



**Barcelona
Supercomputing
Center**
Centro Nacional de Supercomputación



Supercomputació i Intel·ligència Artificial: Oportunitats i Serveis del BSC

Oriol Pineda

Infrastructure Access Policy

CIDAI Masterclasses

28 March 2025

Supercomputació i Intel·ligència Artificial

Supercomputació i Intel·ligència Artificial

- Simulació
- Computació
- Supercomputació
- Intel·ligència Artificial

Oportunitats i serveis del BSC (i altres)

- Accés a recursos
- Programes de suport
- Formació

Supercomputació i Intel·ligència Artificial

Característiques i avantatges de la simulació (vs. experimentació directa)

- | | |
|-----------------------------|---|
| ➤ Limitacions ètiques | experimentació en humans o animals |
| ➤ Limitacions legals | experimentació nuclear (radioactivitat) |
| ➤ Experimentació impossible | clima, astrofísica |
| ➤ Perillositat/seguretat | estudi d'incendis a gran escala |
| ➤ Economia | desenvolupament de nous fàrmacs |

Supercomputació i Intel·ligència Artificial

➤ El mètode científic

➤ El rol de la simulació en el mètode científic



Via addicional
d'experimentació

Supercomputació i Intel·ligència Artificial

Què és la simulació

- Establir un model, una fórmula, un mecanisme que permeti predir el comportament del nostre problema.

- Caiguda lliure

- $h = 4,9 \text{ t}^2$

- $v = 9,8 \text{ t}$

- Problemes més complexos

$$\begin{aligned} & x^3 + ax^2 + bx + c = 0 \text{ are given by} \\ r_1 = & -\frac{a}{3} + \left(\frac{-2a^3 + 9ab - 27c + \sqrt{(2a^3 - 9ab + 27c)^2 + 4(-a^2 + 3b)^3}}{54} \right)^{1/3} \\ & + \left(\frac{-2a^3 + 9ab - 27c - \sqrt{(2a^3 - 9ab + 27c)^2 + 4(-a^2 + 3b)^3}}{54} \right)^{1/3} \\ r_2 = & -\frac{a}{3} - \frac{1 + i\sqrt{3}}{2} \left(\frac{-2a^3 + 9ab - 27c + \sqrt{(2a^3 - 9ab + 27c)^2 + 4(-a^2 + 3b)^3}}{54} \right)^{1/3} \\ & + \frac{-1 + i\sqrt{3}}{2} \left(\frac{-2a^3 + 9ab - 27c - \sqrt{(2a^3 - 9ab + 27c)^2 + 4(-a^2 + 3b)^3}}{54} \right)^{1/3} \\ r_3 = & -\frac{a}{3} + \frac{-1 + i\sqrt{3}}{2} \left(\frac{-2a^3 + 9ab - 27c + \sqrt{(2a^3 - 9ab + 27c)^2 + 4(-a^2 + 3b)^3}}{54} \right)^{1/3} \\ & - \frac{1 + i\sqrt{3}}{2} \left(\frac{-2a^3 + 9ab - 27c - \sqrt{(2a^3 - 9ab + 27c)^2 + 4(-a^2 + 3b)^3}}{54} \right)^{1/3} \end{aligned}$$



Supercomputació i Intel·ligència Artificial

Simulació per computació

➤ Permet abordar problemes complexos

- Rapidesa
- Eficiència
- Seguretat
- Economia

Prediccions climàtiques
Investigació biomèdica
Recerca sobre desastres naturals
Cerca de combustibles fòssils



Supercomputació i Intel·ligència Artificial

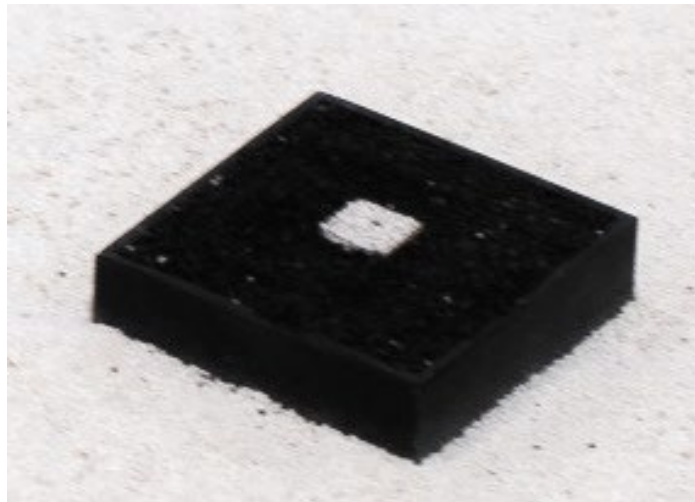
Computació vs. Supercomputació

➤ Ordinador de gama alta

1.000.000.000.000 operacions per segon

➤ Superordinador de gama alta

1.000.000.000.000.000.000 operacions per segon



Supercomputació i Intel·ligència Artificial

➤ El mètode científic

➤ El rol de la IA en el mètode científic

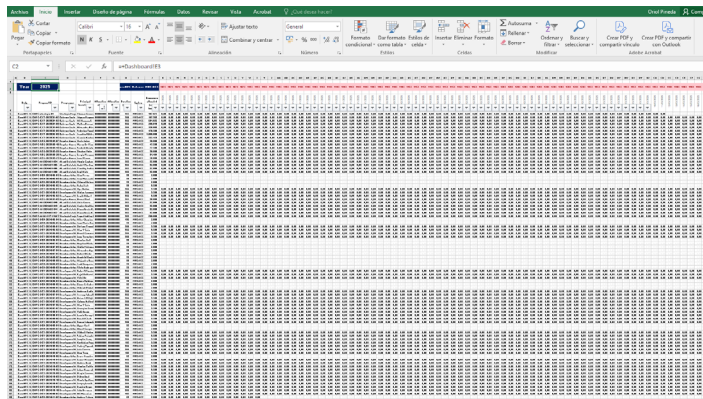


Supercomputació i Intel·ligència Artificial

Característiques i avantatges de la IA (vs. anàlisi directe)

- Capacitat
- Inter-relació
- Objectivitat
- Rapidesa

grans volums de dades
relacions no evidents entre factors
no pressuposa un resultat concret



A screenshot of a data visualization tool showing a large table with many columns and rows of numerical data. The table is organized into several sections, with the first section containing a header row and the subsequent rows containing numerical values. The data appears to be a result of a complex analysis or simulation.



Supercomputació i Intel·ligència Artificial

Què és la intel·ligència artificial

- **Simular el pensament humà**
 - **Crear màquines amb capacitat de raonament**
 - Equips capaços de realitzar tasques complexes
 - Robots que fan tasques associades a humans
 - Imitar la resolució humana de problemes
 - Capacitat d'aprendre de l'experiència prèvia
- **Capacitat de “gestionar” quantitats inhumanes de dades**

Supercomputació i Intel·ligència Artificial

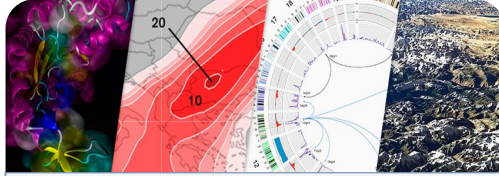
Intel·ligència Humana vs. Intel·ligència Artificial

➤ Una persona	1.000 llibres en una vida
➤ Biblioteca Nacional de España	400.000 títols dipositats
➤ XatGPT	Milers de milions de webs Milions d'articles

Supercomputació i Intel·ligència Artificial



Barcelona Supercomputing Center – Centro Nacional de Supercomputación



R&D in Computer,
Life, Earth and
Engineering Sciences



PhD programme,
technology transfer,
public engagement



Supercomputing and data
services to Spanish and
EU researchers

BSC-CNS is
a consortium
that includes

Spanish Government

60%



Catalan Government

30%



Univ. Politècnica de Catalunya (UPC)

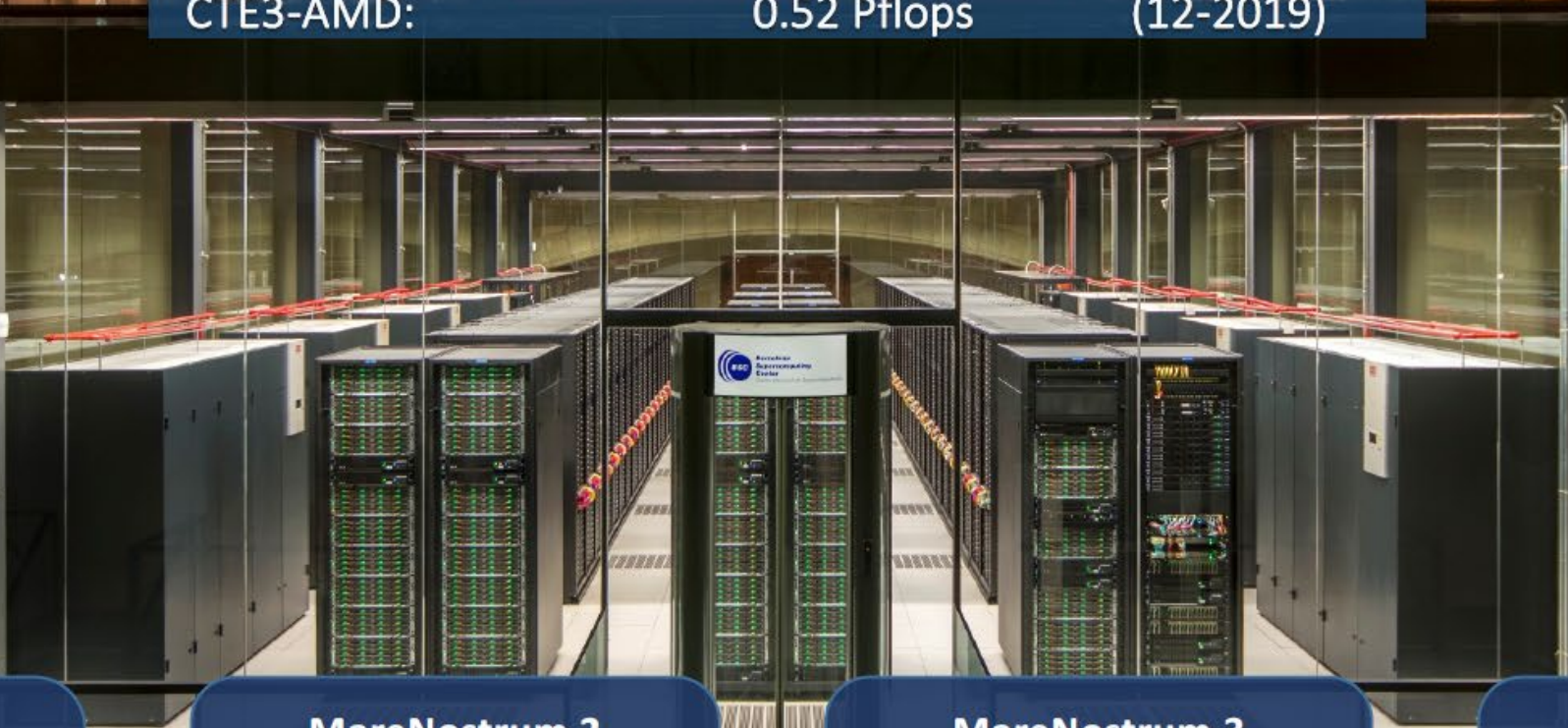
10%



MareNostrum 4

Total peak performance: **13.9 Pflops**

General Purpose Cluster:	11.15 Pflops	(1-07-2017)
CTE1-P9+Volta:	1.57 Pflops	(1-03-2018)
CTE2-Arm V8:	0.65 Pflops	(12-2019)
CTE3-AMD:	0.52 Pflops	(12-2019)



