad	-0,61404	-0,55316	0,23894	-0,95858	-0,15860
CZ08	Moravskoslezsko	-0,80678	-0,49567	0,22184	-0,85869	-0,53806
CZ04	Severozápad	-1,41320	-0,66158	0,18126	-0,69535	-0,68139
PT16	Centro (PT)	-0,76801	-0,26641	0,05579	-0,57260	-0,26496

Taula 7-11 Regions ordenades pel tercer factor

Font: Elaboració pròpia

### *Clúster 6*

Aquest clúster està format per un grup més reduït de regions, concretament per 13. Està format per regions d'Alemanya i del Regne Unit.

A la taula 7.12 es pot veure com les mitjanes en els factors 1 i 3 són molt altes, sent la sostenibilitat

Clúster 6		
Nº regions	13	Mitjana
1: Habilitadors I 4.0		1,145417181
2: Entorn productiu capital humà		0,01568488
3: Potencial Innovador Empr		2,282703273
4: Sostenibilitat		-0,84518042
5: Administració pública		0,550192455

Taula 7-12 Clúster 6

Font: Elaboració pròpia

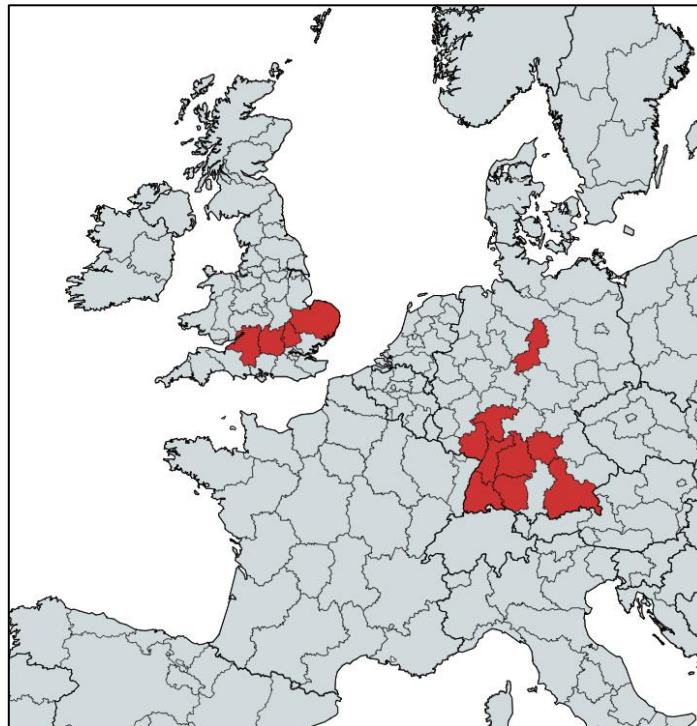


Figura 7.13 Regions del clúster 6

Font: Elaboració pròpia

Respecte al primer factor, el dels habilitadors de la Indústria 4.0, presenta una puntuació molt elevada, gairebé igual a la puntuació més elevada que es podia trobar en segon clúster.

Contràriament al segon clúster on la puntuació en el primer factor era molt alta, però en el tercer (potencial innovador empresarial) era considerablement baixa, en aquest clúster el tercer factor té la puntuació mitjana més alta de l'anàlisi. Per tant, es tracta de regions que

es podrien considerar referents ja que disposen d'un sector industrial potent, i a la vegada aposten a grans nivells per a la innovació. Disposen d'un equilibri entre la tecnologia que s'utilitza i la possible introducció de noves propostes.

Sobre el segon factor, no es tracta del grup de regions amb un capital humà més ampli, ja que ninguna regió sobresurt especialment per sobre de la mitjana. Només la regió de Berkshire arriba gairebé a 1.

Referent al quart factor, la sostenibilitat, es pot detectar que és en aquest punt on es pot trobar el punt més dèbil d'aquest grup de regions. El valor de la mitjana és considerablement negatiu. A primera instància, s'interpreta que existeix una falta de consciència en aquest aspecte. Tot i això per els factors 1 i 3, es pot arribar a la conclusió que es tracten de regions amb un important nucli industrial. En aquests casos la generació de residus pot arribar a ser molt més alta que en regions menys industrialitzades. Tot i això, és evident la necessitat d'impulsar la reducció de l'impacte mediambiental en aquestes regions.

Per acabar, el cinquè factor sobre l'administració pública, presenta un valor satisfactori. Tot i això hi ha regions que presenten valors per sota de la mitjana, fins i tot negatius, com és el cas de la regió alemanya de Stuttgart o l'anglesa Bedfordshire. Independentment d'això la resta de regions presenten valors positius en aquest factor, per tant, s'entén que la inversió de l'administració pública és l'estrictament necessària gràcies al gran nucli empresarial del que gaudeixen.

Aquest tipus de regions, es poden considerar de les més sòlides de les que s'han estudiat, ja que presenten gairebé un equilibri, sent referents en tecnologies per a la Indústria 4.0 i gaudint d'un bon nucli empresarial implicat en la innovació. Es detecta tot i això una necessitat de millora en termes de sostenibilitat.

A la taula 7.13 es poden trobar totes les regions, amb les puntuacions ordenades de major a menor valor respecte el tercer factor, el del potencial innovador de l'empresa a les regions. D'aquesta manera es podrà visualitzar la magnitud dels valors i entendre correctament l'anàlisi realitzat durant les línies anteriors.

CODE	REGIO	F1	F2	F3	F4	F5
DE11	Stuttgart	0,43781	-0,84395	6,08843	-1,52622	-0,62803
DE91	Braunschweig	0,57124	-0,32641	3,98613	-0,83486	3,87575
DE21	Oberbayern	1,47418	-0,03315	3,11225	-0,59089	1,53740
DE14	Tübingen	1,00762	0,13783	2,81270	-1,11201	-0,45073
DE12	Karlsruhe	0,99397	-0,00766	2,01972	-0,81469	2,90629
DE71	Darmstadt	1,37086	0,01306	1,95020	-0,43613	0,07068
UKJ1	Berkshire, Buckinghamshire and Oxfordshire	1,67346	0,99943	1,88276	-1,22447	0,54419
UKH2	Bedfordshire and Hertfordshire	0,51255	0,01989	1,84849	-0,93851	-1,30802
UKH1	East Anglia	0,78559	0,28213	1,58521	-1,19624	-0,04245
DE25	Mittelfranken	1,84901	0,03402	1,47629	-0,28693	0,18282
DEB3	Rheinhessen-Pfalz	1,74693	-0,24008	1,25663	-0,54825	0,00922
DE13	Freiburg	1,42269	0,10325	0,84351	-0,64583	0,29689
UKK1	Gloucestershire, Wiltshire and Bristol/Bath area	1,04451	0,06554	0,81282	-0,83232	0,15849

Taula 7-13 Regions ordenades pel tercer factor

Font: Elaboració pròpia

### Clúster 7

El setè conglomerat està format per 8 regions. Està format bàsicament per regions nòrdiques.

Es poden trobar diferents regions de Suècia i dues regions de Finlàndia.

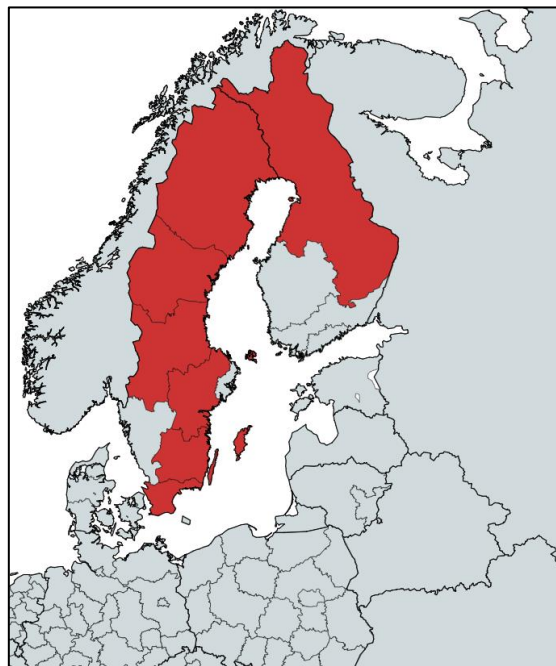


Figura 7.14 Regions del clúster 7

Font: Elaboració pròpia

Tal com es pot apreciar a la taula 7.14, són regions amb una molt alta puntuació en el quart factor corresponent a la sostenibilitat.

Les puntuacions dels factors restants es troben gairebé a 0, sent el primer factor i el cinquè negatius.

Clúster 7		
Nº regions	8	Mitjana
1: Habilitadors I 4.0		-0,2066068
2: Entorn productiu capital humà		-0,096623
3: Potencial Innovador Empr		0,0096211
4: Sostenibilitat		3,466711
5: Administració pública		-0,1498966

Taula 7-14 Clúster 7

Font: Elaboració pròpia

Referent al primer factor, la mitjana és negativa, i les puntuacions de les regions oscil·len entre aquest valor, exceptuant la regió de Pohjois-ja Itä-Suomi (Finlàndia) que la puntuació és lleugerament més alta. Aquesta puntuació indica que són regions amb necessitats d'implementació dels habilitadors on es veuen plasmades certes mancances ja que el valor presentat és molt baix.

Sobre el segon factor, la mitjana també és un valor negatiu. Exceptuant la regió de Övre Norrland de Suècia, les regions restants tenen una puntuació inferior a la mitjana. Fet indicador que són regions amb poca diversificació, on el capital humà i els serveis de coneixement són reduïts.

Respecte el tercer factor, la línia és igual a l'anterior factor, sent la mitjana lleugerament superior a 0. Per tant, existeix una mancança real de l'entorn innovador del sector empresarial en aquestes regions.

On destaca enormement aquest clúster, és en el factor de la sostenibilitat. És la puntuació mitjana més elevada de tot l'anàlisi. És a dir, es tracta de regions amb una gran consciència pel medi ambient, i amb grans polítiques de sostenibilitat. Que la puntuació del segon factor, sigui negativa, ajuda a que aquest factor sigui elevat, ja que en l'entorn productiu i capital humà s'han tingut en compte factors com la densitat de població. Si hi ha menys població és més probable que es generin més residus. Però tot i això, és evident de que majoritàriament les regions nòrdiques aposten per implementar polítiques de sostenibilitat i per a una millora de l'impacte mediambiental.

Sobre l'últim factor, el de l'administració pública, la mitjana és negativa, i pràcticament totes les regions segueixen el mateix patró. Són regions on l'administració pública té un paper secundari.

Així doncs, les regions d'aquest clúster, tenen mancances en alguns factors, però destaquen enormement per ser les més sostenibles de la UE, amb una alta consciència per la millora del medi ambient i la reducció de l'impacte negatiu.

A la taula 7.15 es pot observar les puntuacions factorials ordenades de major a menor respecte la sostenibilitat, d'aquesta manera es podrà veure l'alta puntuació esmentada durant l'explicació.

CODE	REGIO	F1	F2	F3	F4	F5
FI20	Åland	0,13238	-0,83793	-0,79798	6,15958	-1,02841
FI1D	Pohjois- ja Itä-Suomi	0,38927	-0,26668	-0,26226	3,42994	0,29509
SE32	Mellersta Norrland	-0,42296	-0,34125	-0,14367	3,33411	-0,72059
SE31	Norra Mellansverige	-0,41803	-0,46793	-0,17808	3,26156	-0,37516
SE33	Övre Norrland	-0,73384	1,10414	-0,50575	3,19246	1,07313
SE21	Småland med öarna	0,04391	-0,47761	0,38174	3,01528	-0,77840
SE12	Östra Mellansverige	-0,44001	0,33404	0,77508	2,77316	0,53756
SE22	Sydsverige	-0,20359	0,18024	0,80790	2,56760	-0,20239

Taula 7-15 Regions ordenades pel quart factor

Font: Elaboració pròpia

### Clúster 8

Per acabar, l'últim clúster està format per la regió Inner London del Regne Unit. Tal com s'ha comentat en les modificacions preliminars, era d'esperar que succeís aquesta agrupació degut a la singularitat ja explicada que pateix aquesta regió al tractar-se d'una zona d'alta diversificació en l'economia i amb gran presència dels serveis intensius de coneixement.

Clúster 8		
Nº regions	1	Mitjana
1: Habilitadors I 4.0		-0,4390239
2: Entorn productiu capital humà		12,943181
3: Potencial Innovador Empr		-1,3020681
4: Sostenibilitat		-1,8370126
5: Administració pública		-1,6720573

Taula 7-16 Clúster 8

Font: Elaboració pròpia

D'aquesta manera, tal com es pot veure a la taula 7.16, a causa de les peculiaritats manifestades, la puntuació del segon factor és extremadament alta. Degut a la seva desviació extrema i coneixent-ne el motiu, s'ha decidit obviar aquest valor per comparar-lo amb a resta de conglomerats.

## **7.2. QCA.**

A continuació es mostren els resultats obtinguts després de realitzar l'anàlisi QCA mitjançant el software fsQCA. En aquest punt s'explicarà amb molt detall la selecció de les variables utilitzades, tot el procés per a la seva calibració i els resultats finalment obtinguts.

### **7.2.1. Selecció de les variables dependents “Outcomes”.**

Tal com s'ha comentat en el punt 6, per a poder realitzar aquest anàlisi és necessari utilitzar diferents tipus de variables. Per una part es troben les variables independents, les quals farien referència als 5 factors obtinguts durant l'anàlisi factorial. Per l'altre banda, és necessària una variable dependent. Les variables independents estableixen combinacions per veure el nivell d'associació respecte aquesta variable dependent.

Per tant, quan es parla de la variable dependent, hauria de ser una variable que expliqui el grau d'integració de la Indústria 4.0. Però a causa de la inexistència d'un indicador d'aquestes condicions, en un inici es va decidir treballar amb quatre variables dependents diferents que es considerava que englobaven varies de les qualitats més importants en la Indústria 4.0. Aquestes són:

- Índex d'Innovació a nivell regional europeu. Consisteix en un índex que estudia a nivell regional (NUTS 2) el nivell de la innovació en cada una d'aquestes. Com s'ha comentat repetidament durant el document, la innovació és un dels aspectes més importants en el context 4.0, ja que és una indústria en constant creixement i amb molta competitivitat.

L'índex ha sigut extret del RCI (Regional Competitiveness Index) de la Unió Europea. Per a valorar la dimensió innovadora, s'han valorat diferents aspectes com per exemple, les publicacions científiques, els recursos humans en la tecnologia, el coneixement dels treballadors, el nombre total de patents, entre d'altres. Així doncs, a partir de totes aquestes qualitats la UE acaba reduint l'anàlisi en l'índex definitiu.



- Nombre de patents total. Consisteix bàsicament en comptabilitzar el nombre de patents registrades durant l'últim any a cada regió de la Unió Europea.  
Es considera aquesta mesura ja que coneixent les patents que les regions registren pot arribar a ser un indicador que mesuri el nivell de I+D de les regions i el desenvolupament anual d'aquestes.
- Nombre de patents en l'àmbit de la tecnologia. Consisteix en la mateixa naturalesa de l'indicador anterior, però només comptabilitzant les patents registrades a nivell tecnològic.  
També s'opta per provar amb un indicador més concret que l'anterior punt, per veure com es comporta l'anàlisi, i perquè principalment en l'àmbit 4.0, la tecnologia és el component que disposa d'un major pes.
- Nombre de patents total+ nombre de patents en l'àmbit de la tecnologia. Es tracta de la suma dels dos indicadors anteriors. Com que la indústria 4.0 bàsicament l'element principal és la tecnologia, el que es vol amb aquest indicador, és tenir en compte totes les patents registrades d'una regió, però a la vegada donar-li un major pes a les tecnològiques. Considerant que el nombre total de patents ja inclou les de l'àmbit en la tecnologia, el que s'aconsegueix és la següent relació: nombre total de patents+2\*nombre total de patents en l'àmbit de la tecnologia.

