CIDAI Centre of Innovation for Data tech and Artificial Intelligence

Masterclass

El futur circular: com la IA transforma la vida de les bateries EV

UPC Universitat Politècnica de Catalunya BarcelonaTech | IDEAI Intelligent Data Science and Artificial Intelligence Research Center

Socis promotors

Generalitat de Catalunya · Ajuntament de Barcelona · Barcelona Supercomputing Center · CVC · eurecat · i2cat · softeng · UPC

Entitats membres

AMB · ATM Àrea de Barcelona · Caixa Enginyers · 3cat · CETAQUA · CRUÏLLA

Soft Computing research group (SOCO)

Intelligent Data Science and Artificial Intelligence Research Center (IDEAI)

Universitat Politècnica de Catalunya (UPC), Barcelona

Doctora, professora lectora i investigadora en aplicacions IA

Membre de la Societat Espanyola de IA en Biomedicina (IABIOMED)

Membre del IEEE-CIS Computational Intelligence Society



martha.ivon.cardenas@upc.edu

CIDAI Centre of Innovation for Data tech and Artificial Intelligence

UPC Universitat Politècnica de Catalunya BarcelonaTech | IDEAI Intelligent Data Science and Artificial Intelligence Research Center

SOCO soft computing research group

IDEAI

Intelligent Data Science and Artificial Intelligent Research Center (IDEAI - UPC) Barcelona, Catalunya



Director: Dr. Alfredo Vellido

CIDAI Centre of Innovation for Data tech and Artificial Intelligence

https://ideai.upc.edu/en

UPC Universitat Politècnica de Catalunya BarcelonaTech | IDEAI Intelligent Data Science and Artificial Intelligence Research Center

SOCO soft computing research group

IDEAI

Intelligent Data Science and Artificial Intelligent Research Center (IDEAI - UPC) Barcelona, Catalunya



CIDAI Centre of Innovation for Data tech and Artificial Intelligence

https://ideai.upc.edu/en

UPC Universitat Politècnica de Catalunya BarcelonaTech | IDEAI Intelligent Data Science and Artificial Intelligence Research Center

Media

Tres membres d'IDEAI formen part del Consell Assessor en Intel·ligència Artificial, Ètica i Drets Digitals de l'Ajuntament de Barcelona

Share:

Apr 18, 2023

Es constitueix el Consell Assessor en Intel·ligència Artificial, Ètica i Drets Digitals de l'Ajuntament de Barcelona per al bé comú. Tres membres d'IDEAI formen part d'aquest Consell Assessor.



Dilluns 17 d'abril de 2023 s'ha c
de l'Ajuntament de Barcelona. E
puguin tenir un alt impacte en e
els possibles resultats indesitja
òrgan assessor està format per
de la intel·ligència artificial per a

- Ulises Cortés García
- Cecilio Angulo Bahón
- Karina Gibert Oliveras

La directora d'IDEAI duu la veu de les tecnòlogues catalanes a la ONU

Apr 02, 2023

Karina Gibert, directora del centre de recerca IDEAI duu la veu de les tecnòlogues catalanes a la ONU



Karina Gibert, llicenciada i doctora en Informàtica, directora d'IDEAI i presidenta de l'Associació de Dones COEinf va participar en l'acte "Bretxa digital i resistències feministes a internet" a Nova York en el marc de la 67 edició de la Comissió de la Condició Jurídica i Social de la Dona (CSW, per les seves sigles en anglès). El tema de la 67 CSW ha estat el de la "Innovació i canvi tecnològic, educació en l'era digital per a aconseguir la igualtat de gènere i l'apoderament de totes les dones i nenes".

El Consell Nacional de les Dones de Catalunya té caràcter consultiu i cada any envia una declaració oficial amb el tema que marca l'ONU per plantejar els debats del CSW. Aquest any el tema era digitalització i drets de les dones i Karina Gibert va redactar la declaració que es pot consultar aquí.

A l'acte del dia 14, obert per la consellera de feminismes Tània Verge i Eugènia Bretones, vicepresidenta segona del Consell hi van intervenir les següents ponents:

Women and IT professions

Nov 21, 2019

Two IDEAI female members participate in the organisation of the workshop Women and ICT professions, organised by "Comissió de Dones i Igualtat de L'Associació Intercol·legial de Col·legis Professionals".

The "**Comissió de Dones i Igualtat de L'Associació Intercol·legial de Col·legis Professionals**" has organised a cycle of confere
Regulated Professions. From IDEAI, Karina Gibert and Nuria Castell participate in organising the conference "Women and IT
of the year and it closes the 2019 cycle. Thanks to them for their commitment.

Date: December 13th, 4pm - 6.30pm



Guió

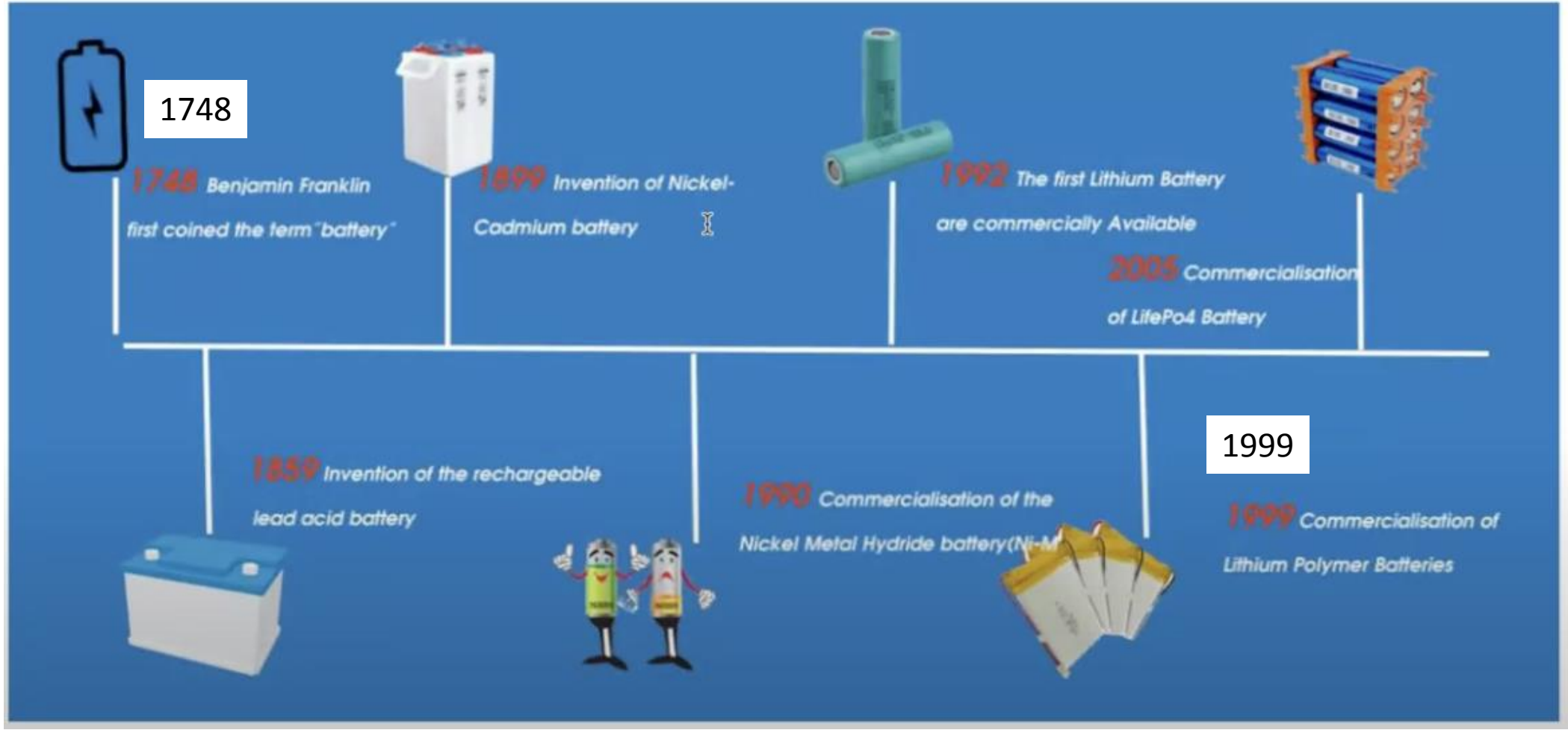
- Història del cotxe elèctric (EV)
- Les bateries de liti d'EV
- IA en la cadena de valor de la bateria
- Exemples de projectes i casos d'ús
- Torn de preguntes

Alessandro Volta (1745-1827)





Història de les bateries: més de 200 anys



Cotxes elèctrics a principis del segle XX



Premi Nobel 2019: Development of lithium-Ion batteries



© Nobel Prize Outreach. Photo: A. Mahmoud

John B. Goodenough

Prize share: 1/3



© Nobel Prize Outreach. Photo: A. Mahmoud

M. Stanley Whittingham



© Nobel Prize Outreach. Photo: A. Mahmoud

Akira Yoshino

Prize share: 1/3

LIBs: Reptes globals

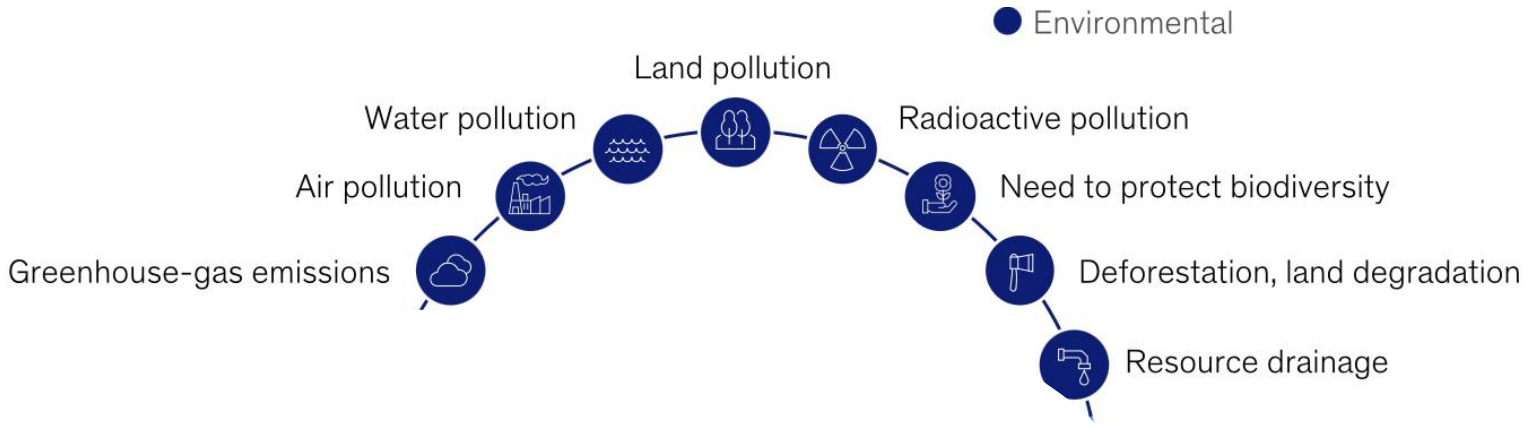


CIDAI Centre of Innovation for Data tech and Artificial Intelligence

UPC Universitat Politècnica de Catalunya BarcelonaTech | IDEAI Intelligent Data Science and Artificial Intelligence Research Center