MareNostrum 1

2004 – 42.3 Tflops

1st Europe / 4th World

New technologies

MareNostrum 2

2006 – 94.2 Tflops

1st Europe / 5th World

New technologies

MareNostrum 3

2012 – 1.1 Pflops

12th Europe / 36th World

MareNostrum 4

2017 – 11.1 Pflops

2nd Europe / 13th World

New technologies

MareNostrum 5. A European pre-exascale supercomputer



General Purpose Partition

- 6480 nodes
- 2x Intel 8480+, 56c
- 256 to 1TB DDR5 RAM
- 960GB NVMe local storage
- NDR200
- DLC&RDHX

Accelerated Partition

- 1120 nodes
- 2x Intel 8640Y+, 40c
- 4x NVIDIA H100, 64GB
- 512 GB DDR5 RAM
- 480GB NVMe local storage
- DLC

High-Performance storage

HDD, 248 PB
1.6 TB/s read, 1.2TB/s write

Tapes, 400 PB
64 drives, 400MB/s per drive

Funding and distribution



Supercomputació i Intel·ligència Artificial



Supercomputació i Intel·ligència Artificial

Què és un ordinador

➤ Processador (CPU)	1
➤ Núclis	4-16
➤ Acceleradora gràfica (GPU)	1-2
➤ Memòria (RAM)	4 GB
➤ Storage (HDD)	500 GB
➤ Espai	Escriptori
➤ Consum	500KW
(microones a mitja potència)	

Què és un superordinador

➤ Processador (CPU)	15.200
➤ Núclis	800.000
➤ Acceleradora gràfica (GPU)	4.480
➤ Memòria (RAM)	2 PB
➤ Storage (HDD)	800 PB
➤ Interconnexió	200 Gb/s
➤ Espai	800 m ²
➤ Consum	12 MW
(10.000 llars mitjanes)	

Supercomputació i Intel·ligència Artificial

Algunes comparatives sobre la capacitat d'un superordinador com el MareNostrum5

- Un projecte de supercomputació estàndard implicar 6 trilions de càlculs => la quantitat de grans de sorra a tot el planeta Terra
- MareNostrum5 fa en 1h la feinda de 4h d'un portàtil típic.
- MareNostrum5 (640 PB) pot emmagatzemar
 - 8 còpies senceres de la col·lecció de Netflix
 - 3600 còpies de tots els llibres mai escrits
- Impreses en DinA4, les dades generades per MareNostrum en un mes arribarien a la lluna
- Els cables interns de MareNostrum5 arribarien de Barcelona a Montpel·lier (160km)
- La refrigeració de MareNostrum5 recircula, per dia, l'aigua de 15 piscines olímpiques

Supercomputació i Intel·ligència Artificial

Casos d'us

- Velocitat variable a l'àrea metropolitana de Barcelona
- Impacte medioambiental de l'us de gas natural en vehicles



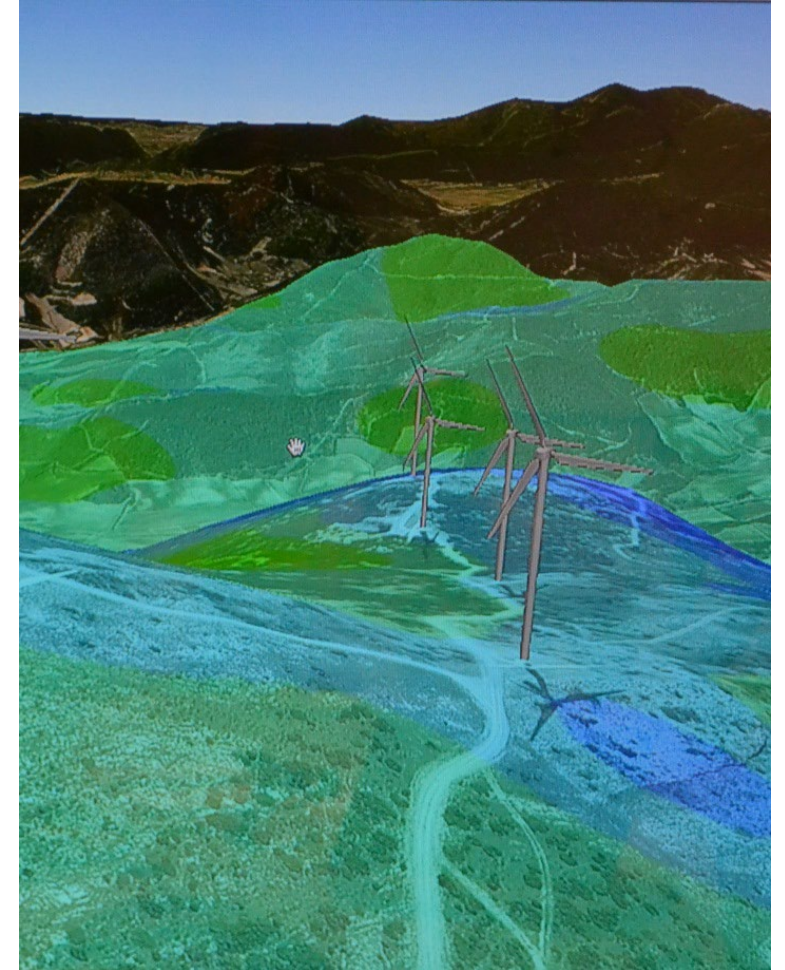
Generalitat de Catalunya
**Departament de Medi Ambient
i Habitatge**



Supercomputació i Intel·ligència Artificial

Casos d'ús

- Diseny i optimització de camps eòlics



Supercomputació i Intel·ligència Artificial

Casos d'ús

- Simulació d'impacte



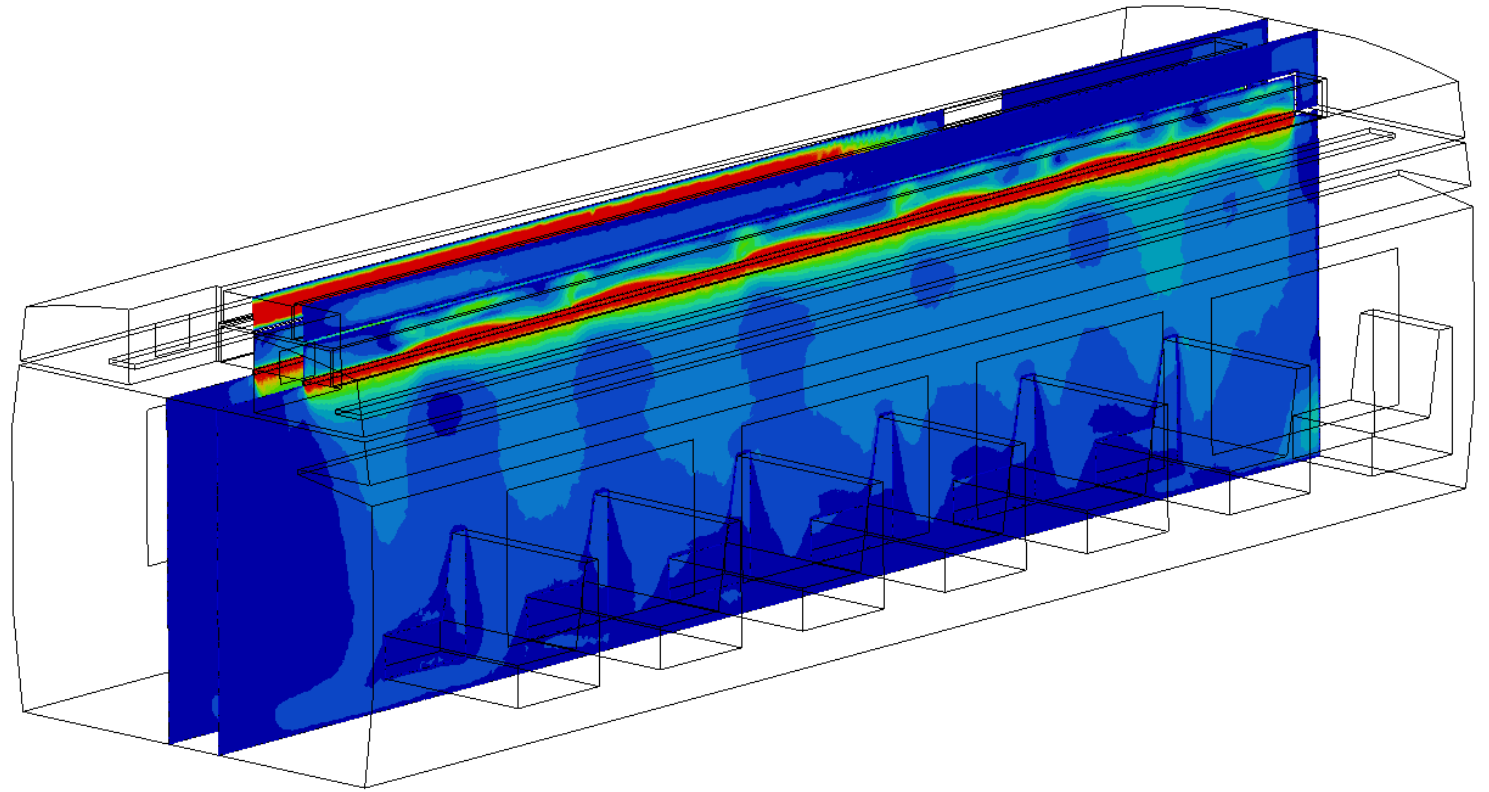
Supercomputació i Intel·ligència Artificial

