

Grau en Enginyeria Mecànica

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

Memòria

VÍCTOR HERNÁNDEZ BALLESTER
PONENT: JULIÁN HORRILLO 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
6.1. Anàlisi factorial.....	53
6.1.1. Fonament teòric.....	53
6.1.2. Funcionament pràctic mitjançant SPSS.....	56
7. Mostra de resultats.....	63

7.1. Anàlisi factorial.	63
7.1.1. Modificacions dels indicadors.	63
7.1.2. Resultats de l'anàlisi factorial.	65
7.2.2. Anàlisi posterior.	69
8. Determinants de la transició cap a la Indústria 4.0.	81
9. Planificació.	97
9.1. Planificació de l'avantprojecte.	98
9.2. Planificació del projecte sencer.	100
9.3. Execució de la planificació.	102
10. Impacte mediambiental.	107
11. Conclusions.	109
11.2. Desviacions.	110
11.2. Millores i futures línies de treball.	111
12. Bibliografia.	113

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 compilar anàlisi factorial.	57
Figura 6.2. Introducció de dades	57
Figura 6.3. Opció Extracció.	58
Figura 6.4. Mètode d'extracció: anàlisi de components principals.	58
Figura 6.5. Valor KMO de l'anàlisi factorial.	59
Figura 6.6. Taula de comunalitats	60
Figura 6.7 Variància total explicada.	61
Figura 6.8 Matriu de components rotats.	61
Figura 7.1 Mapa del Factor 1.	70
Figura 7.2 Mapa del Factor 2.	72
Figura 7.3 Anàlisi de factors F1/F2	73
Figura 7.4 Anàlisi F1/RCI	75
Figura 7.5 Anàlisi F2/RCI	77
Figura 8.1 Mapa regions combinació 1	86
Figura 8.2 Mapa regions combinació 2	88
Figura 8.3 Mapa regions combinació 3	91
Figura 8.4 Mapa regions combinació 4	94

Figura 9.1. Dies marcats com a festius.....	97
Figura 9.2. Diagrama de Gantt avantprojecte	100
Figura 9.3. Diagrama de Gantt del projecte	102
Figura 9.4 Diagrama de Gantt de l'execució de la planificació	105
Figura 9.5 Diagrama de Gantt de l'execució de la planificació amb el camí crític	106

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 6-1: Relació valors KMO i la seva validesa.....	55
Taula 7-1. Factor 1 Habilitadors de la Indústria 4.0.....	65
Taula 7-2: Factor 2 Entorn productiu i capital humà.....	66
Taula 7-3 Factor 3 Potencial innovador del sector empresarial.....	66
Taula 7-4 Factor 4 Sostenibilitat.....	66
Taula 7-5 Factor 5 Administració.....	66
Taula 7-6 Regions amb puntuacions més elevades.....	73
Taula 7-7 Regions amb les puntuacions més baixes.....	74
Taula 7-8 Regions amb puntuacions més elevades.....	76
Taula 7-9 Regions amb puntuacions més baixes.....	76
Taula 7-10 Regions amb puntuacions més elevades.....	77
Taula 7-11 Regions amb puntuacions més baixes.....	78
Taula 8-1 Regions més competitives amb la combinació 1.....	86
Taula 8-2 Regions més precàries amb la combinació 1.....	87
Taula 8-3 Regions més competitives amb la combinació 2.....	89
Taula 8-4 Regions més precàries amb la combinació 2.....	90
Taula 8-5 Regions més competitives amb la combinació 3.....	91
Taula 8-6 Regions més precàries amb la combinació 3.....	92
Taula 8-7 Regions més competitives amb la combinació 4.....	93
Taula 8-8 Regions més precàries amb la combinació 4.....	95
Taula 9-1: Tasques planificades de l'avantprojecte.....	99
Taula 9-2. Tasques planificades del projecte sencer.....	101
Taula 9-3 Tasques execució projecte de detall.....	105

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.

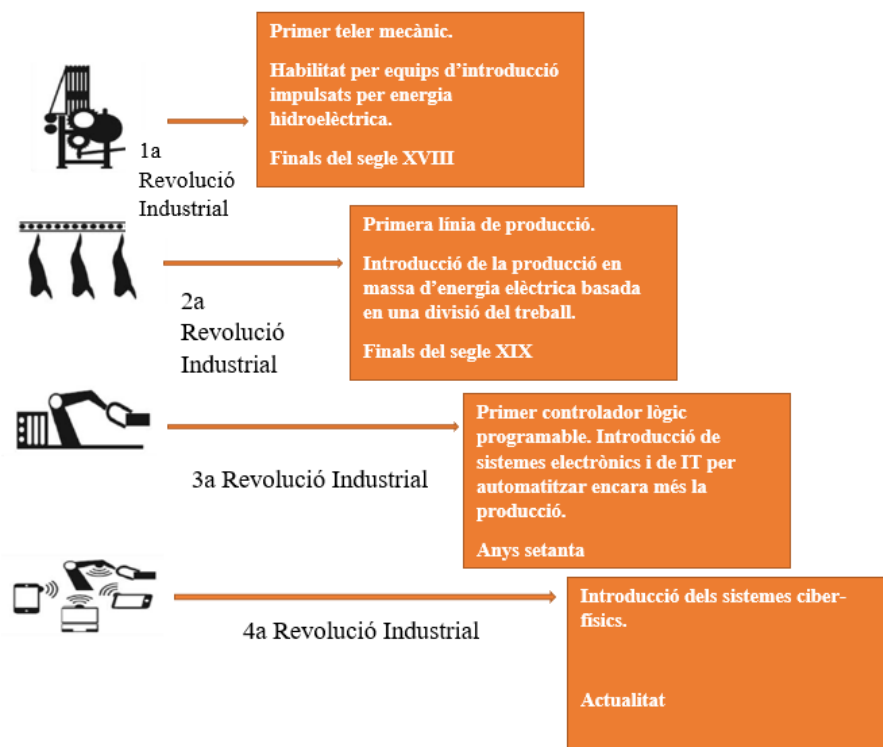


Figura 2.1. Revolucions industrials al llarg de la història.

Font: Adaptada de [3]

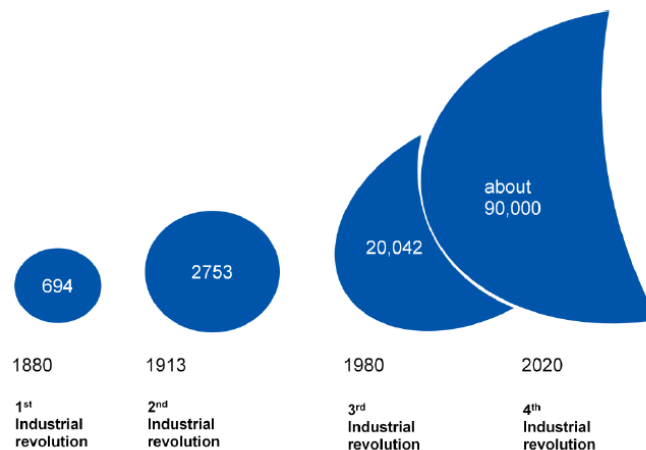


Figura 2.2. Evolució del PIB.

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.

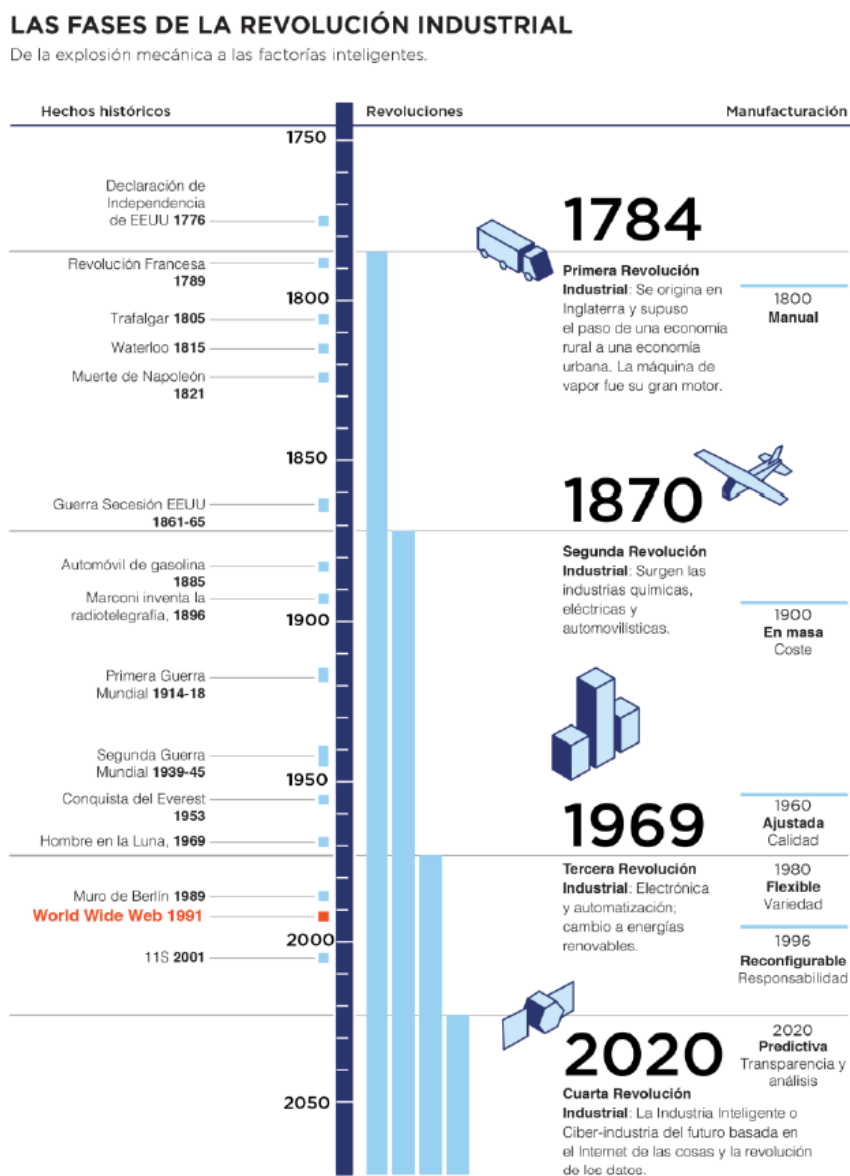


Figura 2.3. Fases de la revolució industrial.

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

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.

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 podrà veure el tractament de l'anàlisi factorial.

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.

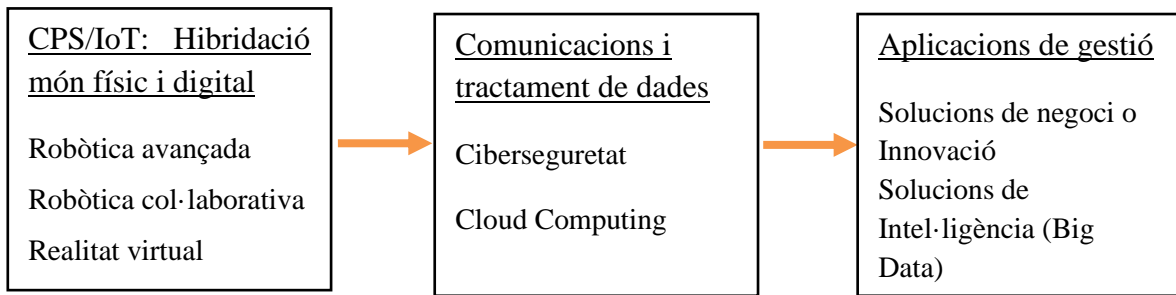


Figura 4.2. Tecnologies de la Smart Factory

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.

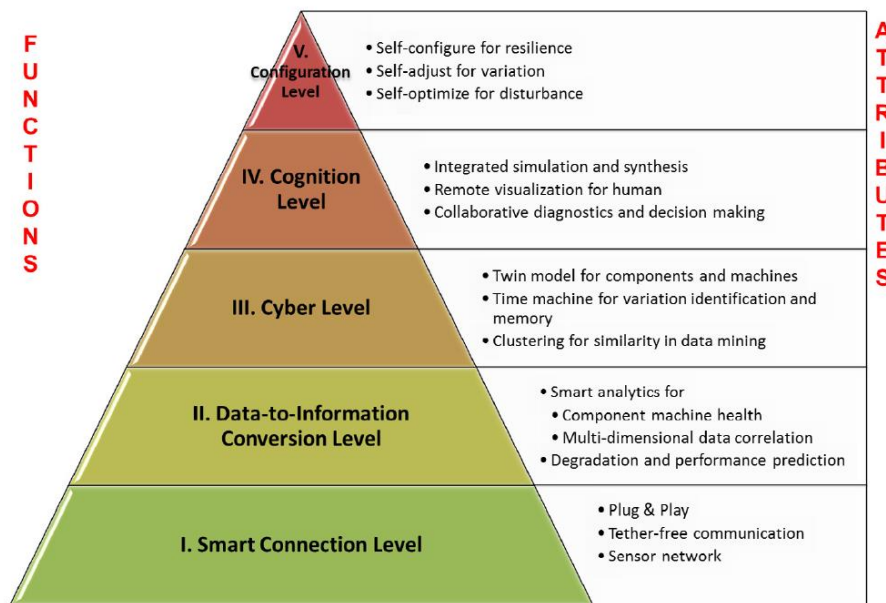


Figura 4.4. Estructura piramidal arquitectura 5C.

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 algorismes 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.