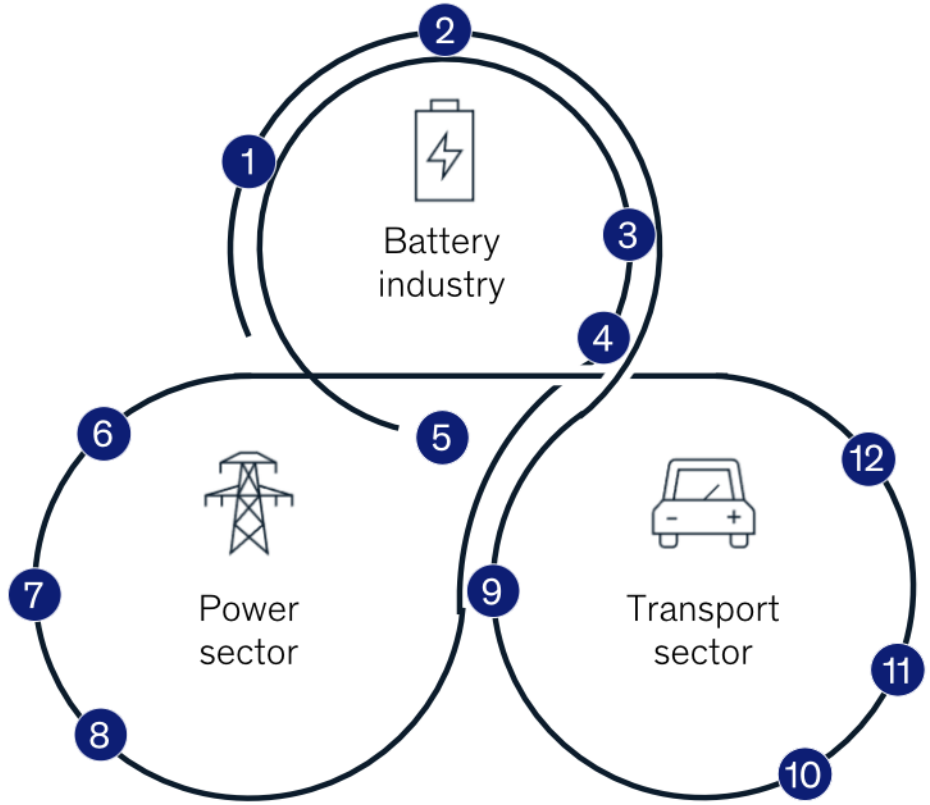
SOCO soft computing research group

LIBs: Reptes mediambientals

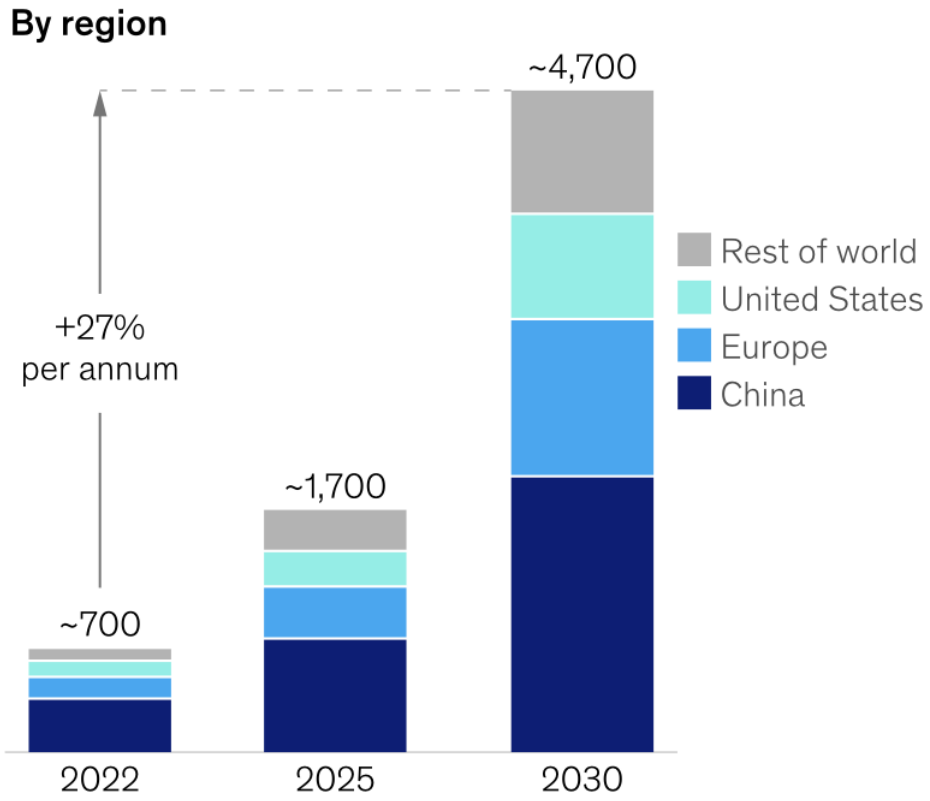


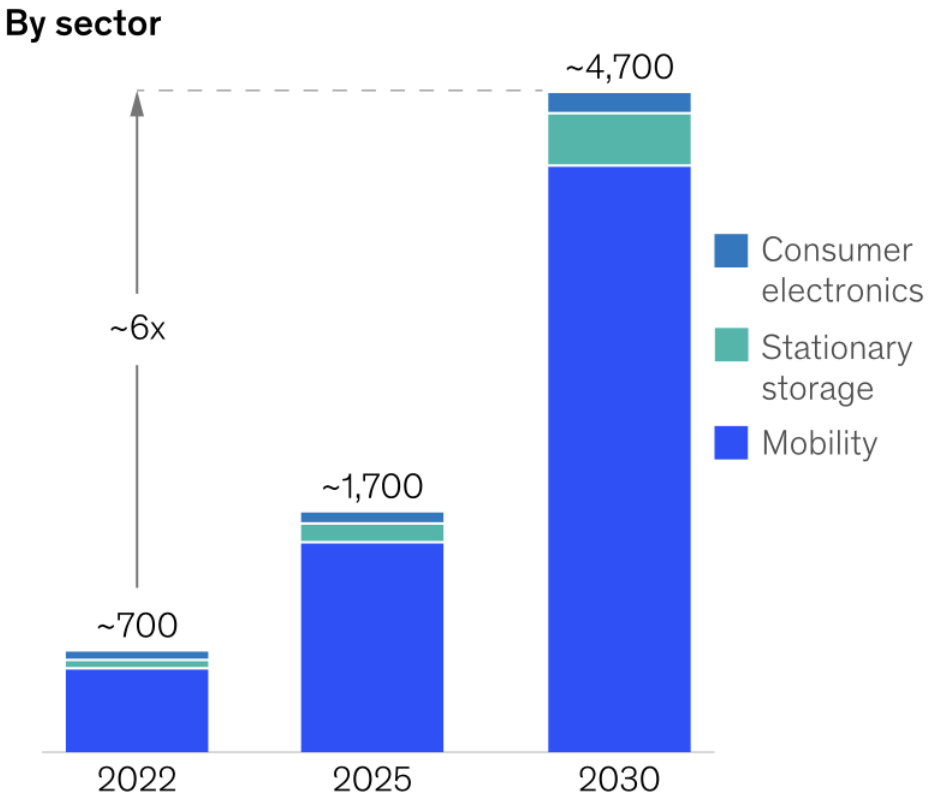
De lineal a circular

1. Active materials
2. Cell and pack
3. Application
4. Repair and refurbish
5. Recycling (including urban mining)
6. Second life
7. Decentralized energy storage (eg solar power and storage)
8. Centralized storage
9. Vehicle to grid (including moving power storage)
10. Smart charging
11. Purpose-built urban EV
12. Shared mobility

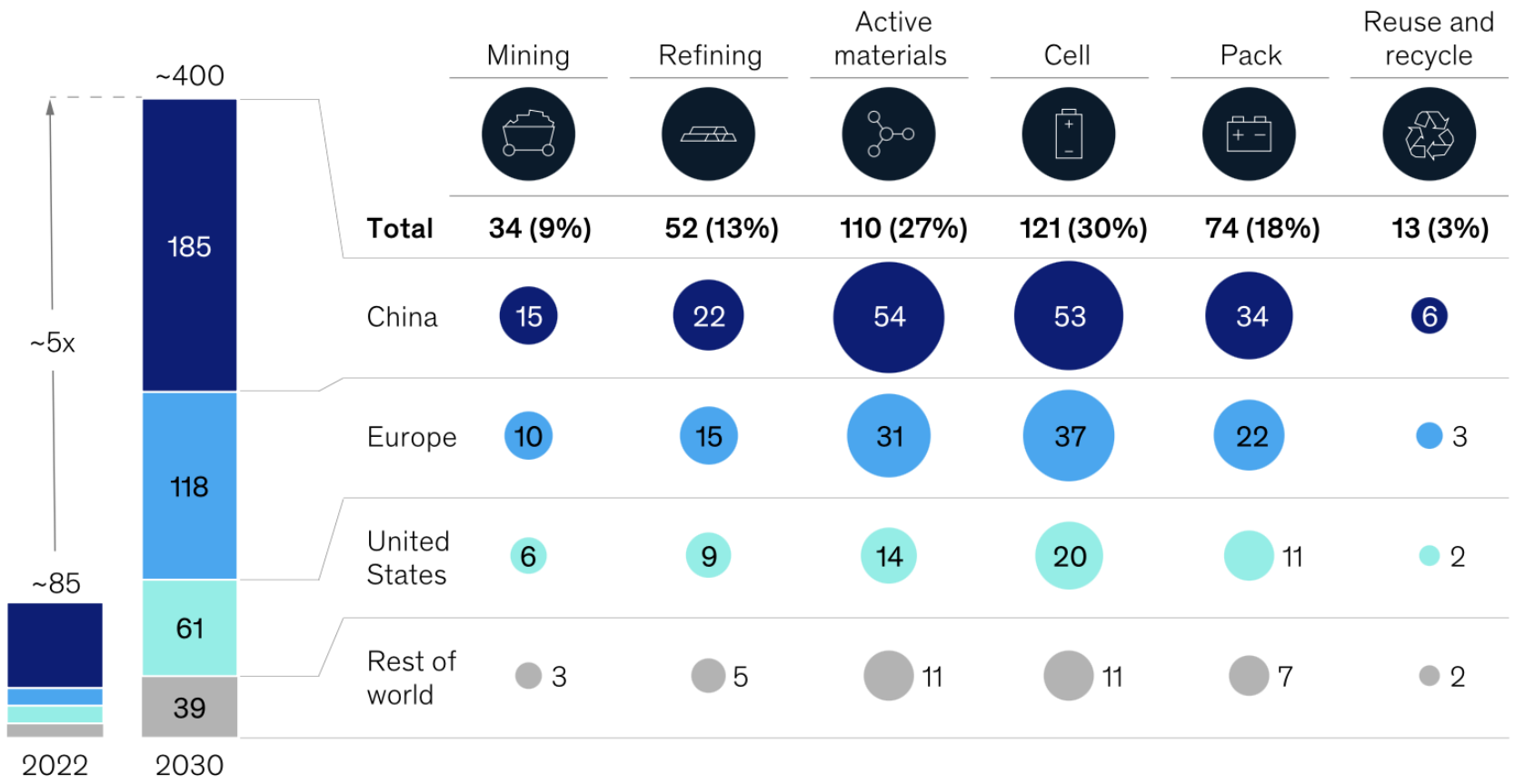


Demanda global de LIBs





$400 billions by 2030



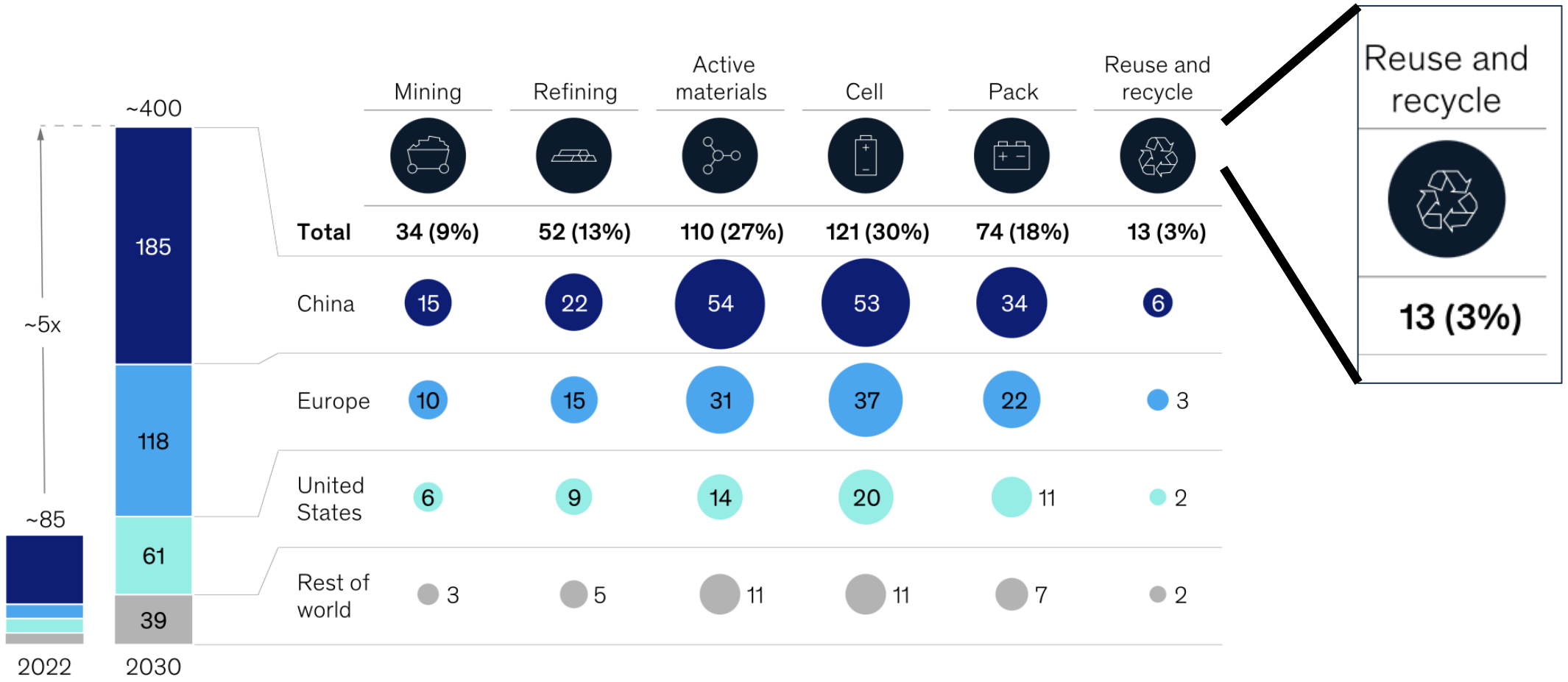
Cadena de valor de LIBs

CIDAI Centre of Innovation for Data tech and Artificial Intelligence

UPC Universitat Politècnica de Catalunya BarcelonaTech | IDEAI Intelligent Data Science and Artificial Intelligence Research Center

SOCO soft computing research group

$400 billions by 2030



Cadena de valor de LIBs

CIDAI Centre of Innovation for Data tech and Artificial Intelligence

UPC Universitat Politècnica de Catalunya BarcelonaTech | IDEAI Intelligent Data Science and Artificial Intelligence Research Center