Casos d'ús

- Comfort subjectiu



Contour Plot
Velocity(Mag)
Analysis system
8.829E+00
2.000E+00
1.857E+00
1.714E+00
1.571E+00
1.429E+00
1.286E+00
1.143E+00
1.000E+00
8.571E-01
7.143E-01
5.714E-01
4.286E-01
2.857E-01
1.429E-01
0.000E+00
No result
Max = 8.829E+00



Supercomputació i Intel·ligència Artificial

Casos d'ús

- Sí, patates xips



Supercomputació i Intel·ligència Artificial



Supercomputació i Intel·ligència Artificial

Casos d'ús

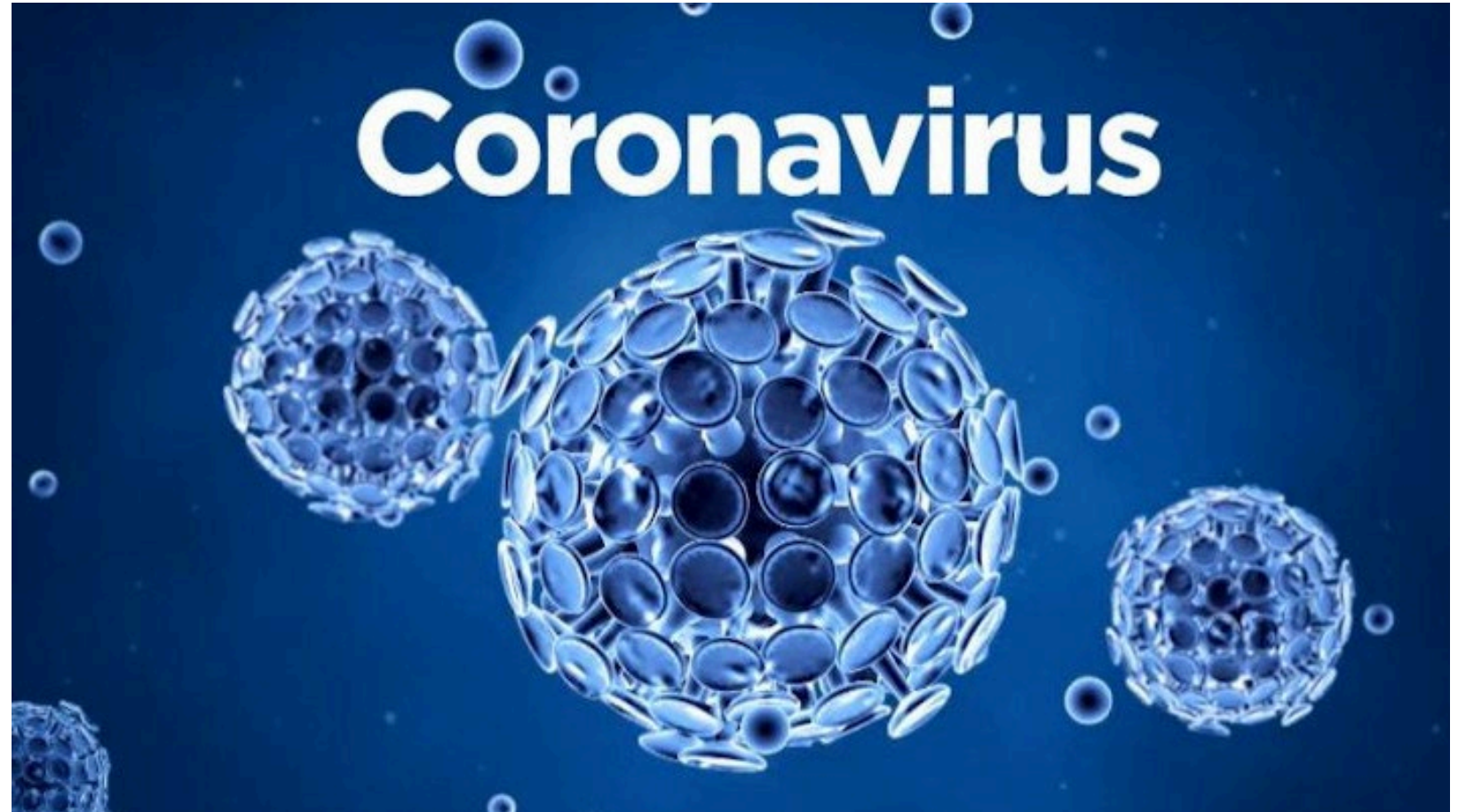
- Erupció volcànica



Supercomputació i Intel·ligència Artificial

Casos d'ús

- Pandèmia



Supercomputació i Intel·ligència Artificial

Casos d'ús