A partir d'aquestes quatre alternatives es va procedir a realitzar els models corresponents. A l'obtenir els resultats finals, els tres models que tenien com a variable dependent alguna de les opcions relacionades amb les patents, es van descartar perquè no s'obtenien els resultats adequats. En canvi el model amb l'índex de la innovació com a variable dependent, s'aconseguien uns resultats molt interessants, els quals més endavant s'explicaran amb més detall (Els resultats obtinguts es poden trobar a l'annex IV).

Així doncs el model definitiu consta dels 5 factors obtinguts de l'anàlisi factorial com a variables independents, i com a variable dependent consta de la Innovació a nivell regional. Finalment s'aconsegueix una variable que com s'ha comentat anteriorment és un indicador oficial de la Unió Europea, on per determinar-lo amb la major exactitud possible s'han estudiat diferents paràmetres que acaben arribant a l'índex definitiu. Observant totes les variables que estudia es considera índex molt interessant ja que dins d'ell es tenen en compte pròpiament les patents, publicacions en l'àrea científica, els RRHH destinats en aquelles regions per aquesta àrea, etc.

Pillar name	Indicators	Source	Geographical level		Reference year
Innovation	Total EPD patent applications	OECD - Regpat	NUTS2	number of applications per million inhabitants	
Innovation	Total PCT patent applications	DG RTD study on Key Technological Domains	NUTS2		
Innovation	Core Creativity Class employment	Eurostat (LFS): ad-hoc extraction	NUTS 2	% of population aged 15-64	average 2015-2017
Innovation	Knowledge workers	Eurostat (LFS): ad-hoc extraction	NUTS 2	% of total employment	average 2015-2017
Innovation	Scientific publications	Centre for Science and Technology Studies (CWTS) - Leiden University - based on in-house version of Web of	NUTS2 (2013 rev) NUTS1 level for AT, BE, BG, FR and UK	number of publications per million inhabitants	average 2015-2017
Innovation	Total intramural R&D expenditure	Eurostat Regional Science and Technology Statistics	NUTS2 (2013 rev)	% of GDP	2015
Innovation	Human Resources in Science and Technology (HRST)	Eurostat Regional Science and Technology Statistics	NUTS2	% of active population	average 2015-2017
Innovation	Employment in technology and knowledge-intensive	Eurostat Regional Science and Technology Statistics	NUTS2	% of total employment	average 2015-2017
Innovation	High-tech patents	Eurostat	NUTS2	number of applications (high technology EPO patent) per million inhabitants	
Innovation	ICT patents	Eurostat	NUTS2	number of applications (ICT EPO patent) per million inhabitants	
Innovation	Biotechnology patents	Eurostat	NUTS2	number of applications (biotechnology EPO patent) per million inhabitants	
Innovation	Exports in medium-high/ high-tech manufacturing	Regional Innovation Scoreboard, DG Grow - Based on the Community Innovation Survey	NUTS 2 ((2013 rev) NUTS1 level: AT, BE, BG, FR, UK Not available: EE, CY, MT, LT, LV, LU	Exports in medium/high technology products as a share of total product exports: measures the technological competitiveness of the EU, the ability to commercialise the results of research and development (R&D)	2017
Innovation	Sales of new to market and new to firms innovation	Regional Innovation Scoreboard, DG Grow - Based on the Community Innovation Survey	NUTS 2 (2013 rev) NUTS1 level: AT, BE, BG, FR, UK Not available: EE, CY, MT, LT, LV, LU	Sales of new to market and new to firm innovations as % of turnover: it captures both the creation of state-of-the-art technologies (new to market products) and the diffusion of these technologies (new to firm products)	2017

Figura 7.15 Àrees estudiades a l'índex de la Innovació

Font: [22]

Per tant, ja principalment és un índex que valora la Innovació, la qual és una qualitat necessària i de gran importància en l'àmbit de la Indústria 4.0, però si s'observa totes les diferents seccions estudiades per a obtenir-lo, es pot observar com agafa varies de les qualitats més importants per a valorar el nivell de desenvolupament en aquest context d'una regió.

### 7.2.2. Calibració de les dades.

Durant l'apartat 6 s'ha esmentat la necessitat de calibrar les dades ja que en aquest tipus d'anàlisi no és possible treballar amb les dades convencionals. A més a més, també s'ha fet referència a la problemàtica de les dades, on amb les dades normalitzades no era possible calibrar les dades amb les mesures estàndard ni es podia utilitzar la opció del software. A continuació el que es farà serà explicar de manera acurada tot el procediment que s'ha seguit per a calibrar manualment les dades.

El mètode que es seguirà serà el directe. El primer pas a seguir és definir uns valors previs per a cada grau de pertinença per poder començar a treballar. A la figura 6.13 es poden observar les estimacions inicials.

1. Graus de pertinença	2. Grau de filiació	3. Probabilitats associades	4. Probabilitats de registre de filiació completa
Filiació completa (Llindar superior)	0,953	20,09	3
Punt de creuada (Llindar mig)	0,50	1	0
Filiació no completa (Llindar inferior)	0,047	0,05	-3

Figura 7.16 Estimacions inicials

Font: Elaboració pròpia

La tercera columna mostra les probabilitats de filiació completa que provenen de la transformació de les puntuacions de filiació establertes a la segona columna. Es calcula a partir de la següent fórmula:

$$\text{Probabilitats de filiació} = (\text{grau de filiació}) / (1 - (\text{grau de filiació})) \quad (7.1)$$

L'última columna mostra el registre natural de les probabilitats reportades a la tercera columna. Es calcula operant el logaritme neperià de la probabilitat associada, per exemple el logaritme neperià de 20.09 és igual a 3.

Un cop s'han realitzat aquestes consideracions prèvies es pot iniciar el procés de calibració. El primer pas de gran importància a realitzar és marcar el valor dels tres llindars. En condicions normals, quan les variables no estan normalitzades, s'utilitzen els següents llindars de manera estàndard:

- Llindar superior (Filiació completa): 20% per sobre de la mitjana del conjunt de valors.
- Llindar mig (Punt de creuada): 90% de la mitjana del conjunt de valors.
- Llindar inferior (Punt de no filiació completa): 50% de la mitjana del conjunt de valors.

Per a les dades normalitzades, és a dir, amb les variables independents corresponents als cinc factors obtinguts durant anàlisi anteriors, al no poder treballar amb la mitjana, s'ha ideat la següent parametrització la qual després d'algun ajustament ha sigut satisfactòria:

- Llíndar superior (Filiació completa): 12% de la diferència entre el valor màxim i el 0, és a dir, el 12% del valor màxim.
- Llíndar mig (Punt de creuada): el 10% de la diferència entre el 0 i el valor mínim. El 10% es realitza cap a baix.
- Llíndar inferior (Punt de no filiació completa): 30% de la diferència entre el 0 i el valor mínim.

Abans de continuar amb el procés es mostrarà un exemple dels líndars d'una de les variables per comprendre millor la operativa utilitzada.

A la taula 7.17 es pot observar l'exemple del primer factor, el corresponent als habilitadors de la Indústria 4.0. S'indiquen els cinc valors més alts i els cinc valors més baixos.

El valor més gran és 3,15061. Si es realitza el 12 % d'aquest valor, s'acaba obtenint el valor del líndar superior equivalent a 0,378074. Per altre banda es pot observar que el valor mínim és igual a -2,91700. El líndar mig és igual a -0,2917 el qual és el 10% del valor mínim. Finalment el valor del líndar inferior és -0,8751 el qual és el 30% del valor mínim.

		REGIO	F1
		Highlands and Islands	3.15061
		Münster	2,33886
		Niederbayern	2,33026
		Schwaben	2,26627
		Arnsberg	2,23597
Max full member	0,378074	Northern Ireland (UK)	-2,48954
Mitj cross over	-0,2917	East Yorkshire and Northern Lincolnshire	-2,50080
Min non full memb	-0,8751	Cheshire	-2,50893
-0,875099746	-0,5834	Cumbria	-2,55087
0,378073548	0,669773	North Eastern Scotland	-2,91700

Taula 7-17 Exemple líndars Factor 1

Font: Elaboració pròpia

Exemplificat un dels factors, es procedeix a continuar amb l'explicació per a calibrar les dades.

El primer pas és calcular la desviació de les puntuacions des del líndar mig designat prèviament (-0,2917). Quan les puntuacions són positives vol dir que un cas es troba més

dins que fora. Pel contrari, si la puntuació és negativa, significa que un cas es troba més fora que dins del conjunt objectiu.

En aquest punt es tracta de traduir les dades obtingudes a la mètrica de les probabilitats de registre. Per les desviacions que es troben per sobre del punt de creuada (el llindar mig), la traducció s'aconsegueix a partir de la relació entre les probabilitats de registre associades amb l'etiqueta verbal per al llindar superior (es pot observar a la figura 7.16 el qual és igual a 3) dividit entre la desviació designada com a llindar superior. Pel que fa a les desviacions que siguin superiors al llindar mig, consisteix en la relació entre les probabilitats de registre associades amb l'etiqueta verbal al llindar inferior (-3), dividit entre la desviació designada com a llindar inferior.

A continuació es mostra les divisions que s'acaben de comentar:

- $3/0.669773 = 4,47913$
- $-3/-0.584 = 5,14227$

Amb aquest procediment s'obtenen els escalars. La següent columna és el producte de les dues columnes anteriors, és a dir, els escalars multiplicat per les desviacions. Mostra la traducció dels valors de la desviació a la mètrica de les probabilitats de registre.

Finalment per obtenir el grau de pertinença entre 0 i 1, és necessari aplicar la següent fórmula:

$$\text{Grau de filiació} = \exp(\text{probabilitats de registre}) / (1 + \exp(\text{probabilitats de registre})) \quad (7.2)$$

on *exp* representa la potenciació de probabilitats de registre a probabilitats simples.

Amb tot aquest procediment que s'acaba d'explicar s'arriba a la calibració de les dades de manera satisfactòria.

A continuació es mostrarà a la taula 7.18 un petit retall de la taula definitiva de les calibracions del primer factor (habilitadors de la tecnologia en la Indústria 4.0). En ella es podran veure els primers valors més alts, el punt intermedi aproximat i els valors més petits. Les taules senceres es poden trobar a l'annex IV, on es trobaran les calibracions de tots les variables de l'anàlisi.

REGIO	F1	Desviacions des del mitj	Scalars	Product 2x3	Grau de pertinença
Highlands and Islands	3,15061	3,44231	4,47913	15,41855	1,00
Münster	2,33886	2,63056	4,47913	11,78260	1,00
Niederbayern	2,33026	2,62196	4,47913	11,74409	1,00
Schwaben	2,26627	2,55797	4,47913	11,45746	1,00
Arnsberg	2,23597	2,52767	4,47913	11,32173	1,00
Koblenz	2,21553	2,50723	4,47913	11,23019	1,00
Drenthe	-0,25666	0,03504	4,47913	0,15695	0,54
Západné Slovensko	-0,26567	0,02603	4,47913	0,11658	0,53
Toscana	-0,26829	0,02341	4,47913	0,10486	0,53
Auvergne	-0,28204	0,00966	4,47913	0,04328	0,51
Hovedstaden	-0,29409	-0,00239	5,14227	-0,01227	0,50
Burgenland (AT)	-0,29863	-0,00693	5,14227	-0,03565	0,49
Sud-Est	-0,30421	-0,01251	5,14227	-0,06433	0,48
Nord-Vest	-0,33255	-0,04085	5,14227	-0,21008	0,45
Galicia	-1,87337	-1,58167	5,14227	-8,13339	0,00
Northern Ireland (UK)	-2,48954	-2,19784	5,14227	-11,30187	0,00
East Yorkshire and Northern Lincolnshire	-2,50080	-2,20910	5,14227	-11,35981	0,00
Cheshire	-2,50893	-2,21723	5,14227	-11,40162	0,00
Cumbria	-2,55087	-2,25917	5,14227	-11,61728	0,00
North Eastern Scotland	-2,91700	-2,62530	5,14227	-13,50000	0,00

Taula 7-18 Recull calibració del primer factor

Font: Elaboració pròpia

### 7.2.3. Condicions.

Una condició és suficient si explica el resultat per si mateix, és a dir, la presència d'una condició suficient és suficient per causar el resultat d'interès. Tot i això, pot haver-hi diferents combinacions que expliquin el mateix resultat. Això s'anomena multi causalitat. Una condició és necessària si aquesta està present cada vegada que succeeix el resultat. El software fsQCA identifica totes les combinacions de les condicions que causen el mateix resultat.

En aquest estudi com ja s'ha comentat prèviament, es consideren 5 condicions, les quals pertanyen als factors obtinguts durant l'anàlisi factorial.

#### 1) *Habilitadors en la tecnologia de la Indústria 4.0*

Es tracta de la condició fonamental per a valorar el grau de competitivitat envers la Indústria 4.0 d'una regió. Engloba tots els elements claus que permeten la transformació digital de la indústria. Una regió amb una alta capacitat en els habilitadors, serà probablement una regió

destacada en el context 4.0, tant a nivell empresarial (Big Data, robòtica, etc.) com a nivell usuari (habilitats digitals).

És una evidència que és una condició a priori important ja que sense les tecnologies i els habilitadors relacionats amb aquesta revolució industrial, la regió en qüestió serà menys competitiva en tots els aspectes.

### *2) Entorn productiu i capital humà*

Que una regió consti d'un entorn productiu i un capital humà elevat, és indicatiu de que és una regió desenvolupada, i per tant, es converteix en una regió més preparada davant a nous canvis a la indústria. Una regió amb una alta dedicació i interès en I+D a nivell universitari permetrà obtenir més recursos per afrontar nous canvis derivats de l'entorn 4.0. A més a més en una regió més rica amb una renda familiar major també suposarà major facilitats que no amb aquestes variables més precàries. A la vegada una regió amb una educació més desenvolupada suposarà un impuls a llarg termini per a la Indústria 4.0.

### *3) Potencial innovador del sector empresarial*

El potencial innovador en el sector empresarial és un element clau. La innovació en la indústria 4.0 es troba en l'ordre del dia ja que és un àmbit que es troba en creixement constant i aportar noves idees de valor pot suposar un impuls molt gran en aquest cas per a la regió. Per tant, si una regió gaudeix d'un sector empresarial amb la innovació com a una de les seves qüestions principals, suposarà una regió amb una competitivitat alta en la nova Indústria.

### *4) Sostenibilitat*

Quan es pretén millorar i optimitzar la indústria convencional una de les premisses és reduir l'impacte mediambiental d'aquestes, per tant, amb la Indústria 4.0 la sostenibilitat és una qüestió fonamental on les polítiques de la gestió mediambiental són accions indispensables.

### *5) Administració pública*

Generalment en les regions on existeixen mancances en el sector de I+D a nivell empresarial o privat, és a dir, és patent una precarietat en aquest àmbit, per tal de compensar aquesta necessitat, s'impulsa el sistema regional innovador a partir de les administracions públiques.

Per tant, existeix una relació entre la inversió en l'administració pública i el potencial innovador d'una regió.

### **Mostra, dades i calibració**

Per a la realització de l'anàlisi s'ha analitzat el marc europeu a nivell NUTS 2, és a dir, a nivell de totes les regions que conformen la UE. A la taula 7.19 es pot veure un petit recull de les variables independents, és a dir, les condicions, i de la variable independent o bé *Outcome*.

Outcome/Condicions	Descripció	Font
Innovació (Outcome)	Índex Innovació Regional	RCI (Índex Competitivitat Regional) 2019
F1	Habilitadors de la Indústria 4.0	Anàlisi factorial
F2	Entorn productiu i capital humà	Anàlisi factorial
F3	Potencial Innovador Empresa	Anàlisi factorial
F4	Sostenibilitat	Anàlisi factorial
F5	Administració Pública	Anàlisi factorial

Taula 7-19 Descripció de les dades

Font: Elaboració pròpia

A la taula 7.20 es pot observar el recull de tots els factors dels diferents llindars amb els valors calibrats.