SOCO soft computing research group

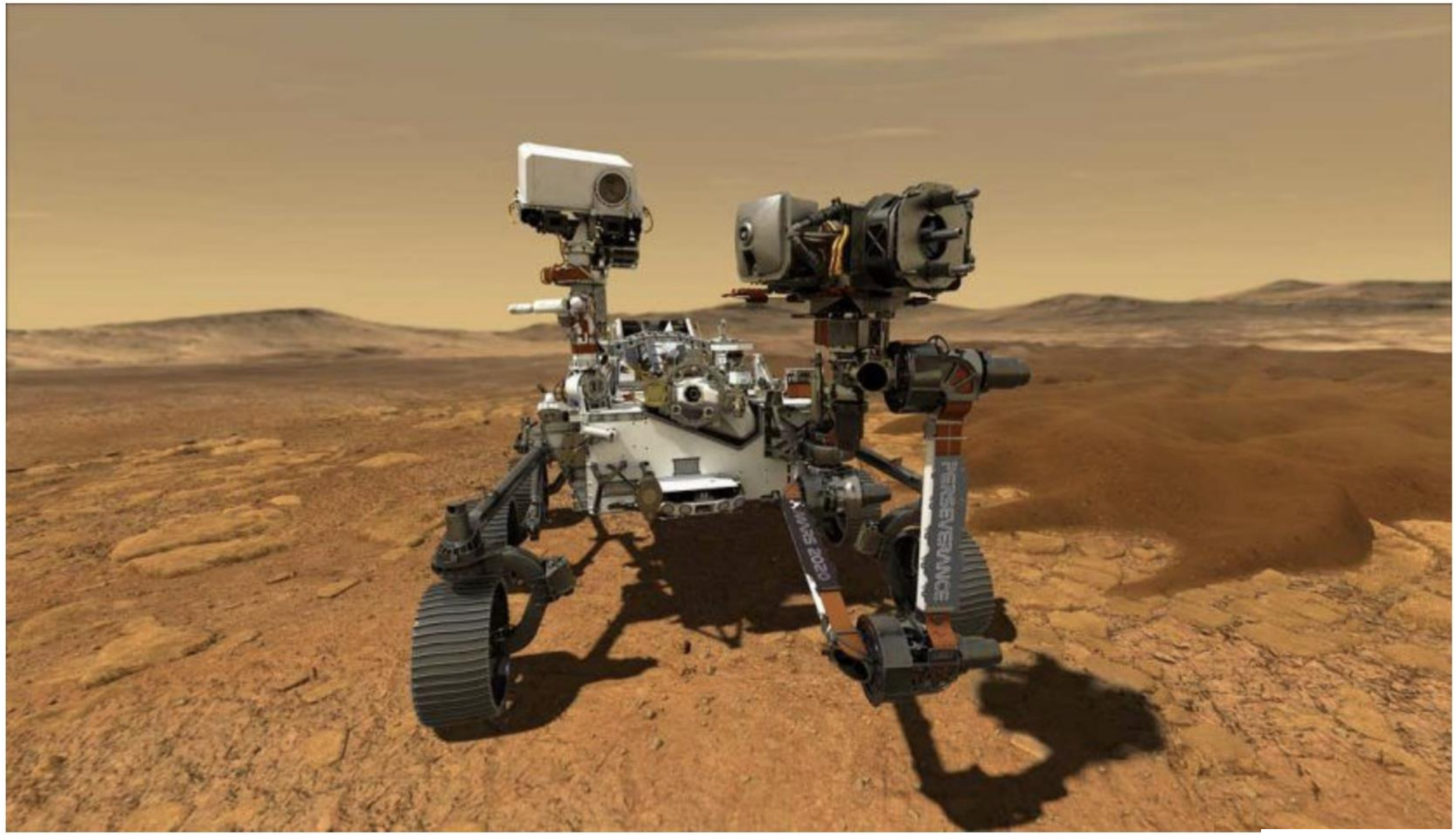
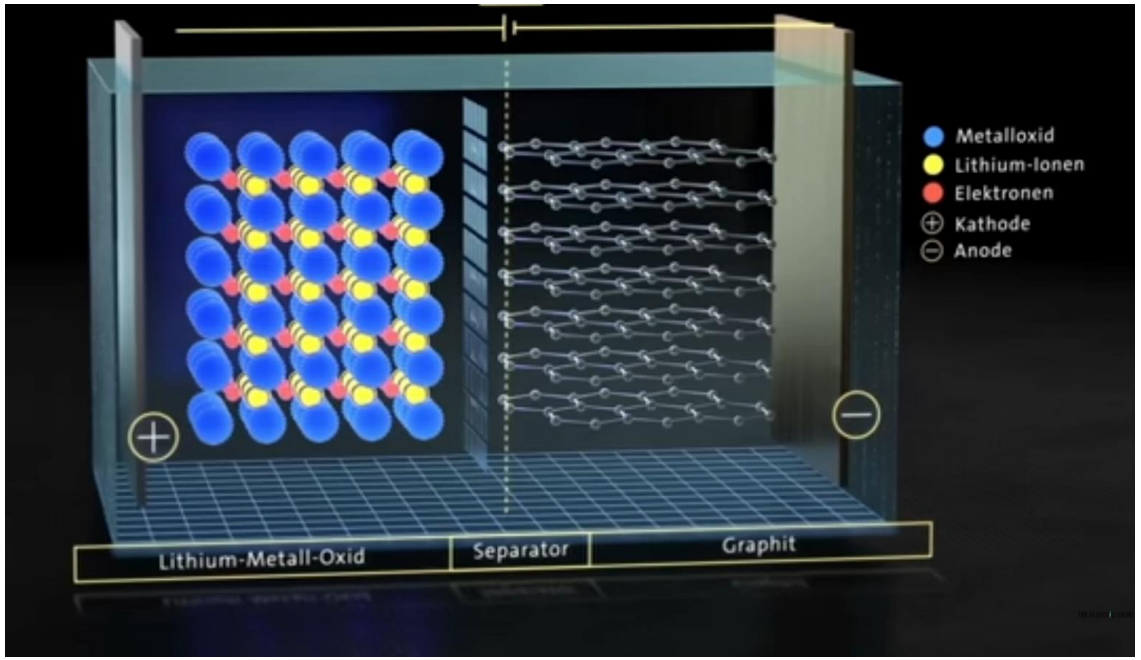


Imagen artística de Perseverance sobre la superficie de Marte (Foto: NASA)

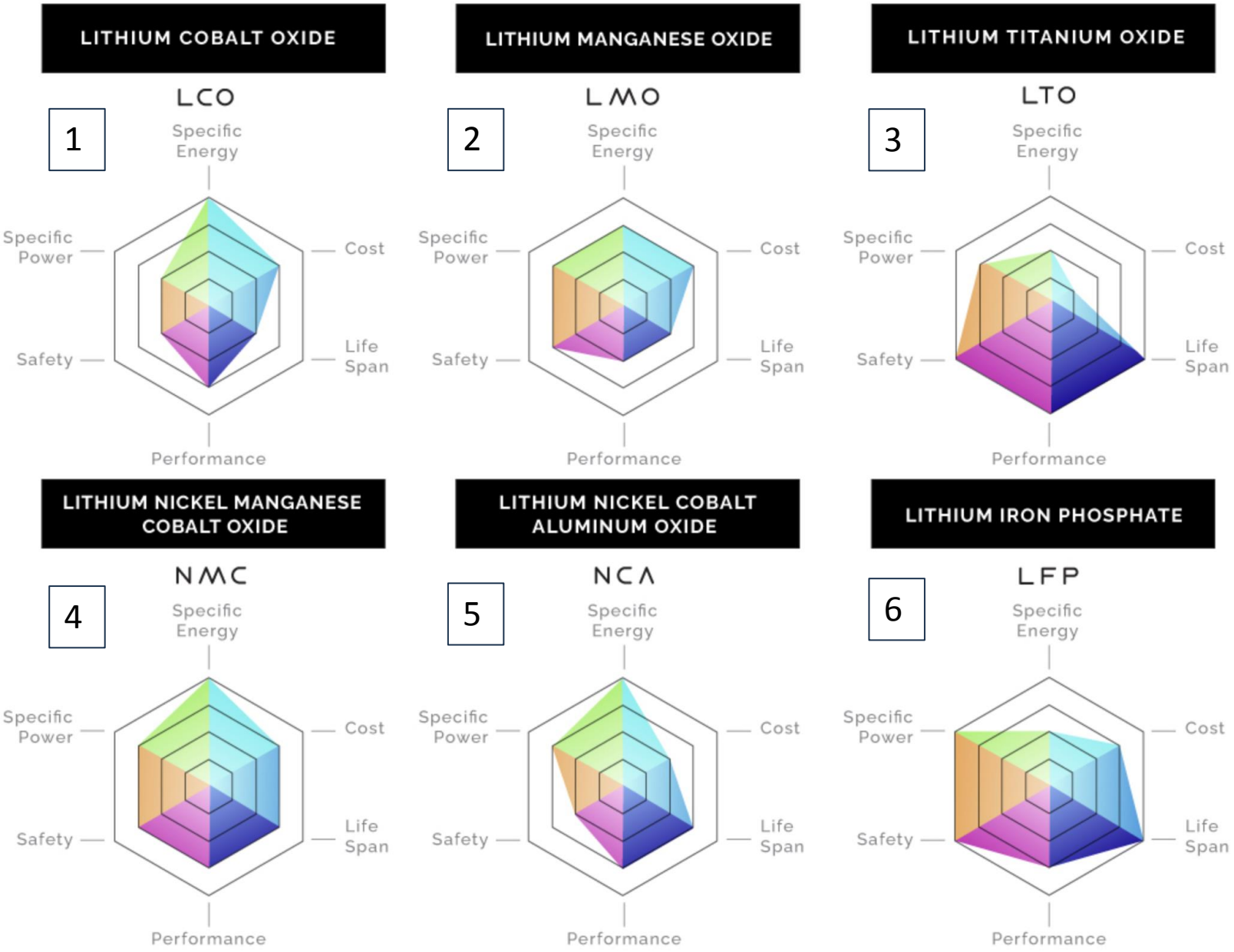
Del mineral de liti a la bateria LIB





Conceptes bàsics

- Voltage (V)
- Capacity(Ah)
- Energy and Power density



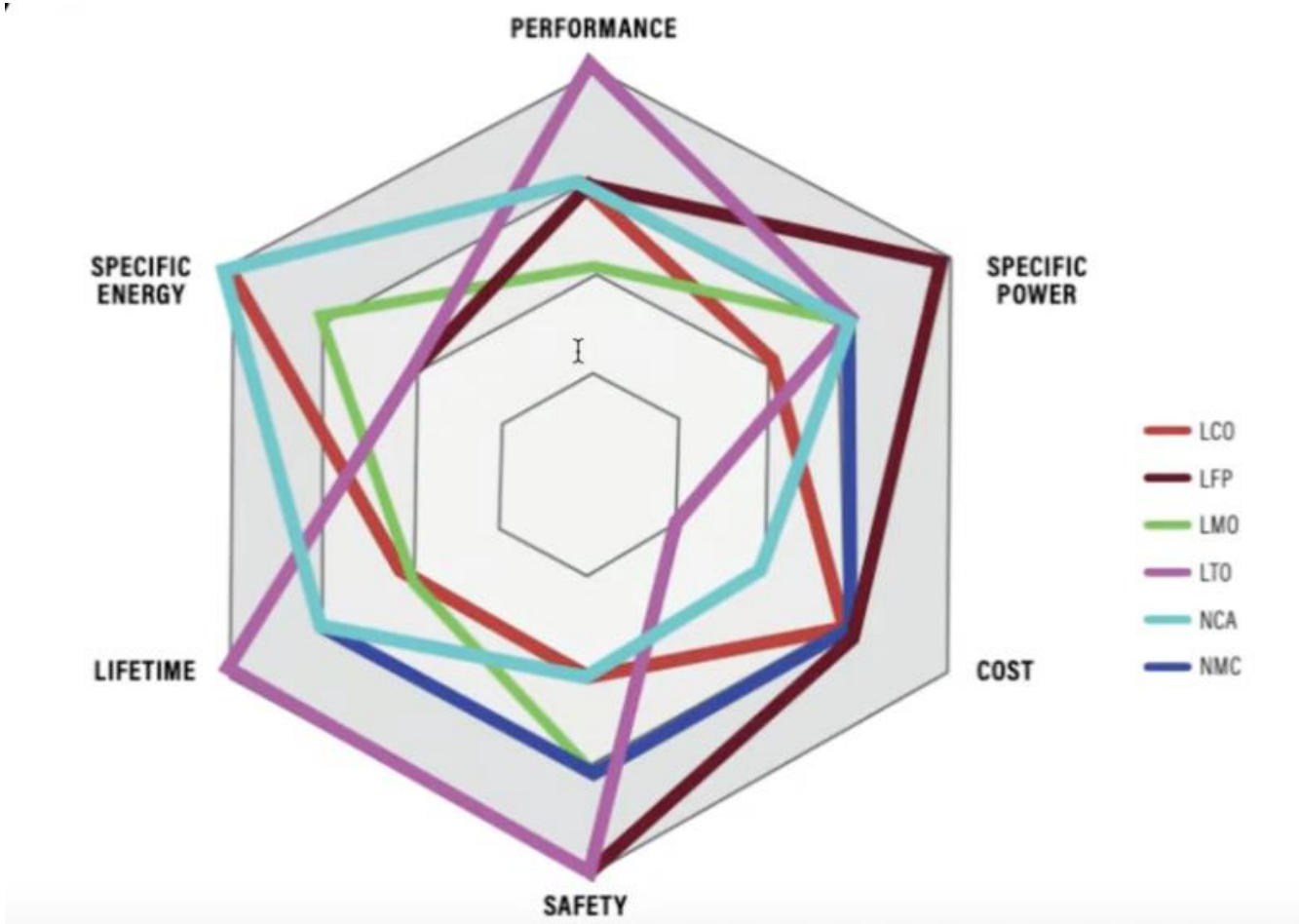
Miao Yu et al (2019)