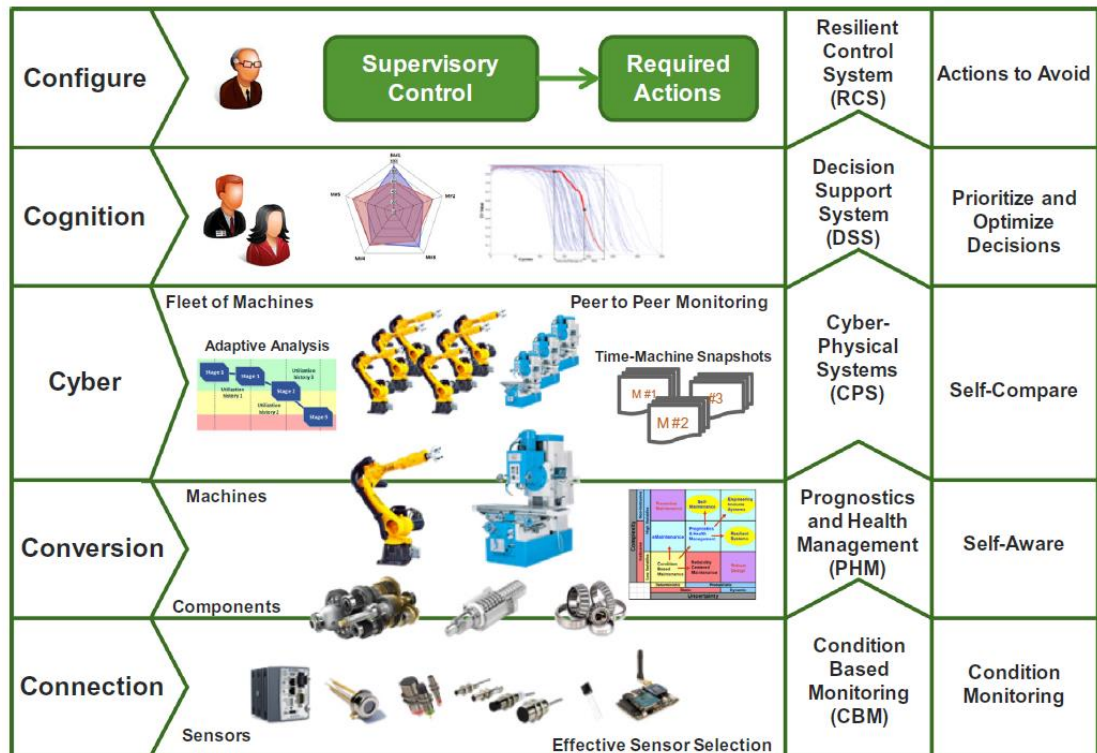


Figura 4.5. Flux de treball seqüencial arquitectura 5C.

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 complexos 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.

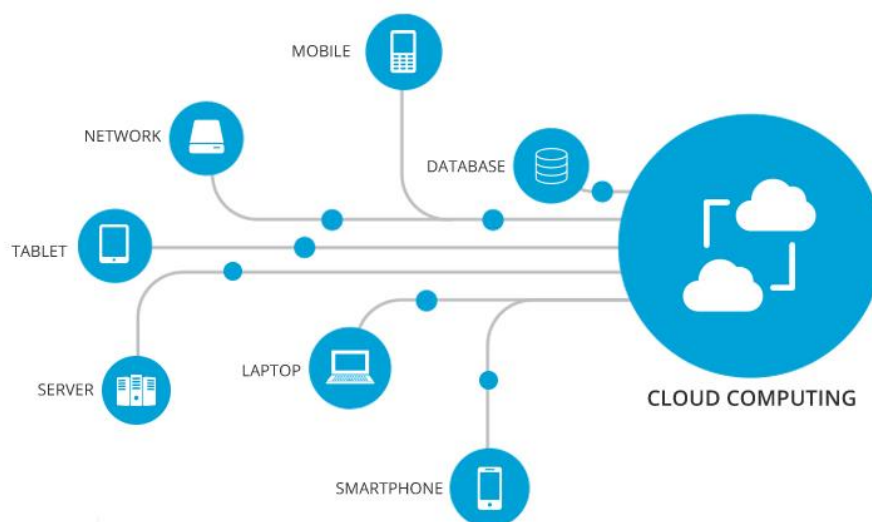


Figura 4.7. Concepte general de la tecnologia Cloud Computing.

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:

Dades estructurades	Dades no estructurades	Dades semiestructurades
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 dóna 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'introduïrien 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.

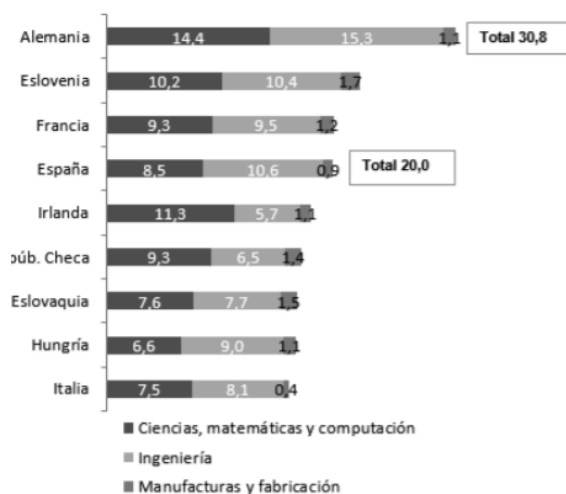


Figura 4.8. Percentatge de graduats any 2014.

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.

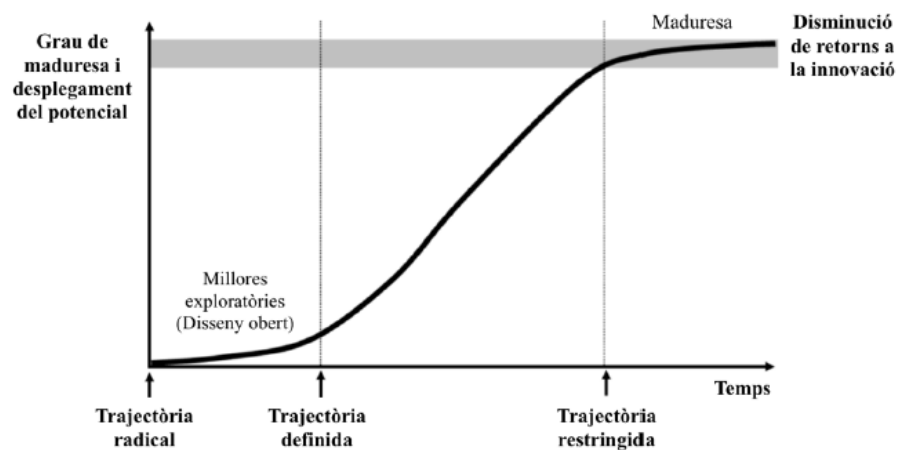


Figura 4.9. Corba logística de la tecnologia individual.

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.

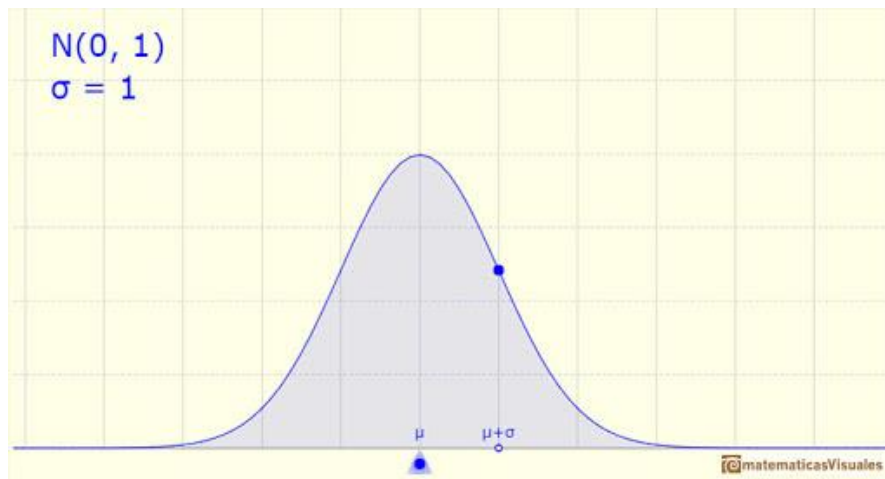


Figura 5.1. Distribució normal.

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

μ és la mitjana del conjunt

σ 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.

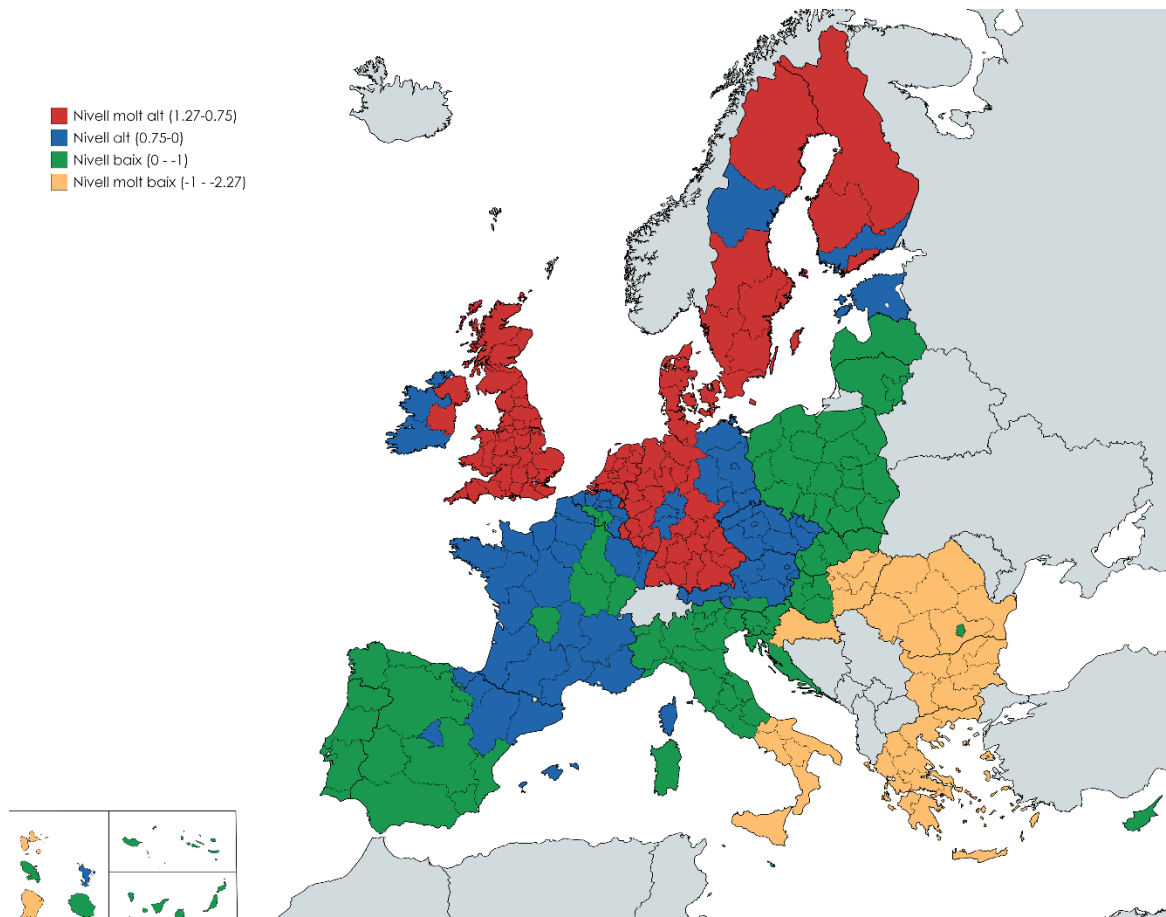


Figura 5.2: Índex RCI a nivell NUTS 2.

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/km²)

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 procedirà a explicar l'anàlisi factorial realitzat i tot el relacionat amb aquest anàlisi. Els dos restants es poden trobar a la memòria corresponent a l'enginyeria electrònica.

6.1. Anàlisi factorial.

6.1.1. Fonament teòric.

Degut a la gran quantitat d'indicadors que s'han definit en l'apartat anterior, realitzar un tractament directe és molt difícil. Aquest tipus d'anàlisi serveix com a primer pas per processar els indicadors escollits.

Es tracta d'un mètode estadístic multivariant el qual pretén definir una estructura a partir d'una matriu de dades. L'objectiu és realitzar un resum i una reducció de les dades. Concretament en aquest projecte, és una eina que permet reduir dades agrupant els diferents indicadors obtinguts en grups homogenis formats per diversos indicadors. La creació d'aquests grups, es realitza en funció de la correlació existent entre els indicadors. Aquests grups s'anomenen factors. Així doncs, els indicadors amb una major correlació acabaren en el mateix factor.

Aquest model tracta totes les variables de manera simultània, de manera que cadascuna està relacionada amb la resta i no existeixen variables independents. Aplicant un anàlisi factorial es pot reduir el nombre de dimensions necessàries trobant grups de variables que tinguin el mateix significat, o bé semblant.

Un anàlisi factorial consta de diverses etapes:

- Formulació del problema.
- Càlcul d'una matriu que sigui capaç d'expressar la variabilitat conjunta de totes les variables.
- Extracció del número òptim de factors.
- Rotació de la solució per facilitar la interpretació.
- Estimació de les puntuacions dels subjectes en les noves dimensions.
- Validació del model:
 - Càlcul de puntuacions factorials.
 - Selecció de variables representatives.

En aquest model es poden realitzar vàries suposicions:

- 1) *Les variables i els factors estan estandarditzats:* amb això es vol dir que la mitjana sempre serà 0 i la variància 1.
- 2) *Els indicadors inicials estan relacionats:* és a dir, que tots els indicadors estan relacionats en diferents graus. En el cas que hi hagués un indicador que no tingués relació amb la resta, s'hauria de valorar si aquest indicador és suficientment important com per crear un factor exclusivament per ell, o si no és significativament i d'aquesta manera es pot descartar del model.

L'anàlisi factorial opera sobre ρ variables $\{x_1, x_2, \dots, x_{\rho-1}, x_\rho\}$, que en el cas d'aquest projecte són els indicadors, Estan definides sobre la mateixa població, que comparteixen m ($m < \rho$) causes comunes. Consisteix a trobar els factors comuns $\{z_1, z_2, \dots, z_m\}$ i factors únics $\{\varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots, \varepsilon_m\}$ i la seva contribució a les variables originals.

Es defineix d'aquesta manera:

$$x_\rho = a_{\rho 1}z_1 + a_{\rho 2}z_2 + \dots + a_{\rho m}z_m + b_\rho\varepsilon_\rho \quad (6.1)$$

Les equacions del model amb estructura matricial es representen de la següent manera:

$$\begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_\rho \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1m} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{\rho 1} & a_{\rho 2} & \dots & a_{\rho m} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} z_1 \\ z_2 \\ \vdots \\ z_m \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} b_1\varepsilon_1 \\ b_2\varepsilon_2 \\ \vdots \\ b_\rho\varepsilon_\rho \end{bmatrix} \quad (6.2)$$

L'expressió final queda:

$$X = AZ + \xi \quad (6.3)$$

Una vegada l'anàlisi s'ha realitzat, per tal de confirmar que s'ha efectuat correctament i, que per tant el resultat és apte, s'hauran de valorar si les correlacions entre les variables són altes. Per aquesta comprovació s'utilitza la matriu de correlació i l'Adequació de la mostra KMO proposada per Kaier, Meyer i Olkin.

$$KMO = \frac{\sum_{i \neq j} \sum r_{ji}^2}{\sum_{i \neq j} \sum r_{ji}^2 + \sum_{i \neq j} \sum a_{ji}^2} \quad (6.4)$$

KMO és un índex que pot prendre valors entre 0 i 1. S'utilitza per comparar les magnituds dels coeficients de correlació. Com més petit és aquest valor, el valor dels coeficients de correlació és major, i per tant, és menys desitjable realitzar un anàlisi factorial .