Outcome/Condicions	Llindar superior	LLS Calibrat	Llindar mig	LLM Calibrat	Llindar inferior	LLI Calibrat	Max	Min
Innovació (Outcome)	0,245	0,95	-0,235	0,50	-0,705	0,05	2,043	-2,351
F1	0,378	0,95	-0,292	0,50	-0,875	0,05	3,151	-2,917
F2	1,553	0,95	-0,119	0,50	-0,356	0,05	12,943	-1,188
F3	0,731	0,95	-0,157	0,50	-0,472	0,05	6,088	-1,573
F4	0,739	0,95	-0,184	0,50	-0,551	0,05	6,160	-1,837
F5	0,726	0,95	-0,167	0,50	-0,502	0,05	6,049	-1,672

Taula 7-20 Llindars establerts

Font: Elaboració pròpia

## **7.2.4. Anàlisi i discussió de resultats.**

A continuació es mostren els resultats i el seu anàlisi. El propòsit amb aquest estudi és intentar determinar quines de les condicions, en aquest cas els cinc factors, són necessaris o bé suficients per tal de catalogar a una regió determinada com a regió integrada en el context de la Indústria 4.0. Segons els anàlisi estudiats prèviament durant aquest projecte aquests són cinc elements clau.



El primer pas a realitzar és qüestionar si la presència o l'absència d'algunes de les condicions de manera individual, són necessàries per a determinar si es tracta de regions preparades davant la Indústria 4.0. Amb aquest propòsit s'ha realitzat l'anàlisi de condicions necessàries que es pot observar a la taula 7.21. En aquest s'ha analitzat tant la presència com l'absència de cada una de les condicions, i amb l'Índex de Innovació el mateix.

Combinacions	Index Innov		~Index Innov	
	Consistència	Cobertura	Consistència	Cobertura
F1	0,690	0,764	0,446	0,293
F2	0,548	0,869	0,242	0,227
F3	0,577	0,868	0,218	0,195
F4	0,582	0,744	0,411	0,311
F5	0,424	0,631	0,494	0,435
~F1	0,361	0,524	0,640	0,550
~F2	0,513	0,533	0,860	0,530
~F3	0,465	0,501	0,852	0,544
~F4	0,461	0,569	0,662	0,485
~F5	0,620	0,674	0,581	0,374

Taula 7-21 Anàlisi de condicions necessàries

Font: Elaboració pròpia

Valorant els resultats obtinguts es pot considerar que cap dels factors de manera única són condicions necessàries per a ser una regió competitiva en l'àmbit 4.0 i innovador. Per a poder considerar una condició necessària la consistència ha de ser major a 0,9. Com es pot apreciar el factor amb una consistència més elevada és la presència del F1, és a dir, els habilitadors de la Indústria 4.0 amb una puntuació de 0,69.

S'ha volgut valorar també l'absència de l'índex innovador, és a dir, el que equivaldria a una regió poc competitiva. Cap dels valors arriba al 0,9 esmentat com a condició indispensable, però l'absència de dos factors, el segon i el tercer, tenen puntuacions que arriben gairebé al 0,9. Això podria arribar a significar que l'absència o un menor desenvolupament de la regió en capital humà i entorn productiu i sobretot el potencial innovador del sector empresarial de la regió, serien dos factors determinants per a ser regions menys competitives. És a dir, que si una regió no té un sector empresarial potent, o un entorn productiu elevat, és difícil que sigui competitiva.

#### *Anàlisi de suficiència*

A continuació es mostren les combinacions més òptimes obtingudes a la solució complexa (es poden veure tots els resultats a l'annex IV).

A la taula 7.22 es poden veure quatre mesures per valorar cada una de les combinacions. Primer es pot observar la consistència, la cobertura bruta (raw coverage), cobertura única (unique coverage) i el PRI (proportional reduction in inconsistency).

Combinacions	Consistència	Cobertura bruta (Raw coverage)	Cobertura única (Unique Coverage)	PRI	Solució general Consistència	Solució general Cobertura
F1*F2	0,914	0,391	0,159	0,900	0,897	0,648
F2*F3	0,947	0,344	0,040	0,941		
F3*F4	0,909	0,325	0,057	0,897		
F1*F3*~F5	0,874	0,253	0,051	0,856		

Taula 7-22 Anàlisi de condicions suficients

Font: Elaboració pròpia

S'estableixen tres llindars, un per a cada mesura per tal de valorar si són solucions vàlides o no. En el cas de la consistència, nombrosos autors consideren que una solució es considera correcta si aquest valor és superior a 0,8. Tal com es pot observar totes les combinacions aconseguides superen clarament aquest llindar. Sobre la cobertura diversos estudis consideren que per ser una solució bona, aquest valor ha de ser superior a 0,6. A la columna de la solució general es pot observar com el valor de cobertura és de 0,648, per tant, és superior. Quan es parla del valor de la solució en concret, els valors de cobertura han d'estar entre 0,2-0,6. Les quatre combinacions es troben entre aquest interval. Finalment el valor que s'ha hagut de calcular és el PRI. Aquesta mesura aborda el problema de les relacions de subconjunts comuns. Calcula el grau en que una combinació és tan suficient per a un resultat com també es suficient per a la negació del mateix resultat. En aquest cas, no existeix un valor establert per la comunitat per a determinar si és vàlid o no. Però nombrosos autors consideren que un valor de PRI superior a 0,75 és un valor acceptable. Per a totes les combinacions, el valor és àmpliament superior a aquest llindar.

Així doncs, després d'haver comprovat i validar cada una de les mesures de l'anàlisi de condicions, es poden acceptar totes les combinacions sorgides de la solució complexa.

A continuació es procedirà a explicar amb més èmfasi cada una de les combinacions obtingudes.

### *F1\*F2*

La primera combinació que s'obté és l'agrupació dels dos primers factors. És a dir, destacar tant a nivell dels habilitadors de la Indústria 4.0 com en l'entorn productiu i capital humà.

Aquesta combinació disposa del segon valor més alt en la consistència. Aquesta combinació considera que per a ser una regió preparada davant la Indústria 4.0, és a dir, ser competitiva, és imprescindible estar en l'avantguarda de la tecnologia i ser una regió desenvolupada amb gran capital humà i amb una economia diversificada. Per tant, omet la necessitat del potencial innovador en el sector empresarial, la sostenibilitat o l'administració pública.

Aquesta agrupació seria igual a la sorgida de l'anàlisi posterior realitzat amb l'anàlisi factorial (el qual es pot trobar a la memòria de mecànica) on reduïa a la part prescindible a aquestes dues qualitats.

#### *F2\*F3*

Aquesta segona solució també proposa l'agrupació de dos factors. En aquest cas, l'entorn productiu i el capital humà, i el potencial innovador del sector empresarial. Aquesta combinació té el PRI i la consistència més alta, tot i que el valor de la cobertura és inferior a la primera combinació. Tot i això, les diferències són insignificants.

Com en el cas anterior aquesta opció considera que amb una regió amb un potent sector empresarial que aposti per la innovació i que sigui una regió desenvolupada i amb capital humà, ja té les qualitats suficients per a ser una regió competitiva en l'entorn 4.0.

#### *F3\*F4*

La tercera solució és l'última que implica a dos factors únicament. En aquest cas ajunta el potencial innovador en el sector empresarial i a la sostenibilitat. Els valors de consistència, cobertura i el PRI són lleugerament menors a les dues combinacions anteriors, tot i això segueixen sent molt positius.

És una combinació que valora molt l'aposta per a la innovació a les empreses com a condició per a ser competitiva i en apostar per a polítiques per a la reducció de l'impacte mediambiental.

#### *F1\*F3\*~F5*

Es tracta de la primera combinació que implica a tres factors. Considera la combinació del primer i el tercer factor i l'absència del cinquè. És a dir, aquesta solució considera que regions amb un sector tecnològic en la Indústria 4.0 potent, un sector empresarial que aposti per a la innovació i la poca participació de l'administració pública, són els atributs suficients

per a considerar una regió competitiva. En comparació amb la resta, és la que presenta les puntuacions més baixes en totes les mesures, però segueixen sent plenament superiors als llindars comentats prèviament.

## 8. Determinants de la transició cap a la Indústria 4.0.

Arribats en aquest punt ja s'ha aconseguit desenvolupar els tres models i per tant, extreure els resultats desitjats. El que es farà a continuació es analitzar tota la informació recollida i explicar els determinants claus per a la transició a la Indústria 4.0 i quines regions són les més competitives.

Durant el primer anàlisi, l'objectiu era que a través d'una selecció d'un conjunt d'indicadors de diferent naturalesa, aconseguir ajuntar-los en grups més reduïts que signifiquessin un atribut relacionat amb la Indústria 4.0. Així doncs, com ja s'ha explicat durant l'apartat 6 i 7 de la memòria de mecànica, s'han aconseguit 5 factors completament independents, on cada un ofereix una qualitat imprescindible en aquest context 4.0. A continuació es mostren els factors a mode de recordatori:

- F1: Habilitadors de la Indústria 4.0
- F2: Entorn productiu i capital humà
- F3: Potencial innovador del sector empresarial
- F4: Sostenibilitat
- F5: Administració pública

Els factors que més percentatge de la variància oferien eren el primer i el segon factor. Per tant, mostra la importància de posseir aquestes dues atribucions.

A posteriori, s'ha realitzat l'anàlisi clúster on s'ha aconseguit identificar diferents tipologies de regions amb característiques diferents entre elles.

Finalment, amb els mateixos factors i amb un indicador d'innovació com a endògena, s'ha procedit a realitzar l'anàlisi QCA, per identificar les combinacions més òptimes per tal d'identificar els determinants en la transició cap l'entorn 4.0.

Les combinacions generades han sigut les següents:

- $F1 * F2$
- $F2 * F3$
- $F3 * F4$
- $F1 * F3 * \sim F5$

Es pot observar com pràcticament totes les combinacions només estan representades per dos factors exceptuant l'última.

Respecte la primera relació, coincideix amb els resultat aconseguits durant l'anàlisi factorial on els dos factors amb major percentatge eren concretament aquests dos.

Analitzant totes les combinacions s'arriba a la conclusió que realment tots els factors són importants alhora de representar la Indústria 4.0, ja que en alguna de les combinacions més òptimes estan presents. Això coincideix amb tot el recull d'informació prèvia on a partir del marc conceptual conformat es veia la importància d'aquests. A excepció del cinquè factor, el qual més endavant es comentarà, però es pot observar que la influència que té és oposada a la resta.

Hi ha tres factors que predominen més que la resta. Aquests són els habilitadors de la Indústria 4.0, l'entorn productiu i capital humà i el potencial innovador del sector empresarial, ja que són els que apareixen més vegades durant les diferents combinacions.

Existeix una relació entre els tres factors esmentats que a continuació es detallarà. Principalment el pes i la influència de la Indústria 4.0 en una regió es troba en el sector empresarial i aquest disposa de la major influència tecnològica. Generalment quan es parla d'un sector empresarial potent, aposten per la innovació, i per tant, serà més accessible i fàcil que disposin dels habilitadors necessaris per assolir la Indústria 4.0.

A més a més, en una regió amb un entorn empresarial potent, oferirà múltiples possibilitats a la regió i ajudarà a proporcionar una major riquesa, millor l'entorn productiu i el capital humà.

Amb aquestes consideracions si s'observen les combinacions, és evident que una regió amb els habilitadors necessaris i disposant d'un entorn productiu adequat, disposarà d'unes bases molt sòlides per ser competitiva en l'entorn 4.0. El mateix ocorre amb la segona combinació on el concepte és el mateix.

La última combinació aniria amb la mateixa línia comentada recentment, ja que explica que una regió amb una presència important en el sector tecnològic i amb un sector empresarial apostant per a la innovació, són garantia de convertir-se en una regió competitiva. Però en aquest cas, també manifesta la necessitat de l'absència de l'administració pública. Aquest fet és completament lògic i compatible, ja que el que ocorre generalment en les regions més

precàries a nivell empresarial, i per tant, existeix una manca d'aposta per el I+D i la tecnologia, existeix una inversió molt alta en l'administració pública per tal de compensar aquestes mancances. Contràriament per tant, en les regions on realment aquests sectors són potents, la necessitat es redueix i per tant aquest factor destaca més per la seva absència i no per la seva presència. Això concorda completament amb els diferents clústers obtinguts i les seves característiques. Per exemple, en el primer clúster la puntuació era molt elevada en els habilitadors, però l'administració pública era molt reduïda. En el cinquè clúster succeïa el mateix però amb el potencial innovador de les empreses. En canvi amb el clúster 4 es pot veure plasmada l'altre part, on l'administració pública té molta presència i el potencial de les empreses en la innovació és molt baix.

Una última combinació sorgida ha sigut la del potencial innovador del sector empresarial i la sostenibilitat. Ja s'ha comentat que la Indústria 4.0 cerca el camí cap a la indústria neta. Per tant, complir amb polítiques de sostenibilitat és un atribut a tenir en compte. Generalment el nucli empresarial genera grans quantitats de residus, si una regió disposa d'un gran entorn empresarial que aposti per a la innovació i redueixi l'impacte mediambiental també seran qualitats suficients per a ser regions competitives.

Definitivament tots els factors obtinguts són importants d'alguna manera. Tot i això, s'ha demostrat que una presència important d'empreses que apostin per la innovació, un sector tecnològic habilitat en la Indústria 4.0 i ser una regió desenvolupada amb gran capital humà, són les qualitats més importants per poder assolir les competències necessàries per a ser una regió preparada per a la transició cap a la Indústria 4.0. Ja que en definitiva una regió sense recursos, tindrà més complicacions per a gaudir d'un entorn empresarial potent, i a més a més sense la tecnologia, la qual és la base de la indústria, el camí cap a aquesta transició serà molt més complexa.

A partir d'aquesta informació es procedirà a identificar les regions adequades en cada una de les combinacions aconseguides.

Inicialment s'agafaran els clústers i es procedirà a atribuir el conglomerat amb les característiques més coincidents de cada combinació.

En el cas de la primera combinació,  $F1*F2$ , dels clústers generats durant el capítol 7, no hi ha cap que destaquí enormement justament en els dos primers factors. El conglomerat que més s'ajusta a les característiques d'aquesta primera solució és el sisè conglomerat format

per 13 regions La puntuació del primer factor era de 1,145 i la del segon era de 0,016 (taula 7.12 de la pàg. 91). Com ja s'ha comentat, la puntuació de l'entorn productiu i el capital humà no és molt elevada però comparant amb la resta de conglomerats s'observa que és positiva tot i ser pràcticament 0, ja que la puntuació més elevada se l'emporta el conglomerat 8 el qual està format només per la regió de Inner London, on la puntuació puja fins als 12 aproximadament degut a les peculiaritats ja explicades d'aquesta regió. Per tant, aquesta disparitat implica que els altres valors siguin més baixos.

El sisè conglomerat està format per regions única i exclusivament d'Alemanya i el Regne Unit. L'anàlisi factorial posterior realitzat on s'agafava com a estudi els dos factors d'aquesta combinació, la majoria de regions que conjuntava eren també d'aquests dos països. Per tant, les solucions concorden sensiblement.

La segona solució consistida en  $F2 * F3$ , es podrien considerar dos clústers que tenen les característiques adequades per complir amb aquesta combinació.

El primer conglomerat es tracta del cinquè, format per 33 regions en total. Les puntuacions són 0,112 en el segon factor, i una mitjana de 1,262 en el tercer factor.

El segon conglomerat torna a ser novament el sisè com en la combinació anterior. Les puntuacions respectives són de 0,015 en el segon factor, i de 2,283 en el tercer.

En els dos clústers es pot apreciar que amb la puntuació del segon factor torna a succeir el mateix ja esmentat durant la primera combinació, on la puntuació sembla ser aparentment baixa però no és realment així.

En el clúster nº 5 es poden trobar un nombre de regions del Regne Unit novament, de Suècia, Àustria, Rep. Txeca, Dinamarca, Alemanya, entre d'altres ( a l'annex III es troben les taules senceres de cada clúster). Aquest tipus de regions destaquen sobretot en el gran potencial innovador del sector empresarial.

Sobre el clúster 6 com ja s'ha dit durant la primera solució implica un conjunt regions del Regne Unit i Alemanya.