Tipus de bateries de liti

CIDAI Centre of Innovation for Data tech and Artificial Intelligence

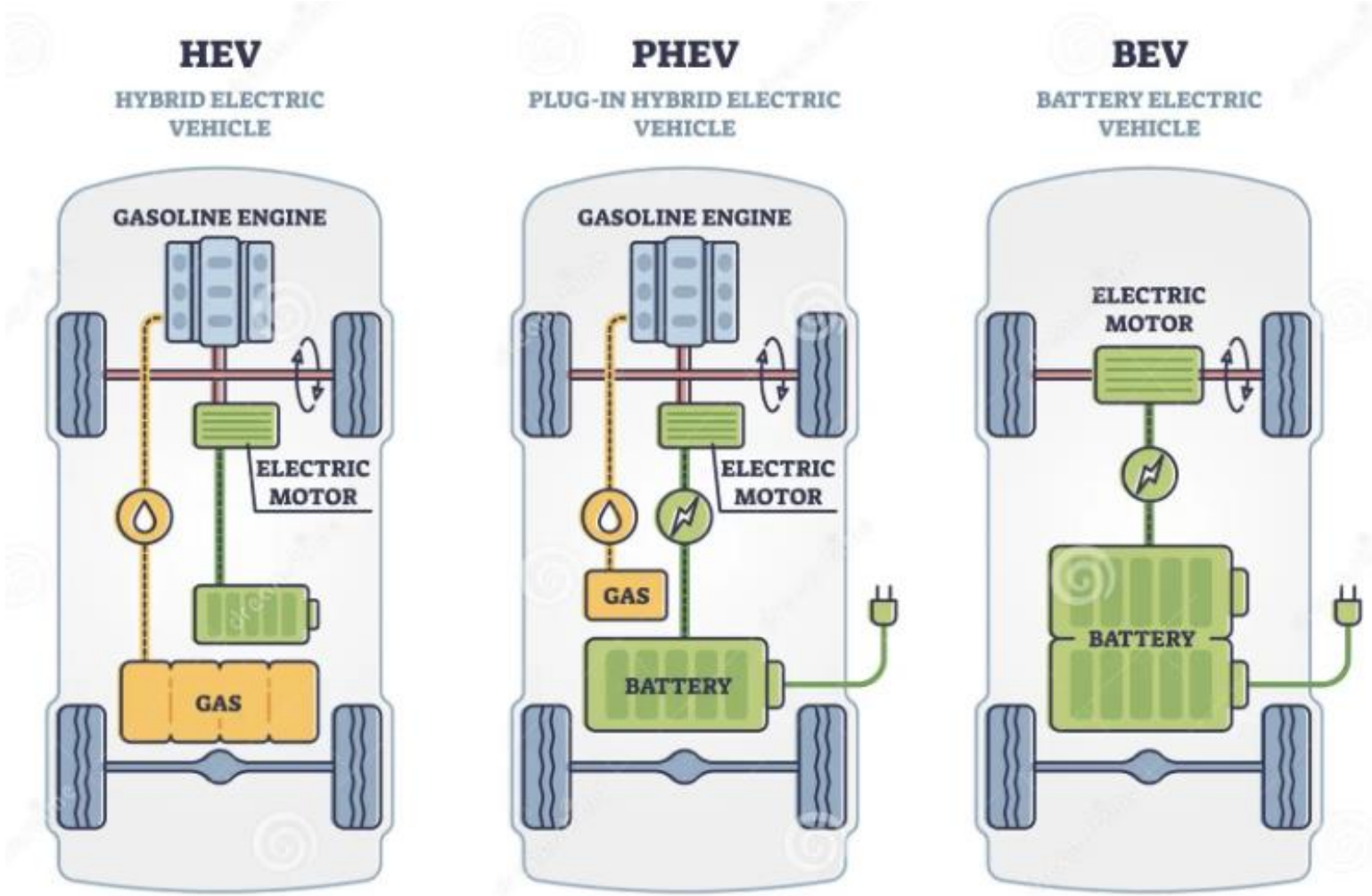
UPC Universitat Politècnica de Catalunya BarcelonaTech

IDEAI Intelligent Data Science and Artificial Intelligence Research Center

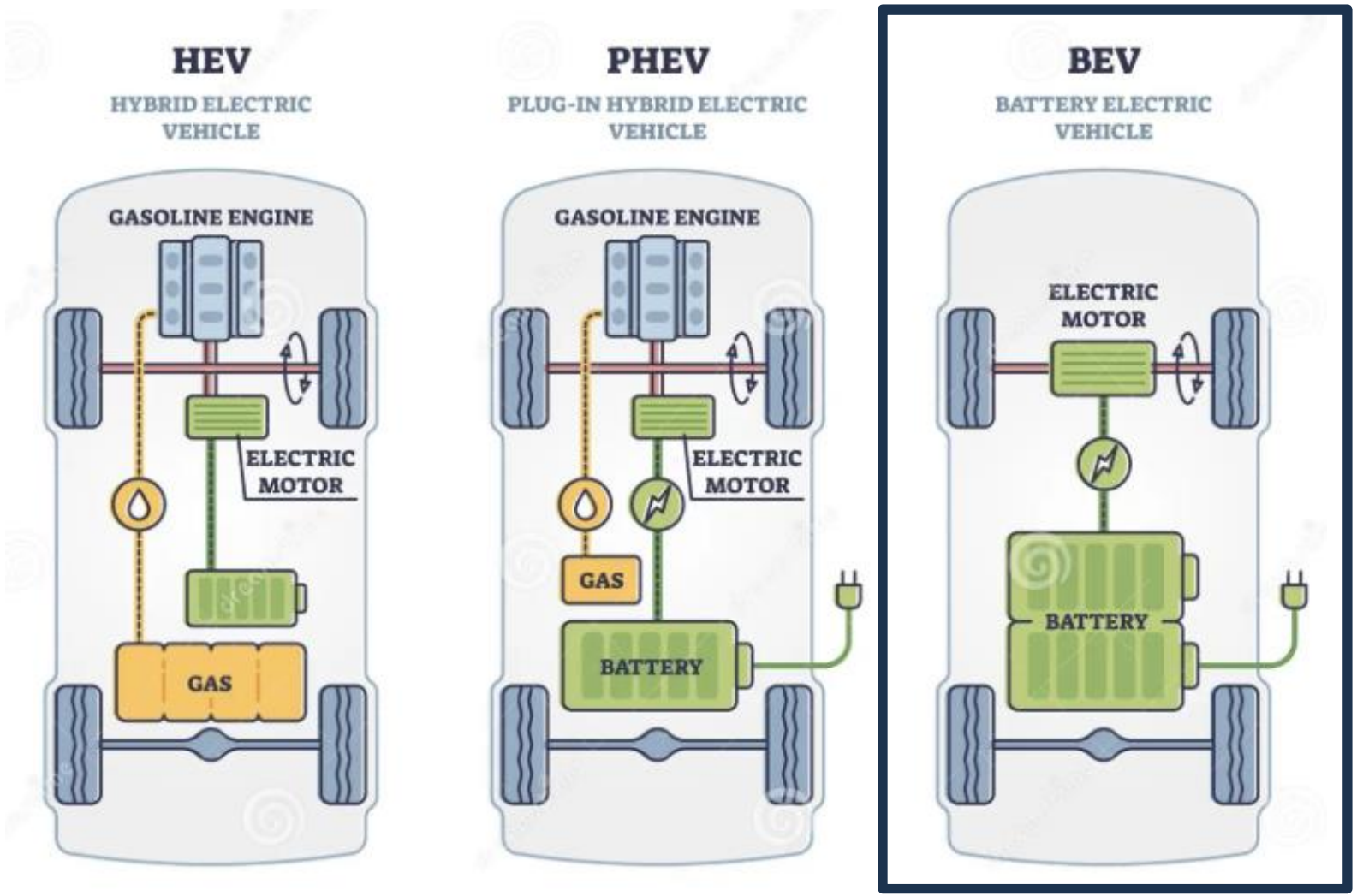


Tipus de bateries de liti

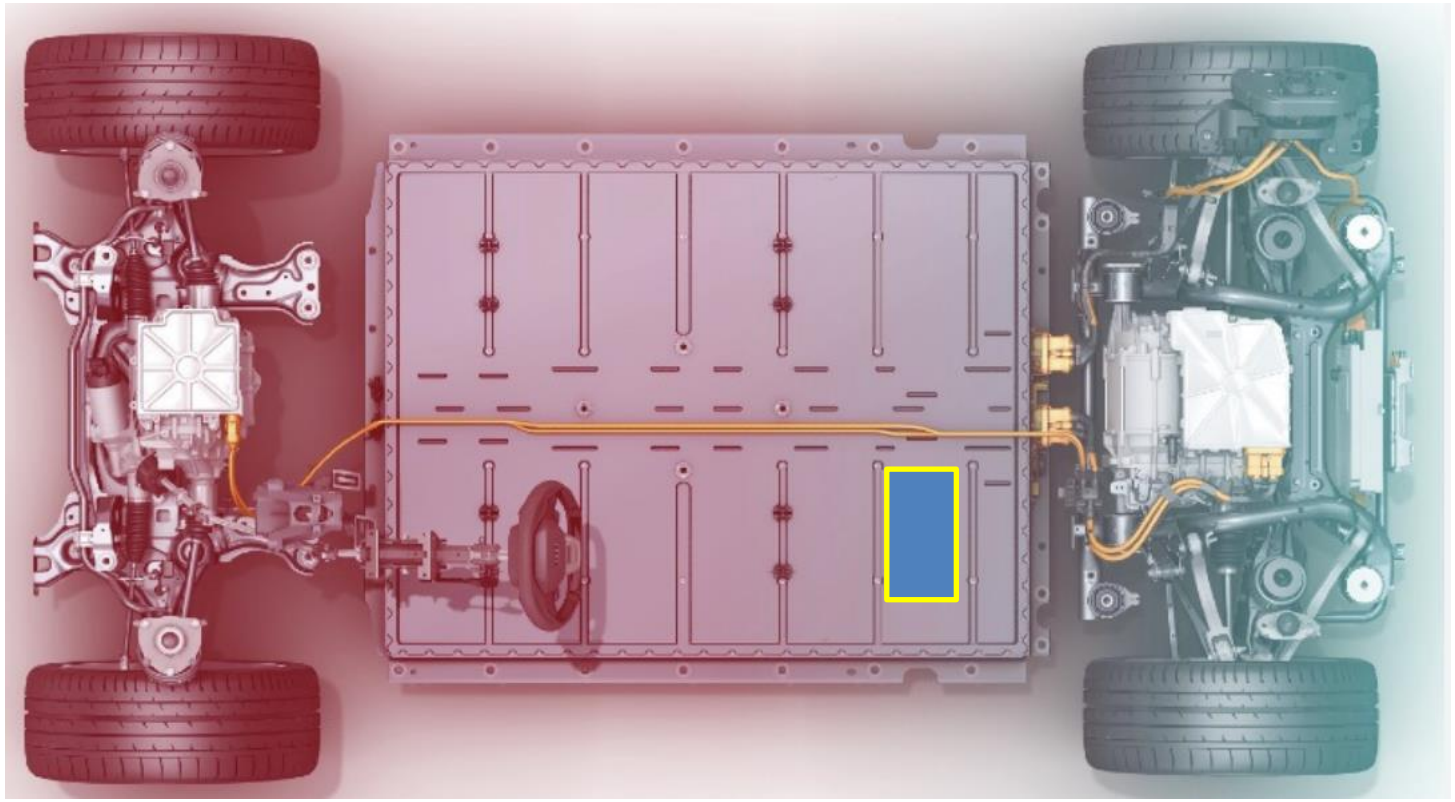
Tipus de EV


HEV
HYBRID ELECTRIC VEHICLE
GASOLINE ENGINE
ELECTRIC MOTOR
GAS
PHEV
PLUG-IN HYBRID ELECTRIC VEHICLE
GASOLINE ENGINE
ELECTRIC MOTOR
GAS
BATTERY
BEV
BATTERY ELECTRIC VEHICLE
ELECTRIC MOTOR
BATTERY