A la taula 6.1 es poden veure les relacions entre el valor del *KMO* i la seva validesa:

Valor KMO	Validesa
0.9	Excel·lent
0.8	Baix
0.7	Notable
Més petit o igual a 0.6	No és viable

Taula 6-1: Relació valors KMO i la seva validesa

Font: Adaptada de [23]

Com que els factors intenten simplificar les correlacions entre les variables a través de matriu de correlacions, les variables originals també es tipificaran :

$$x_1 = \frac{x_1 - \bar{x}}{\sigma_x} \quad (6.5)$$

I segons les propietats de la variància:

$$\begin{aligned} \text{var}(x_1) = & a_{i1}^2 \text{var}(z_1) + a_{i2}^2 \text{var}(z_2) + \dots \\ & + a_{im}^2 \text{var}(z_m) + b_i^2 \text{var}(\varepsilon_1) \end{aligned} \quad (6.6)$$

La variància indica les diferències que existeixen a cada una de les respostes dels ítems que s'estudien. Existeixen dos tipus de variàncies, la *conjunta* i la *no compartida*.

Es poden definir les correlacions entre dos variables:

$$\text{corr}(X_i X_{i'}) = \frac{\text{cov}(x_i x_{i'})}{\sigma_i \sigma_{i'}} \quad (6.7)$$

Tot el que s'ha comentat fins ara, és per determinar si l'anàlisi factorial és viable. Si és afirmatiu, es continuarà el procés amb aquest mètode. Si no és viable, s'haurà de començar de nou l'estudi per tal de trobar el millor mètode.

Si és viable els mètodes amb els que es pot realitzar el següent pas són:

- Mètode de les components principals
- Mètode per eixos principals
- Mètode de la màxima versemblança
- Altres

6.1.2. Funcionament pràctic mitjançant SPSS.

Per tal de dur a terme l'anàlisi factorial s'ha utilitzat el software SPSS tal i com mostra el títol.

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 s'explicarà tot el procés per arribar a aconseguir els resultats de l'anàlisi factorial mitjançant el software.

Passos a seguir per a realitzar l'anàlisi factorial en el programa. Posteriorment s'explicaran els detalls a tenir en compte per tal d'obtenir un resultat satisfactori.

S'inicia el programa i a la pàgina principal es pot observar una taula buida on s'han d'introduir les dades a tractar. L'usuari s'ha de dirigir al desplegable de la zona superior i seguir els següents passos: *Analizar > Reducción de dimensiones > Factor*.

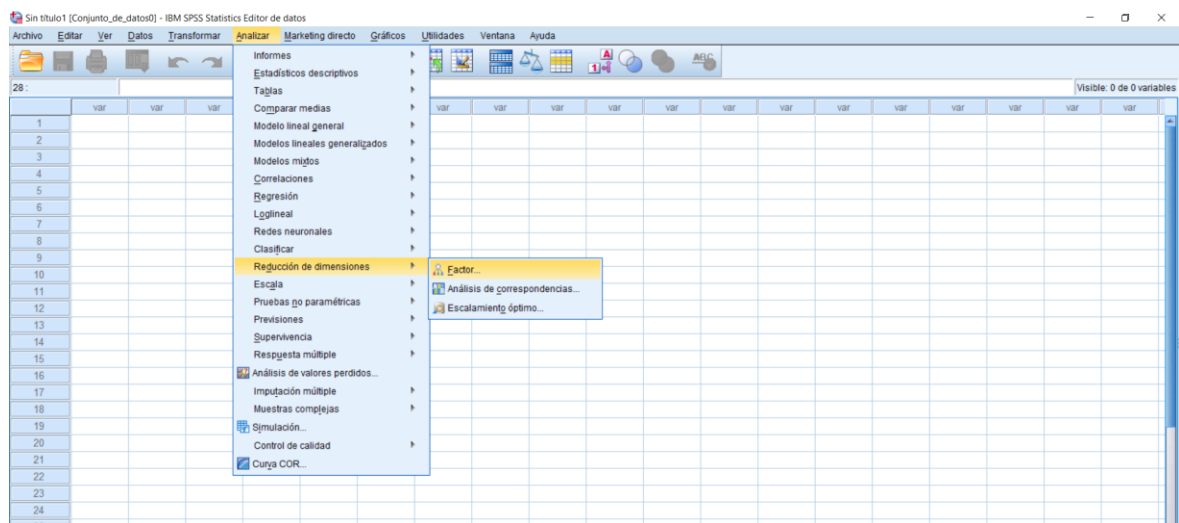


Figura 6.1. Desplegable a seguir per compilar anàlisi factorial.

Font: Elaboració pròpia

Un cop es dona a l'opció *Factor* s'ha de seleccionar les dades tal i com es mostra a la figura 6.2.

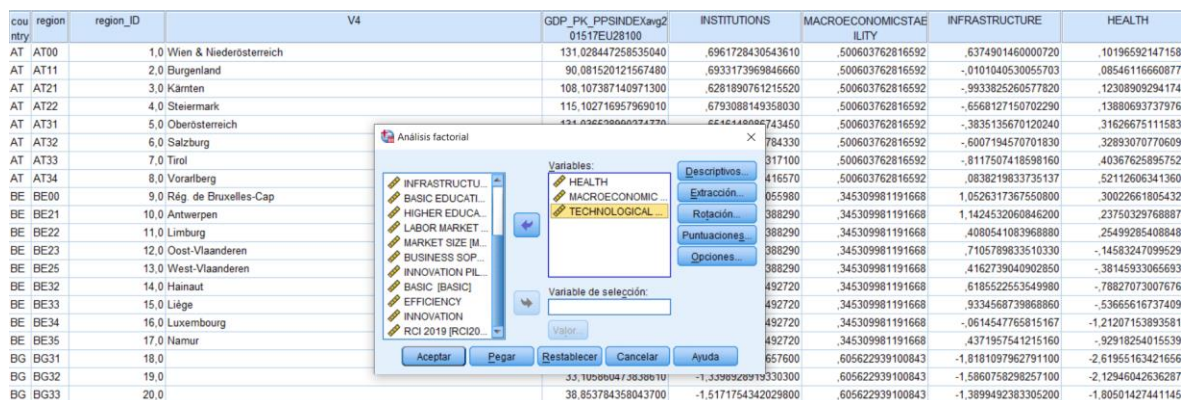


Figura 6.2. Introducció de dades .

Font: Elaboració pròpia

A l'opció Extracció es pot canviar el mètode desitjat. Per defecte el software ens indica el mètode de Components principals. Els mètodes disponibles apart del mencionat són: Mínims quadrats no ponderats, Mínims quadrats generalitzats, Màxima versemblança, Factorització d'eixos principals, Factorització Alfa i Factorització Imatge.

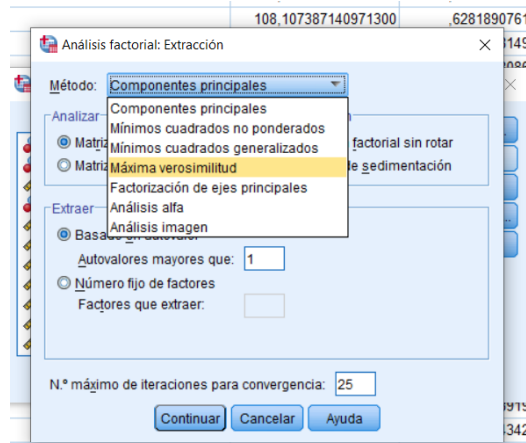


Figura 6.3. Opció Extracció.

Font: Elaboració pròpia

El primer que es realitza és determinar l'estructura factorial necessària, a la opció Extraer s'utilitza el mètode Kaiser que determina tants factors com autovalors majors que 1. És el mètode per defecte que realitza SPSS.

Varianza total explicada

Componente	Autovalores iniciales			Sumas de extracción de cargas al cuadrado		
	Total	% de varianza	% acumulado	Total	% de varianza	% acumulado
1	6,597	65,967	65,967	6,597	65,967	65,967
2	1,251	12,513	78,480	1,251	12,513	78,480
3	,759	7,586	86,066			
4	,579	5,792	91,858			
5	,276	2,763	94,621			
6	,233	2,327	96,948			
7	,182	1,818	98,766			
8	,118	1,176	99,942			
9	,006	,058	100,000			
10	8,882E-16	8,882E-15	100,000			

Método de extracción: análisis de componentes principales.

Figura 6.4. Mètode d'extracció: anàlisi de components principals.

Font: Elaboració pròpia.

A l'executar s'obté la imatge de la figura 6.4. La regla de Kaiser proporciona una estructura factorial amb tres valors que expliquen el 81,946 % de la variància total.

Una vegada explicat de manera general el procés a seguir, s'entrarà a explicar els punts claus a tenir en compte per aconseguir el resultat adequat per continuar amb l'estudi.

És molt important realitzar una sèrie de comprovacions durant l'anàlisi per tal que els resultats surtin amb èxit i siguin coherents.

La primera comprovació important a realitzar consisteix en consultar el determinant de la matriu de correlacions. Si el determinant és molt proper a 0, indica que les variables analitzades, estan linealment relacionades, i això és indicatiu que en primera instància l'anàlisi factorial és un mètode apropiat.

El resultat del determinant de la matriu de correlacions del model implementat finalment és igual a: $Determinant = 1.01 \times 10^{-11}$

Com s'observa el resultat és pràcticament 0 per tant és completament vàlid. A l'annex 3 es pot veure la matriu de correlacions sencera. En les diferents proves realitzades el determinant de la matriu sempre donava un resultat proper a 0.

La comprovació següent és la comprovació del KMO tal i com s'ha comentat a la part teòrica. El que s'encarregava aquest valor era de contrastar si eren suficientment petites les correlacions parcials entre les diferents variables analitzades. Si el valor era més proper a 0, significa que les correlacions entre els parells de variables no poden ser explicades per altres variables i l'anàlisi factorial no seria vàlid.

Prueba de KMO y Bartlett		
Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación de muestreo		.807
Prueba de esfericidad de Bartlett	Aprox. Chi-cuadrado	6325,237
	gl	231
	Sig.	,000

Figura 6.5. Valor KMO de l'anàlisi factorial.

Font: Elaboració pròpia

A la figura 6.5 es pot veure com el KMO té un valor de 0,807. És un valor molt proper a 1, per tant segueix sortint un anàlisi vàlid.

La comunalitat és un altre aspecte que cal valorar de l'anàlisi factorial. La comunalitat consisteix en la proporció de la variància explicada pels factors comuns en una variable. És a dir que la comunalitat expressa si la informació que proporciona la variable en qüestió està ben explicada dins del model.

Comunalidades		
	Inicial	Extracción
Cloud_Comp_Empr	1,000	,866
Big_Data_Empr	1,000	,842
Robot_3D_Empr	1,000	,905
Supply_Chain_Manag	1,000	,531
Usuar_Internet	1,000	,712
Empr_Software	1,000	,829
Xarxes_Socials_Empr	1,000	,814
Desp_ID_Uni	1,000	,766
Desp_ID_Empr	1,000	,851
Desp_Innov	1,000	,880
Digital_Skills_Usuar	1,000	,791
Ocup_Tecno_AltN	1,000	474
PIB	1,000	,905
VAB	1,000	,833
Residus	1,000	,576
Pers_ID_Empr	1,000	,808
Pers_ID_Uni	1,000	,658
Desp_Admin	1,000	,760
Pers_Admin	1,000	,903
Densitat_Pobl	1,000	,762
Renda_Fam	1,000	,767
Rec_EnergR1_IncinD10	1,000	,668

Figura 6.6. Taula de comunalitats

Font: Elaboració pròpia

La norma diu que generalment que el valor de la comunalitat ha de ser superior 0,5 per donar-lo com a vàlid. A la figura 6.6 on es poden veure totes les comunalitats del model, es pot detectar com l'indicador de l'ocupació en la tecnologia d'alt nivell, té un valor ínfimament inferior a 0,5. Tot i això es dona com a correcte per un motiu que més endavant s'explicarà justificant així la seva acceptació. Amb la mateixa línia es pot observar dos indicadors més amb una puntuació lleugerament superior a 0,5 (Supply Chain Management i els residus) que es mantenen pels mateixos motius.

Un altre aspecte que s'ha remarcat molt durant el fonament teòric, és el de la variància total. La variància total explicada mitjançant l'anàlisi de components principals es tracta d'una comprovació molt important per determinar si el model és útil. El percentatge indica quanta

del informació que s'introdueix mitjançant les variables (els indicadors en aquest cas) queda explicada i representada amb els factors que s'obtenen.

Varianza total explicada					
Sumas de cargas al cuadrado de la extracción			Sumas de cargas al cuadrado de la rotación		
Total	% de varianza	% acumulado	Total	% de varianza	% acumulado
9,458	42,990	42,990	5,881	26,734	26,734
3,224	14,656	57,646	3,873	17,603	44,337
1,634	7,427	65,073	3,516	15,984	60,321
1,452	6,600	71,673	1,934	8,789	69,110
1,135	5,157	76,830	1,698	7,720	76,830

Figura 6.7 Variància total explicada

Font: Elaboració pròpia

A la figura 6.7 es pot apreciar com els cinc factors expliquen el 76,83 % de la variància.