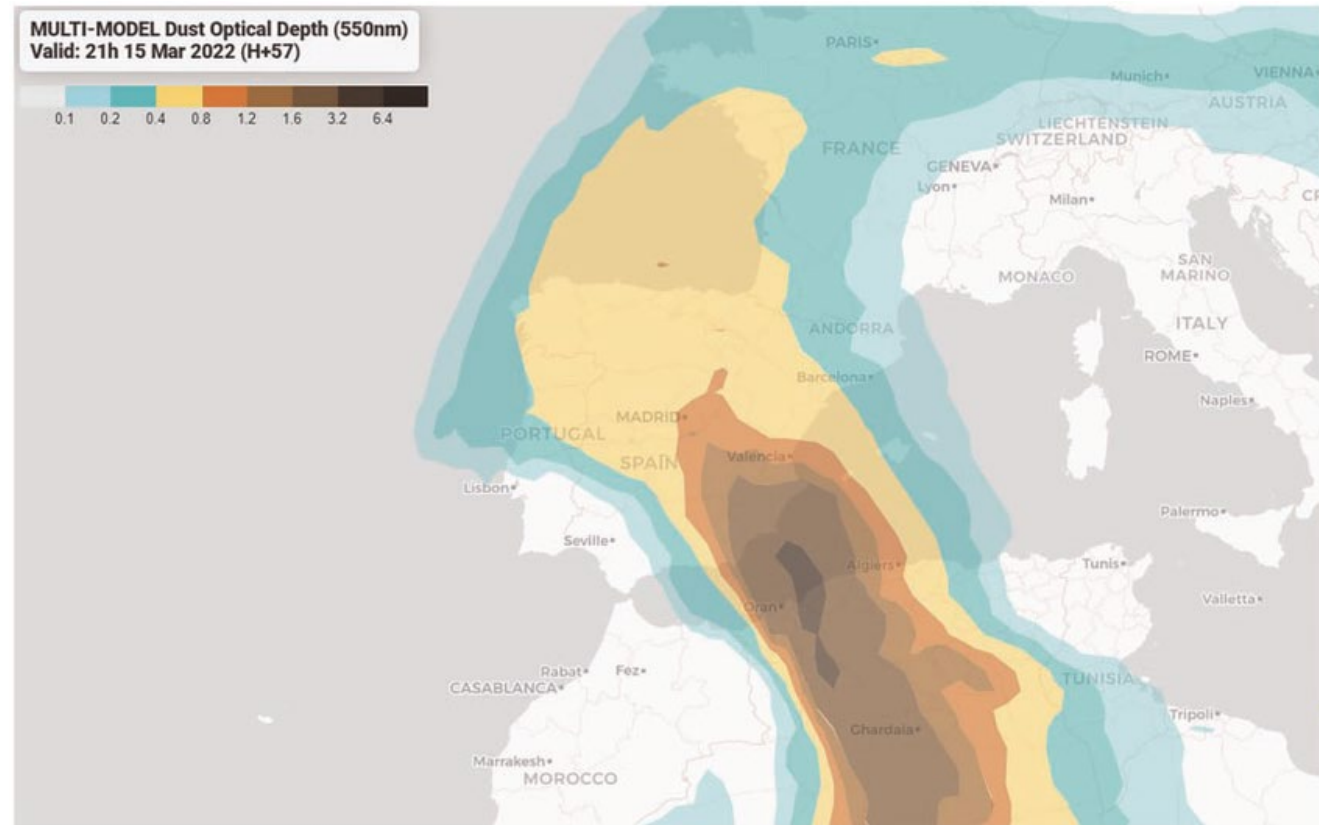
- Nuvols de cendra



Supercomputació i Intel·ligència Artificial

Casos d'ús

- Tempestes de fang



Supercomputació i Intel·ligència Artificial

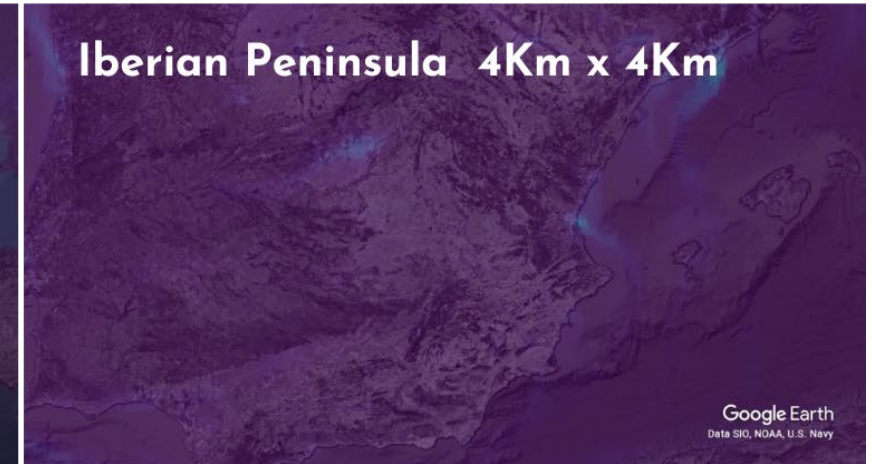
Casos d'ús

- Qualitat de l'aire

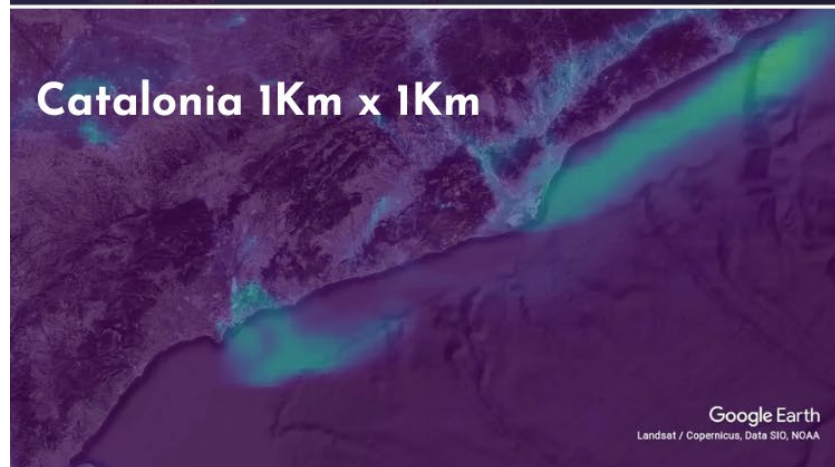
Europe 12Km x 12Km



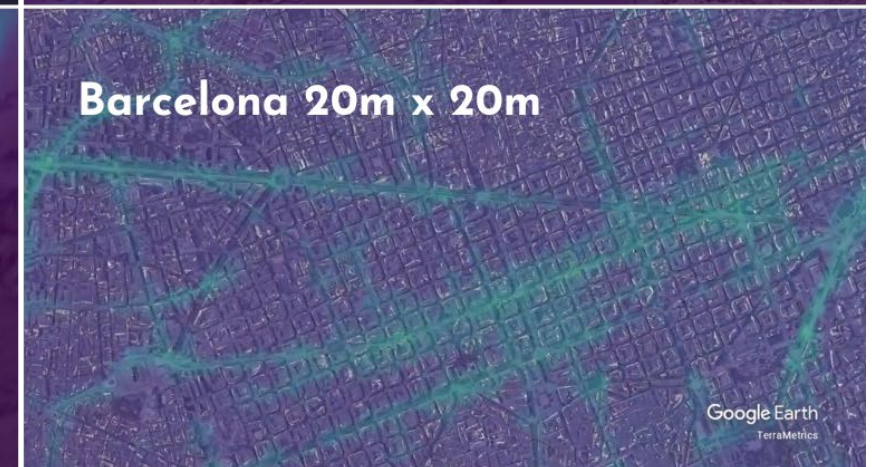
Iberian Peninsula 4Km x 4Km



Catalonia 1Km x 1Km



Barcelona 20m x 20m



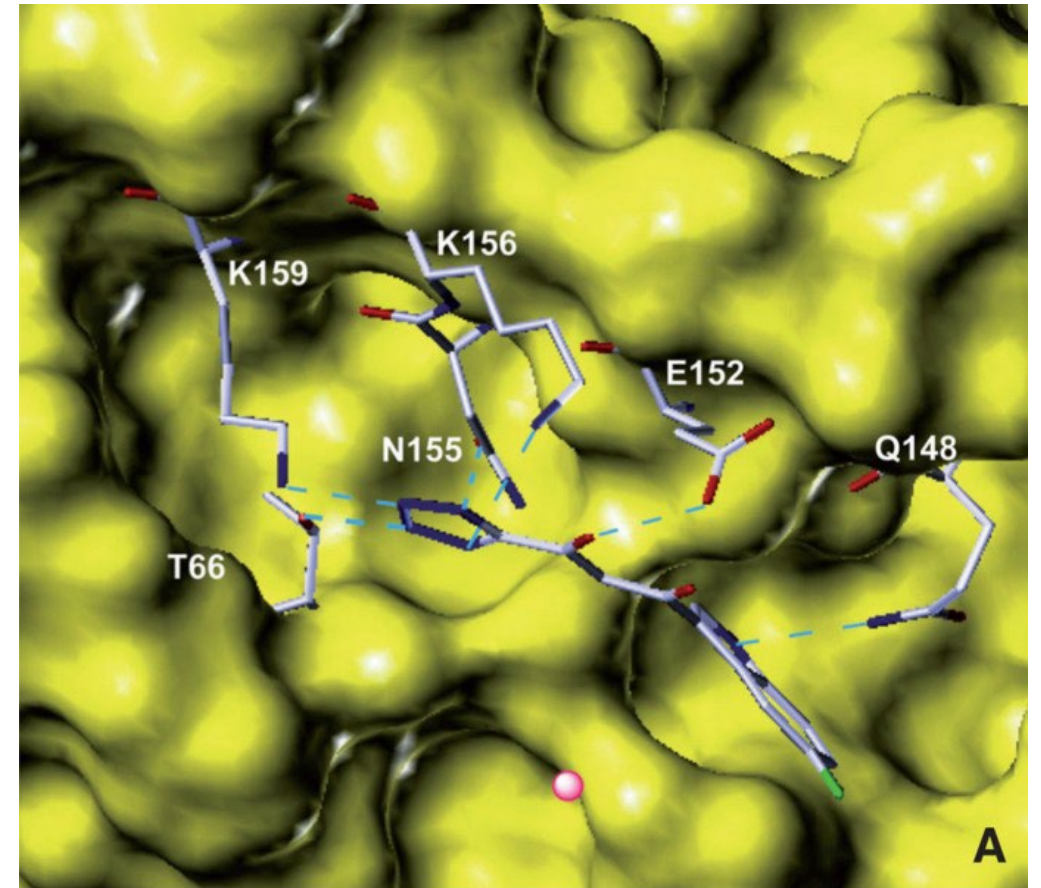
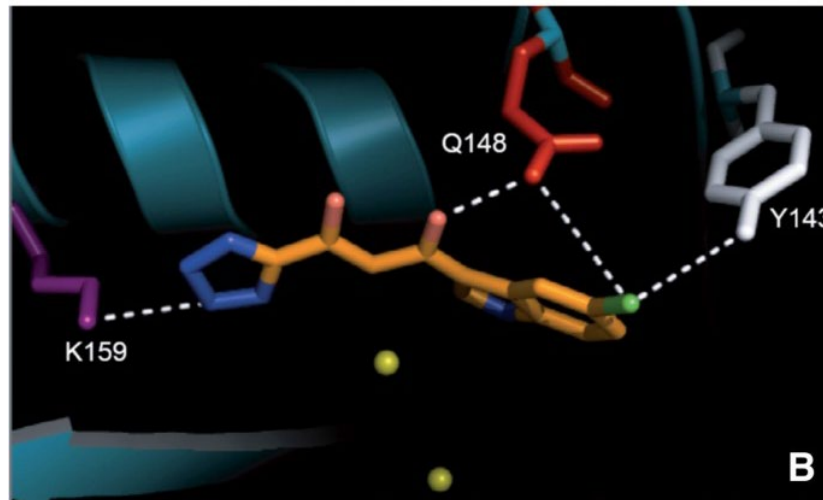
Supercomputació i Intel·ligència Artificial



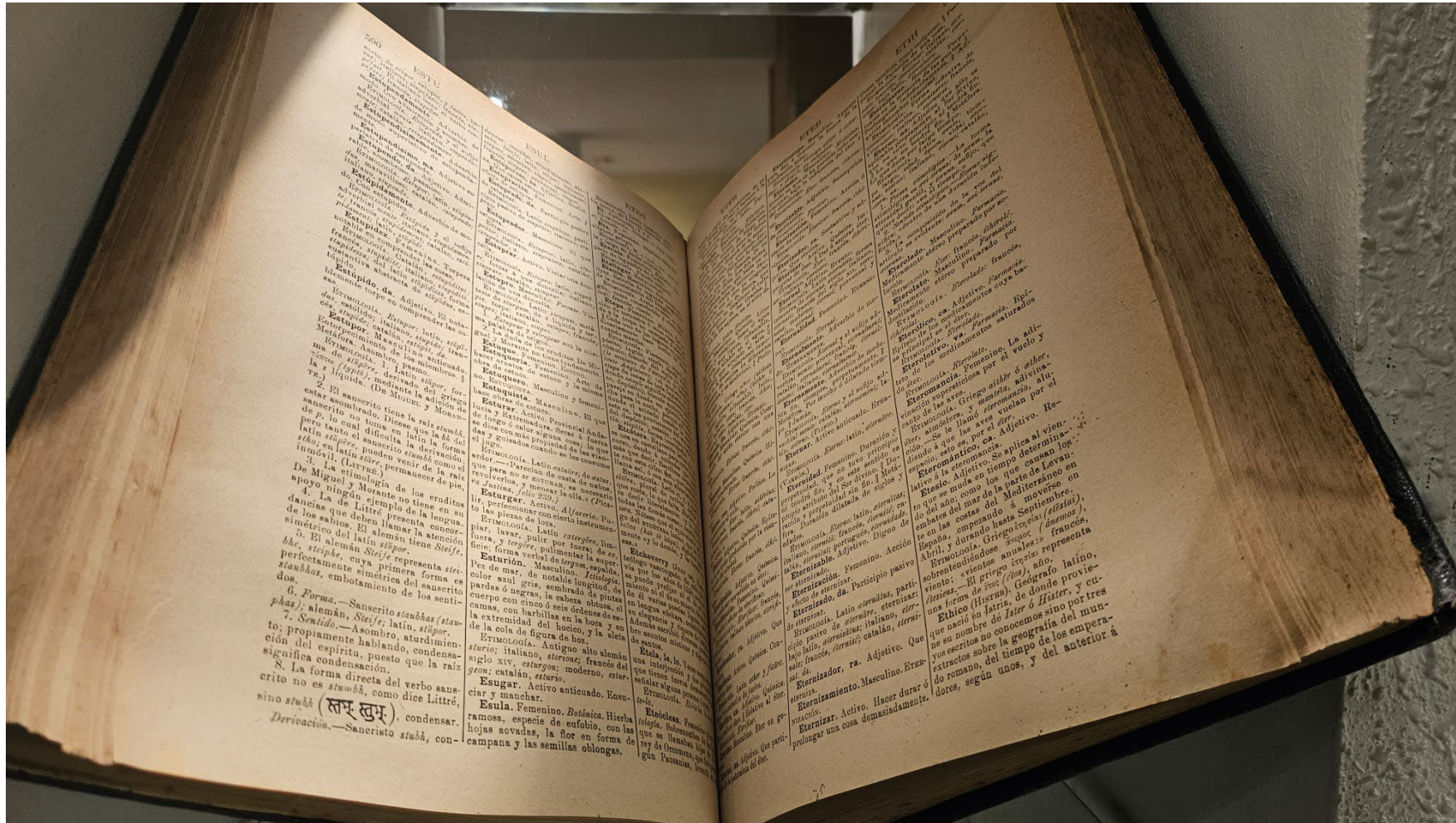
Supercomputació i Intel·ligència Artificial