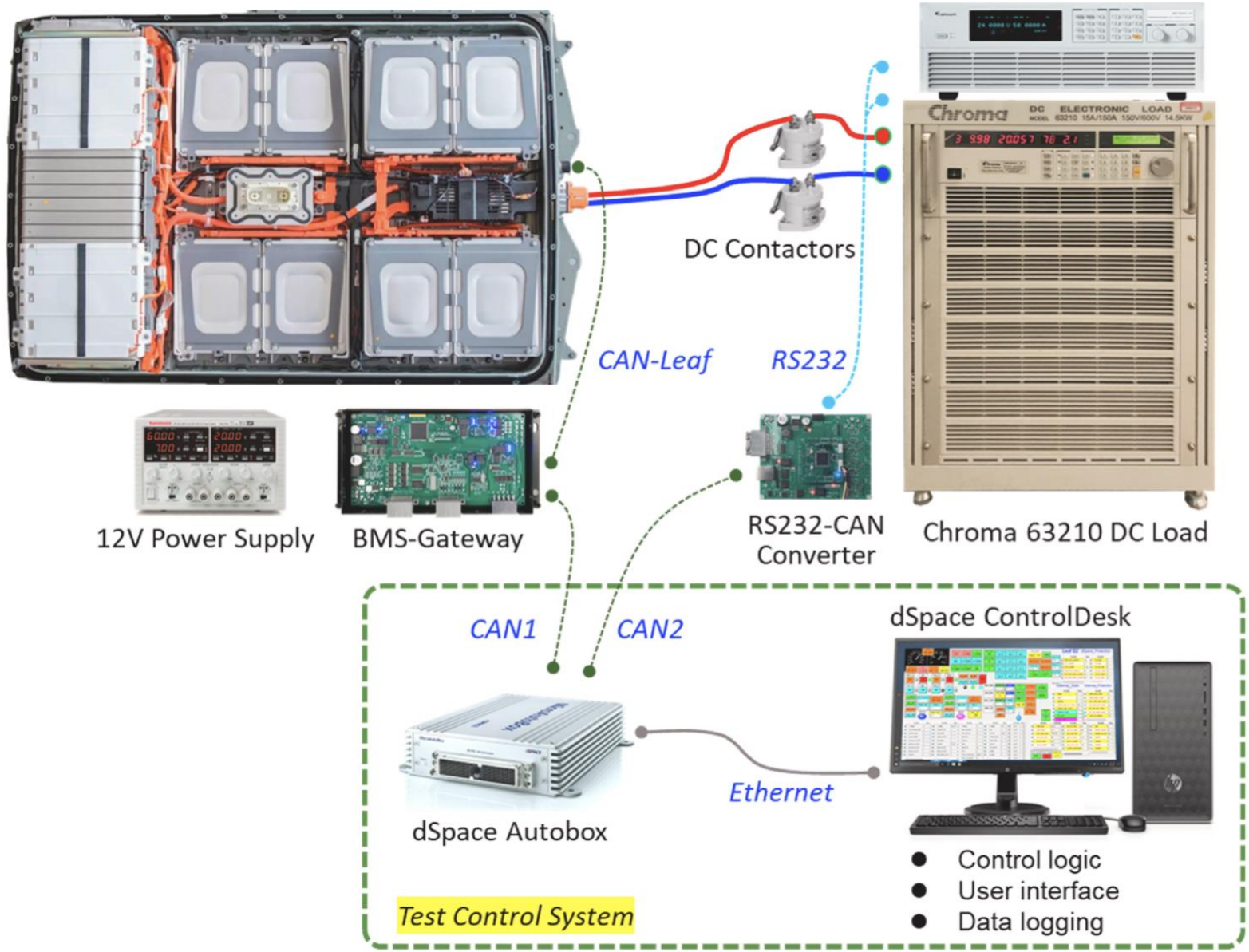
Tipus de EV


HEV
HYBRID ELECTRIC VEHICLE
GASOLINE ENGINE
ELECTRIC MOTOR
GAS
PHEV
PLUG-IN HYBRID ELECTRIC VEHICLE
GASOLINE ENGINE
ELECTRIC MOTOR
GAS
BATTERY
BEV
BATTERY ELECTRIC VEHICLE
ELECTRIC MOTOR
BATTERY

Què és la BMS?



Battery Management System

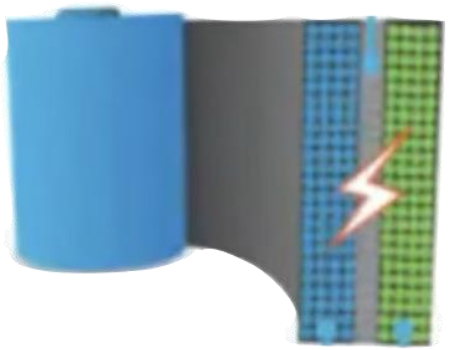

DC Contactors
CAN-Leaf
RS232
12V Power Supply
BMS-Gateway
RS232-CAN Converter
Chroma 63210 DC Load
CAN1
CAN2
dSpace ControlDesk
dSpace Autobox
Ethernet
Control logic
User interface
Data logging
Test Control System

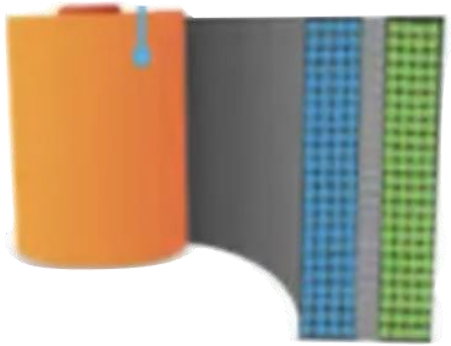
El major risc de les LIBs

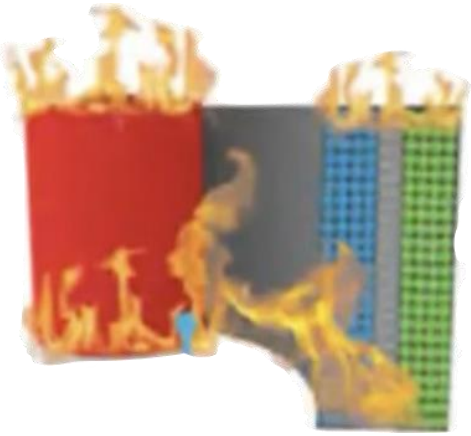


"If you needed to start a fire, I have a Lithium Ion battery"

LIBs i perills d'incendis



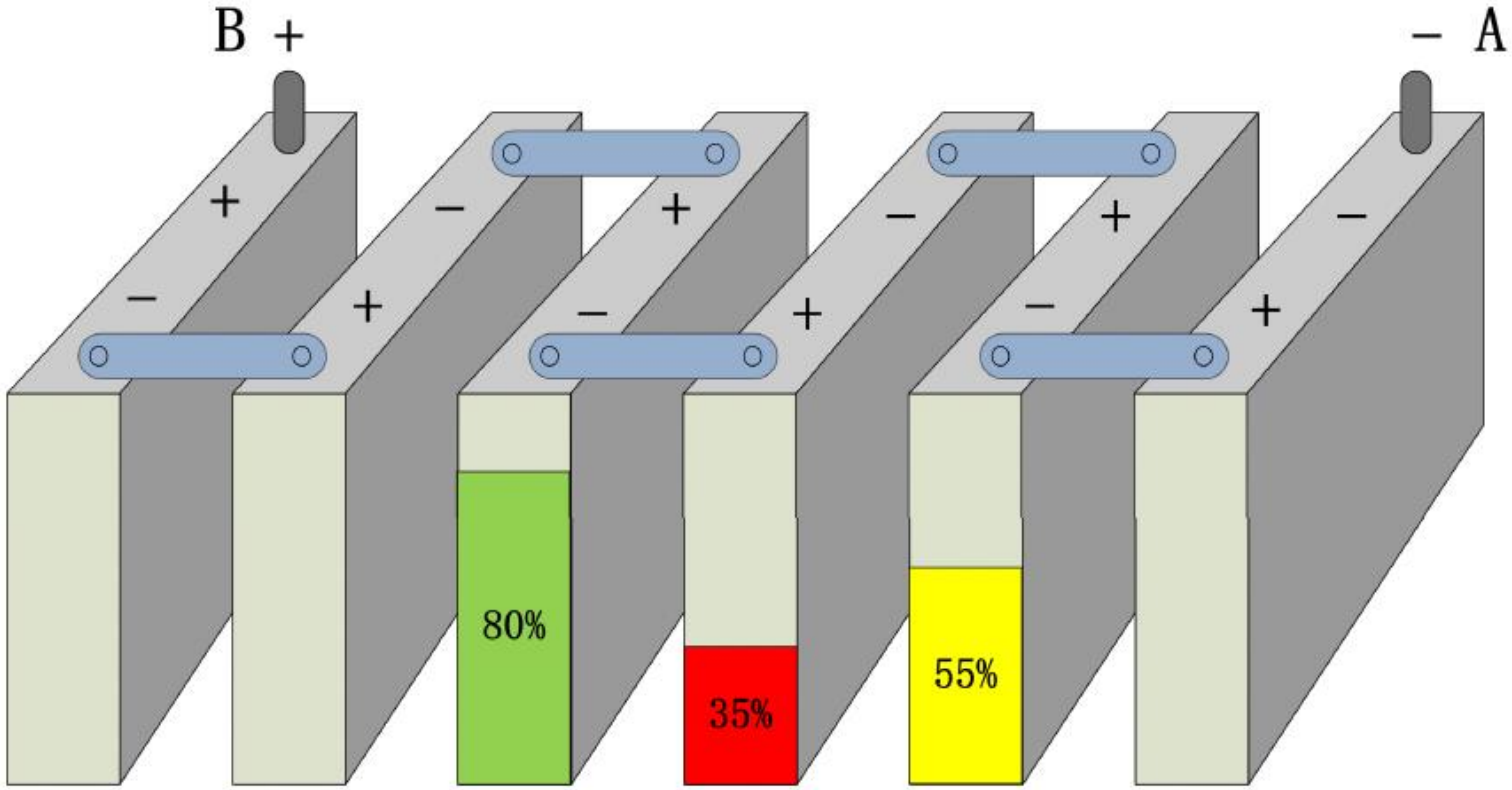




LIBs and Fire: why

- Internal Shortcircuit
- External Shortcircuit
- Overcharging and over-discharging
- High Temperature exposure
- Mechanical abuse

Inconsistència del SOC en diferents celdes en una bateria LIB modular

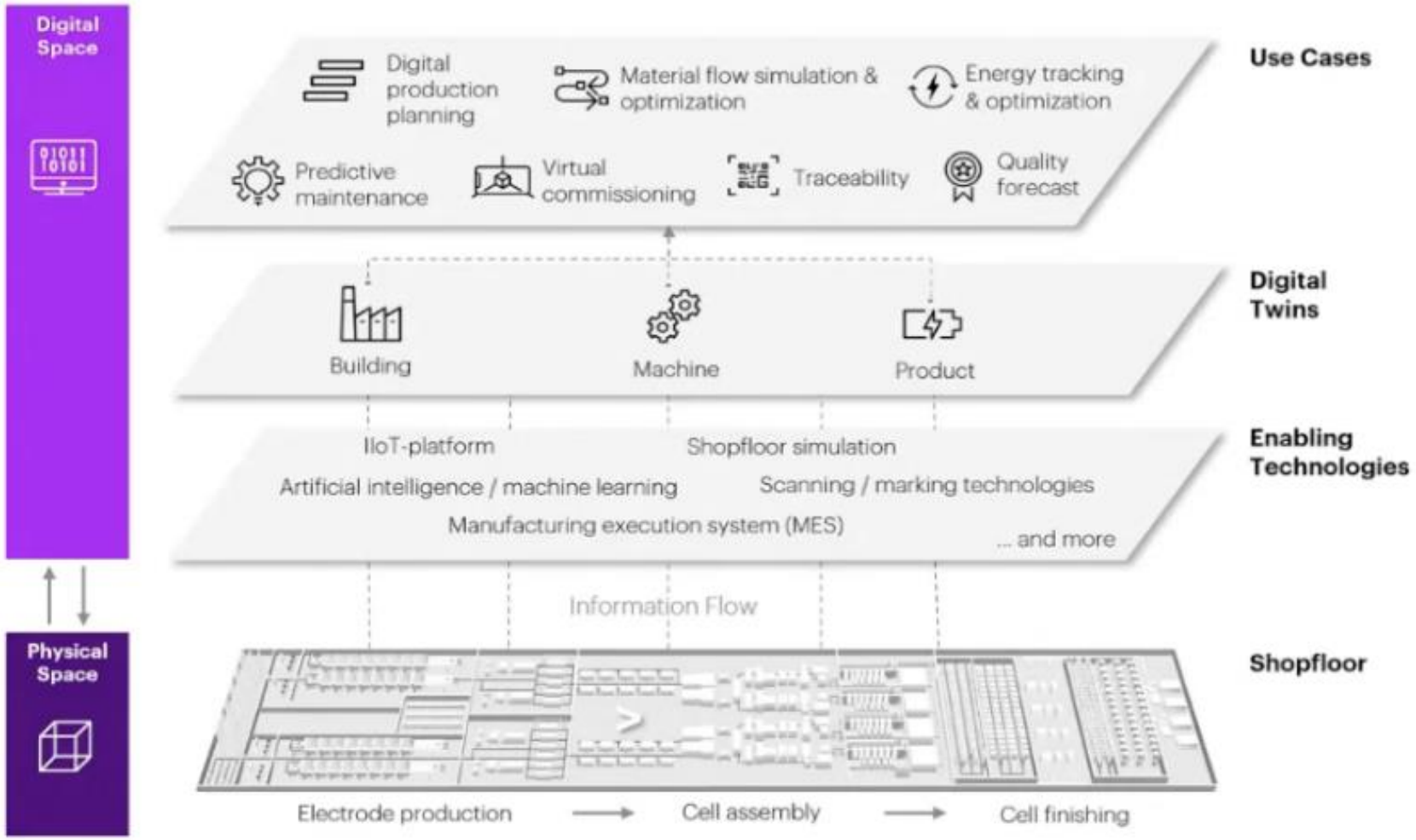


SOC: State of Charge

Seguretat



L'era de la digitalització de les bateries



Power of Digitalization in Battery Cell Manufacturing.