Finalment, per a poder saber quins indicadors engloben cada un dels factors que s'obtenen a través del model, s'utilitza la matriu de components rotats. Com s'ha explicat en els passos a seguir per utilitzar SPSS, hi ha varis mètodes de rotació. Aquí s'utilitza el varimax, ja que és un mètode que minimitza el número de variables que tenen saturacions altes en cada factor. A més a més és un mètode que facilita la interpretabilitat dels factors,

	Matriz de componente rotado ^a				
	Componente				
	1	2	3	4	5
Robot_3D_Empr	,889	,157	,266	,134	,030
Big_Data_Empr	,879	,148	,211	,045	,047
Empr_Software	,867	,110	,223	,050	,112
Xarxes_Socials_Empr	,850	,120	,130	,243	,037
Digital_Skills_Usuar	,850	-,014	,005	-,236	,114
Usuar_Internet	,823	,148	,099	,022	,038
Cloud_Comp_Empr	,775	,223	,331	,324	-,034
Supply_Chain_Manag	,503	,007	,185	,487	,085
Densitat_Pobl	,092	,853	-,076	-,120	,074
Desp_ID_Uni	,070	,814	,265	,104	,131
PIB	,205	,803	,382	,269	-,016
Pers_ID_Uni	,022	,701	,125	,019	,387
Renda_Fam	,385	,652	,391	,199	-,042
VAB	,297	,571	,515	,389	,051
Desp_ID_Empr	,181	,227	,866	,062	,115
Pers_ID_Empr	,179	,207	,826	,169	,149
Desp_Innov	,192	,419	,779	,114	,217
Ocup_Tecno_AltN	,365	-,039	,578	,056	,045
Residus	-,038	-,025	,042	,756	-,022
Rec_EnergR1_IncinD10	,176	,264	,170	,728	,095
Pers_Admin	,072	,089	,086	,112	,933
Desp_Admin	,161	,315	,338	-,060	,719

Figura 6.8 Matriu de components rotats

Font: Elaboració pròpia

La matriu de components rotats indica la saturació de cada indicador que hi ha a cada factor. Amb altres paraules, la quantitat de cada indicador que explica el factor. El factor que explica el grau més gran de cada indicador és el que la representa (A la figura 6.8 es pot apreciar). Es pot arribar a apreciar com pràcticament tots els indicadors, en el factor el qual tenen la puntuació més alta, aquesta disposa d'un valor elevat, per tant és una informació positiva. El signe pot arribar a afectar tant de manera positiva com negativa, però per detectar els indicadors que formen part de cada factor no és un aspecte a tenir en compte. En aquest punt és important comentar que un anàlisi factorial es considera vàlid si sorgeixen entre 3-6 factors. En aquest cas han sorgit 5, per tant es troba dins de l'interval desitjat.

7. Mostra de resultats.

En aquesta memòria es mostren els resultats de l'anàlisi factorial que s'han aconseguit. A la memòria corresponent a l'enginyeria electrònica es troben els resultats restants.

7.1. Anàlisi factorial.

Com s'ha comentat en apartats anteriors, el propòsit de l'anàlisi factorial consisteix en agrupar tot el llistat d'indicadors introduïts, en diferents factors per tal de poder analitzar amb èxit totes les dades.

7.1.1. Modificacions dels indicadors.

Durant l'explicació de les comprovacions essencials per validar l'anàlisi factorial, s'ha remarcat en nombroses ocasions les diferents proves estudiades amb el model realitzant modificacions, per tal de millorar el model fins a aconseguir el millor resultat possible. S'han anat realitzant diferents modificacions fins a arribar a trobar uns resultats com els que s'han mostrat que compleixen amb valors vàlids en totes les comprovacions necessàries. Es tracta d'un dels punts claus de l'estudi ja que sense un conjunt de factors ideals no és possible continuar amb la resta de models estadístics.

Inicialment el conjunt d'indicadors era menor al definitiu, ja que abans de realitzar les proves es creia que era un nombre adient. En les primeres proves van sorgir diferents problemes. Els factors que es creaven no eren clarividents ni la saturació dels indicadors que els formaven era suficientment alta. Una de les primeres modificacions que es va realitzar va ser una revisió de les unitats dels indicadors per veure si al modificar-les, el resultat millorava.

Posteriorment, analitzant els resultats, es va detectar que faltava algun indicador més per tal d'aportar més informació en alguns casos. Per exemple, es va decidir afegir dos indicadors: la densitat de població i la renda familiar, ja que els resultats aportaven poca informació relacionada amb el capital humà d'una regió, i aquests dos indicadors aportaven més valor a aquest aspecte.

A més a més, en primera instància es va tenir en compte només el PIB. Però més endavant es va decidir introduir el VAB. En principi semblen dos indicadors que aporten una

informació semblant, però el VAB dóna una idea millor del grau de desenvolupament de l'economia regional. A més a més, els resultats sortien millor ja que la saturació augmentava i a més aportava més informació al model.

Un altre modificació interessant a realitzar que es va detectar, és que a l'inici, es va treballar amb l'indicador de l'educació de la població de les regions. Tot i que en aquest cas els resultats obtinguts no eren del tot negatius, es va decidir, substituir aquest indicador pel de la població de les regions que disposa d'estudis universitaris. Aquest indicador era més apropiat per aquest estudi ja que la Indústria 4.0 requereix de personal d'alta qualificació. Amb aquest canvi, la millora va ser menor que amb alguna altre, però el model, i en aquest cas un dels factors, agafaven més sentit.

Finalment una altra problemàtica que es detectava és amb l'indicador dels residus generats. La comunalitat que tenia era molt baixa, i a més a més, alhora de l'agrupació dels factors, no quedava assignat en cap dels factors creats i quedava completament penjada. Per això es va decidir introduir una variable més relacionada amb el medi ambient. Es va optar per la de quantitat de residus aprofitats per a la recuperació d'energia i incineració, per poder valorar així de la quantitat de residus que generava una regió, quants d'aquests es reciclaben. En primera instància, el resultat va ser molt positiu ja que s'agrupaven en un mateix factor tal i com es buscava. Tot i això es va decidir realitzar un altre canvi.

El canvi anava destinat a les unitats de mesura. Pel que fa als residus inicialment estaven kg/habitant i l'indicador relacionat amb el reciclatge amb la mateixa unitat. Però la relació que s'establí entre elles comportava una sèrie de dubtes. Tal i com estava plantejada l'agrupació no era del tot clarivident, ja que no hi havia una relació clara, en el cas que l'indicador de reciclatge fos elevat, seria positiu, però no implicava que aquest fet tingués relació amb un valor elevat en l'indicador de residus generats, ja que una regió podria generar pocs residus, per tant tenir un valor baix, però en l'indicador de reciclatge tenir un valor elevat ja que una gran part dels residus que generen els reciclen. Així doncs, la relació podria arribar a crear confusions. Es va procedir en l'indicador de reciclatge modificar les unitats per un percentatge (kg reciclat/kg generats), i l'indicador de residus es modificava a habitant/kg. D'aquesta manera s'assolia l'objectiu de millorar la relació entre ells, aconseguint que fos més directe, i a més a més, s'augmentava la saturació de cada indicador en el factor i també la seva comunalitat.

Arribats en aquest punt, no acabaria sent l'anàlisi factorial definitiu, ja que un cop es va realitzar l'anàlisi clúster amb aquest conjunt de factors i el més important, amb la puntuació corresponent que sortia amb aquest, es van detectar un seguit d'anomalies amb diferents regions i les seves puntuacions factorials, que es detallaran durant l'explicació de l'anàlisi clúster en la memòria corresponent al grau d'enginyeria electrònica industrial i automàtica. A causa de les diferents anomalies ocasionades, es va acabar eliminant un indicador, el de la població amb estudis universitaris, ja que provocava agrupacions errònies un cop es van solucionar les anomalies i en el conjunt d'indicadors restants, ja hi havia altres que proporcionaven informació semblant.

7.1.2. Resultats de l'anàlisi factorial.

El resultat de l'anàlisi factorial s'exposa a continuació. Com es pot observar, l'anàlisi final consta de 5 factors. Es tracta d'un número establert pel software SPSS. El software defineix el número de factors més acurat per representar els indicadors introduïts. Depenen de les relacions que existeixen entre els indicadors SPSS calcula el número òptim.

Els factors que s'han generat amb l'anàlisi es poden considerar un èxit, ja que pràcticament engloben tots els punts representatius de l'estudi segons el recull d'informació en el marc conceptual, ja que fan referència a tota la informació relacionada amb la Indústria 4.0.

L'agrupació dels indicadors en els diferents factors ha quedat de la següent manera:

1) Habilitadors de la Indústria 4.0
Ús de xarxes socials a nivell empresarial
Usuaris amb Internet nivell usuari
Habilitats digitals (Digital skills) a nivell usuari
Empreses utilitzant solucions de software com CRM per analitzar la informació del client
Anàlisi de Big Data a nivell empresarial
Gestió de la cadena de subministrament (Supply Chain Management) a nivell empresarial
Serveis de Cloud Computing a nivell empresarial
Ús de la robòtica i impressió 3D a nivell empresarial

Taula 7-1. Factor 1 Habilitadors de la Indústria 4.0

Font: Elaboració pròpia

2) Entorn productiu i capital humà
PIB
Densitat de població
Despesa en I+D a nivell Universitari
VAB
Personal en I+D a nivell Universitari
Renda Familiar

Taula 7-2: Factor 2 Entorn productiu i capital humà

Font: Elaboració pròpia

3) Potencial innovador del sector empresarial
Despesa en I+D a nivell Empresarial
Personal en I+D a nivell Empresarial
Despesa general en Innovació
Ocupació en el món de la tecnologia d'alt coneixement/ nivell

Taula 7-3 Factor 3 Potencial innovador del sector empresarial

Font: Elaboració pròpia

4) Sostenibilitat
Residus generats a nivell regional
Recuperació d'energia (R1) i Incineració (D10)

Taula 7-4 Factor 4 Sostenibilitat

Font: Elaboració pròpia

5) Administració
Personal en I+D dedicat a l'administració
Despesa en I+D dedicat a l'administració

Taula 7-5 Factor 5 Administració

Font: Elaboració pròpia

Factor 1: Habilitadors de la Indústria 4.0.

El primer factor està format per 8 indicadors que estan tots relacionats amb la tecnologia. Es tracta d'un factor molt rellevant ja que tracta del punt principal de la Indústria 4.0, com són les tecnologies. Al tenir tots una temàtica tan comuna, assignar aquest factor com el dels habilitadors de la Indústria 4.0 ha sigut una tasca senzilla. Es tracta dels elements que permeten la transformació digital de la indústria. És important recordar en aquest punt la figura 4.2 de la pàgina 19 on en un petit diagrama es mostra les tecnologies dels habilitadors de la Indústria 4.0 i les seves respectives etapes que conformen. Totes les tecnologies que es poden observar allà s'engloben en aquest factor.

Amb l'agrupació que creen fa pensar en una relació directa, és a dir, un valor alt en aquests indicadors, serà indicatiu que una regió consta dels habilitadors necessaris en el context 4.0.

Continuant amb la valoració del factor, es pot considerar també com un factor que aporta gran informació, per una part, ja que cada valor de saturació és molt elevat. Per un altra part, contempla totes les parts necessàries. En una banda analitza a nivell empresarial, com es troben els habilitadors integrats com el Cloud Computing o l'anàlisi de Big Data. I per una altra part també té en compte el nivell usuari, és a dir, la persona en una regió, com seria el cas de les habilitats digitals d'un usuari, aspecte vital en aquesta nova indústria, ja que un nivell elevat en aquest àmbit, facilita la integració de les persones en empreses implicades amb la transformació digital.

Per concloure, es considera el factor número 1 molt positiu ja que agrupa tots els límits relacionats amb els habilitadors.

Factor 2: Entorn productiu i capital humà.

Aquest factor engloba també 8 indicadors que a priori no semblen directament relacionats entre ells com a l'anterior factor. Per una banda hi ha 4 indicadors (PIB, VAB, densitat de població, renda familiar) estan lligats a la situació de la regió a nivell de riquesa, producció i població. Per l'altre banda hi ha els altres 2 indicadors restants (despesa i personal en I+D a la universitat) que serien indicatius del sector de la població en una regió preparada per a ocupació d'alta qualificació i com s'aposta per ells a nivell de universitat. Cada un dels dos grups van lligats entre ells. Però realment existeix una relació entre tots. Ja que com més s'aposti per la tecnologia i la innovació a les universitats, que és la base d'aprenentatge per

a les persones que en un futur estaran disponibles en el món laboral, optaran en un futur per a ser persones altament qualificades i per tant disposar d'una renda millor, a la vegada que podran optar per una renda elevada, i a generar una riquesa per a la regió. Per tant, tots els indicadors es troben fortament lligats amb l'entorn de la regió a nivell productiu.

Factor 3: Potencial innovador del sector empresarial.

El tercer factor agrupa els indicadors a nivell empresarial relacionats amb la innovació. Els quatre segueixen una línia en comú. Els tres primers indicadors van pràcticament de la mà, ja que contempla la despesa en I+D que es desemborsa, i aquesta variable es troba completament relacionada amb el personal destinat en el mateix sector.

La innovació és un aspecte de vital importància i que va completament en línia amb el context de la Indústria 4.0, ja que aquesta es troba en creixement i és continu l'aparició de noves tecnologies. Per aquest motiu el quart indicador inclòs es troba relacionat amb els tres primers, ja que valora la ocupació en una regió en el món de la tecnologia d'alt nivell, una àrea determinant en aquest àmbit. Per aquest motiu tot i tenir una comunalitat baixa (durant l'apartat 6 es pot apreciar com té un valor inferior a 0,5) es decideix mantenir-lo ja que ofereix informació determinant per al resultat final.

Una empresa integrada en la Indústria 4.0, si inverteix en innovació, disposarà de més personal a nivell d'empresa, i concretament en l'àrea d'alt coneixement tecnològic.

Factor 4: Sostenibilitat.

El següent factor engloba dos indicadors, el dels residus generats i el de reciclatge. Com en el cas anterior es tracta d'un factor bastant singular en el qual els dos indicadors agafen molt pes, i significa que aquests dos indicadors estaven molt poc relacionats amb la resta que s'han utilitzat en el model.

En aquest factor s'engloba un indicador, el dels residus generats a nivell regional, el qual a l'apartat 6 analitzant les comunalitats de tots els indicadors, s'ha detectat que tenia un valor baix, però tot i això es mantenia. El motiu pel qual s'ha mantingut és que era necessari per poder englobar-lo juntament amb el de la recuperació d'energia (reciclatge) per poder crear un factor determinant com és el de la sostenibilitat. Tot i el valor baix, degut a la rellevància que té aquest factor, i que simplement en formen part d'ell els dos indicadors relacionats amb el medi ambient, es manté en l'anàlisi factorial.

La sostenibilitat és una àrea clau en l'àmbit de la Indústria 4.0 ja que un dels requisits fonamentals en la transformació de la indústria, és reduir l'impacte mediambiental.

Factor 5: Administració.

Finalment, el cinquè factor està format per els dos indicadors relacionats amb la capacitat innovadora de l'administració pública, és a dir, en la despesa i el personal.

És molt significatiu que els dos indicadors formin ells sols un factor. Això és indicatiu de que els dos indicadors tenen una alta saturació i aporten molt pes al factor, i a la vegada estan molt poc relacionats amb la resta d'indicadors utilitzats en el model. Per aquest motiu sense cap marge al dubte el factor s'anomena administració.