La tercera solució obtinguda consistida en  $F3 * F4$ , també hi ha dos conglomerats que tenen característiques similars a les d'aquesta solució. Tot i això cada grup coincideix però a la vegada amb puntuacions diferents.



El primer conglomerat és el cinquè com en la combinació anterior amb el conjunt de 33 regions situades en els països esmentats anteriorment. La puntuació sobre el potencial innovador empresarial és de 1,2621 i en la sostenibilitat de 0,0268.

L'altre grup coincident es el setè conglomerat format per 8 regions. Es tracta d'un grup de regions nòrdiques de Suècia i Finlàndia concretament. Destaquen completament en la sostenibilitat. Les puntuacions de cada factor són de 0,01 i 3,467 respectivament.

Finalment la darrera combinació aconseguida,  $F1 * F3 * \sim F5$ , dels conglomerats que s'han definit, no hi ha cap que s'identifiqui plenament amb ella. El sisè clúster és el que més s'aproxima a les característiques necessàries. Consta d'una puntuació elevada en el primer factor, 1,145, en el tercer també té una puntuació de 2,2827, però en el cinquè factor el qual hauria de ser molt baix, la puntuació és neutre, ja que la mitjana és de 0,55.

Com ja s'ha comentat repetidament les regions d'aquest clúster són dels països d'Alemanya i el Regne Unit.

Amb l'anàlisi recentment realitzat, s'ha aconseguit identificar les regions més coincidents en cada combinació a través dels conglomerats definits. Gràcies a l'anàlisi clúster s'ha pogut definir diferents tipologies de regions. Però amb les combinacions, s'ha detectat que a través dels conglomerats no s'aconseguia identificar les regions més ajustades amb cada cas.

D'aquesta manera a continuació es procedeix a analitzar de manera singular les regions identificatives de cada solució.

#### *F1 \* F2*

La combinació entre els habilitadors de la Indústria 4.0 i l'entorn productiu i el capital humà, presenta els resultats que es poden apreciar a la figura 8.1. En aquesta es pot observar un mapa en el que amb el color de tonalitat més fosca, es troben les regions amb millor combinació en la puntuació, i per tant, són les regions més competitives segons la solució. Amb la tonalitat més clara es poden observar les regions menys competitives.

Respecte a les regions més competitives, com es pot observar també a la taula 8.1, no es tracta d'un grup amb un nombre elevat. El que si es pot detectar que amb aquest anàlisi s'aconsegueix més informació que amb el realitzat prèviament utilitzant els clústers, ja que apareixen noves regions que no havien sortit anteriorment.

Regió	País	F1	F2
Düsseldorf	Alemanya	2,169	0,221
Trier	Alemanya	2,113	0,427
Surrey, East and West Sussex	Regne Unit	2,029	0,227
Köln	Alemanya	1,946	0,406
Praha	Rep.Txeca	1,894	0,439
Berlin	Alemanya	1,804	1,466
GieBen	Alemanya	1,702	0,496
Berkshire, Buckinghamshire and Oxfordshire	Regne Unit	1,673	0,999
Île de France	França	1,660	0,535
Hannover	Alemanya	1,579	0,203
Leicestershire, Rutland and Northamptonshire	Regne Unit	1,087	0,231
Hamburg	Alemanya	1,024	1,597
Prov. Brabant Wallon	Bèlgica	0,843	0,400
Outer London	Regne Unit	0,768	1,918
Prov. Vlaams Brabant	Bèlgica	0,761	0,597
Région de Bruxelles-Capitale	Bèlgica	0,407	3,372

Taula 8-1 Regions més competitives amb la combinació 1

Font: Elaboració pròpia

S'observa que el nucli principal es troba a la zona central d'Europa i a la zona oest, concretament al Regne Unit amb 4 regions competitives.

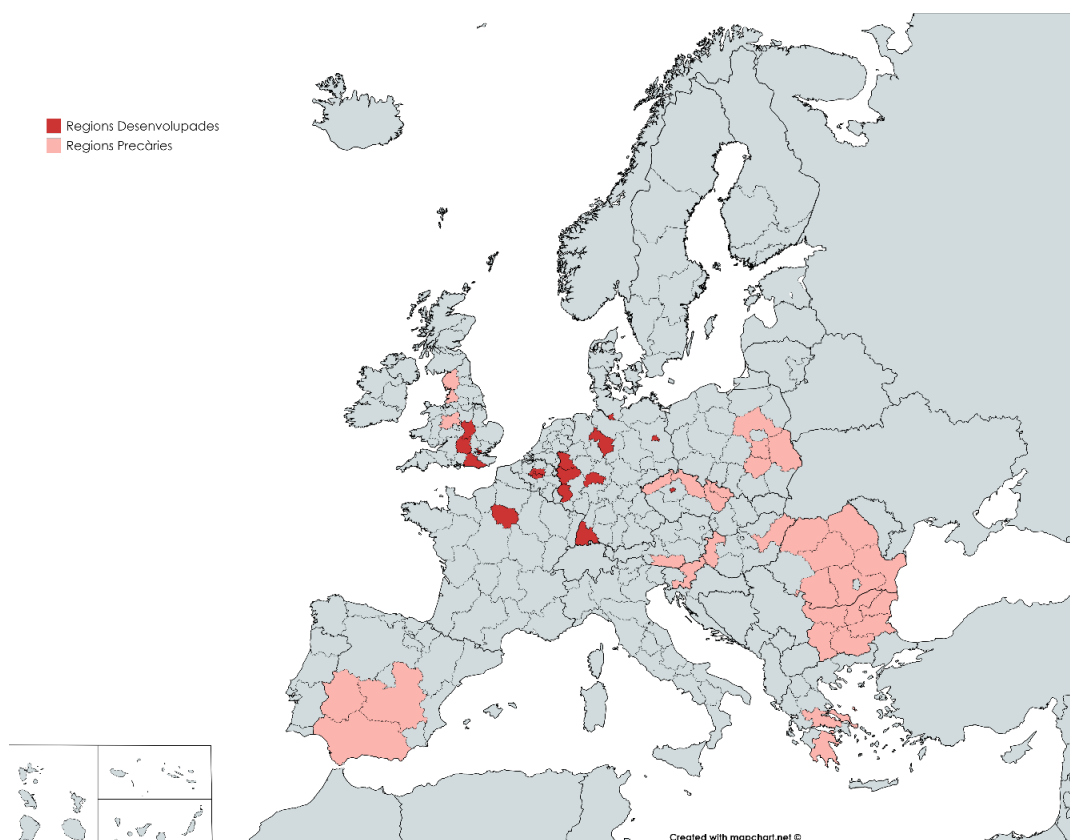


Figura 8.1 Mapa regions combinació 1

Font: Elaboració pròpia

El major nombre de regions el té Alemanya, que es mostra com el país més competitiu davant l'entorn 4.0, amb un total de 7 regions. Aquestes destaquen sobretot per una gran presència dels habilitadors de la Indústria 4.0. La mateixa dinàmica la segueix la regió francesa Île de France, les angleses i Praga. En canvi les regions belgues i Outer London destaquen més pel seu capital humà i entorn productiu. Tot i això totes les regions, tenen puntuacions adequades per considerar-les satisfactòries, i per tant, segons la combinació, ser regions competitives en la nova revolució industrial.

Pel que fa a la banda oposada, es troba un nombre elevat de regions que manquen en aquests dos factors. Principalment la zona més precària s'observa que es troba a la zona est d'Europa.

Regió	País	F1	F2
Cumbria	Regne Unit	-2,551	-0,200
Cheshire	Regne Unit	-2,509	-0,084
Castilla-la-Mancha	Espanya	-1,449	-0,310
Severozápad	Rep.Txeca	-1,413	-0,622
Extremadura	Espanya	-1,397	-0,107
Střední Morava	Rep.Txeca	-1,357	-0,490
Kärnten	Àustria	-1,351	-0,273
Shropshire and Staffordshire	Regne Unit	-1,320	-0,135
Andalucia	Espanya	-1,179	-0,135
Moravskoslezsko	Rep.Txeca	-0,807	-0,496
Severopazapden	Bulgària	-0,781	-0,764
Severovýchod	Rep.Txeca	-0,759	-0,637
Észak-Alföld	Hongria	-0,743	-0,685
Peloponnisos	Grècia	-0,691	-0,615
Sterea Ellada	Grècia	-0,689	-0,541
Severen Tsentralen	Bulgària	-0,604	-0,893
Podkarpackie	Polònia	-0,593	-0,690
Yuzhen Tsentralen	Bulgària	-0,573	-1,020
Yugoiztochen	Bulgària	-0,560	-0,968
Severoiztochen	Bulgària	-0,540	-0,949
Swietokrzyskie	Polònia	-0,506	-0,606
Nord-Est	Romania	-0,426	-1,029
Sud-Muntenia	Romania	-0,419	-0,920
Centru	Romania	-0,405	-0,700
Sud-Vest Oltenia	Romania	-0,383	-0,864
Nyugat-Dunántúl	Hongria	-0,371	-0,715
Vzhodna Slovenija	Eslovènia	-0,333	-0,939
Nord-Vest	Romania	-0,304	-0,831
Sud-Est	Romania	-0,180	-0,811
Yugozapaden	Bulgària	-0,140	-1,087
Mazowieckie	Alemanya	0,103	-1,188

Taula 8-2 Regions més precàries amb la combinació 1

Font: Elaboració pròpia

Com s'ha comentat hi ha una gran presència de la zona est d'Europa, concretament en països com Bulgària, Romania, Polònia i Eslovènia. També al sud del continent a Espanya i Grècia, hi ha regions amb necessitats de desenvolupament. Es poden observar diverses regions de la República Txeca, en canvi, la regió de la capital, Praga, es trobava com una de les regions més competitives.

Així doncs, es detecta un gran nombre de regions amb mancances reals, fet que manifesta que hi ha una gran part del territori europeu que tenen la necessitat de desenvolupar-se sobretot a la zona sud-est.

### *F2\*F3*

La segona combinació que ajunta l'entorn productiu i el capital humà amb el potencial innovador del sector empresarial, presenta els resultats del mapa de la figura 8.2. Com en la solució anterior la tonalitat més fosca és per les regions desenvolupades i la clara per les més precàries.

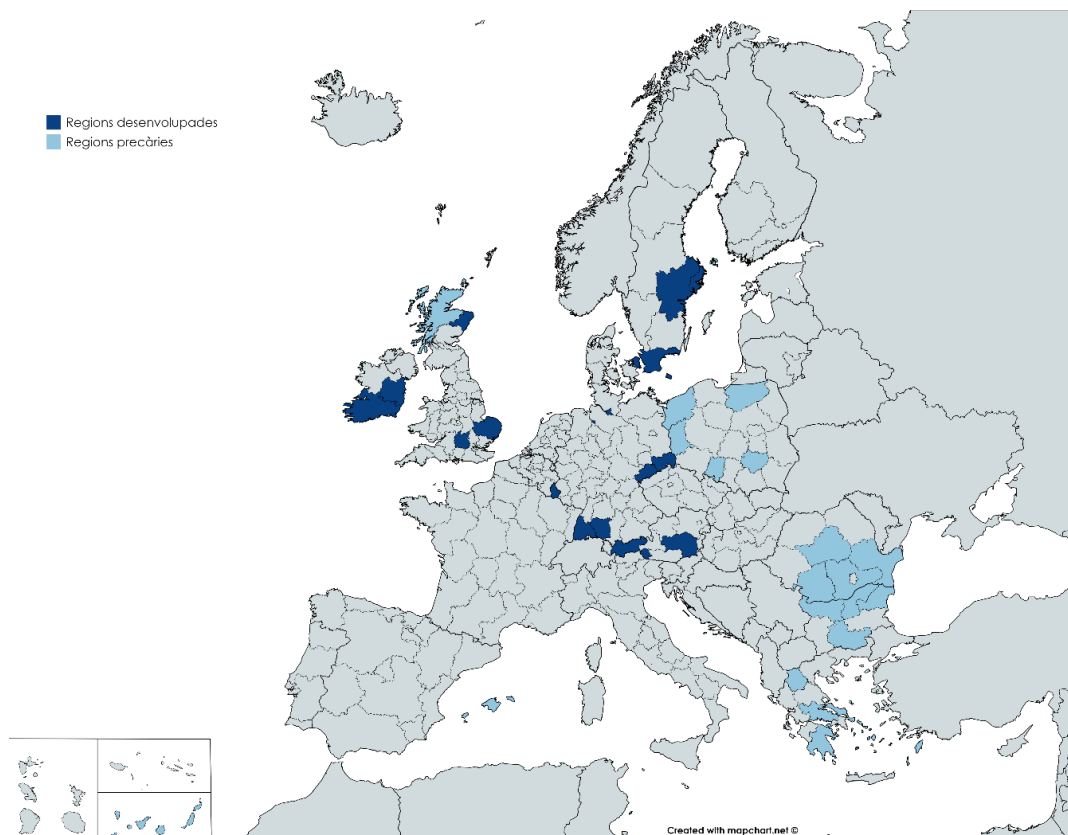


Figura 8.2 Mapa regions combinació 2

Font: Elaboració pròpia

Es pot observar a la taula 8.3 que en aquest cas el conjunt de regions millor posicionades es troba repartit entre més països que el cas anterior. En el mapa s'aprecia que es troben en les zones nord i centre d'Europa. Segueix havent-hi presència d'Alemanya i el Regne Unit on es poden trobar regions com Hamburg o Berkshire que en la solució 1 també estaven. També es poden trobar regions d'Àustria, Suècia o Dinamarca destacant sobretot en l'aspecte innovador del sector empresarial. Generalment totes les regions destaquen més en un factor que en l'altre, exceptuant Luxemburg, la qual es tracta de la que disposa d'uns valors més equilibrats.

Regió	País	F2	F3
Hamburg	Alemanya	1,597	0,552
Luxembourg	Luxemburg	1,450	1,444
Hovedstaden	Dinamarca	1,445	3,790
Bremen	Alemanya	1,128	0,450
Southern and Eastern	Irlanda	1,060	0,564
North Eastern Scotland	Regne Unit	1,019	1,706
Berkshire, Buckinghamshire and Oxfordshire	Regne Unit	0,999	1,883
Tirol	Àustria	0,976	1,448
Salzburg	Àustria	0,585	1,049
Stockholm	Suècia	0,498	2,840
Steiermark	Àustria	0,437	2,801
Östra Mellansverige	Suècia	0,334	0,775
East Anglia	Regne Unit	0,282	1,585
Chemnitz	Alemanya	0,225	0,599
Sydsverige	Suècia	0,180	0,808
Tübingen	Alemanya	0,138	2,813
Dresden	Alemanya	0,123	1,228
Freiburg	Alemanya	0,103	0,844

Taula 8-3 Regions més competitives amb la combinació 2

Font: Elaboració pròpia

Respecte a les regions menys competitives referents a aquesta solució, la major presència es troba de nou a la zona est d'Europa, exceptuant alguns casos. Països com Bulgària, Romania o Polònia tornen a ser els que tenen més regions en aquest grup, destacant així la precarietat en nombrosos aspectes d'aquestes zones. Zones del sud regions de Grècia es tornen a fer presents, i d'Espanya apareixen les Illes Canàries i les Illes Balears, amb una necessitat d'impulsar la innovació en termes d'empresa. Finalment, el que es detecta és que existeix una mica més de diversitat a nivell de regions més competitives, però en relació amb les més precàries, existeix un nombre més elevat d'aquestes, on de moment es veu una necessitat de millora a la zona est d'Europa, com ja succeïa durant la solució anterior on es valoraven el primer i el segon factor.