CIDAI Centre of Innovation for Data tech and Artificial Intelligence

UPC Universitat Politècnica de Catalunya BarcelonaTech

IDEAI Intelligent Data Science and Artificial Intelligence Research Center

COCHES ELÉCTRICOS

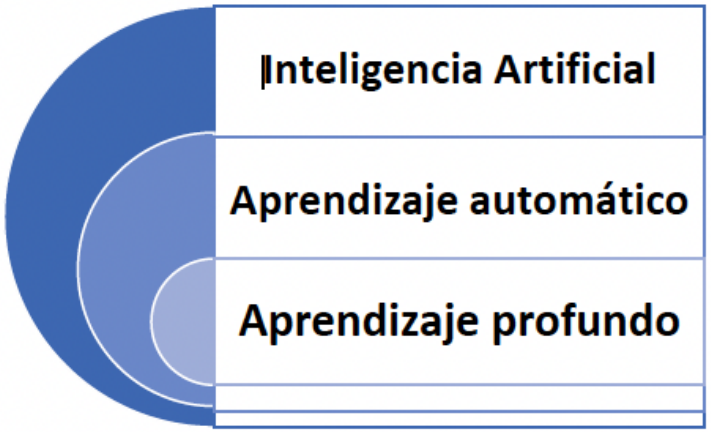
La mina de litio más grande de España no será explotada a cielo abierto

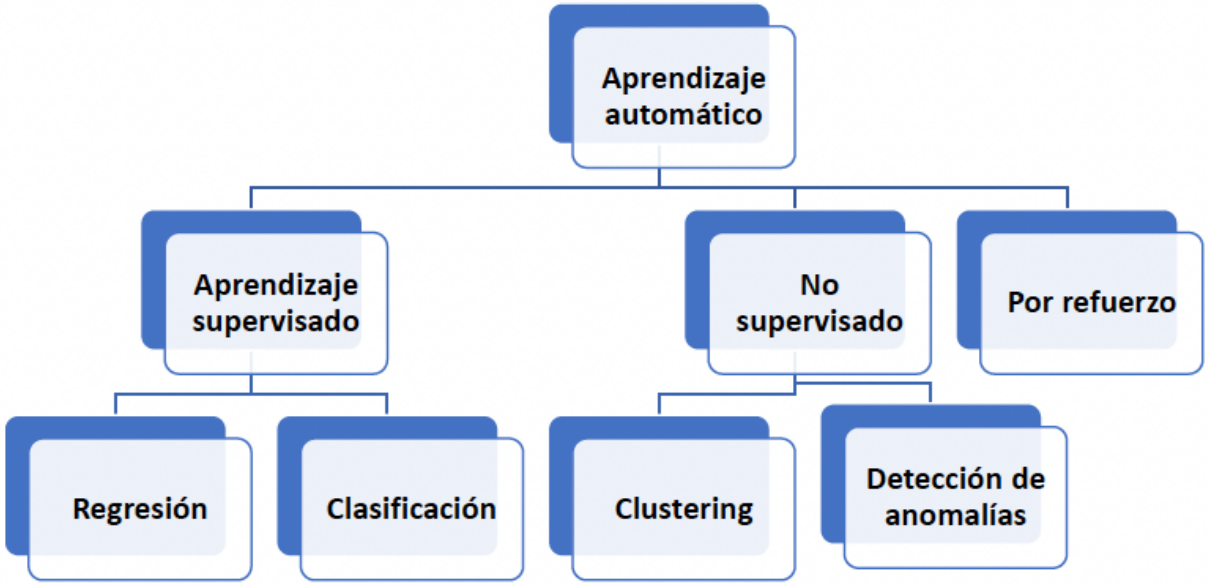
• Extremadura New Energies ha presentado ante la Junta de Extremadura su renuncia a explotar el yacimiento de litio Valdeflores, en Cáceres, a cielo abierto.

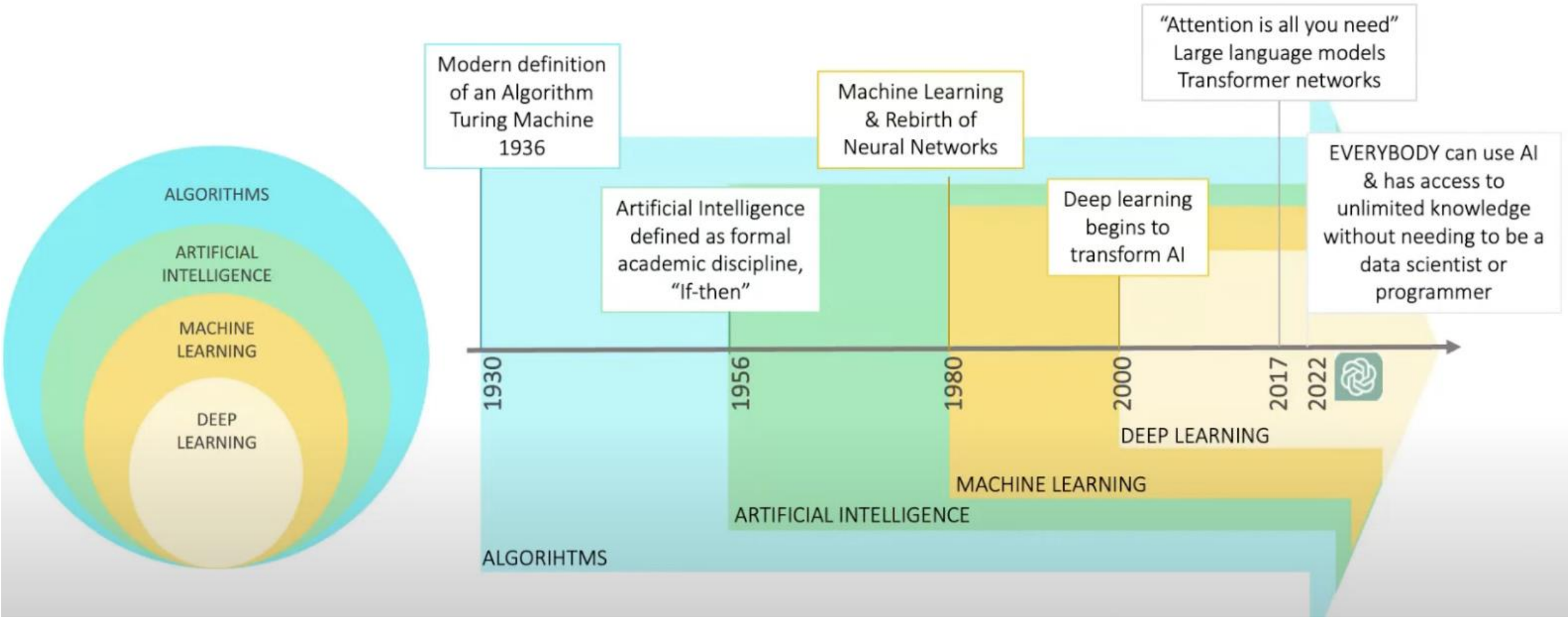


Gran impacte ambiental

IA i Machine Learning (ML)






ALGORITHMS
ARTIFICIAL INTELLIGENCE
MACHINE LEARNING
DEEP LEARNING
Modern definition of an Algorithm Turing Machine 1936
Artificial Intelligence defined as formal academic discipline, "If-then"
Machine Learning & Rebirth of Neural Networks
Deep learning begins to transform AI
"Attention is all you need" Large language models Transformer networks
EVERYBODY can use AI & has access to unlimited knowledge without needing to be a data scientist or programmer
1930
1956
1980
2000
2017
2022
DEEP LEARNING
MACHINE LEARNING
ARTIFICIAL INTELLIGENCE
ALGORIHTMS

Aplicacions de ML a les bateries LIBs

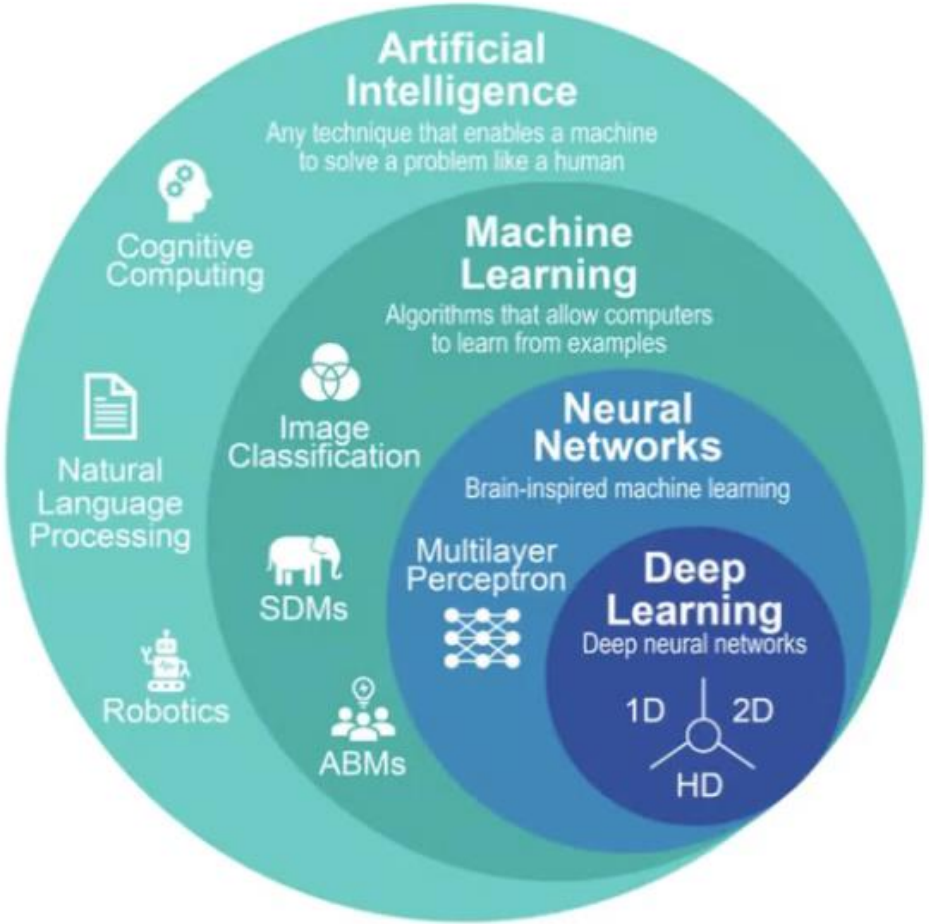
- Artificial Intelligence (AI): Broad concept of machines simulating human intelligence (decision-making, problem-solving)
- Machine Learning (ML): Subset of AI where systems learn from data to improve performance without explicit programming
- Deep Learning (DL): Subset of ML using neural networks with multiple layers to learn complex representations

- **Types of ML Approaches:**

-- Supervised Learning: Model learns from labeled data (e.g., SOC/SOH estimation)

-- Unsupervised Learning: Finds patterns in unlabeled data (e.g., aging trend clustering)

-- Reinforcement Learning: Learns optimal actions by trial and error (e.g., adaptive charging)

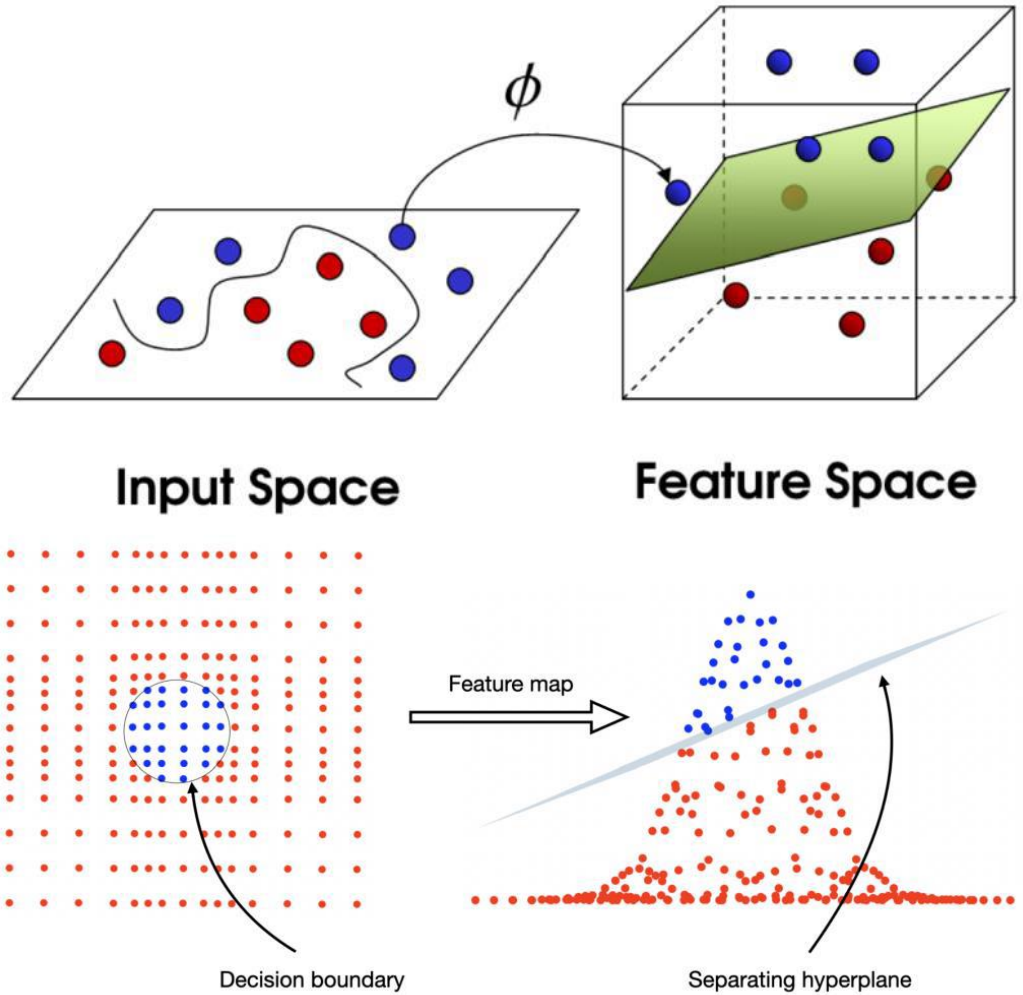


CIDAI Centre of Innovation for Data tech and Artificial Intelligence

UPC Universitat Politècnica de Catalunya BarcelonaTech | IDEAI Intelligent Data Science and Artificial Intelligence Research Center