L'administració pública és una peça clau en una societat avançada. Generalment un impuls en l'administració pública es tracta d'una resposta a les mancances del sistema regional d'innovació. Quan en les regions on la universitat i l'empresa tenen un paper molt important i el coneixement circula fàcilment entre els dos sectors, no existeix una gran inversió/despesa en I+D per part de l'administració pública. Per altre banda quan en una regió existeixen mancances a nivell d'empresa o universitat, o bé en ambdós casos, intenten pal·liar aquesta debilitat invertint i potenciant en el sector de l'administració pública per tal d'ajudar a potenciar els altres dos sectors.

7.2.2. Anàlisi posterior.

L'objectiu d'aquest anàlisi s'ha aconseguit ja que a partir de tot el conjunt d'indicadors proposats s'han acabat creant 5 factors, on cada fa referència a un aspecte determinant per explicar la Indústria 4.0.

En aquest apartat es pretén realitzar un petit anàlisi previ a l'anàlisi de conglomerats que es podrà trobar a la memòria corresponent al grau d'enginyeria electrònica.

Es procedirà a agafar els dos factors que disposen d'un major percentatge de la variància total explicada, és a dir, els que aporten més informació. Aquests són el primer i el segon factor. El primer es tracta dels habilitadors de la Indústria 4.0 i el segon fa referència a l'entorn productiu i el capital humà.

Abans d'explicar profundament l'anàlisi conjunt entre ells, es procedirà a explicar quins han sigut els resultats per a cada cas.

Factor 1:

Referent als habilitadors de la tecnologia de la Indústria 4.0, a la figura 7.1 es pot observar un mapa amb els resultats a través d'una escala cromàtica. El color més fosc, implica una puntuació més alta del factor i un color més clar una puntuació més baixa.

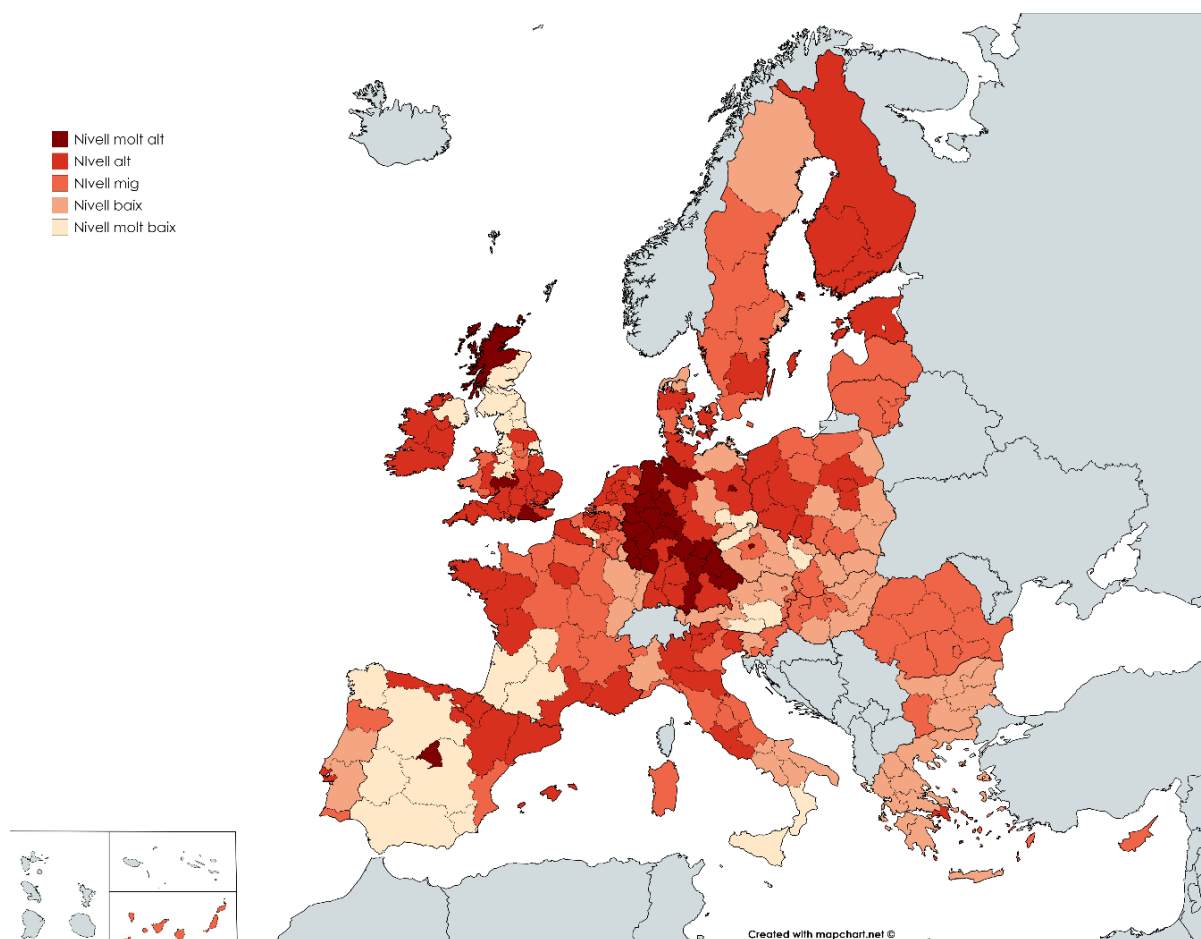


Figura 7.1 Mapa del Factor 1

Font: Elaboració pròpia

A simple vista es pot apreciar com el principal nucli potent en tecnologies relacionades amb la Indústria 4.0 es troba a la part central d'Europa, concretament a Alemanya, on nombroses regions d'aquest país disposen d'una puntuació molt elevada. L'altre país amb una presència elevada és el Regne Unit on també disposa de diverses regions.

Observant aquest mapa, com a primera conclusió, es considera que la zona amb una tecnologia més avançada en l'àmbit 4.0 i per tant més desenvolupades en el sector industrial es troben a Alemanya. A més a més, la majoria de regions alemanyes que no es troben al primer grup, estan en el segon, per tant, en termes generals es tracta del país principal en termes de tecnologia.

També es veu a Finlàndia un sector important en tecnologia, i Espanya en una part també. El país espanyol es comporta de manera bastant dispar. Per una banda es pot observar com la regió de la capital, Comunitat de Madrid, o en menor mesura, el nord d'Espanya incloent Catalunya, són regions potents. Però per l'altre banda es detecta certa precarietat a la resta de regions.

Les regions amb una presència de la tecnologia pràcticament inexistent es troben a la zona de sud de països com Itàlia, França i com s'ha comentat en línies anteriors a una gran part d'Espanya. El següent grup amb una puntuació menor es troba situat generalment a la zona de l'est d'Europa mostrant així la precarietat que existeix en general en aquella zona.

Factor 2:

Respecte el segon factor, el relacionat amb l'entorn productiu i el capital humà d'una regió, el procediment serà el mateix. A la figura 7.2 es poden observar totes les regions organitzades per colors. El que disposi de la tonalitat més fosca, significarà que disposa d'una puntuació més elevada, i per tant, seran les regions més desenvolupades i amb una qualitat de vida més elevada. Pel contrari amb una tonalitat més clara, seran les regions amb una puntuació menor.

En aquest factor, no es veu una zona o un país destacat per sobre els altres, sinó les puntuacions més altes es troben diversificades en regions de diferents països. Per exemple es troben regions del Regne Unit, Alemanya, Dinamarca, Bèlgica, entre d'altres. Aquestes regions són zones amb economies desenvolupades i diversificades i que tenen un capital humà important.

Si es mira globalment, els països més desenvolupats en aquest aspecte són el Regne Unit o Bèlgica, ja que en les dues primeres categories estan pràcticament la totalitat de les seves regions.

Per altre banda, existeix clarament una zona molt més precària que la resta. La zona est d'Europa en països com Polònia, Romania o Bulgària, les seves puntuacions són molt inferiors. Per tant, les regions d'aquesta zona són regions poc desenvolupades i poc diversificades en termes d'economia.

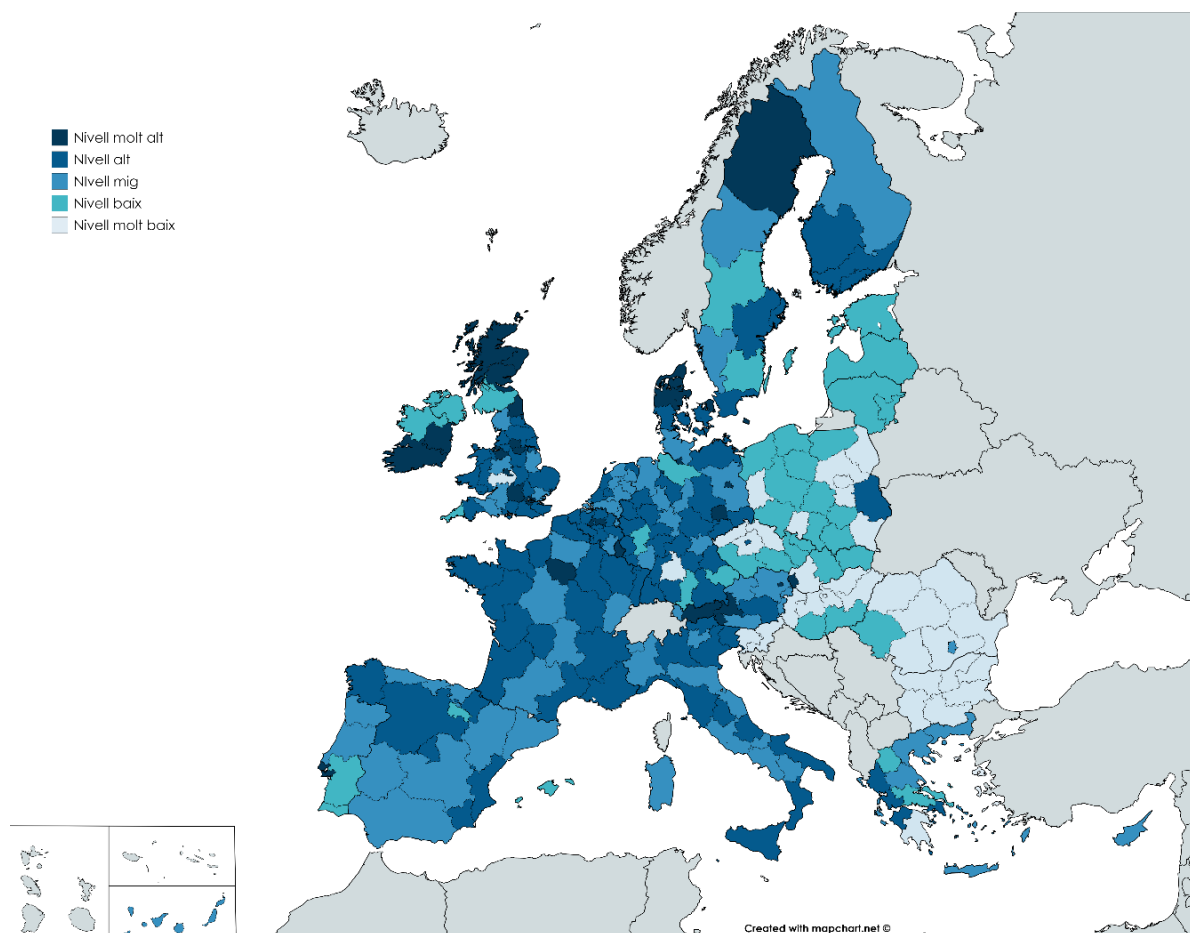


Figura 7.2 Mapa del Factor 2

Font: Elaboració pròpia

Una vegada s'han observat les tipologies de les regions a cada factor, el que es realitzarà és analitzar conjuntament els dos factors, per observar amb la combinació dels dos, quines regions són les més potents.

Al la figura 7.3 es pot veure un diagrama en el qual es comparen els dos factors. A l'eix de les X es troba el factor 1, i a l'eix de les Y es troba el factor 2. Amb aquesta relació les regions que es trobin en el quadrant de la part dreta, es podrien arribar a considerar regions potents en l'àmbit 4.0, ja que disposarien d'una alta puntuació tant en el primer com en el segon factor.

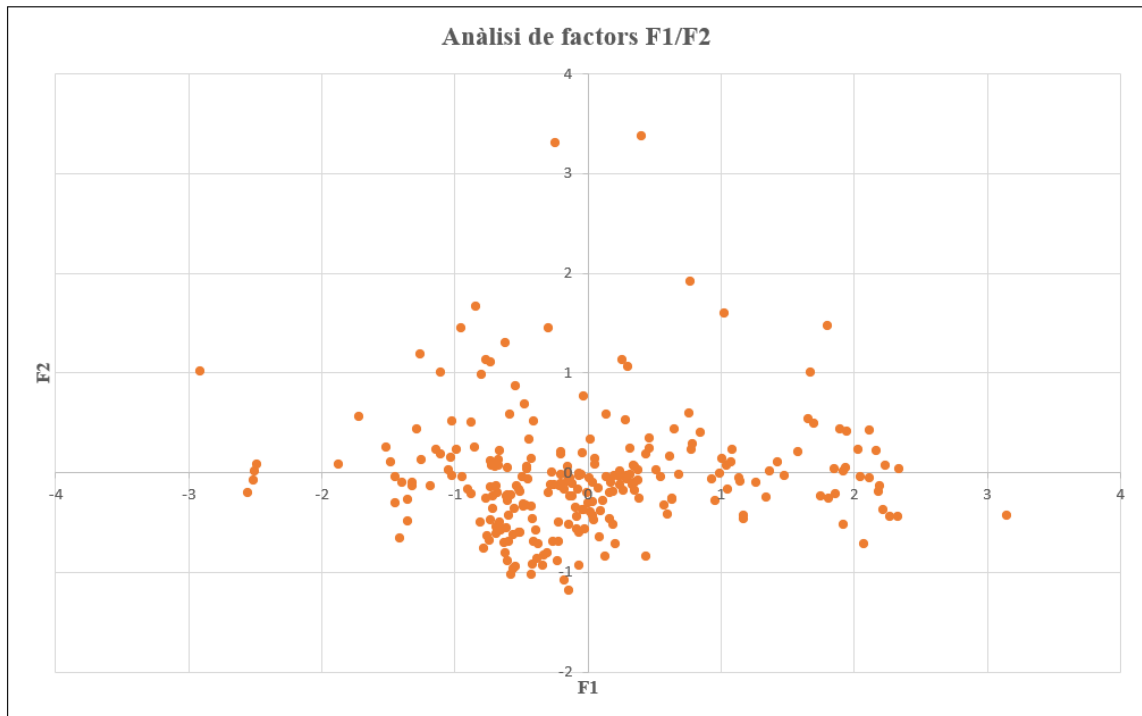


Figura 7.3 Anàlisi de factors F1/F2

Font: Elaboració pròpia

Amb la combinació esmentada es comencen a reduir el nombre de regions en la zona més noble. En termes generals, observant el diagrama i els valors de les regions, no existeix cap regió que destaquï enormement en els dos factors.