Casos d'ús

➤ Fàrmacs antivirals



Supercomputació i Intel·ligència Artificial





**Barcelona
Supercomputing
Center**
Centro Nacional de Supercomputación



**EXCELENCIA
SEVERO
OCHOA**

Q&A

oriol.pineda@bsc.es



**Barcelona
Supercomputing
Center**
Centro Nacional de Supercomputación



Oportunitats i Serveis per investigadors i empreses

Oriol Pineda

Infrastructure Access Policy

CIDAI Masterclasses

28 March 2025

Supercomputació i Intel·ligència Artificial

Oportunitats i serveis del BSC (i altres)

- Accés a recursos
- Programes de suport
- Formació

Supercomputació i Intel·ligència Artificial

- Accés
- Suport tècnic
- Formació



**Barcelona
Supercomputing
Center**
Centro Nacional de Supercom

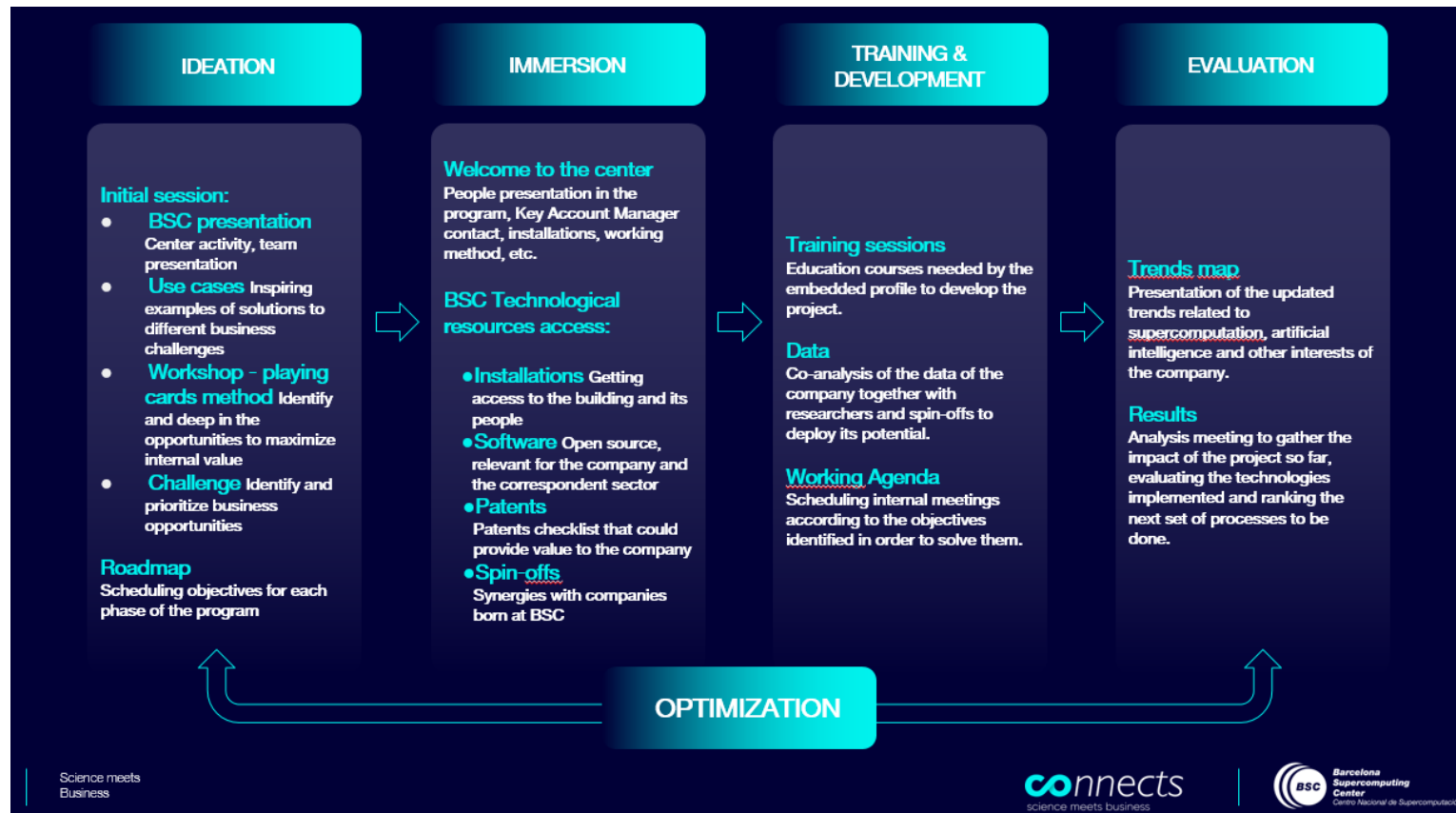
Oportunitats i serveis en HPC&IA

A) BSC Connects



Oportunitats i serveis en HPC&IA

A) BSC Connects



Oportunitats i serveis en HPC&IA

A) BSC Connects

vueling

renfe



Models de llenguatge (IA) per
millorar l'atenció al client

Oportunitats i serveis en HPC&IA

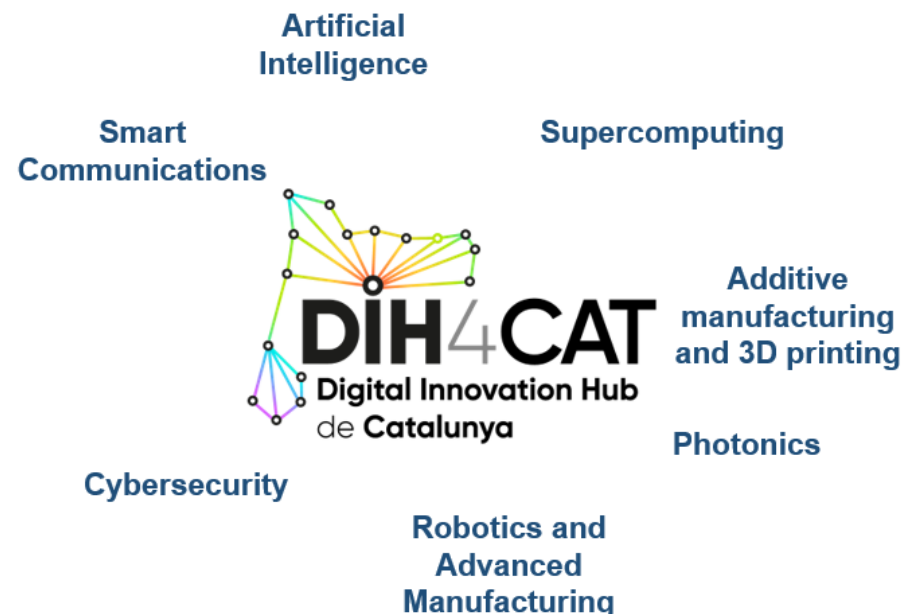
B) Digital Innovation Hub for Catalonia (DIH4CAT)



DIH4CAT is the connected network of assets, infrastructures and knowledge in Catalonia to accelerate the digital transformation of **industry** and **administration**.

DIH4CAT offers its Services through **access to technological infrastructures, digital capacities and advanced technologies**, acting at the same time as an advanced connector between demand and existing supply in the whole of Catalonia.

The DIH4CAT has a clear **technological focus**. The 7 areas that make it up reflected the referent and available capacities in Catalonia, and with a representative critical mass in the region.



**Barcelona
Supercomputing
Center**

Centro Nacional de Supercomputación

Oportunitats i serveis en HPC&IA

B) Digital Innovation Hub for Catalonia (DIH4CAT)



Catàleg de casos d'ús
DIH4CAT 2022



Catàleg de casos d'ús DIH4CAT

Ciberseguretat Connectivitat intel·ligent Fabricació
additiva i impressió 3D Fabricació avançada i robòtica
Fotònica Intel·ligència artificial Supercomputació



Cas d'ús Supercomputació: Innovació automoció

Supercomputació



Cas d'ús Impressió 3D: Travel Sax, el saxo més petit del món

Fabricació additiva i impressió 3D



Cas d'ús Impressió 3D: Manipuladors i pinces per robots col·laboratius

Fabricació additiva i impressió 3D



Cas d'ús Fotònica: Membranes d'alt impacte basades en grafe

Fotònica



Cas d'ús Fabricació Avançada i Robòtica: Precatex

Fabricació avançada i robòtica

Oportunitats i serveis en HPC&IA

C) Red Española de Supercomputación



Red Española de Supercomputación (RES), created in 2007

- Member of the Spanish Unique Scientific and Technical Infrastructures network (ICTS)
- Composed of 14 members, offering access to:
 - 16 High-Performance Computing systems
 - 9 Data Management facilities



Oportunitats i serveis en HPC&IA

C) Red Española de Supercomputación

Computing and AI Access

- Submissions in Jan, May, Sept
- Medium-to-large scale allocations
- Mentored activities

Data Management Access

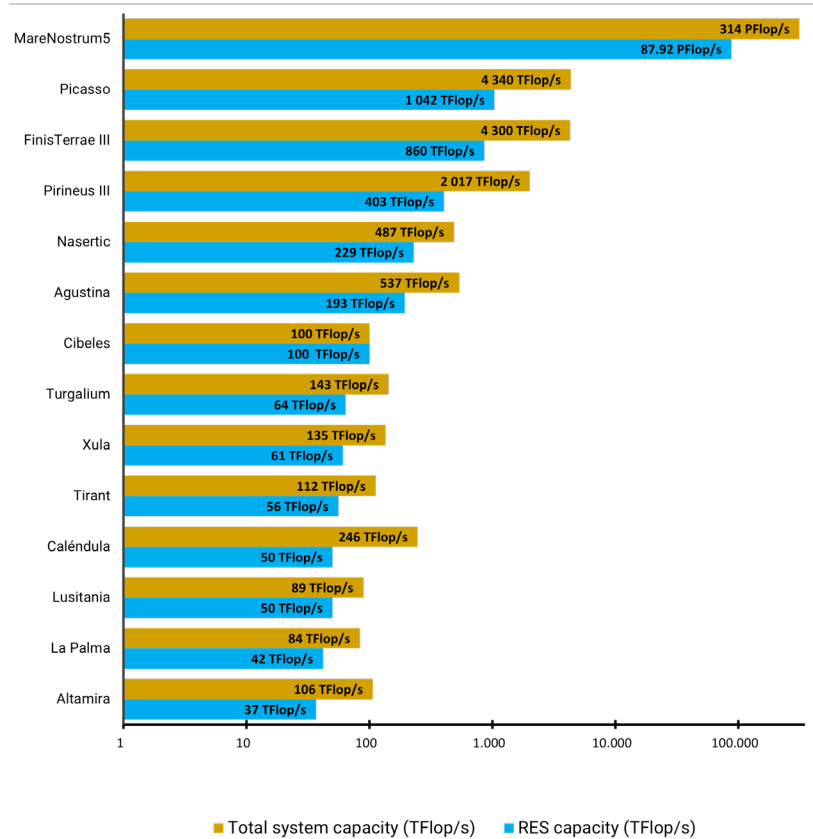
- Submissions in Jan
- Allocations from 200TB to 1PB, + VMs
- Duration from 3 to 5 years