Regió	País	F2	F3
Canarias (ES)	Espanya	-0,307	-1,132
Notio Agaio	Grècia	-0,333	-0,956
Dytiki Makedonia	Grècia	-0,360	-1,312
Highlands and Islands	Regne Unit	-0,434	-1,132
Illes Balears	Espanya	-0,465	-1,147
Zachodniopomorskie	Polònia	-0,526	-0,873
Stereia Ellada	Grècia	-0,541	-0,884
Warminsko-Mazurskie	Polònia	-0,604	-0,836
Swietokrzyskie	Polònia	-0,606	-0,504
Peloponnisos	Grècia	-0,615	-0,906
Opolskie	Polònia	-0,648	-0,717
Centru	Romania	-0,700	-0,620
Lubuskie	Polònia	-0,714	-0,738
Severozapaden	Bulgària	-0,764	-0,803
Sud-Est	Romania	-0,811	-0,805
Åland	Finlàndia	-0,838	-0,798
Sud-Vest Oltenia	Romania	-0,864	-0,593
Severen Tsentralen	Bulgària	-0,893	-0,610
Sud-Muntenia	Romania	-0,920	-0,457
Severoiztochen	Bulgària	-0,949	-0,637
Yuzhen Tsentralen	Bulgària	-1,020	-0,460

Taula 8-4 Regions més precàries amb la combinació 2

Font: Elaboració pròpia

### *F3\*F4*

La tercera solució es tracta de la combinació del tercer factor relacionat amb la innovació del sector empresarial juntament amb la sostenibilitat. En aquest cas, tal com es pot observar a la figura 8.3, les regions sobretot en amb les més competitives, existeix una diferència significativa respecte als casos anteriors. Segurament succeeix ja que és la primera de les solucions que no es basa ni en el primer ni en el segon factor.

Com en cada cas, la tonalitat més fosca farà referència als casos de les regions més preparades, i la tonalitat més clara a les regions més precàries. Tal com es pot observar, el nucli de les regions més competitives es troba al nord d'Europa, sobretot entre els països de Suècia, Dinamarca i Finlàndia. També al centre d'Europa, concretament a Holanda, amb una gran presència en les quals exceptuant la regió de Noord-Brabant, les altres destaquen per la seva gran puntuació en la sostenibilitat.

Dins del conjunt de regions més desenvolupades que es pot observar a la taula 8.5, destaquen per sobre de la resta les regions sueques de Stockholm i Västsverige, i la regió finlandesa Helsinki-Ussimaa. Totes aquestes regions disposen d'una puntuació equilibrada i elevada.

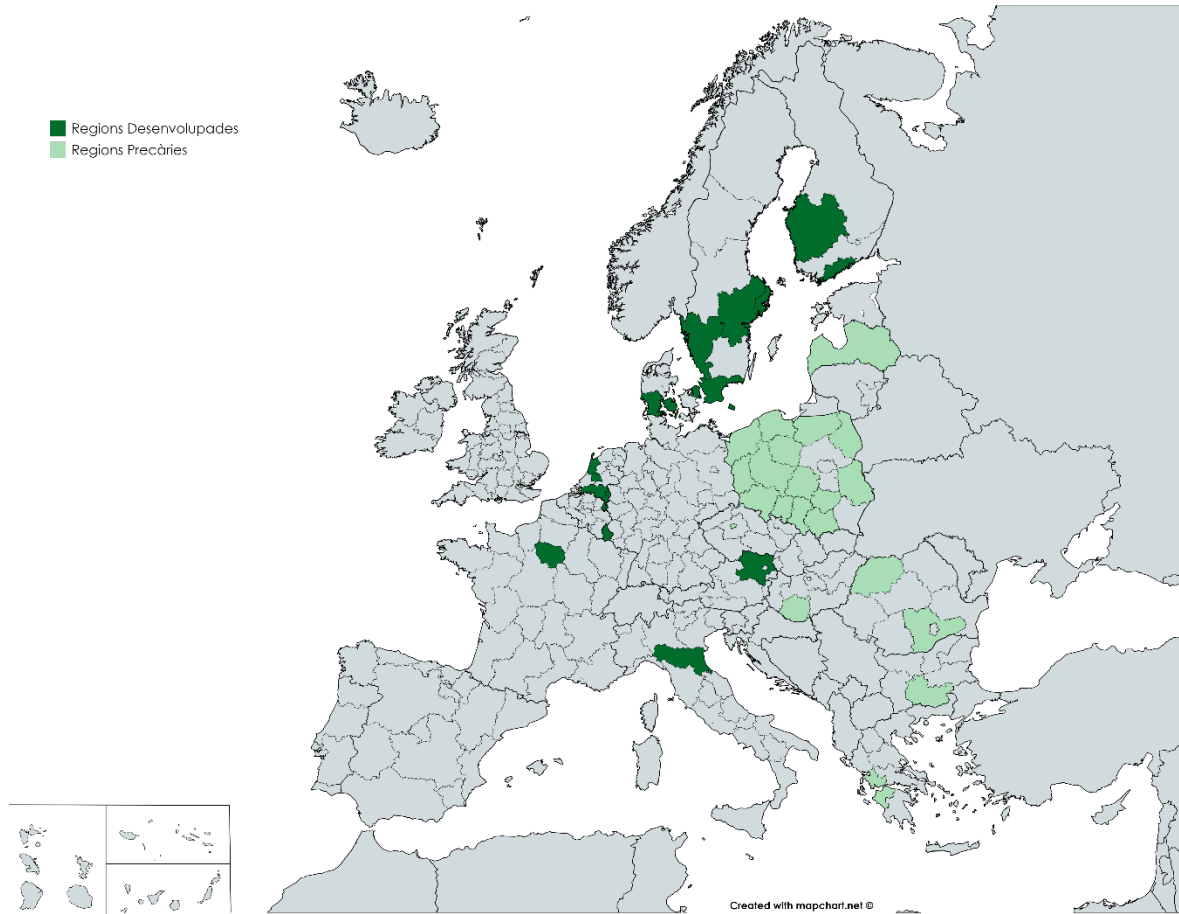


Figura 8.3 Mapa regions combinació 3

Font: Elaboració pròpia

Regió	País	F3	F4
Stockholm	Suècia	2,840	2,841
Östra Mellansverige	Suècia	0,775	2,773
Västsverige	Suècia	2,255	2,572
Sydsverige	Suècia	0,808	2,568
Länsi-Suomi	Finlàndia	0,469	1,715
Helsinki-Uusimaa	Finlàndia	2,030	1,497
Syddanmark	Dinamarca	0,561	1,484
Midtjylland	Dinamarca	0,700	1,360
Noord-Holland	Holanda	0,555	1,300
Utrecht	Holanda	0,641	1,126
Emilia-Romagna	Itàlia	0,465	1,106
Luxembourg	Luxemburg	1,444	0,979
Noord-Brabant	Holanda	1,383	0,883
Limburg (NL)	Holanda	0,519	0,794
Niederösterreich	Àustria	0,879	0,544
Hovedstaden	Dinamarca	3,790	0,537
Île de France	França	0,606	0,387

Taula 8-5 Regions més competitives amb la combinació 3

Font: Elaboració pròpia

En aquesta solució torna a aparèixer la regió Île de France com a la primera solució, tot i que destacava més en la primera combinació. També es pot observar una regió del nord d'Itàlia destacant sobretot en la sostenibilitat.

Una peculiaritat és que es tracta del primer anàlisi en el qual no apareixen regions d'Alemanya, ja que aquestes no destaquen especialment en termes de sostenibilitat. Probablement és degut a l'alta capacitat industrial que tenen aquestes regions que implica una major generació de residus que en regions menys industrialitzades, com podria ser algunes de les regions del nord d'Europa, com per exemple les de Suècia, ja que aquestes tenen puntuacions negatives en habilitadors de la Indústria 4.0.

Sobre les regions menys competitives, són les que es poden trobar a la taula 8.6.

Regió	País	F3	F4
Lubelskie	Polònia	-1,573	-0,998
Yuzhen Tsentralen	Bulgària	-0,460	-1,005
Podlaskie	Polònia	-0,617	-1,036
Zachodniopomorskie	Polònia	-0,873	-1,048
Slaskie	Polònia	-0,648	-1,070
Sud-Muntènia	Romania	-0,457	-1,076
Lubuskie	Polònia	-0,738	-1,087
Warminsko-Mazurskie	Polònia	-0,836	-1,106
Dolnoslaskie	Polònia	-0,532	-1,125
Opolskie	Polònia	-0,717	-1,126
Pomorskie	Polònia	-0,426	-1,127
Kujawsko-Pomorskie	Polònia	-0,672	-1,148
Dél-Dunántúl	Hongria	-0,435	-1,153
Lódzkie	Polònia	-0,536	-1,160
Wielkopolskie	Polònia	-0,552	-1,174
Dytiki Ellada	Grècia	-1,172	-1,175
Nord-Vest	Romania	-0,426	-1,176
Praha	Rep.Txeca	-0,682	-1,298
Latvija	Letònia	-0,505	-1,315
Swietokrzyskie	Polònia	-0,504	-1,330
Malopolskie	Polònia	-0,452	-1,341
Inner London	Regne Unit	-1,302	-1,837

Taula 8-6 Regions més precàries amb la combinació 3

Font: Elaboració pròpia

Generalment es poden apreciar resultats semblants a la resta de solucions analitzades, localitzant-se la zona predominant a l'est d'Europa. Pràcticament totes les regions que formen Polònia es troben dins aquest grup, on en ambdós factors tenen puntuació negativa, però destaquen negativament sobretot en termes de sostenibilitat.



També es troben regions de Bulgària, Romania, Hongria, Letònia, entre d'altres. Per tant, com s'ha comentat exceptuant algunes regions que no s'havien vist fins ara en aquests grups, la majoria s'han pogut trobar en la resta de solucions. En línies generals les regions destaquen negativament a nivell de sostenibilitat, fent evident la falta de desenvolupament i de la poca aplicació de polítiques per a gestionar l'impacte mediambiental.

Per acabar, en la part competitiva, s'ha detectat canvis significatius respecte a les altres solucions, sobretot a causa de l'aparició d'una nova variable com era la sostenibilitat. Al reduir la valoració del nivell d'industrialització de les regions com era amb el factor 1, regions menys desenvolupades en aquell aspecte, apareixen en aquesta solució com a les més competitives. Això és causat perquè generalment les empreses a nivell industrial, generen una alta quantitat de residus, cosa que en zones no tant habilitades en aquest aspecte és més fàcil gestionar la generació d'aquests.

#### *F1\*F3\*~F5*

Finalment, l'última solució la qual implica a tres factors que són la inclusió dels habilitadors de la Indústria 4.0 afegit del potencial innovador del sector empresarial, i a més a més l'absència de l'administració pública. Tal com es pot observar a la figura 8.4 les regions competitives queden clarament agrupades en dos zones, coincidents amb zones vistes durant les solucions anteriors.

A la taula 8.7 es pot veure el conjunt de regions compatibles amb la combinació en qüestió.

Regió	País	F1	F3	F5
Niederbayern	Alemanya	2,330	0,222	-1,214
Schwaben	Alemanya	2,266	0,458	-1,106
Oberpfalz	Alemanya	2,119	0,661	-0,910
Herefordshire, Worcestershire and Warwickshire	Regne Unit	2,077	1,494	-1,490
Unterfranken	Alemanya	2,047	0,854	-0,697
Mittelfranken	Alemanya	1,849	1,476	0,183
Kassel	Alemanya	1,806	0,344	-0,860
Rheinhessen-Pfalz	Alemanya	1,747	1,257	0,009
Berkshire, Buckinghamshire and Oxfordshire	Regne Unit	1,673	1,883	0,544
Freiburg	Alemanya	1,423	0,844	0,297
Darmstadt	Alemanya	1,371	1,950	0,071
Gloucestershire, Wiltshire and Bristol/Bath area	Regne Unit	1,045	0,813	0,158
Tübingen	Alemanya	1,008	2,813	-0,451
East Anglia	Regne Unit	0,786	1,585	-0,042
Stuttgart	Alemanya	0,438	6,088	-0,628

Taula 8-7 Regions més competitives amb la combinació 4

Font: Elaboració pròpia

Amb l'aparició del primer i el tercer factor en aquesta combinació, es pot observar com novament hi ha una presència predominant de les regions d'Alemanya i el Regne Unit, on sobretot les primeres destaquen en el primer factor gràcies a l'important sector tecnològic alemany. Tot i això no es tracta d'un nombre molt elevat de regions competitives segons aquesta combinació, ja que, estrictament indicava la necessitat d'absència de l'administració pública com es pot observar en les puntuacions a la taula. Però tot i això hi ha un nombre elevat de regions amb grans puntuacions en els factors 1 i 3, però en tenir una puntuació encara que fos lleugerament superior a les de la taula 8.7, s'han vist excloses d'aquesta solució.

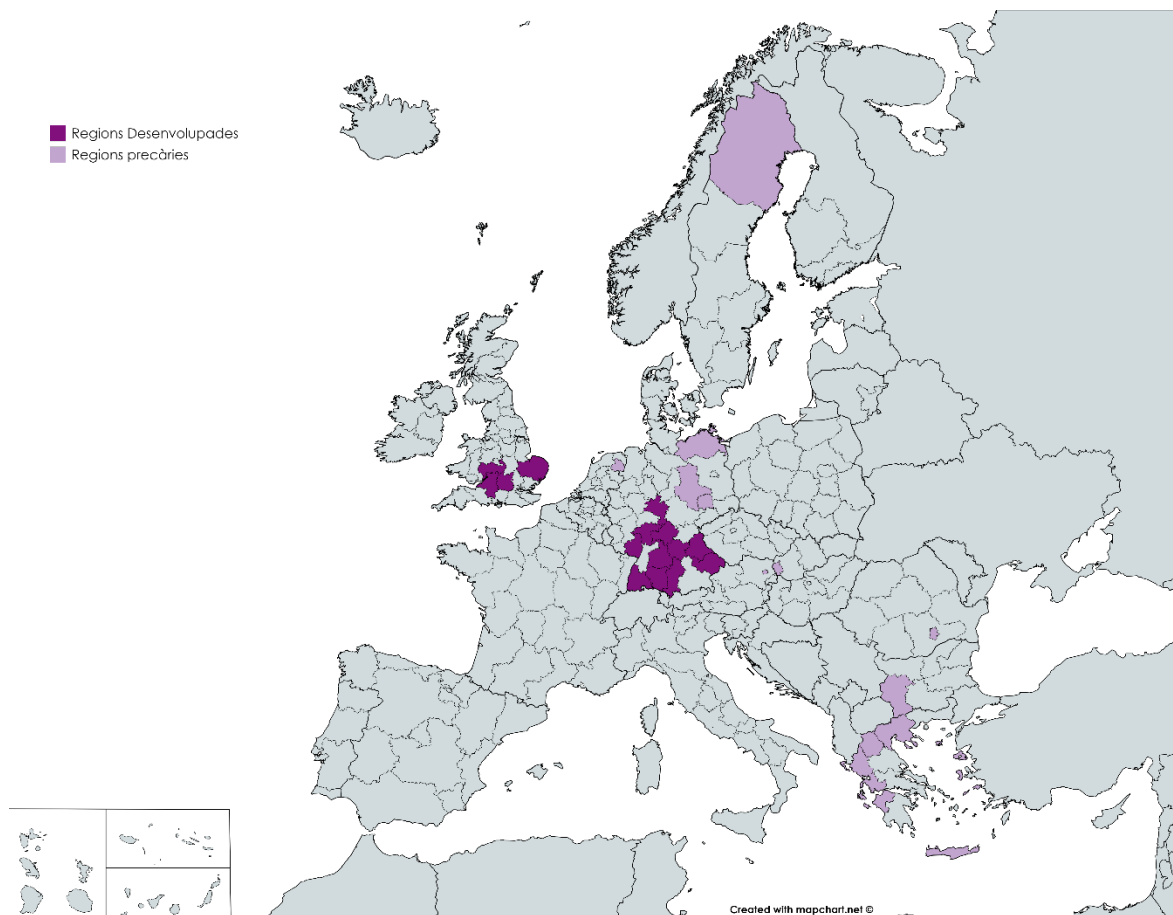


Figura 8.4 Mapa regions combinació 4

Font: Elaboració pròpia

A la banda oposada evidentment han de ser regions amb mancances tant a nivell tecnològic com a nivell d'innovació a les empreses, però tenir una presència important en l'administració pública per tal de compensar les mancances del sector empresarial. Tal com es pot apreciar el nucli principal es troba a la zona sud-est, i curiosament en diverses regions

alemanyes. A la taula 8.8 es pot veure tot el conjunt de regions més precàries davant aquesta combinació.