Les regions que a través dels resultats obtinguts es poden considerar més preparades són les següents:

Regió	País	F1	F2
Regió de Brussel·les	Bèlgica	0,407	3,372
Outer London	Regne Unit	0,768	1,918
Hamburg	Alemanya	1,024	1,597
Berlin	Alemanya	1,804	1,466
Berkshire, Buckinghamshire and Oxfordshire	Regne Unit	1,673	0,999
Prov. Vlaams-Brabant	Bèlgica	0,761	0,597
Île de France	França	1,660	0,535
GieBen	Alemanya	1,702	0,496
Praga	Rep. Txeca	1,894	0,439
Trier	Alemanya	2,113	0,427
Koln	Alemanya	1,946	0,406
Düsseldorf	Alemanya	2,169	0,221
Hannover	Alemanya	1,579	0,203

Taula 7-6 Regions amb puntuacions més elevades

Font: Elaboració pròpia

A la taula 7.6 es pot veure reflectit que cap de les regions destaca en els dos factors. Les dues regions que mantenen un equilibri bastant interessant entre els dos factors, són les regions alemanyes d'Hamburg i Berlin. És a dir, serien regions amb una presència important de tecnologia en la Indústria 4.0 i a més a més són regions amb un capital humà important.

També es pot apreciar que la majoria de les regions de la taula formen part d'Alemanya. Per tant, amb aquestes dades les regions Alemanyes semblen aparentment de les regions amb les millors qualitats de moment valorades en el context 4.0.

Regió	País	F1	F2
Nord-Est	Romania	-0,426	-1,029
Podkarpackie	Polònia	-0,593	-0,690
Severen Tsentralen	Bulgària	-0,604	-0,893
Zahodna Slovenija	Eslovènia	-0,618	-0,803
Észak-Magyarország	Hongria	-0,630	-0,707
Dél-Dunántúl	Hongria	-0,657	-0,585
Stredné Slovensko	Eslovàquia	-0,663	-0,502
Stereia Ellada	Grècia	-0,689	-0,541
Peloponnisos	Grècia	-0,691	-0,615
Thessalia	Grècia	-0,710	-0,240
Východné Slovensko	Eslovàquia	-0,731	-0,473
Észak-Alföld	Hongria	-0,743	-0,685
Severovýchod	Rep. Txeca	-0,759	-0,637
Střední Morava	Rep. Txeca	-1,357	-0,490
Severozápad	Rep. Txeca	-1,413	-0,622
Castilla-la-Mancha	Espanya	-1,449	-0,310
Severozapaden	Bulgària	-0,781	-0,764
Moravskoslezsko	Rep. Txeca	-0,807	-0,496

Taula 7-7 Regions amb les puntuacions més baixes

Font: Elaboració pròpia

A l'altre banda, tal com es pot observar a la taula 7.7, es mostren les regions amb puntuacions més baixes i per tant, les menys precàries.

Es pot observar com es troben països amb problemes en termes de desenvolupament com Bulgària, Polònia, Eslovàquia, Grècia o Rep. Txeca. Per tant la majoria es troben a la part sud-est d'Europa.

Per tal d'aprofundir més amb l'anàlisi d'ambdós factors, s'ha procedit a analitzar a cada un combinant-lo amb el RCI (Regional Competitiveness Index), per tal de poder veure com es comporta cada un dels factors combinant-lo amb l'índex de la UE que determina la competitivitat de les regions.

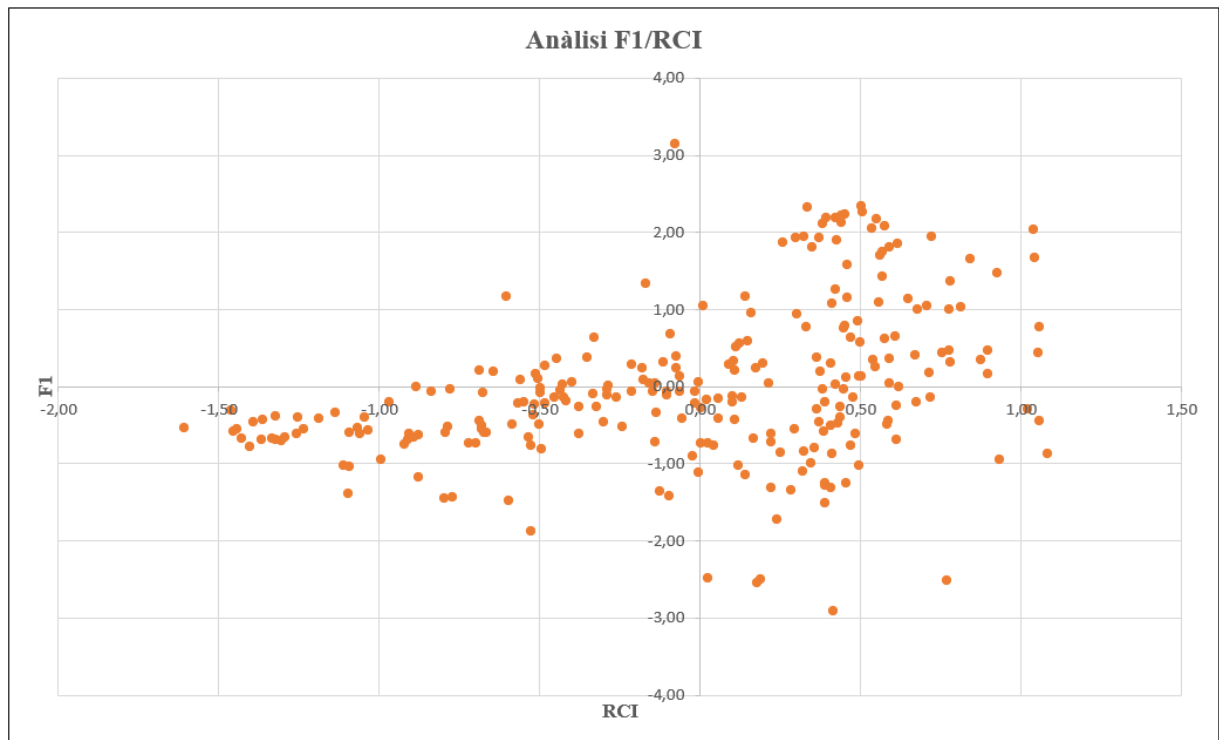


Figura 7.4 Anàlisi F1/RCI

Font: Elaboració pròpia

A la figura 7.4 es pot observar el diagrama que compara els habilitadors de la Indústria 4.0 amb el RCI. A l'eix X es troba l'índex de competitivitat i a l'eix de les Y el factor 1.

Comparant aquest parell de conjunt de valors sobresurten un conjunt de regions, algunes de les quals ja s'han observat durant l'anàlisi anterior, com per exemple Berlin, Hamburg, Outer London o Île de France.

En termes generals tal com es pot observar a la taula 7.8 on es troben les regions que presenten una bona puntuació en les dues vessants, aquestes provenen de dos països: Alemanya i el Regne Unit. A més a més també es pot trobar la regió francesa de Île de France. Són regions que són competitives i en termes de tecnologia habilitada de la Indústria 4.0 estan preparades. Per tant, són de les regions més desenvolupades de la Unió Europea i competitives.

Novament com s'ha pogut veure a l'anàlisi anterior, Alemanya es presenta com un país amb el conjunt de regions més potents de la Unió Europea a nivell general i sobretot a nivell d'habilitadors de la Indústria 4.0.

Regió	País	F1	RCI
Surrey, East and West Sussex	Regne Unit	2,029	1,037
Outer London	Regne Unit	0,768	1,056
Hamburg	Alemanya	1,024	0,813
Berlin	Alemanya	1,804	0,589
Berkshire, Buckinghamshire and Oxfordshire	Regne Unit	1,673	1,043
Île de France	França	1,660	0,843
Oberbayern	Alemanya	1,474	0,925
Darmstadt	Alemanya	1,371	0,781
Stuttgart	Alemanya	0,438	0,753
Karlsruhe	Alemanya	0,994	0,775
Köln	Alemanya	1,946	0,720
Herefordshire, Worcestershire and Warwickshire	Regne Unit	2,077	0,575
Gloucestershire Wiltshire and Bristol/Bath area	Regne Unit	1,045	0,708
Mittelfranken	Alemanya	1,849	0,617
Schwaben	Alemanya	2,266	0,507
Unterfranken	Alemanya	2,047	0,536
Munster	Alemanya	2,339	0,502
Kent	Regne Unit	1,134	0,648
Düsseldorf	Alemanya	2,169	0,548

Taula 7-8 Regions amb puntuacions més elevades

Font: Elaboració pròpia

Respecte a les regions amb una puntuació més baixa, s'agrupen en grups molt concrets. Tal com es pot observar a la taula 7.9 hi ha quatre països que destaquen negativament en aquest aspecte, Espanya, Grècia, Itàlia i Bulgària. Es troben situats al sud del continent europeu.

Regió	País	F1	RCI
Anatoliki Makedonia, Thraki	Grècia	-0,576	-1,454
Dytiki Makedonia	Grècia	-0,553	-1,444
Dytiki Ellada	Grècia	-0,675	-1,431
Severozapaden	Bulgària	-0,781	-1,402
Peloponnisos	Grècia	-0,691	-1,369
Stereia Ellada	Grècia	-0,689	-1,325
Thessalia	Grècia	-0,710	-1,306
Ipeiros	Grècia	-0,664	-1,294
Kriti	Grècia	-0,606	-1,259
Yugoiztochen	Bulgària	-0,560	-1,236
Észak-Alföld	Hongria	-0,743	-0,923
Puglia	Itàlia	-0,942	-0,996
Calabria	Itàlia	-1,017	-1,111
Sicilia	Itàlia	-1,045	-1,094
Andalucía	Espanya	-1,179	-0,876
Extremadura	Espanya	-1,397	-1,095
Galicia	Espanya	-1,873	-0,527
Región de Murcia	Espanya	-1,443	-0,770
Castilla y León	Espanya	-1,482	-0,596

Taula 7-9 Regions amb puntuacions més baixes

Font: Elaboració pròpia

Així doncs, en aquest grup es poden trobar regions amb una precarietat notòria a nivell tecnològic, la qual cosa implica una falta de competitivitat a nivell general.

Finalment es proposa l'últim anàlisi d'aquest apartat on es compara el RCI amb el segon factor, el de l'entorn productiu i el capital humà. A la figura 7.5 es pot apreciar el diagrama, on a l'eix de les X s'introdueix el RCI, i a l'eix de les Y es mostra el segon factor.

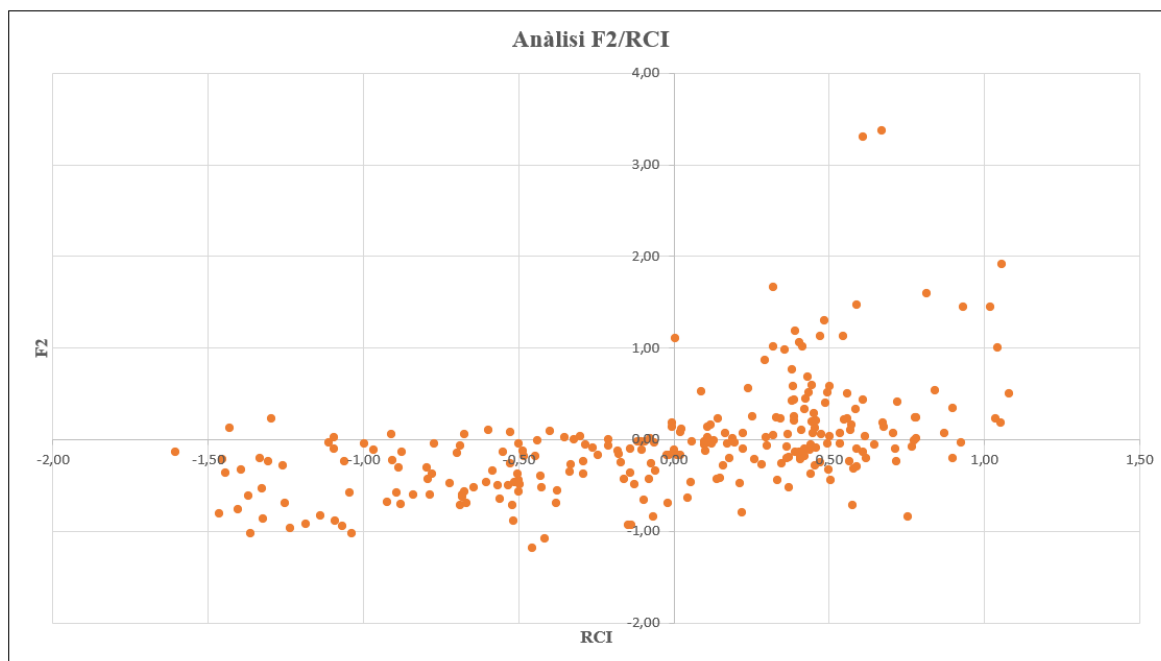


Figura 7.5 Anàlisi F2/RCI

Font: Elaboració pròpia

A la taula 7.10 es poden veure les regions millor posicionades davant aquesta combinació de factors. Es pot observar com amb aquesta combinació les regions alemanyes perden el seu monopoli apareixen només dues regions.

Regió	País	F2	RCI
Outer London	Regne Unit	1,918	1,056
Hovedstaden	Dinamarca	1,445	1,020
Berkshire, Buckinghamshire and Oxfordshire	Regne Unit	0,999	1,043
Luxembourg	Luxemburg	1,450	0,931
Île de France	França	0,535	0,843
Hamburg	Alemanya	1,597	0,813
Regió de Brussel·les	Bèlgica	3,372	0,669
Wien	Àustria	3,309	0,610
Berlin	Alemanya	1,466	0,589

Taula 7-10 Regions amb puntuacions més elevades

Font: Elaboració pròpia

Es troba diversa varietat entre regions del Regne Unit, Bèlgica, Àustria, Dinamarca, la sempre present Île de France i Luxemburg.

Aquestes regions són regions desenvolupades dins l'àmbit europeu en diferents aspectes, però principalment destaquen per ser regions diversificades i amb un gran capital humà. Destaquen per un equilibri entre els dos factors les regions de Outer London i Hovedstaden.