Short-range Access

- Rolling call, continuously open
- Shared access, low resource needs
- Specialized support

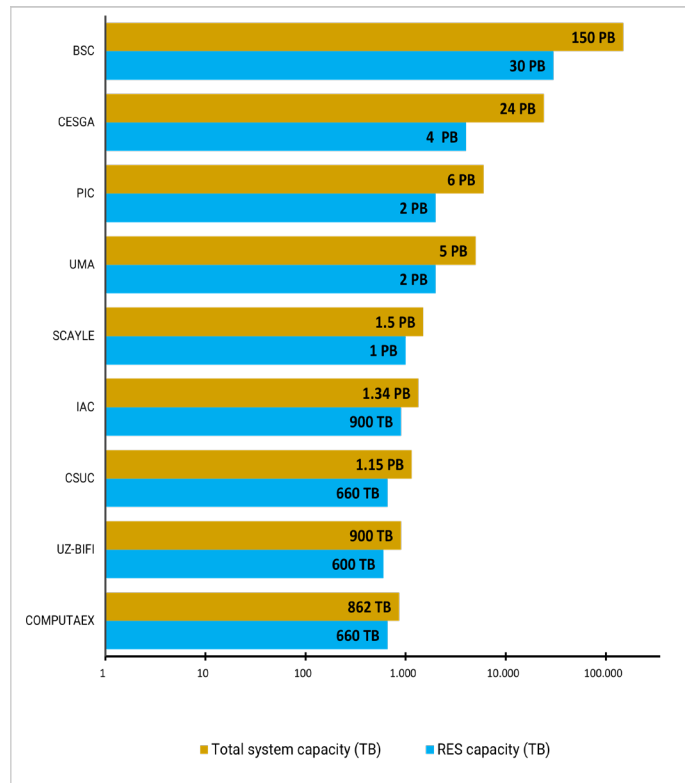
Oportunitats i serveis en HPC&IA

C) Red Española de Supercomputación



Oportunitats i serveis en HPC&IA

C) Red Española de Supercomputación



- Agora
 - 150PB on HSM (disk/tape)
- RES
 - Additional 30 PB on disk, tape and objects
- MareNostrum 5 storage system
 - 240PB on disk
 - 400PB on tape

Oportunitats i serveis en HPC&IA

D) European network of competence centres in Supercomputing, Big Data and Artificial Intelligence - EuroCC

The **EuroCC Spain** project has created a **National Competence Center (NCC)** that is capable of providing a broad portfolio of **Supercomputing**, **Big Data** and **Artificial Intelligence** services to meet the needs of industry, the academic sector and Public administration in Spain.

The NCC center in Spain is part of a network of National Competence Centers made up of 32 participating states.



Oportunitats i serveis en HPC&IA

D) European network of competence centres in Supercomputing, Big Data and Artificial Intelligence - EuroCC

Promoting the use of Supercomputing, Big Data and Artificial Intelligence to improve the performance of R&D&i projects.



ACADEMIA

For the advancement of strategic research.



INDUSTRY

For the development of innovative solutions, cost reduction and process optimization.



PUBLIC ADMINISTRATION

For better data management analysis and visualization.

Achievements

54

Training activities and workshops organized in the frame of NCC

172

Entities surveyed about their competences

190

Companies contacted (one to one meetings, consultancy, interactions, etc.)

9

Supported TESTBED applicants from the public and private sector into advancing and accelerating their processes.

1500

Users (attendees in conferences, meetings, workshops, courses)



**Barcelona
Supercomputing
Center**
Centro Nacional de Supercomputación



Oportunitats i serveis en HPC&IA

D) European network of competence centres in Supercomputing, Big Data and Artificial Intelligence - EuroCC

Promoting the use of Supercomputing, Big Data and Artificial Intelligence to improve the performance of R&D&i projects.



ACADEMIA

For the advancement of strategic research.



INDUSTRY

For the development of innovative solutions, cost reduction and process optimization.



PUBLIC ADMINISTRATION

For better data management analysis and visualization.

Achievements

54

Training activities and workshops organized in the frame of NCC

172

Entities surveyed about their competences

190

Companies contacted (one to one meetings, consultancy, interactions, etc.)

9

Supported TESTBED applicants from the public and private sector into advancing and accelerating their processes.

1500

Users (attendees in conferences, meetings, workshops, courses)



**Barcelona
Supercomputing
Center**
Centro Nacional de Supercomputación



Oportunitats i serveis en HPC&IA

E) European High-Performance Computing Joint Undertaking - EuroHPC JU

#EuroHPC Joint Undertaking

The European High Performance Computing Joint Undertaking (EuroHPC JU) will pool European resources to develop top-of-the range exascale supercomputers for processing big data, based on competitive European technology.

Member countries are Austria, Belgium, Bulgaria, Croatia, Cyprus, Czechia, Denmark, Estonia, Finland, France, Germany, Greece, Hungary, Iceland, Ireland, Israel, Italy, Latvia, Lithuania, Luxembourg, Malta, Montenegro, Netherlands, North Macedonia, Norway, Poland, Portugal, Romania, Serbia, Slovakia, Slovenia, Spain, Sweden, Türkiye and United Kingdom.



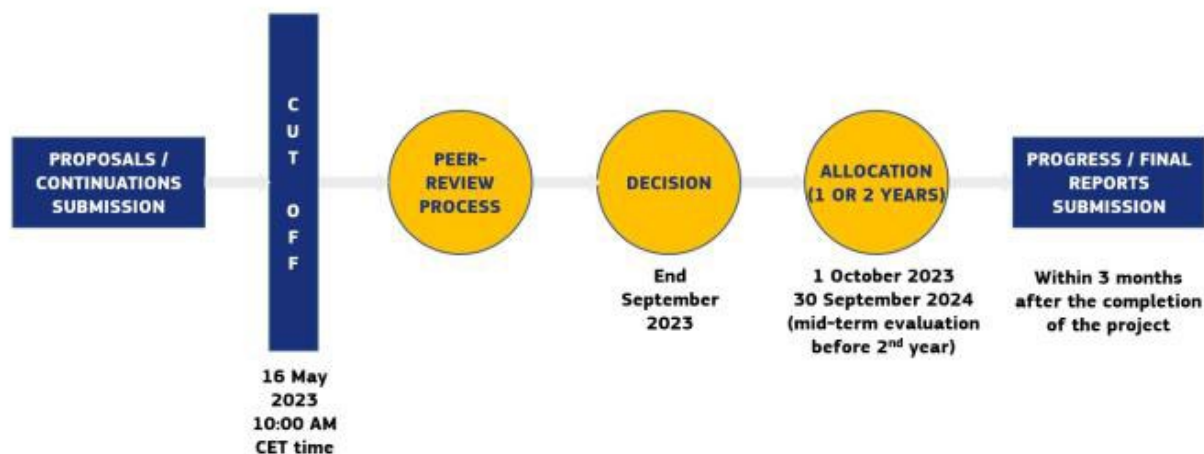
Oportunitats i serveis en HPC&IA

E) European High-Performance Computing Joint Undertaking - EuroHPC JU



Oportunitats i serveis en HPC&IA

E) European High-Performance Computing Joint Undertaking - EuroHPC JU



SYSTEM*	SITE (COUNTRY)	ARCHITECTURE	PARTITION	TOTAL RESOURCES**	MINIMUM REQUEST
MN5 MARENOSTRUM	BSC (ES)	Lenovo ThinkSystems SD650	MN5 GPP	3 955 550	400 000
		Atos BullSequana XH3000	MN5 ACC	4 207 883	420 000
 LEONARDO CINECA	CINECA (IT)	Atos BullSequana XH2000	Leonardo DCGP	1 852 863	185 000
			Leonardo Booster	4 207 883	420 000
LUMI	CSC (FI)	HPE Cray EX	LUMI-C	3 955 550	390 000
			LUMI-G	7 755 983	775 000

https://eurohpc-ju.europa.eu/access-our-supercomputers/eurohpc-access-calls_en

Oportunitats i serveis en HPC&IA



The BSC Artificial Intelligence Factory

- **Approved Dec24** – Entry in operation during 2025
- World-changing scientific breakthroughs such as the creation of digital twins and the advancement of precision medicine
- Total investment: **198 M€**