Regió	País	F1	F3	F5
Bucuresti-Ilfov	Romania	-0,116	-0,511	1,792
Yugozapaden	Bulgària	-0,180	-0,276	1,560
Wien	Àustria	-0,248	-0,023	1,592
Drenthe	Holanda	-0,257	-0,788	1,681
Bratislavský kraj	Eslovàquia	-0,406	-0,529	4,165
Voreio Aigaio	Grècia	-0,533	-1,435	0,882
Dytiki Makedonia	Grècia	-0,553	-1,312	0,619
Kriti	Grècia	-0,606	-1,341	2,490
Kentriki Makedonia	Grècia	-0,612	-1,223	0,984
Ipeiros	Grècia	-0,664	-1,469	0,958
Mecklenburg-Vorpommern	Alemanya	-0,667	-0,025	0,909
Dytiki Ellada	Grècia	-0,675	-1,172	1,110
Ionia Nisia	Grècia	-0,681	-1,050	0,291
Sachsen-Anhalt	Alemanya	-0,718	-0,073	0,571
Övre Norrland	Suècia	-0,734	-0,506	1,073
Leipzig	Alemanya	-1,018	0,089	1,904

Taula 8-8 Regions més precàries amb la combinació 4

Font: Elaboració pròpia

Tal com s'ha comentat el nucli principal es troba al sud-est amb presència testimonial de regions de Romania, Bulgària o Eslovàquia les quals destaquen per tenir puntuacions molt altes en l'administració pública, per tal d'equilibrar la falta del sector empresarial.

On es troben pràcticament totes les regions són a Grècia destacant així les necessitats reals del país en general en potenciar el sector tecnològic i de la innovació. Finalment es troben tres regions alemanyes, les quals contrasten amb la resta de regions vistes durant totes les altres combinacions ja que generalment s'han vist puntuacions potents en les diferents variables.

*Valoració global:*

Un cop s'han analitzat de manera individual cada una de les combinacions, a continuació es procedeix a realitzar una petita valoració global.

És important remarcar que les 4 combinacions són bones, ja que sorgeixen a partir de models estadístics on la subjectivitat no té acte de presència. Així que totes les regions que s'han

esmentat en cada cas, són vàlides ja que compleixen les condicions de cada solució en qüestió.

Fent una vista global es detecta un comportament semblant entre els resultats obtinguts en cada solució. Sobre les regions més competitives, es troben repartides pràcticament en tots els casos en les zones oest, centre i nord d'Europa. Per altre banda la zona més precària en les quatre solucions sempre tenia un mateix denominador comú, que era la zona sud i est d'Europa. És a dir, que globalment es detecta una partició entre dos zones molt diferenciades entre elles en termes de desenvolupament i en la situació a la Indústria 4.0.

Un dels països el qual es podria considerar de major presència en l'aspecte competitiu ja que s'han pogut trobar regions d'aquest en pràcticament totes les combinacions, ha sigut Alemanya. El fet revelador consisteix en que les regions obtingudes per exemple a la primera solució, són diferents a les de la tercera. Per tant, això és indicatiu de que la major part del territori alemany és competitiu en el context 4.0, ja que la majoria de regions es troben presents en algunes de les combinacions ideals.

En menor mesura succeeix el mateix amb el Regne Unit, però són menys les regions que apareixen, i algunes si que són comunes com per exemple East Anglia o Berkshire.

La zona nòrdica destaca principalment en l'aspecte mediambiental, ja que la seva implicació tan elevada en aquest aspecte fa que es trobin entre les més competitives. Les principals són regions de Finlàndia, Suècia o Dinamarca.

Per l'altre banda, de la zona més afectada, els països que han tingut major presència regional han sigut Bulgària, Romania, Polònia i Grècia, on com succeïa amb Alemanya, diferents regions d'aquests països es troben en cada una de les combinacions. Per tant, es tracta de regions que mostren una falta de desenvolupament tant en capital humà, com a nivell innovador i tecnològic.

## 9. Planificació.

A continuació es mostra la planificació realitzada per a dur a terme el projecte en qüestió. El projecte ha de durar aproximadament unes 800 hores. S'inicia el dia 18 de novembre del 2019 i es preveu que finalitzi aproximadament el dia 12 de juny.

Durant la planificació s'han tingut en compte varis dies festius. A la figura 9.1 es veu el calendari creat on es poden observar els dies escollits com a dies de no treball. Tal i com es pot apreciar es tracta de les vacances de Nadal i una altra jornada al febrer i la Setmana Santa.

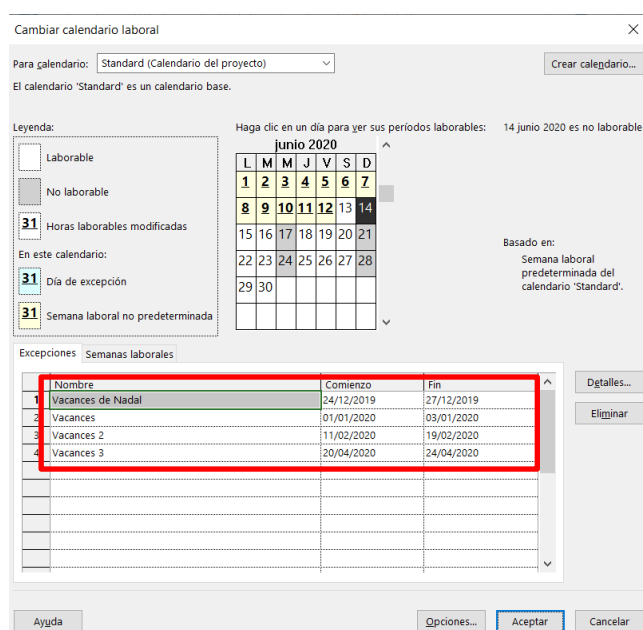


Figura 9.1. Dies marcats com a festius

Font: Elaboració pròpia

A més a més, per definir correctament els dies i horaris de treball s'ha estructurat en tres etapes diferents, tenint en compte la disponibilitat en cada una d'elles.

1) Inici 18/11/2019 - Final 06/01/2020. L'horari consisteix en:

- Dilluns: 17h-19h
- Dimarts: 17h-19h
- Dimecres: No es realitza projecte
- Dijous: 15h-19h
- Divendres: 17h-19h

- Dissabte: 10h-13h
- Diumenge No es realitza projecte

2) Inici 07/01/2020 - Final 11/02/2020

- Dilluns: 15h-19h
- Dimarts: 15h-20h
- Dimecres: 15h-19h
- Dijous: 15h-19h
- Divendres: 15h-19h
- Dissabte: 10h-13h
- Diumenge: No es realitza projecte

3) Inici 12/02/2020 – Final 26/06/2020

- Dilluns: 15h-20h
- Dimarts: 15h-19h
- Dimecres: 15h-19h
- Dijous: 15h-19h
- Divendres: 15h-19h
- Dissabte: 10h-14h / 17h-20h
- Diumenge: 10h-14h / 18h-20h

## **9.1. Planificació de l'avantprojecte.**

A continuació es defineixen les tasques de l'avantprojecte. Es tracta de la primera part realitzada i que s'inicia el dia d'inici del projecte i finalitza el dia 11 de febrer. Té una duració de 205 hores.

Tasca	Duració	Inici	Final
Lectura de fonts d'informació Indústria 4.0	30 hores	Dill 18/11/2019	Dill 02/12/2019
Antecedents i necessitats d'informació	43 hores	Dimar 03/12/2019	Dill 30/12/2019
Objecte	4 hores	Dill 30/12/2019	Diss 04/01/2020
Abast	4 hores	Dill 30/12/2019	Diss 04/01/2020

Objectius i especificacions tècniques	14 hores	Diss 04/01/2020	Dij 09/01/2020
Definició d'indicadors	55 hores	Dij 09/01/2020	Div 24/01/2020
Anàlisi de viabilitats	25 hores	Diss 25/01/2020	Diss 01/02/2020
Pressupost	18 hores	Diss 01/02/2020	Dij 06/02/2020
Documentació	12 hores	Dij 06/02/2020	Dill 10/02/2020

Taula 9-1: Tasques planificades de l'avantprojecte

Font: Elaboració pròpia

Descripció de les activitats de l'avantprojecte:

- 1) *Lectura fonts d'informació Indústria 4.0*: primera tasca que consisteix en llegir totes les fonts d'informació ja siguin llibres o pàgines web, per poder posteriorment redactar uns antecedents d'alt valor.
- 2) *Antecedents i necessitats d'informació*: un cop es disposa de la informació i s'ha comprés, es redacten els antecedents
- 3) *Objecte*: redacció de l'objecte
- 4) *Abast*: redacció de l'abast
- 5) *Objectius i especificacions tècniques*: un cop es defineix clarament l'abast del projecte i fins on es vol arribar, es defineixen els objectius a complir i les seves especificacions.
- 6) *Definició d'indicadors*: una de les tasques més importants consisteix en definir els indicadors i buscar les dades a nivell regional, per tal de poder treballar posteriorment amb els models estadístics.
- 7) *Anàlisi de viabilitats*: anàlisi de les tres viabilitats, econòmica, tècnica i mediambiental.
- 8) *Pressupost*: elaboració del pressupost.
- 9) *Documentació*: tancar el document millorant els temes de format i possibles errors realitzats en el document durant el projecte.

A la figura 9.2 es mostra el diagrama de Gantt de l'avanprojecte. Es tracta d'una planificació lineal, ja que en aquest cas, no es realitzen tasques en paral·lel, ja que en la fase inicial del projecte, per tal és important definir en l'ordre que es mostren els punts.

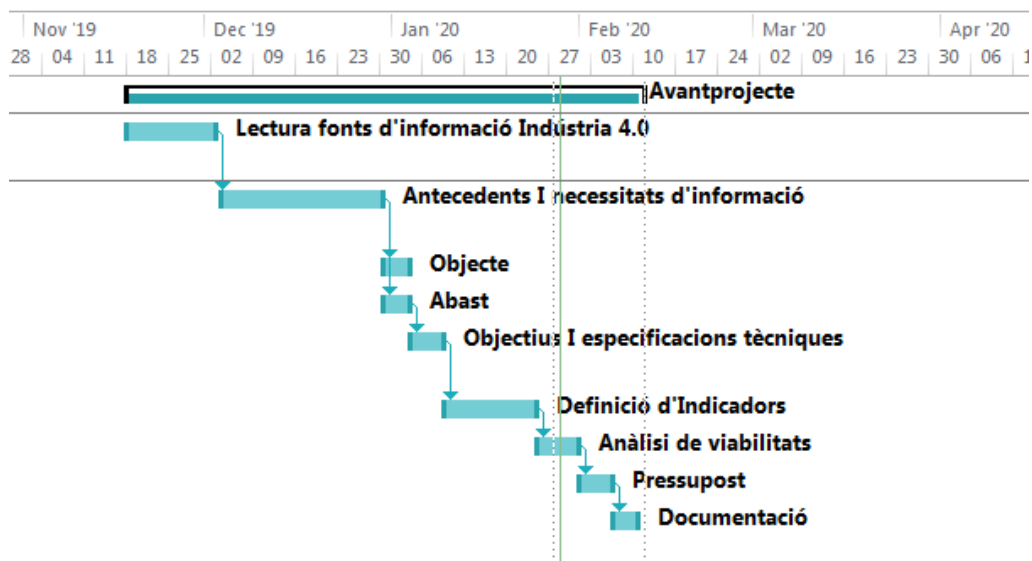


Figura 9.2. Diagrama de Gantt avantprojecte

Font: Elaboració pròpia

## 9.2. Planificació del projecte sencer.

En aquest cas es planifica ja tot el projecte, comptant amb la primera fase de l'avantprojecte i també amb el projecte de detall, el qual dura des del dia 12/02 fins el dia de l'entrega del projecte, el dia 12 de juny del 2020 i amb una durada aproximada de 590 hores.

Num	Tasca	Duració	Inici	Final	Precedència
1	Avantprojecte	205 hores	Dill 18/11/2019	Dimar 11/02/2020	
2	Revisió i redefinició dels indicadors	60 hores	Dime 12/02/2020	Dill 24/02/2020	
3	Creació base de dades	85 hores	Dill 24/02/2020	Div 13/03/2020	2
4	Tractament de dades	55 hores	Div 13/03/2020	Dill 23/03/2020	3
5	Execució anàlisi factorial	75 hores	Dimar 24/03/2020	Dim 08/04/2020	4
6	Execució anàlisi clúster	75 hores	Dim 08/04/2020	Div 24/04/2020	5



7	Execució QCA	75 hores	Div 24/04/2020	Diss 09/04/2020	6
8	Conclusions i anàlisi dels resultats	90 hores	Diss 09/05/2020	Dij 28/05/2020	7
9	Tancament del projecte	45 hores	Dij 28/05/2020	Diss 06/06/2020	8
10	Documentació	30 hores	Dill 24/03/2020	Div 12/06/2020	4

Taula 9-2. Tasques planificades del projecte sencer

Font: Elaboració pròpia

Descripció de les activitats del projecte de detall:

- 1) Revisió i redefinició dels Indicadors: al tractar-se d'una de les parts més importants del projecte, un cop finalitzat l'avantprojecte es tornen a revisar els indicadors per si hi ha alguna possibilitat de millora i per tant de treballar els models amb una millor base.
- 2) Creació de base de dades: amb els indicadors i les dades recollides es crea una base per a poder treballar amb ella.
- 3) Tractament de dades: consisteix en un cop s'ha creat la base de dades durant la tasca anterior, aquí es procedeix a treballar amb elles.
- 4) Execució anàlisi factorial: consisteix en dur a terme aquest model.
- 5) Execució anàlisi clúster un cop s'ha realitzat l'anàlisi factorial, es treballa amb l'anàlisi clúster.
- 6) Execució QCA: finalitzat el model clúster, s'acaba treballant amb el QCA.
- 7) Conclusions i anàlisi de resultats: un cop s'ha treballat amb tots els models estadístics i s'han obtingut els resultats, es procedeix a analitzar-los i a extreure una sèrie de conclusions.
- 8) Tancament del projecte: acabat pràcticament tot el projecte, es realitza un balanç d'aquest i es realitza el tancament.
- 9) Documentació: a partir de tractar les dades, és comença a treballar amb el document del projecte poc a poc durant tot el procés.

A la figura 9.3 es pot observar el diagrama de Gantt de tot el projecte. Es pot apreciar que pràcticament tota la planificació del projecte és lineal. Això és degut a que la existència d'un

sol recurs dificulta l'execució de tasques en paral·lel. A més a més per a dur a terme la majoria de tasques, és necessari que es finalitzi l'anterior realitzada. En el cas de la documentació, es tracta d'una activitat important i que es va realitzant en segon pla mica en mica durant gairebé tot el projecte. Un cop es tenen les dades treballades, es comença a treballar amb la documentació del projecte.