A l'altre banda s'observen regions principalment de l'est d'Europa novament. Destaquen sobretot regions de Bulgària i Romania. Es tracta de regions on existeix certa precarietat i la falta de desenvolupament tant a nivell de capital humà com en qualitat de vida és una realitat.

Regió	País	F2	RCI
Severozapaden	Bulgària	-0,764	-1,402
Sud-Est	Romania	-0,811	-1,462
Nord-Vest	Romania	-0,831	-1,137
Sud-Vest Oltenia	Romania	-0,864	-1,322
Severen Tsentralen	Bulgària	-0,893	-1,092
Strední Cechy	Bulgària	-0,937	-0,148
Severoiztochen	Bulgària	-0,949	-1,069
Yuzhen Tsentralen	Bulgària	-1,020	-1,036
Yugoiztochen	Bulgària	-0,968	-1,236
Sud-Muntènia	Romania	-0,920	-1,187
Peloponnisos	Grècia	-0,615	-1,369
Nord-Est	Romania	-1,029	-1,363
Centru	Romania	-0,700	-1,252

Taula 7-11 Regions amb puntuacions més baixes

Font: Elaboració pròpia

Un cop analitzades totes les combinacions, com a primera conclusió és evident el potencial d'una gran part de les regions d'Alemanya. En la majoria de casos s'han trobat un conjunt de regions alemanyes que estaven amb gran puntuació. Això és degut sobretot al gran impuls en la tecnologia en la Indústria 4.0 de la que disposen, on l'alta importància que té aquest factor provoca que disposin d'una puntuació molt alta.

Gràcies al gran capital humà i a l'economia diversificada de la zona, diverses regions del Regne Unit també han destacat positivament.

Per altre banda, és una evidència que la zona sud i est d'Europa és la més precària, notant una precarietat en l'àmbit tecnològic i en el capital humà mostrant així la necessitat de desenvolupament que tenen la majoria de regions d'aquella zona, sobretot en països com Bulgària, Romania, Grècia o Hongria o en zones d'Espanya. A nivell tecnològic a la zona

sud del continent es detecta una necessitat d'impulsar tota la vessant tecnològica. A nivell de riquesa i capital humà, és més precària la zona est d'Europa.

Per acabar es volen nombrar algunes regions que han estat en els tres anàlisis com a algunes de les millors regions:

- Outer London (Regne Unit)
- Berkshire, Buckinghamshire and Oxfordshire (Regne Unit)
- Hamburg (Alemanya)
- Berlin (Alemanya)
- Île de France (França)

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

Arribats en aquest punt ja s'ha aconseguit desenvolupar els tres models (el segon i el tercer es poden trobar a la memòria d'electrònica) 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 d'aquesta memòria, 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. Recordar que aquests dos últims anàlisis es troben a la memòria del grau d'electrònica.

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 aconseguïdes.

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 destaquï 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.

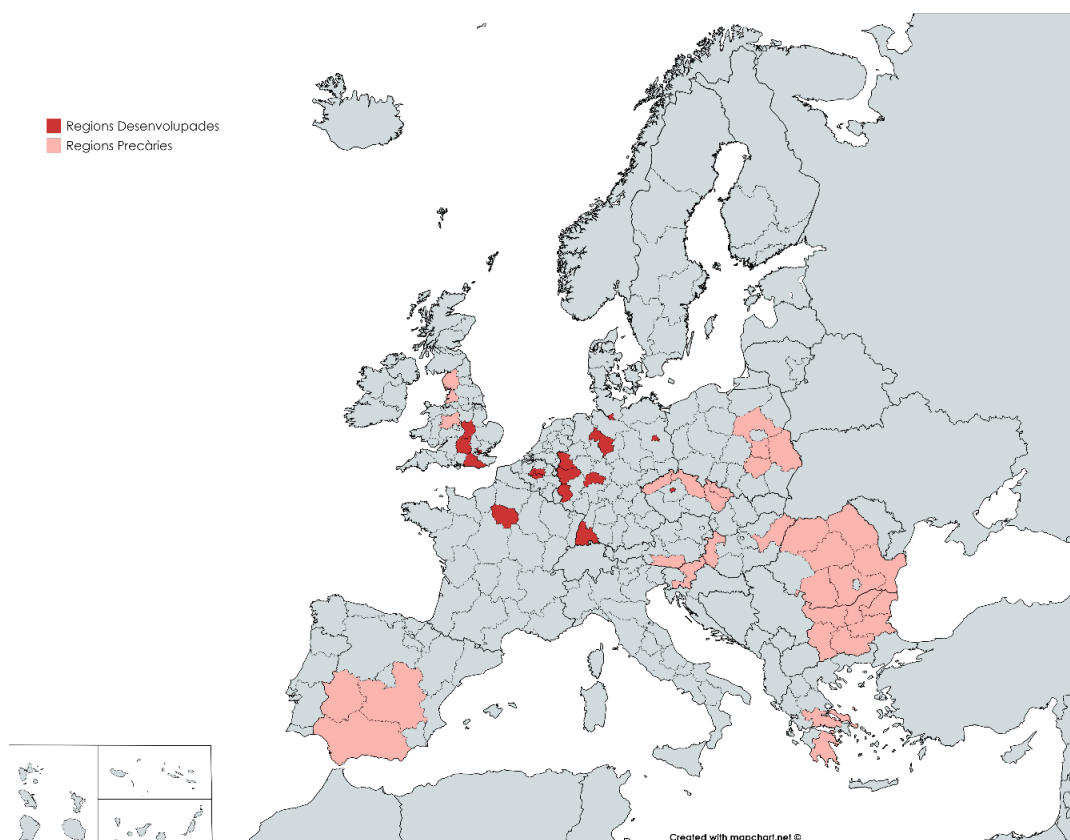


Figura 8.1 Mapa regions combinació 1

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.

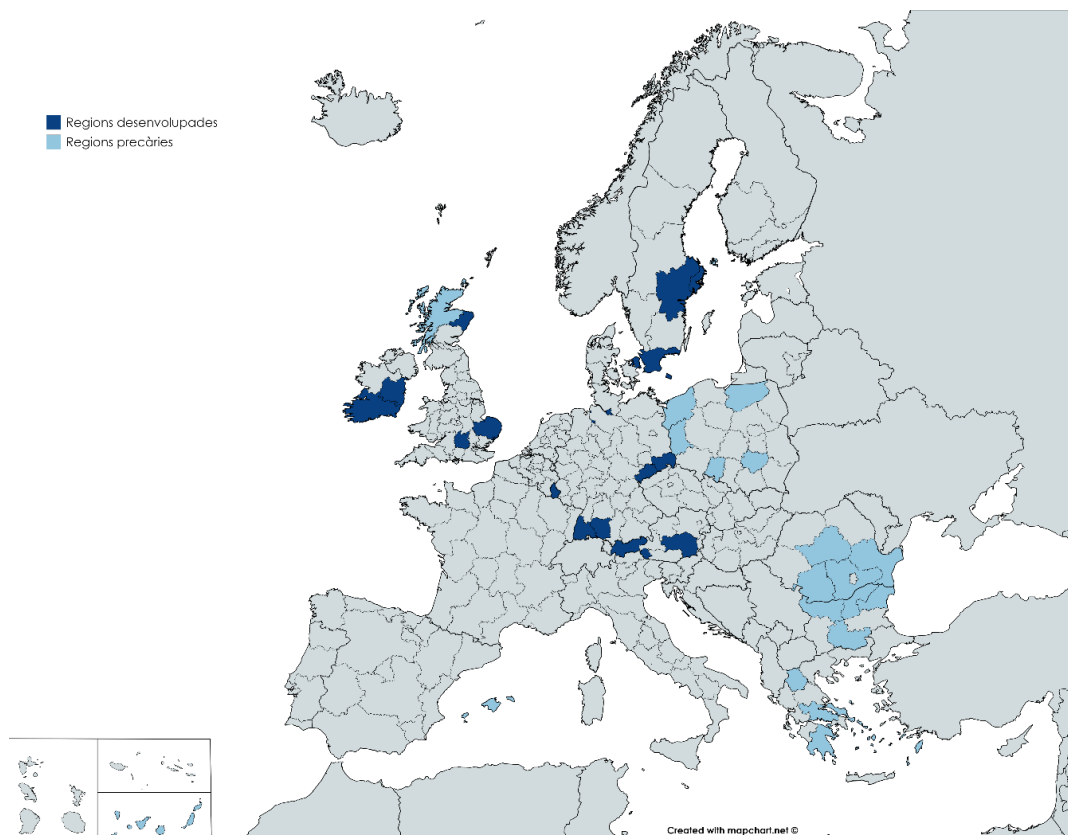


Figura 8.2 Mapa regions combinació 2

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-Muntènia	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.

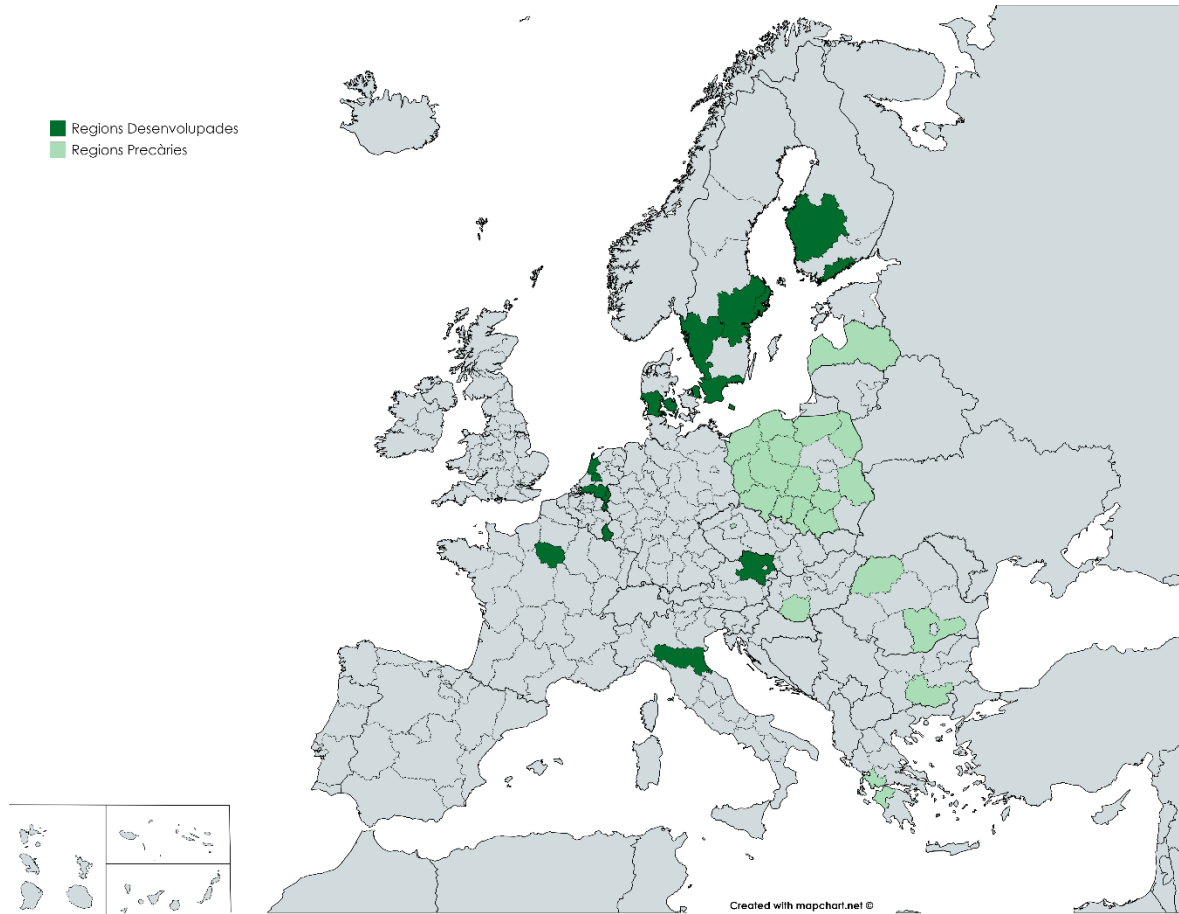


Figura 8.3 Mapa regions combinació 3

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
Rheinessen-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.

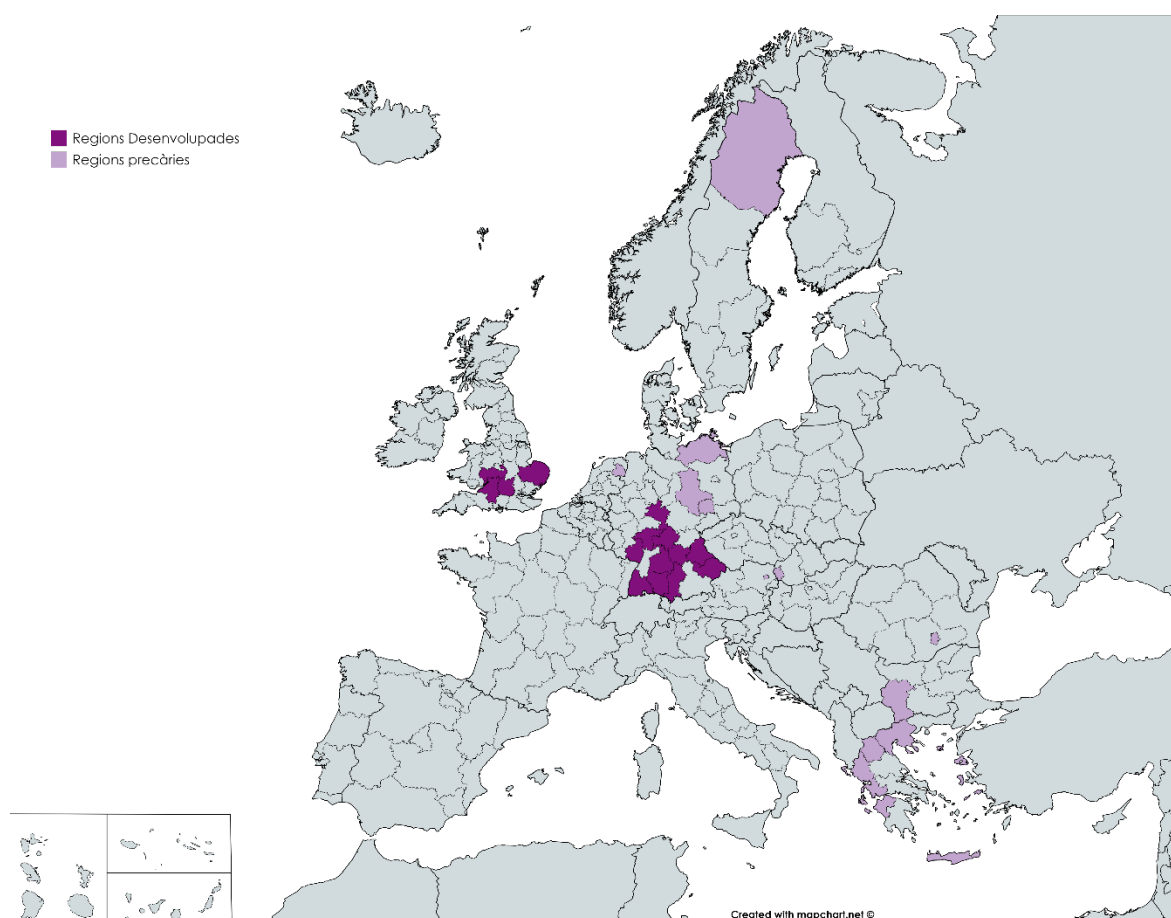


Figura 8.4 Mapa regions combinació 4

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.