Hosting Consortium

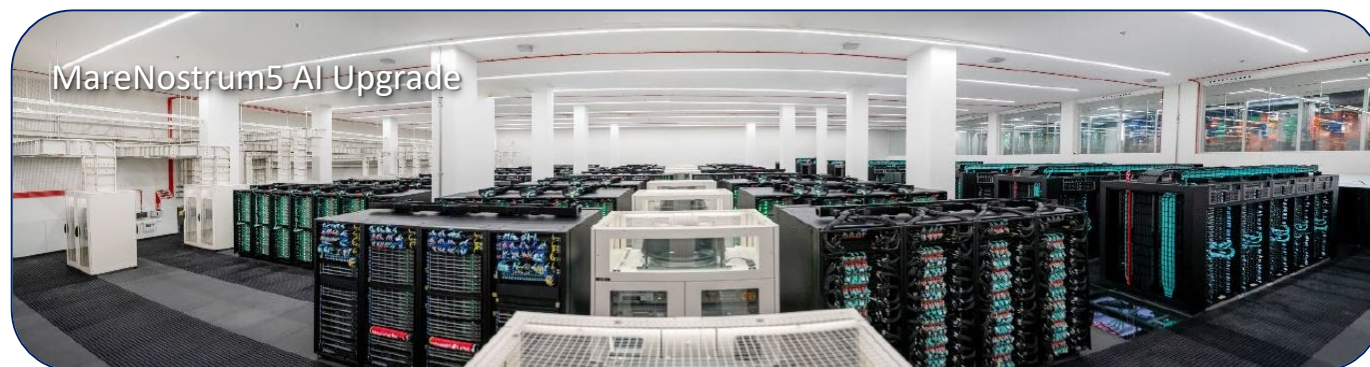
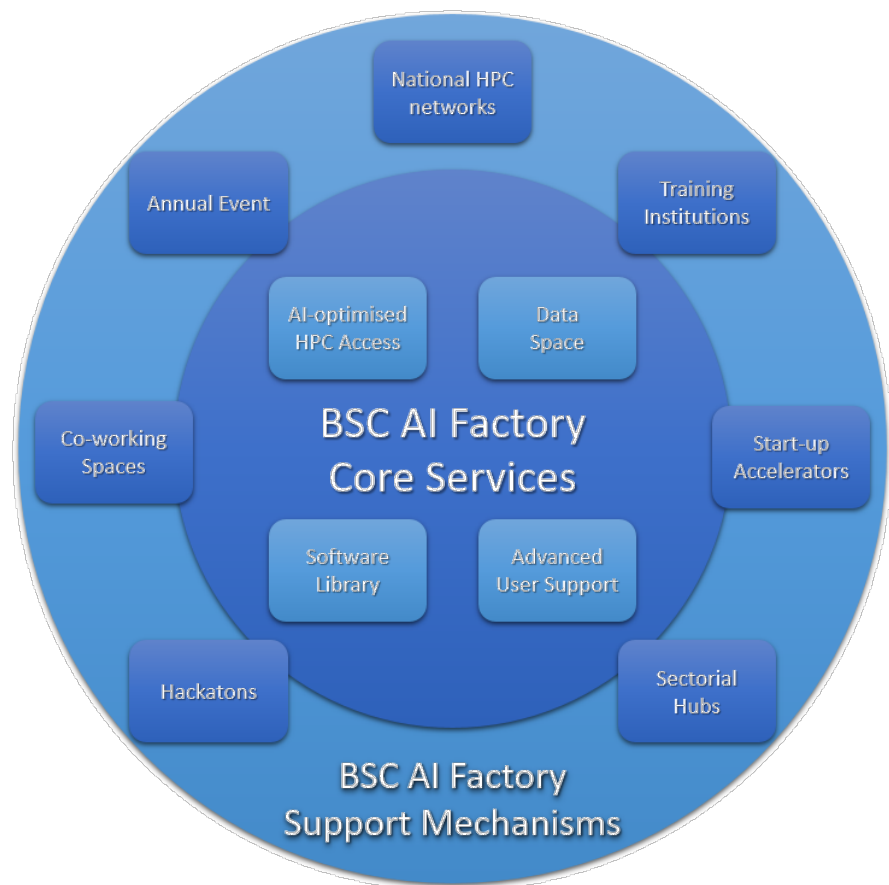
Spain

Portugal

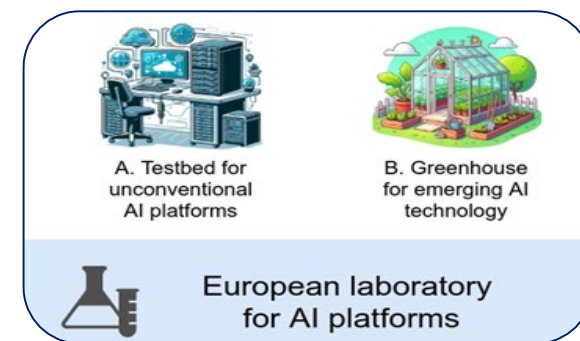
Turkey



The BSC Artificial Intelligence Factory



Health
Agriculture and climate
Finance and legal
Policy-making / Public Administration
Communication and Media
Energy



The BSC Artificial Intelligence Factory



**Training
partition**

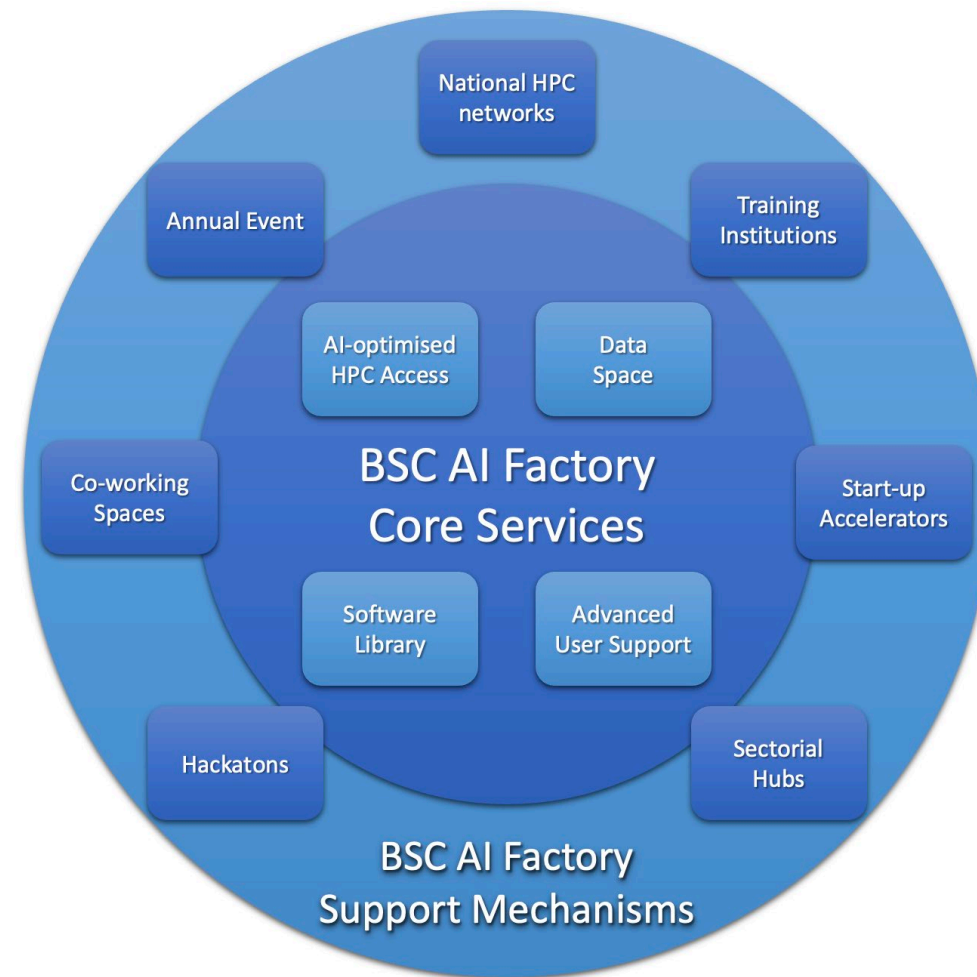
**Inference
partition**

**High-Performance SSD
storage**

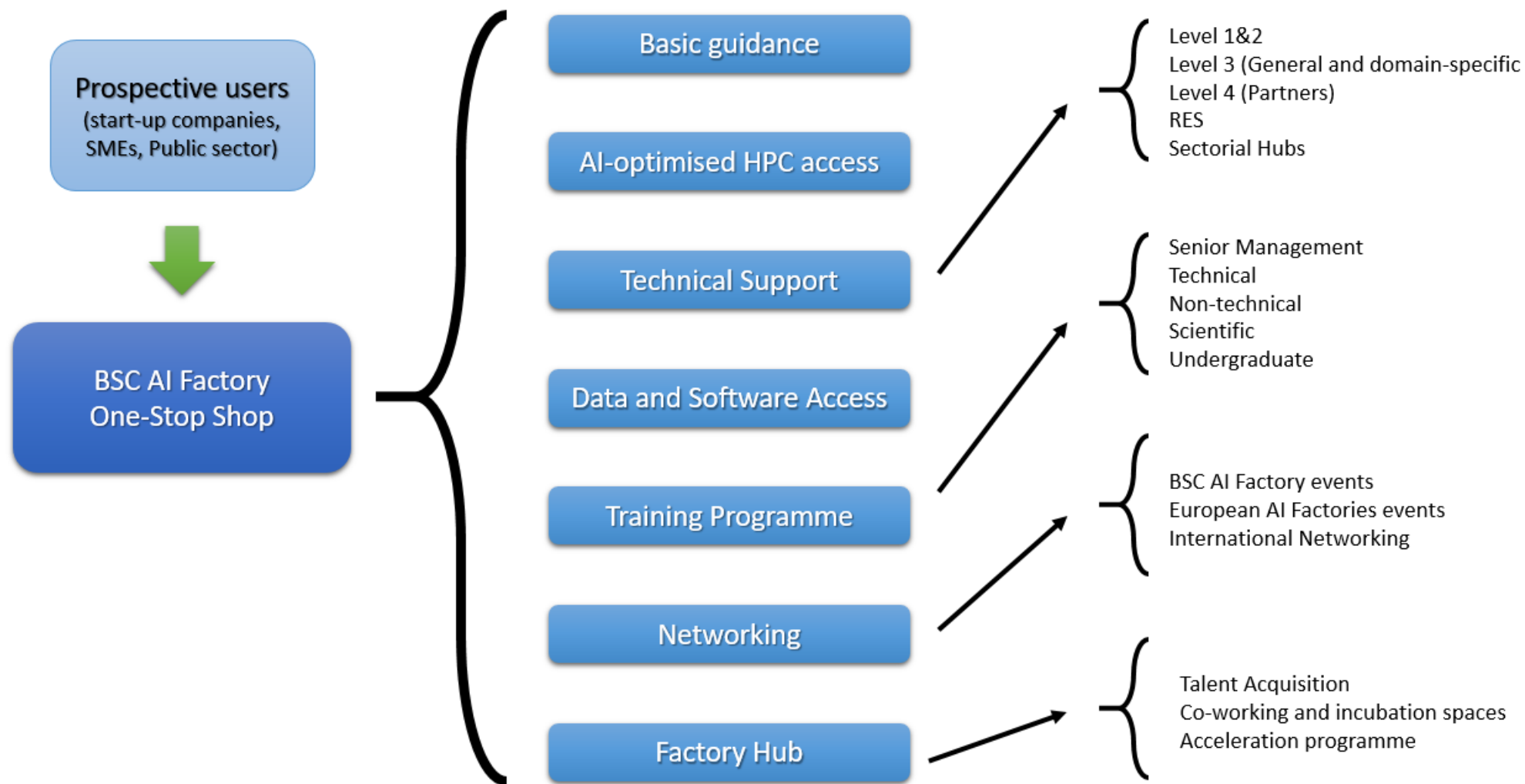
The BSC Artificial Intelligence Factory

The BSC AI Factory is designed around 4 core services and further support mechanisms, aimed at:

- **Breaking AI innovation entry barriers (HPC capacity & technical expertise)**
- **Generating an AI-related innovation ecosystem (networking, funding, talent...)**
- **Training the workforce for AI-driven economies**



The BSC Artificial Intelligence Factory



The BSC Artificial Intelligence Factory

Health

Agriculture and climate

Finance and legal

Policy-making / Public Administration

Communication and Media

Energy

The BSC Artificial Intelligence Factory



13

**AI
Factories**

EQUIPPING EUROPE WITH WORLD CLASS AND TRUSTWORTHY AI CAPABILITIES

The European Union is investing in compute power and talent to turn Europe into a human-centric and ethical “AI Continent”.