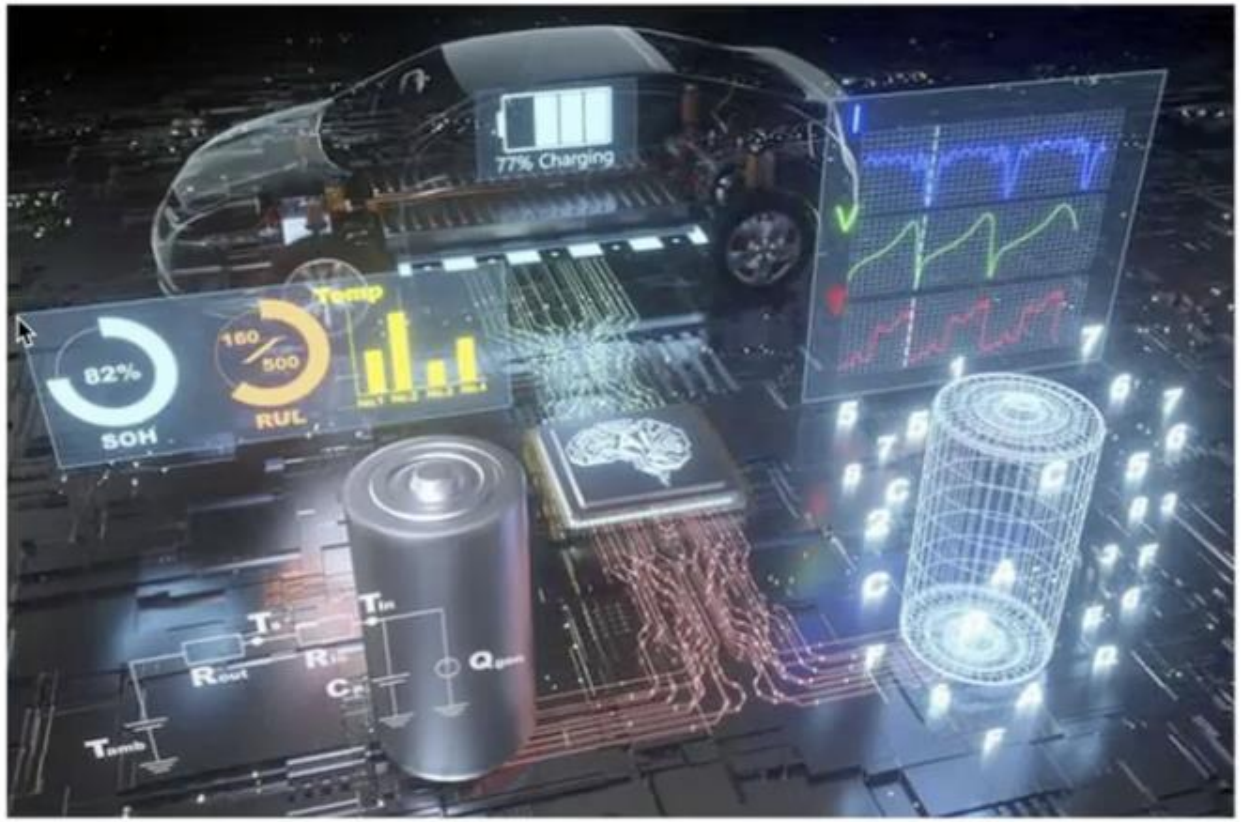
Algoritmes més utilitzats en la indústria

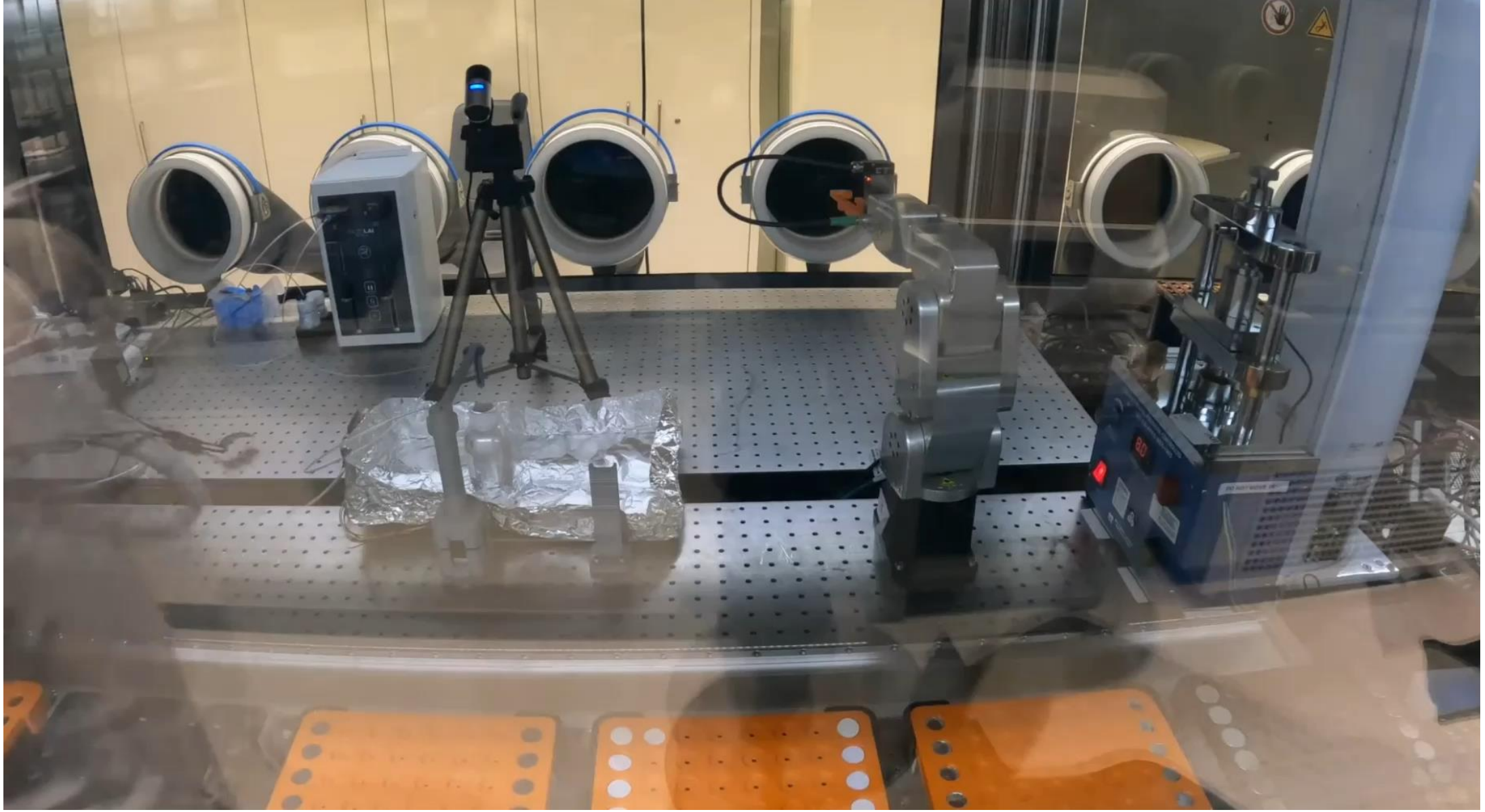
- Kalman Filters (EKF, UKF, CKF): Recursive SOC/SOH estimation
- Particle Filters: Nonlinear estimation with stochastic error correction
- Random Forests, XGBoost: Feature-driven classification/regression of faults
- Deep Learning:
  - CNNs: voltage/current waveform analysis
  - RNNs/LSTMs/GRUs: temporal degradation prediction
  - Autoencoders: anomaly detection
- SVM & Kernel Methods: SOC prediction under nonlinear regimes
- Clustering (K-means, DBSCAN, HDBSCAN): Identifying behavioral patterns in usage



Per què IA en les bateries?

- Market Drivers: EVs, aerospace, consumer electronics, renewable storage
- Challenges: Efficiency, degradation, safety, cost, sustainability, recycling
- AI as an Enabler: Bridges gaps between electrochemical physics, data-driven insights, and real-time control
- Shift in R&D: Reliance on big data (lab + field) and physics-informed ML for battery breakthroughs

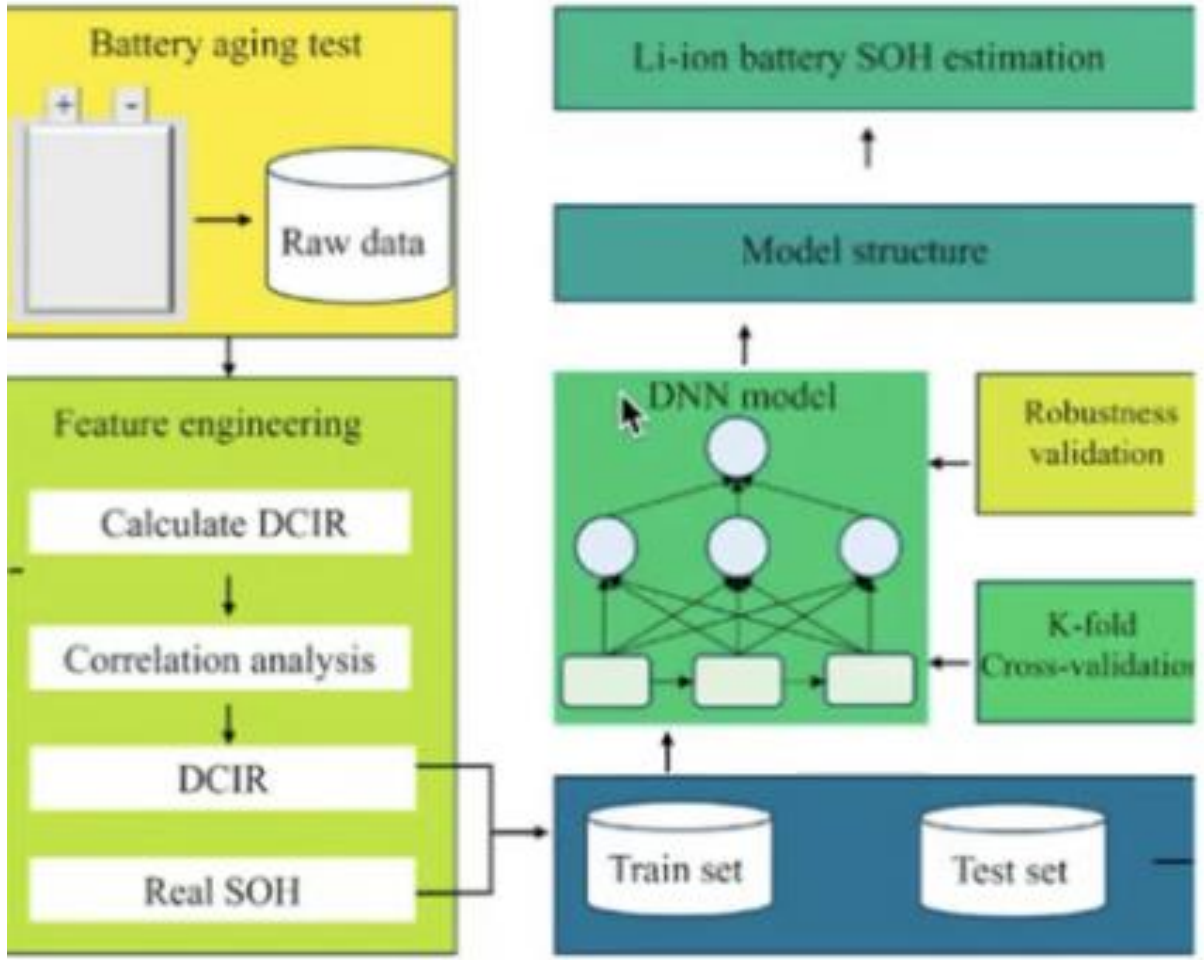




Muntatge amb IA de cel·les de bateries (20x)

Font: AutoBass (Stein et al.)