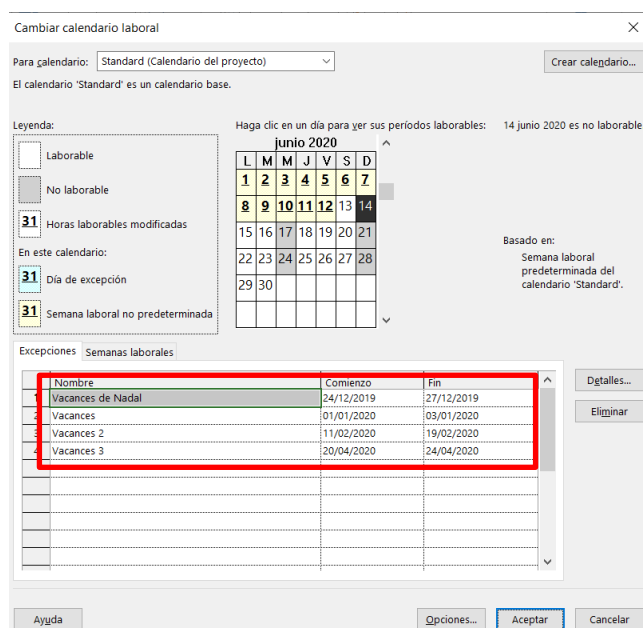


Figura 9.1. Dies marcats com a festius

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.

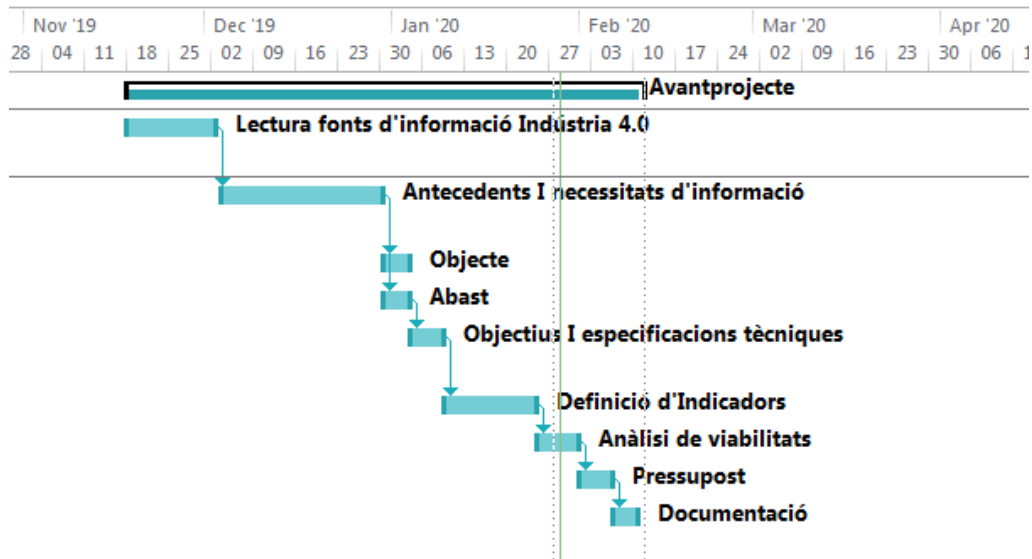


Figura 9.2. Diagrama de Gantt avantprojecte

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 realitzar l'anàlisi factorial, es treballar 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.

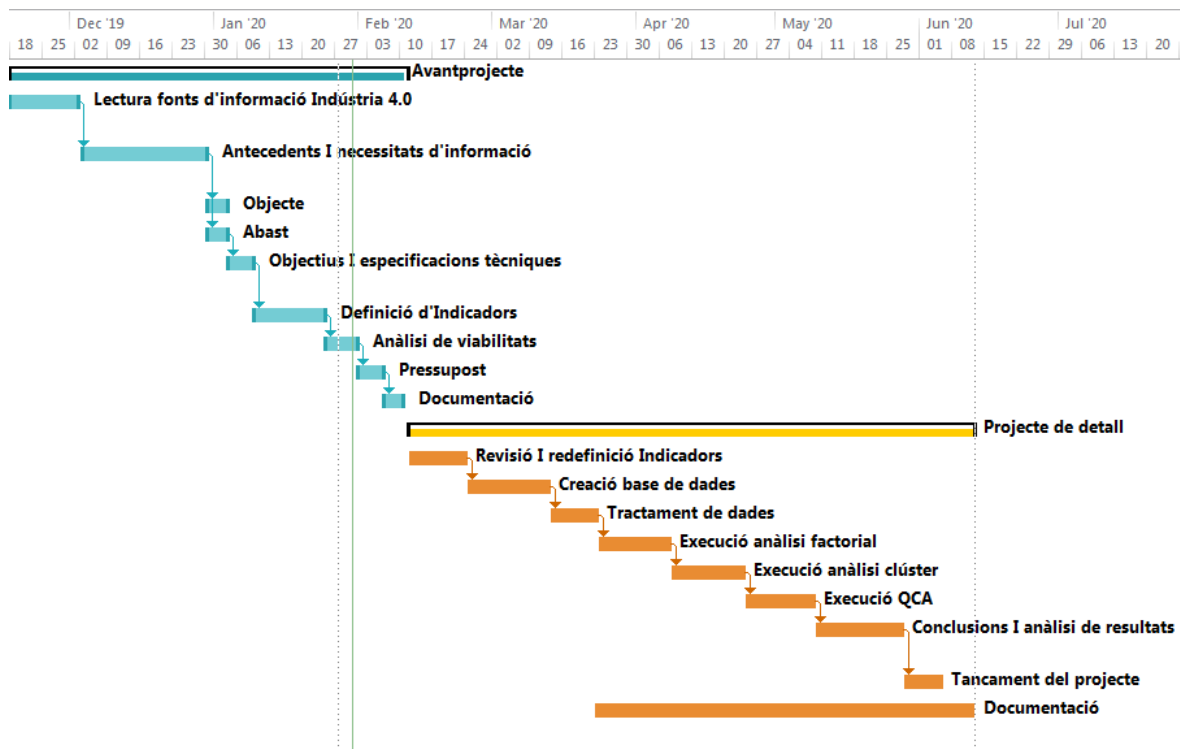


Figura 9.3. Diagrama de Gantt del projecte

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 estimació incorrecta 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 varies 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.

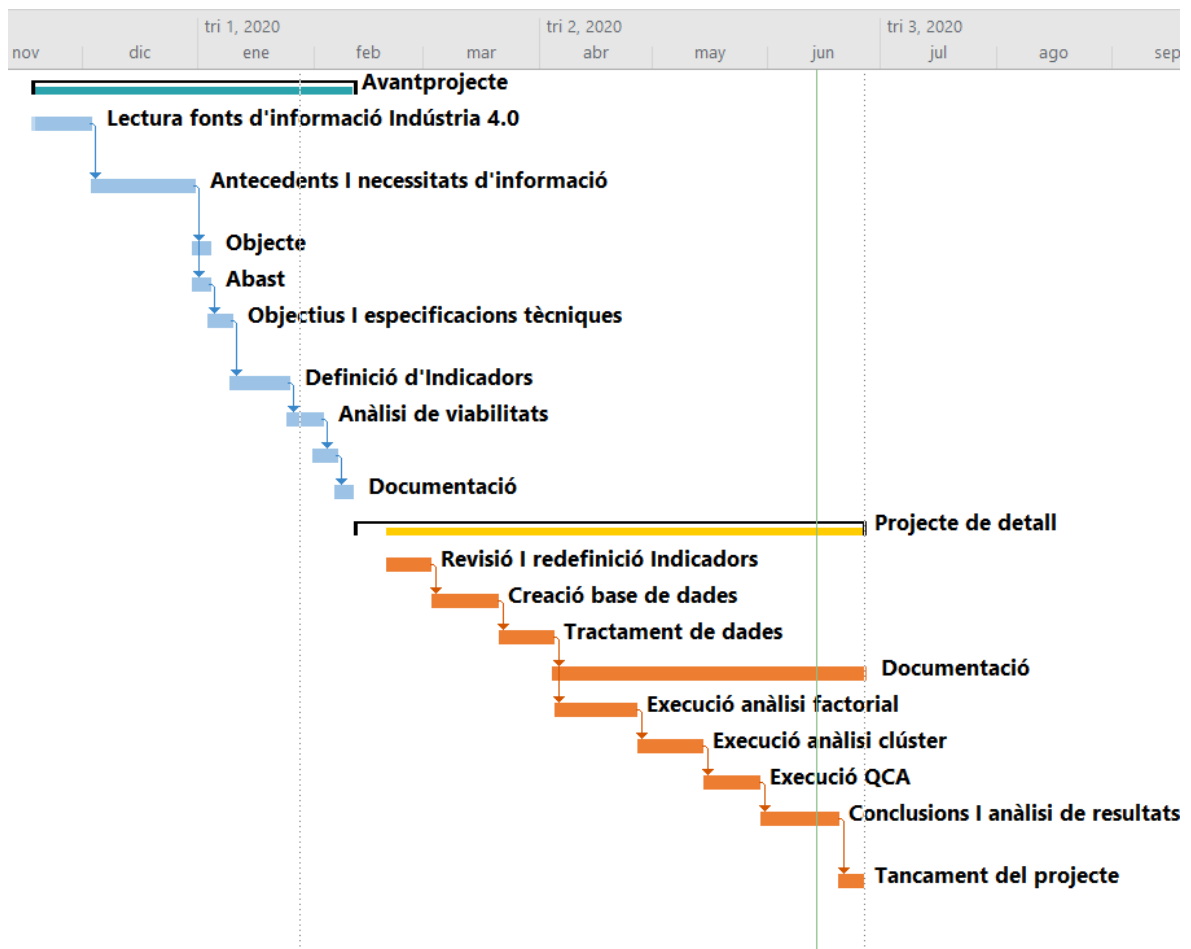


Figura 9.4 Diagrama de Gantt de l'execució de la planificació

Font: Elaboració pròpia

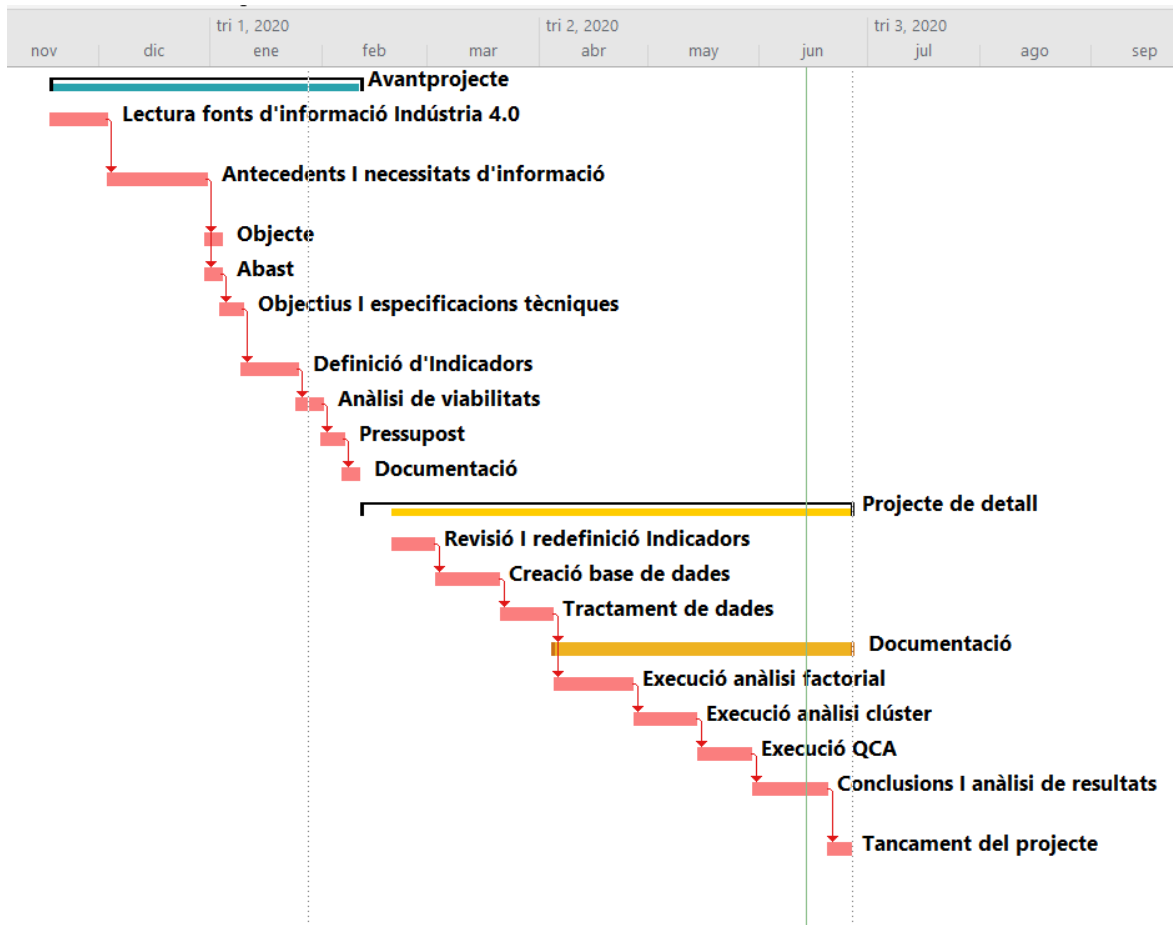


Figura 9.5 Diagrama de Gantt de l'execució de la planificació amb el camí crític

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, (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/, (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.