9

**new AI-optimised
supercomputers**

located across the EU



2

**billion EUR of EU
funds invested**

in developing AI supercomputers



1

**“One-stop-shop”
for users**

for each AI Factory

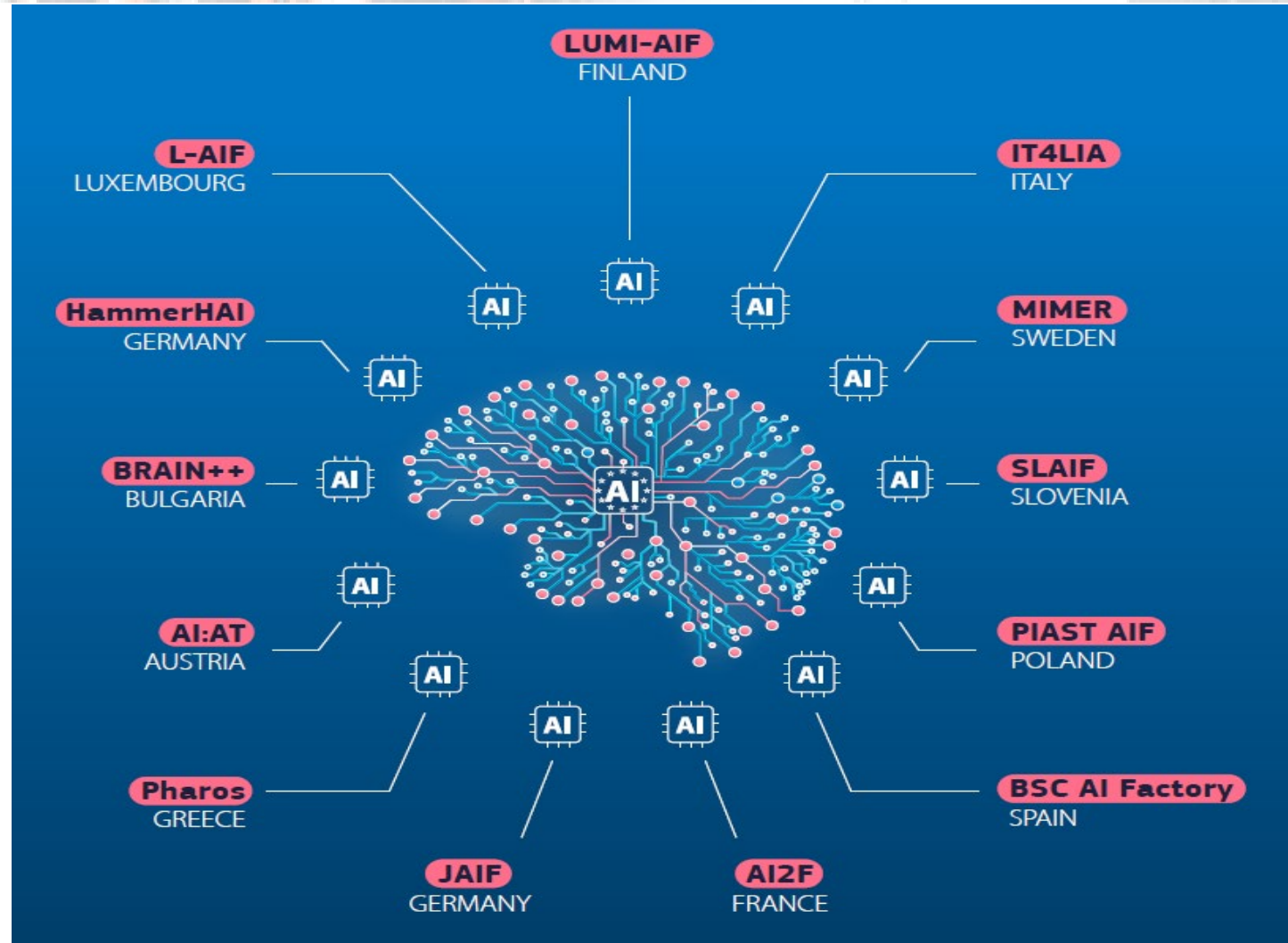


20+

**European countries
and 50+ partners**

involved in the projects

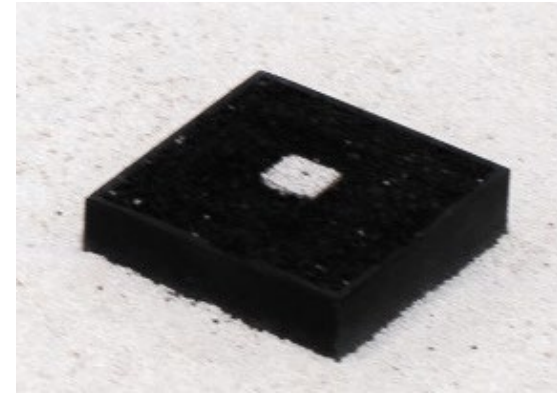
The BSC Artificial Intelligence Factory



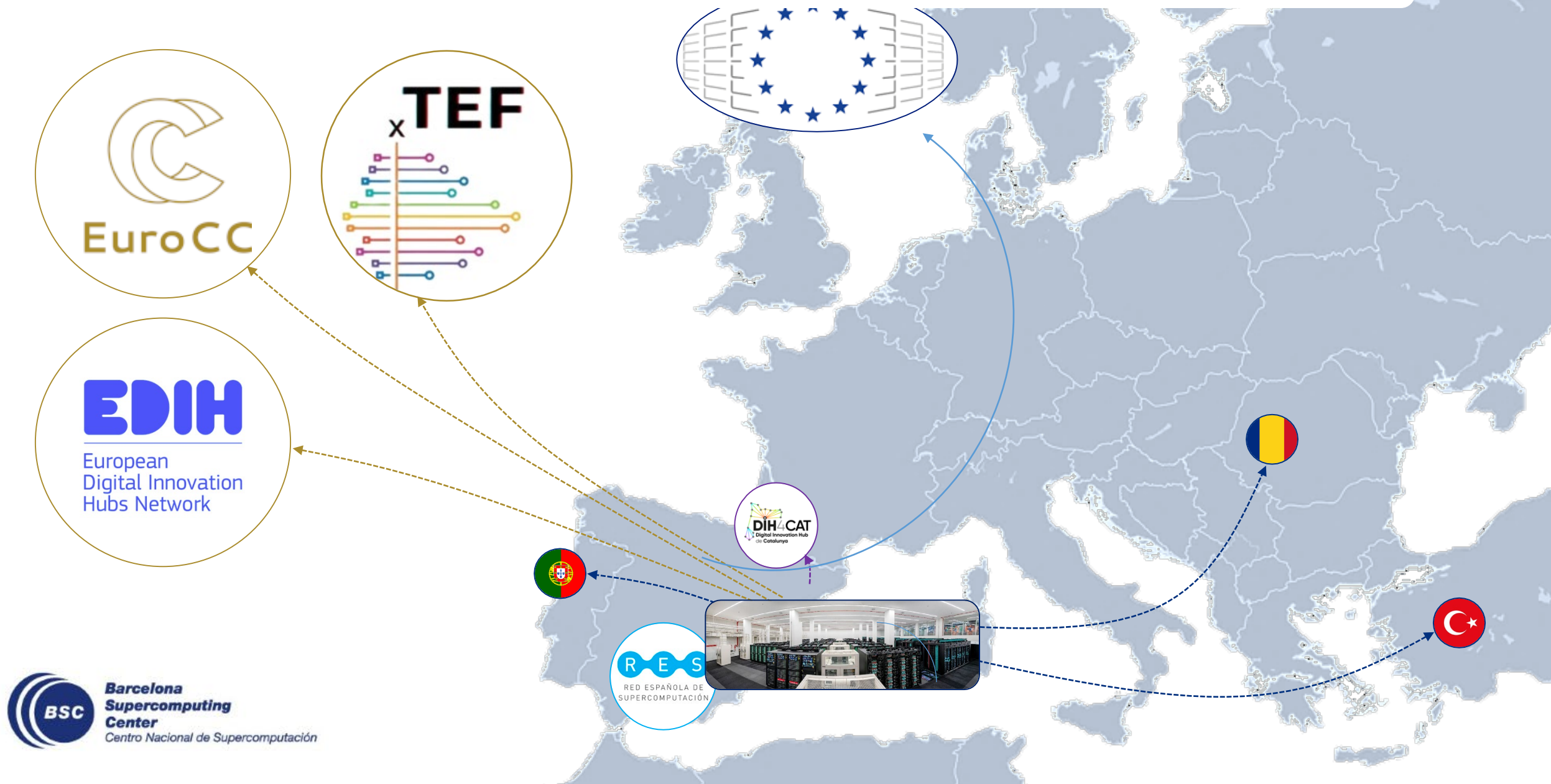
Oportunitats i serveis en HPC&IA

Winds of Change

Supercomputació i Intel·ligència Artificial



Oportunitats i serveis en HPC&IA



Barcelona Supercomputing Center

MareNostrum5
~360M€ investment
TOP8 in the world



**Research and
Development**

**Innovation
for Industry**

**World-class
Infrastructure**



**Barcelona
Supercomputing
Center**
Centro Nacional de Supercomputación



**EXCELENCIA
SEVERO
OCHOA**

Thank you

oriol.pineda@bsc.es