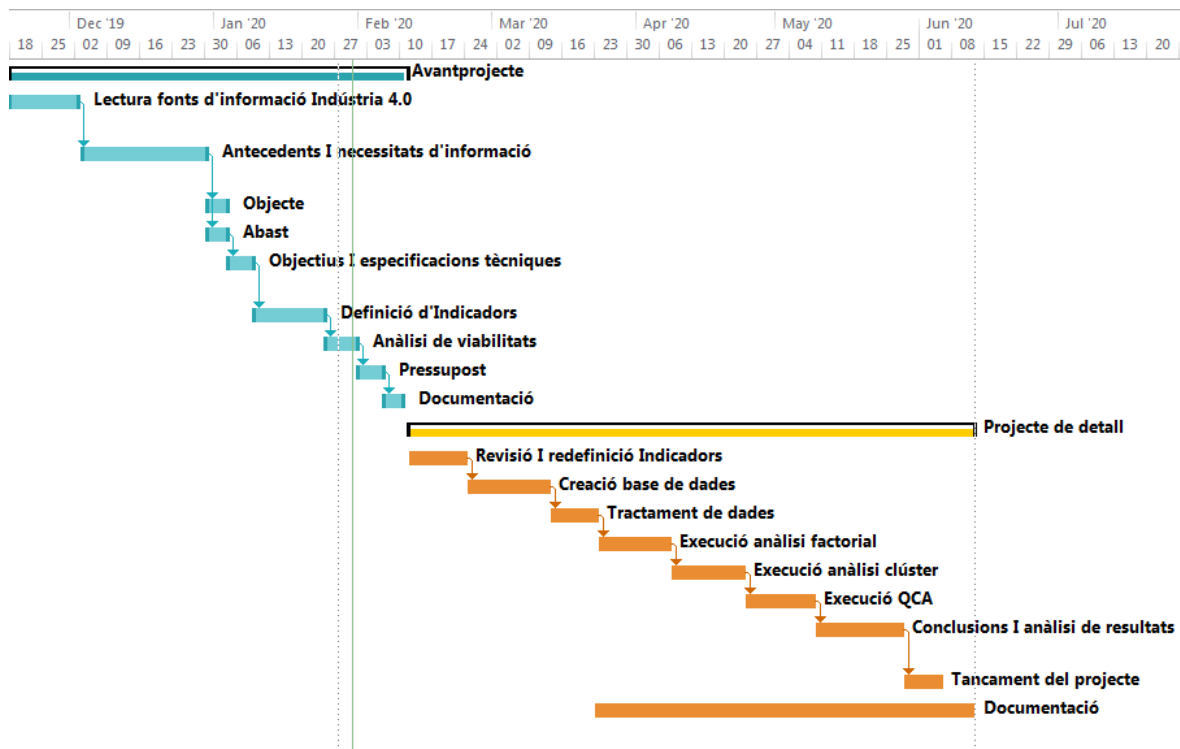


Figura 9.3. Diagrama de Gantt del projecte

Font: Elaboració pròpia

### 9.3. Execució de la planificació.

Durant l'execució del projecte de detall s'ha vist marcat per una sèrie de diferents dificultats no esperades que han provocat l'aparició de certes desviacions respecte a la planificació realitzada inicialment.

Les desviacions manifestades bàsicament han sigut causades per una mala estimació de la durada de tasques determinades.

El primer problema es va presentar amb el treball mitjançant la pàgina Eurostat. Durant el projecte s'ha manifestat el problema que tenia aquesta pàgina amb el filtratge de dades en ocasions. Aquest fet ha comportat que el filtratge no es pogués realitzar de manera

automàtica i s'hagués de filtrar manualment. Com se sap, s'han realitzat vàries proves amb diferents llistats d'indicadors, és a dir, s'han hagut de descarregar varis conjunts de dades, i haver de filtrar manualment en cada ocasió ha comportat més temps del que s'esperava en un inici. Per aquest motiu la tasca "Tractament de dades" ha suposat un total de 65 hores, per tant, 10 hores més de les previstes.

Relacionada amb l'anterior, s'ha produït una altra desviació durant l'execució de l'anàlisi factorial. Amb els diferents conjunts d'indicadors, s'han dut a terme varis anàlisi factorials per tal determinar quin era el més acurat. Aquest temps sumat al de les pertinents comprovacions necessàries per demostrar la validesa del model, ha sigut més elevat del que s'esperava inicialment, ja que trobar un model definitiu on la solució proposada fos la més acurada, ha suposat més proves de les previstes durant l'inici del projecte. La càrrega de feina total han sigut també 10 hores més.

Ha succeït el mateix amb l'anàlisi clúster, on hi ha hagut problemes amb la desagregació dels indicadors nacionals, i en aquest punt s'ha detectat una anomalia en les puntuacions obtingudes. Aquesta entre altres petites problemàtiques han suposat un retrocés en el projecte per tal de pal·liar aquests problemes. Per tant, ha augmentat la càrrega en 10 hores a la tasca de l'execució de l'anàlisi factorial.

Probablement es deu a que durant l'anàlisi factorial i l'anàlisi clúster és important filtrar correctament les dades per una assignació de factors satisfactòria i poder obtenir les puntuacions desitjades. Un cop s'arriba a l'últim model, les dades ja han passat per aquest procés i les proves es redueixen.

La tasca de la documentació s'ha pogut anar realitzant paral·lelament en segon pla durant part del projecte tal i com s'havia previst sense cap problema.

Arribats en aquest punt, la planificació va patir una altra modificació ja que a causa de motius externs, la data final d'entrega es va posposar fins el 3 de juliol, per tant, la data final de la planificació augmentava i era necessari modificar.

Aquest fet no ha suposat grans alteracions, simplement ha permès augmentar el temps en algunes tasques finals per poder repassar i consolidar els resultats finals obtinguts. Per tant, la durada del projecte degut a aquest aplaçament s'ha vist superada de les 800 hores previstes

durant finalment 15 hores més. Com s'ha comentat aquest augment ha ajudat en poder analitzar més còmodament els resultats aconseguits.

Es deixen uns dies de marge entre la finalització del projecte i l'entrega per tal de realitzar una revisió del projecte.

Totes aquestes modificacions, en les quals hi ha hagut una redistribució de tasques per una mala estimació de la durada d'aquestes, han provocat un desajust en el pressupost final del projecte que s'ha hagut de solucionar

A la figura 9.4 es pot apreciar el diagrama de Gantt de la planificació final tenint en compte els ajustos que s'han manifestat en línies anteriors. I a continuació, a la figura 9.5 es pot veure el mateix diagrama però amb el camí crític marcat.

Abans de mostrar els dos diagrames esmentats es mostra la taula amb la planificació de l'execució final amb les durades reals d'execució de les tasques, ja que amb les desviacions les dates d'inici i finalització d'algunes d'elles s'han vist alterades.

Num	Tasca	Duració	Inici	Final	Precedència
1	Avantprojecte	205 hores	Dill 18/11/2019	Dimar 11/02/2020	
2	Revisió i redefinició dels indicadors	60 hores	Dij 20/02/2020	Dill 02/03/2020	
3	Creació base de dades	85 hores	Dim 03/03/2020	Diss 21/03/2020	2
4	Tractament de dades	75 hores	Diss 21/03/2020	Dium 05/04/2020	3
5	Execució anàlisi factorial	85 hores	Dium 05/04/2020	Dium 26/04/2020	4
6	Execució anàlisi clúster	85 hores	Dium 26/04/2020	Dij 14/05/2020	5
7	Execució QCA	75 hores	Dij 14/05/2020	Diss 30/05/2020	6
8	Conclusions i anàlisi dels resultats	80 hores	Diss 30/05/2020	Diss 20/06/2020	7

9	Tancament del projecte	30 hores	Diss 20/06/2020	Div 26/06/2020	8
10	Documentació	35 hores	Dium 05/04/2020	Div 26/06/2020	4

Taula 9-3 Tasques execució projecte de detall

Font: Elaboració pròpia

Es poden observar els dos blocs principals, l'avantprojecte i el projecte de detall, i les tasques que formen cada un d'ells per tal de formar la totalitat de les hores del projecte planificades.

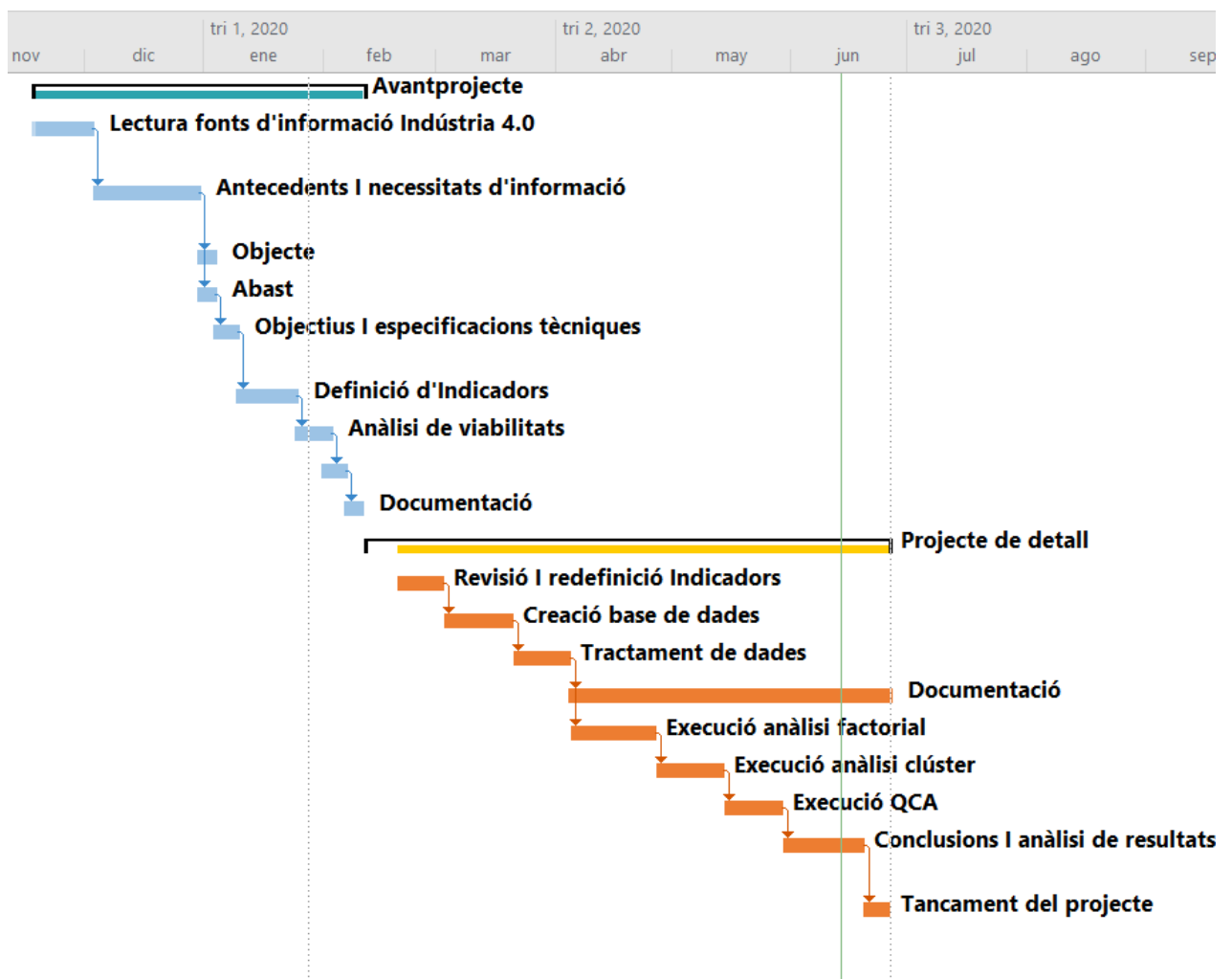


Figura 9.4 Diagrama de Gantt de l'execució de la planificació

Font: Elaboració pròpia

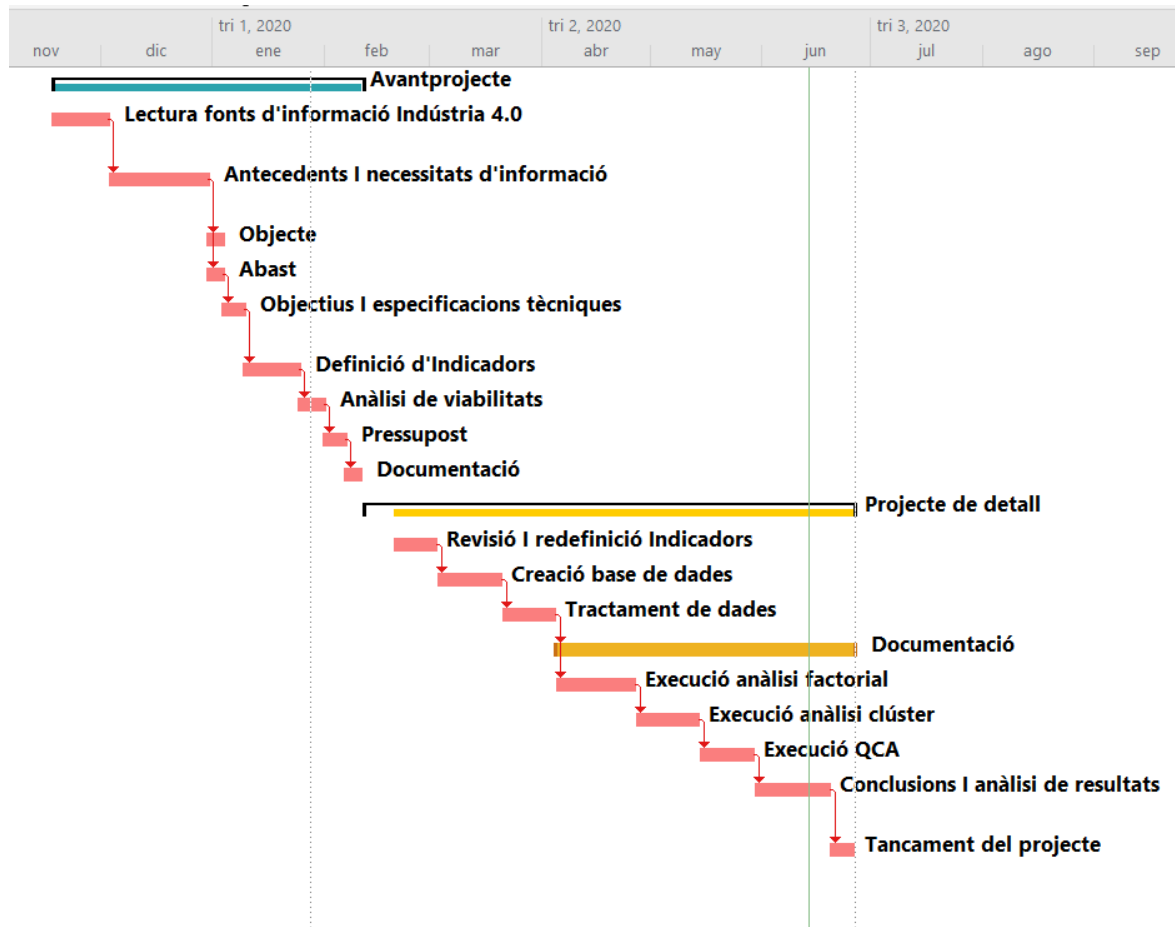


Figura 9.5 Diagrama de Gantt de l'execució de la planificació amb el camí crític

Font: Elaboració pròpia

## 10. Impacte mediambiental.

La manera d'analitzar quin impacte mediambiental té aquest projecte és diferent a la d'un projecte convencional, ja que es tracta d'un estudi teòric. Per tant es plantejarà d'una manera diferent intentant explicar les diferents vies per les quals pot generar un efecte mediambiental ja sigui positiu o negatiu.

En primer lloc, si s'intenta analitzar si es tracta d'un projecte mediambientalment viable i s'analitza amb l'impacte que pot generar de manera directe, es tracta d'un estudi amb un impacte nul. Bàsicament perquè el que es realitza és un estudi teòric per tal de determinar la transició de la Indústria 4.0 de les diferents regions d'Europa, i el que s'utilitza són softwares per tal d'aplicar mètodes estadístics. Per tant, el que es necessita seria un ordinador i material com paper o bolígraf, és a dir, un conjunt d'elements amb un impacte inexistent.

Però aquest treball va més enllà. Es tracta de realitzar un estudi sobre la Indústria 4.0, per tant es pot analitzar de manera indirecte l'impacte que pot generar, és a dir, les accions que es poden agafar com a resultat de la investigació del projecte en qüestió. El concepte Indústria 4.0 com ja s'ha explicat anteriorment, és una revolució que intenta millorar la Indústria convencional, i una de les condicions és que es tracti d'una indústria sostenible i neta. Busca ja no només reduir l'impacte tant en productes, processos o serveis, sinó que tingui un impacte positiu. Es buscarà sempre introduir accions o productes menys contaminants i que per tant redueixin l'impacte. Però també va lligat amb l'entorn 4.0, la introducció de tècniques d'innovació, on amb el propòsit de reduir els costos, es podrien arribar a incrementar les emissions. Si més no, com s'ha comentat s'ha de mantenir una línia innovadora a la vegada que sostenible. Per tant des d'aquest punt de vista es pot considerar que es tracta d'un projecte amb un impacte positiu gràcies al seu enfocament en el context de la Indústria 4.0.

A més es pot anar més enllà, ja que al final d'aquest estudi serveix per veure quines regions d'Europa estan més preparades davant aquest nou context i quines no. I a la vegada, pot servir per fer comprendre als *Policy-Makers*, en quins indicadors o en quins punts tenen mancances i poder millorar o introduir polítiques d'impuls en el context 4.0. Per tant, el seu impacte positiu va més enllà aportant solucions a les regions que no estiguin tant preparades, i d'aquesta manera en un futur puguin reduir també el seu impacte mediambiental.

Per finalitzar l'anàlisi en termes generals, el projecte no té un impacte mediambiental que es pugui tractar directament, però gràcies al seu enfocament en la Indústria 4.0, implica que es converteixi en un projecte mediambientalment viable.



## 11. Conclusions.

El projecte realitzat té com a objectiu ser una eina d'ajuda per determinar l'estat de la Indústria 4.0 a nivell regional, és a dir, que serveixi com a referència per a poder detectar els aspectes més importants d'aquesta nova revolució i poder aplicar polítiques d'impuls i millora i ajudar en la competitivitat de les regions. Per tant, és una eina essencial en primera instància per a *policy makers* amb la qual poden aportar noves visions de millora als territoris en qüestió.

S'ha pogut verificar durant l'estudi del marc conceptual, la importància de la Indústria 4.0 i la necessitat de la indústria convencional en integrar-se en aquest nou context, ja que es tracta d'una tendència en creixement i amb un impuls de millorar la indústria que es coneix avui dia, i poder afavorir i facilitar el desenvolupament tant del sector industrial com de les regions.

Per aportar valor realment a aquest estudi, s'ha deixat de banda el punt de vista subjectiu el qual no aportaria informació clarivident, i s'ha volgut determinar l'estat a partir del mètode científic, utilitzant tècniques estadístiques, on introduint bases de dades tractades s'acaba obtenint resultats clarividents amb els quals es pot extreure la informació definitiva.

Per tal de poder proporcionar un estudi verídic, ha sigut molt important entendre correctament tots els components que afecten a aquesta nova revolució industrial, i a partir d'aquí seleccionar un conjunt d'indicadors que expliquin la major part del context 4.0. D'aquesta manera tractar tota aquesta informació per poder disposar d'una base de dades preparada per introduir-la als softwares corresponents i poder treballar amb ella.

Gràcies a l'anàlisi factorial, de tot el gran conjunt d'indicadors introduïts s'ha pogut identificar cinc factors ben diferenciats entre ells, els quals defineixen àmpliament la indústria 4.0, fet que ha facilitat els anàlisi posteriors amb la resta de models. S'ha posat èmfasi en que no només és determinant la tecnologia, sinó s'ha d'analitzar altres àrees com la sostenibilitat i la reducció de l'impacte mediambiental, o bé la innovació.

S'ha pogut identificar diferents conglomerats gràcies a l'anàlisi clúster. D'aquesta manera s'ha aconseguit dividir per tipologies a totes les regions a partir dels factors generats durant l'anàlisi previ. Amb aquest model, es constata la diferència entre les regions de la UE, on

pràcticament cada un dels grups generats destaca, de manera positiva o negativa en algun dels factors generats.

Finalment, mitjançant l'anàlisi QCA s'ha acabat d'aportar la informació definitiva i oferir una visió més detallada. S'ha aconseguit identificar quines de les combinacions entre els cinc factors creats a partir de l'anàlisi factorial, són les més òptimes. D'aquesta manera s'aconsegueix reduir una mica les necessitats i centrar-se en el resultat o millor dit la combinació, que genera més competitivitat en la Indústria 4.0, ja que és important disposar de tots les recursos identificats en els cinc factors, però per tal de ser una regió amb aquesta nova revolució industrial integrada, no és estrictament necessari contemplar-ho tot, ja que ser potent en tots els aspectes no es tracta d'una tasca senzilla. Així doncs, aquest últim anàlisi és molt important ja que identifica els determinants cap a la nova Indústria.

Existeixen diversos estudis en els quals s'analitza la competitivitat regional a la UE. També es poden trobar diferents estudis d'aquest estil en el qual s'utilitzen tècniques estadístiques per aconseguir un resultat totalment objectiu i amb dades reals. Però aquest projecte presenta algunes diferenciacions respecte als existents. Es tracta d'un estudi el qual analitza única i exclusivament la competitivitat en la Indústria 4.0 i que identifica quins són els determinants per a arribar a aquesta. A més a més, encadena tres models estadístics que mai s'havien treballat conjuntament, com són, l'anàlisi factorial, l'anàlisi clúster i el QCA. La peculiaritat es troba sobretot en aquest últim, ja que és un model poc utilitzat en aquest tipus d'estudis, ja que implica un tractament de dades en concret i en haver treballat prèviament amb l'anàlisi factorial, aquest tractament es veu dificultat (aquesta problemàtica es troba explicada al punt 7 relacionat amb el QCA). Per tant, és un projecte que intenta definir amb un conjunt d'indicadors inicials que intenten definir en la mesura del possible la Indústria 4.0, l'estat d'aquesta nova vessant a nivell regional utilitzant un conjunt de tècniques estadístiques poc usual.

## **11.2. Desviacions.**

Respecte a les desviacions succeïdes durant el projecte, són principalment les ja comentades durant el capítol 9 referent a la planificació del projecte. El problema principal ha sigut una planificació incorrecta d'algunes de les tasques a realitzar a causa de les dificultats trobades durant l'estudi.

La primera dificultat inesperada que va implicar més temps de l'esperat inicialment, va ser el tractament amb la pàgina web Eurostat i el seu filtratge.

Posteriorment les diferents proves necessàries per tal d'aconseguir el millor resultat possible amb l'anàlisi factorial, va implicar un augment de la durada d'aquesta tasca. El mateix va succeir amb l'anàlisi clúster. Es van trobar diferents dificultats per aconseguir el millor resultat possible amb les puntuacions i divisions desitjades, que va anar provocant que es retrocedís al primer model en nombroses ocasions. Per tant totes aquestes dificultats ocasionades sobretot en les tasques de l'execució de l'anàlisi factorial i l'anàlisi clúster van implicar un allargament d'aquestes tasques.

Aquesta alteració manifestada va desencadenar un desajust a la resta de la planificació, així doncs en primera instància semblava que era necessari una retallada considerable per poder arribar a la data final. Però finalment per problemes externs, es va aplaçar tres setmanes l'entrega i no va ser necessari realitzar grans retallades, simplement modificar la data final, i ajustar les hores.

Pel que fa als objectius del projecte s'ha aconseguit complir amb cada un d'ells i les seves respectives especificacions tècniques. S'ha pogut treballar amb indicadors integrats en totes les àrees desitjades. La preocupació més gran era poder arribar a aconseguir resultats satisfactoris amb tots els tres models estadístics i també s'ha complert. En el cas de l'anàlisi factorial els cinc factors són independents entre ells i totalment explicatius en el context 4.0. En l'anàlisi clúster les divisions de regions aconseguides són satisfactòries i amb el QCA s'ha arribat a determinar les combinacions entre els cinc factors més òptimes.

Per tant, l'objectiu d'arribar a aportar un estudi rellevant per determinar l'estat de la indústria 4.0 amb eines estadístiques es pot considerar com a aconseguit.

## **11.2. Millores i futures línies de treball.**

Tot i indicar que el resultat aconseguit compleix els objectius del treball, és evident que sempre existeixen millores que podrien arribar a donar més validesa i valor al resultat final obtingut. Per tant, es proposen diferents millores i futures línies de treball que podrien millorar i continuar amb el projecte iniciat.

- Si es disposés de més temps per a aquest projecte, per exemple, es podria arribar a cercar més indicadors en altres vies d'informació que per problemes de temps no era possible realitzar-ho durant aquest període.
- Relacionat amb l'anterior, aconseguir tots els indicadors desitjats a nivell regional, ja que així s'aconseguiria una major exactitud en els resultats.
- En línia amb l'anterior, si al final no existís la possibilitat de poder arribar a disposar de tota la informació a nivell NUTS 2, intentar millorar o optimitzar l'algoritme emprat per a desagregar els indicadors nacionals a nivell regional. Tot i aconseguir uns resultats acceptables en aquest aspecte, amb més temps es podria arribar a estudiar una altra alternativa per verificar els resultats obtinguts.
- Intentar que els indicadors que a última hora s'han hagut d'eliminar, mantenir-los i realitzar els ajustaments necessaris per assolir el propòsit.
- Realitzar més proves en cada un dels anàlisis, com per exemple, en l'anàlisi clúster, estudiar tant un anàlisi jeràrquic com un no jeràrquic i comparar-los i valorar quina seria la millor proposta o la més interessant.

Un altre exemple seria el del QCA, en el qual a la variable dependent, es podrien haver estudiat més alternatives de les ja realitzades per veure si es podia arribar a altres combinacions que també aportessin la informació desitjada.

És a dir, en línies generals, aprofundir encara més amb els models estadístics.

## 12. Bibliografia.

- [1] SCHWAB, K. (s.d.). *The Fourth Industrial Revolution*. World Economic Forum pp 11-17.
- [2] Fundación Cotec (2015). *La fabricación inteligente. El papel de las TIC en la cuarta revolución industrial: La fabricación inteligente*. Fundación Cotec. Fundación para la innovación tecnológica.
- [3] HENG, S. (2014) *Industry4.0. Upgrading of Germany's industrial capabilities on the horizon*. Sector Research, Deutsche Bank.
- [4] Ministerio de Industria, Energía y Turismo (2015). *Industria conectada 4.0, La transformación digital de la industria española*. Ministerio de Industria, Energía y Turismo, Gobierno de España.
- [5] KPMG writing team (2016). *Factory of the Future, Industry 4.0, The challenges of tomorrow*. KPMG, pp 43-50
- [6] ATS Global (2018) Smart Manufacturing/ Industria 4.0 [ONLINE]. Disponible a: <https://www.ats-global.com/es/conocimiento/smart-manufacturing-industria-4-0/> (Gen,2020)
- [7] HERTERICH, M., MIKUSZ, M., NOVALES, A., MOCKER, M., SIMONOVICH,D., PÜSCHEL,L. I REIFF-MARGANIEC,S. (2015). *Constructing Ambient Intelligence*. Computers in Industry, Vol. 58, No. 1, pp. 45-52.
- [8] LEE, J. , BAGHERI, B. , HUNG-AN, K. (2014), *A Cyber-Physical Systems architecture for Industry 4.0-based manufacturing systems*. NSF Industry/University Cooperative Resarch Center on Intelligent Maintenance Systems (IMS).
- [9] BAHETI, R i GILL, H. (2011). *Cyber-physical systems*. Impact Control Technologies, pp 1-6.
- [10] ATZORI, L. , IERA, A. i MORABITO, G. (2010). *The Internet of Things. A survey*. Computer Networks. ELSEVIER. , pp 1-19

- [11] DELOITTE (s.d.). IoT-Internet Of Things [ONLINE]. Disponible a: <https://www2.deloitte.com/es/es/pages/technology/articles/IoT-internet-of-things.html> (Gen,2020)
- [12] AER Automation (2019). Robótica Colaborativa. [ONLINE]. Disponible a: <https://www.aer-automation.com/mercados-emergentes/robotica-colaborativa/> (Gen, 2020)
- [13] Universal Robots (s.d.) Robótica Colaborativa. [ONLINE]. Disponible a: <https://www.universal-robots.com/es/cobots-robots-colaborativos/> . (Gen, 2020)
- [14] MELL, P. i GRANCE, T. (2011). *The NIST Definition of Cloud Computing*. National Institute of Standards and Technology. Special Publication 800-145.
- [15] Sales Force (2017). ¿Qué es Cloud Computing? [ONLINE]. Disponible a: <https://www.salesforce.com/mx/cloud-computing/>, (Gen,2020)
- [16] Power Data (s.d.). Big Data: ¿En qué consiste? Su importancia, desafíos y gobernabilidad. [ONLINE], Disponible a: <https://www.powerdata.es/big-data>, (Gen,2020)
- [17] Facultad de Estudios Estadísticos, Universidad Complutense de Madrid (2019), ¿Qué es Big Data?. [ONLINE], Disponible a: <https://www.masterbigdataucm.com/que-es-big-data/>, (Gen, 2020).
- [18] Gedesco (s.d.) Crowdsourcing: qué es y cómo funciona. [ONLINE], Disponible a: <https://www.gedesco.es/blog/crowdsourcing-que-es-y-como-funciona/>,(Gen, 2020).
- [19] BLANCO, R. , FONTRODONA, J. , POVEDA, C. ,(2018). *La industria 4.0: El Estado de la Cuestión*. Generalitat de Catalunya, Ajuntament de L'Hospitalet de Llobregat , pp 151-163.
- [20] Unir, La Universidad en Internet (2018), Qué es la innovación y por qué es importante en la Cuarta Revolución Industrial, [ONLINE], Disponible a: <https://mexico.unir.net/vive-unir/innovacion-cuarta-revolucion-industrial/>, (Gen,2020)

- [21] Eurostat, Your key to European statistics (2019), DataBase, [ONLINE], Disponible a: [https://ec.europa.eu/eurostat/data/database?p\\_p\\_id=NavTreeportletprod\\_WAR\\_NavTreeportletprod\\_INSTANCE\\_nPqeVbPXRmWQ&p\\_p\\_lifecycle=0&p\\_p\\_state=normal&p\\_p\\_mode=view&p\\_p\\_col\\_id=column2&p\\_p\\_col\\_pos=1&p\\_p\\_col\\_count=2](https://ec.europa.eu/eurostat/data/database?p_p_id=NavTreeportletprod_WAR_NavTreeportletprod_INSTANCE_nPqeVbPXRmWQ&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column2&p_p_col_pos=1&p_p_col_count=2), (Gen,2020)
- [22] Comisión Europea, Desarrollo General y urbano de la UE, Política Regional (2019), European Regional Competitiveness Index, [ONLINE], Disponible a: [https://ec.europa.eu/regional\\_policy/es/information/maps/regional\\_competitiveness/](https://ec.europa.eu/regional_policy/es/information/maps/regional_competitiveness/), (Gen, 2020)
- [23] BARBENA, P. (2019), *Nous requeriments per al disseny de producte en el context de la indústria 4.0: Una aproximació Metodològica*, Escola Superior Politècnica, TecnoCampus, Mataró.
- [24] PALACIOS, P. (2015), *Tipologies dels sistemes regionals d'innovació en la UE-28. Els determinants de l'entorn d'innovació*. Escola Superior Politècnica, TecnoCampus, Mataró.
- [25] DE LA FUENTE, S. (2011), *Análisis factorial*. Fac. Ciencias Económicas y Empresariales, UAM.
- [26] FAN, Y., ZHAO, D., ZHANG, L., HUANG, S., I LIU, B. (s.d.). *Manufacturing Grid: Needs, Concept and Architecture*. Departament d'Automatització, Tsinghua University.
- [27] Deusto Facultad de Ingeniería, Riesgos en el entorno Cloud. Una perspectiva holística de los riesgos (2018), PublicaTIC, [ONLINE], Disponible a: <https://blogs.deusto.es/master-informatica/riesgos-en-el-entorno-cloud-una-perspectiva-holistica-de-los-riesgos/> (Abr,2020).
- [28] Matemáticas Visuales, Distribución Normal (s.d.), [ONLINE], Disponible a: <http://www.matematicasvisuales.com/html/probabilidad/varaleat/normal.html> (Abr,2020).

- [29] HORRILLO, J. (2015), *Factors determinants de la transició dels districtes industrials cap a entorns innovadors a Europa: el cas de l'àrea de Mataró*, Universitat Oberta de Catalunya.
- [30] RAGIN, C., DRASS, K. (2017), *User's guide to Fuzzy-Set/ Qualitative Comparative Analysis*, Department of Sociology, University of California.