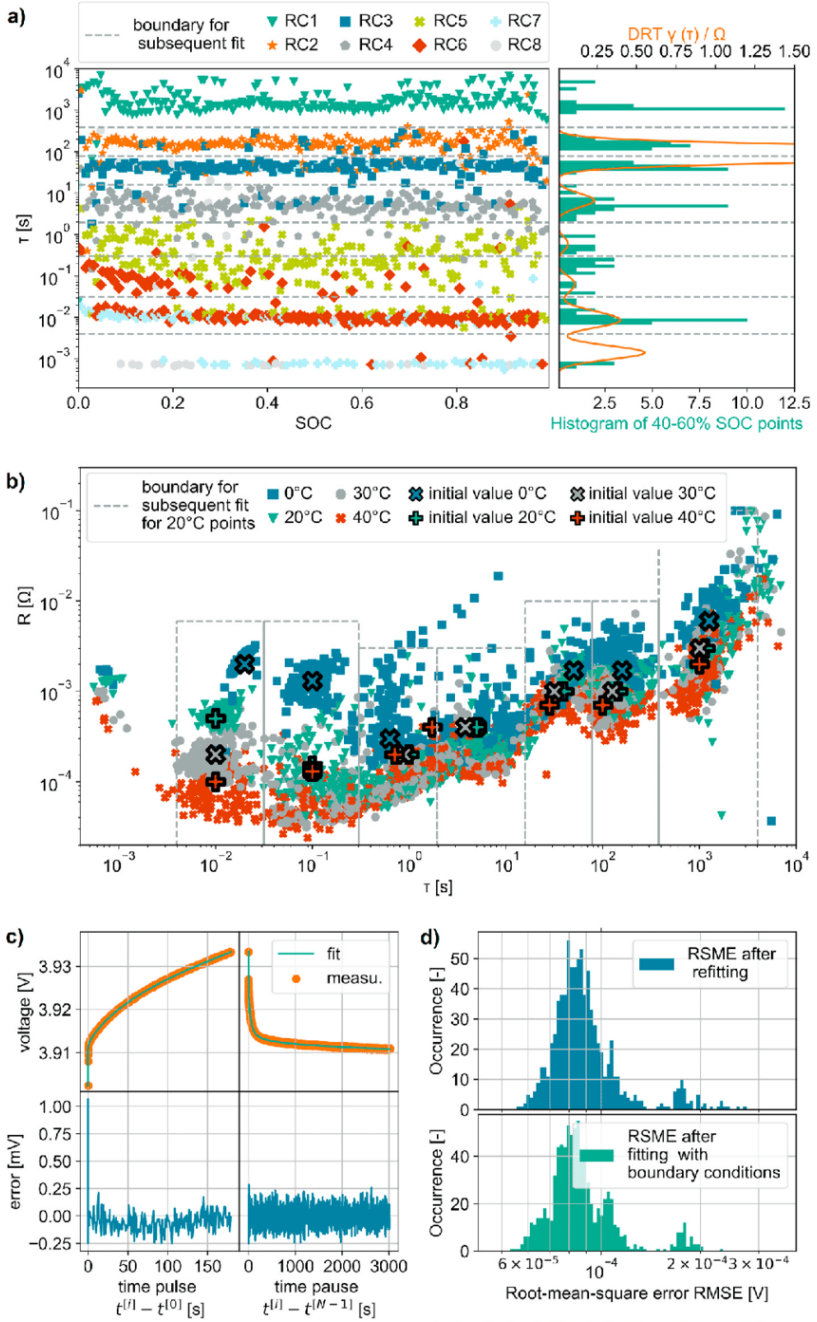
IA en la diagnosi de les bateries





Innovacions en les LIBs

- Fast Charging Optimization: Deep RL minimizes lithium plating & thermal risks
- Adaptive BMS: Online model adaptation with continual learning
- New Material Discovery: ML-guided search for high-capacity cathodes (e.g., Ni-rich NMC), solid electrolytes
- Lifecycle Extension: Adaptive DoD, C-rate management based on AI models



CIDAI Centre of Innovation for Data tech and Artificial Intelligence

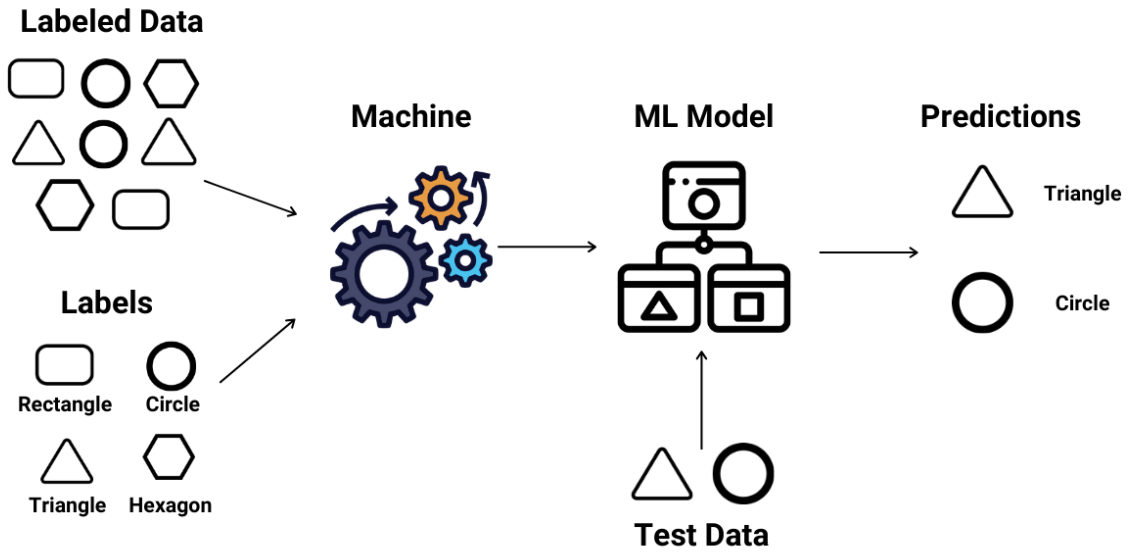
UPC Universitat Politècnica de Catalunya BarcelonaTech

IDEAI Intelligent Data Science and Artificial Intelligence Research Center

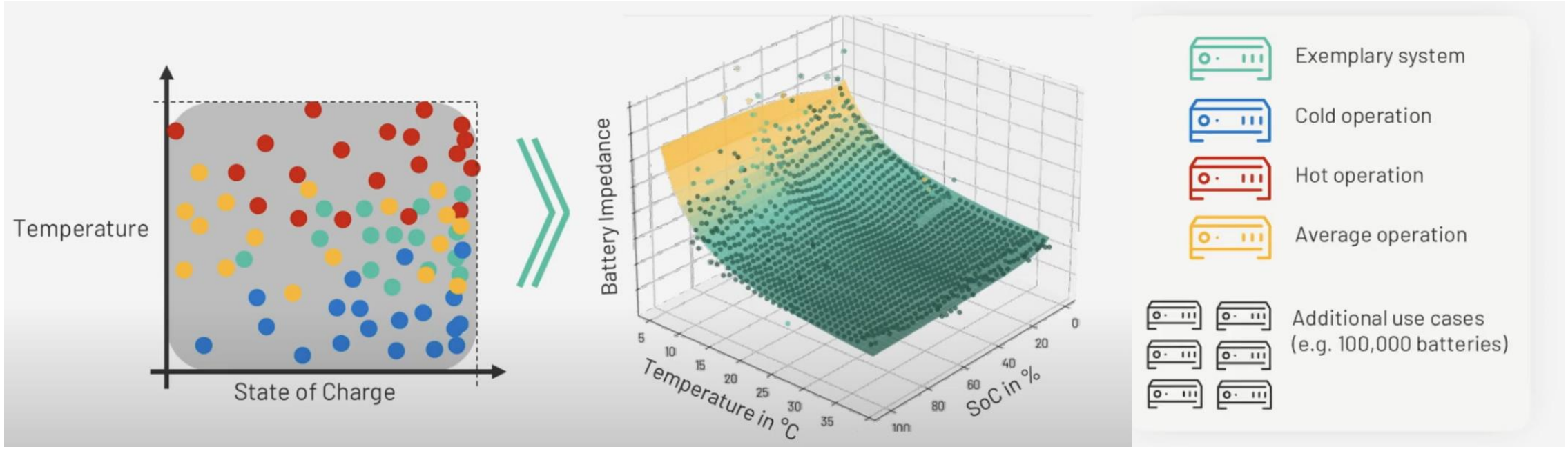
Innovacions en les LIBs basades en IA

Algorithms in Action:

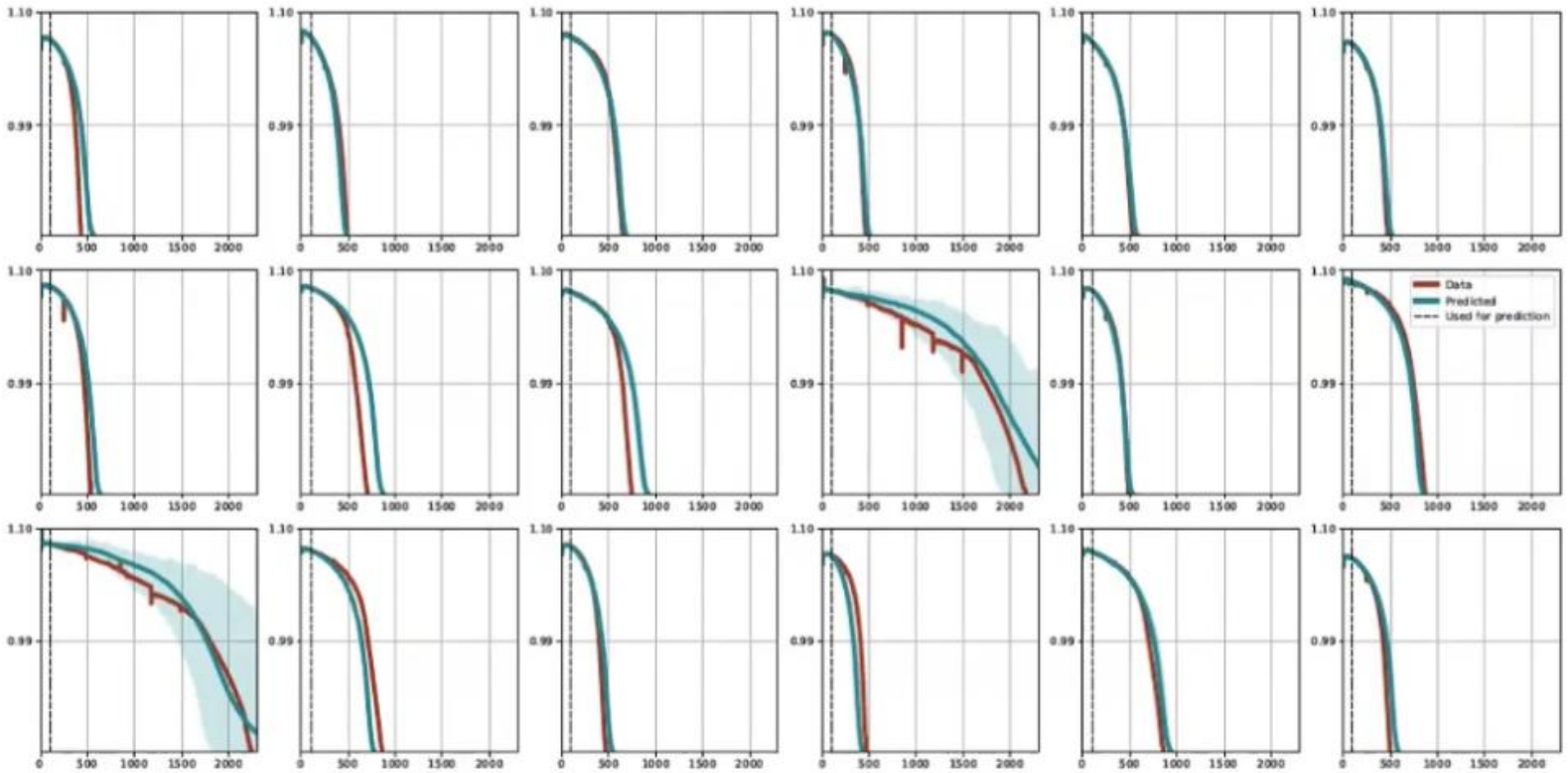
- *Deep RL (DQN, PPO, A3C): Dynamic charging protocol optimization*
- *Genetic Algorithms (GA) & Evolutionary Strategies: Electrode microstructure optimization*
- *Bayesian Optimization: Accelerated material discovery & hyperparameter tuning*
- *PINNs (Physics-Informed Neural Networks): Embed electrochemical PDEs into ML training*

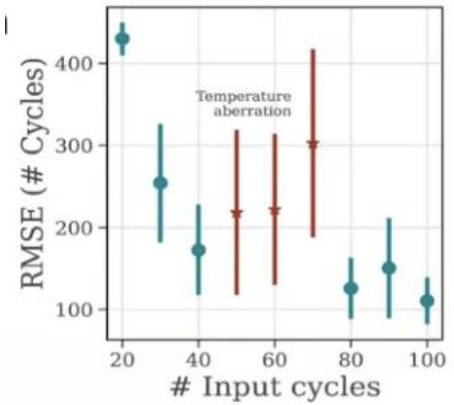


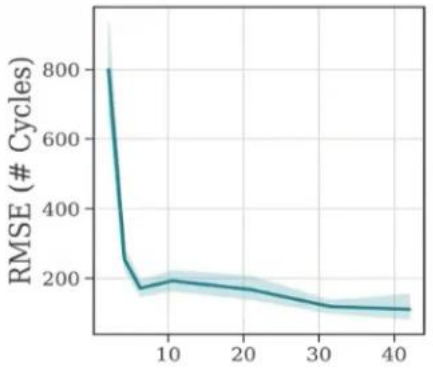
Big data: Anàlisi de dades de LIBs



Big data: Anàlisi de dades de LIBs







Model LSTM per a detecció d'anomalies

IA en tota la cadena de valor

- Digital Twins: Real-time, physics + AI replicas for design/testing
- Smart Manufacturing: CNN-based surface inspection, defect classification
- Supply Chain AI: Demand forecasting for lithium/cobalt; real-time risk tracking
- Recycling & Circular Economy: AI for disassembly planning, second-life classification

IA en tota la cadena de valor

Algorithm Types:

- *Computer Vision (CNNs, Vision Transformers): Electrode defect detection*
- *RL for Process Control: Adaptive adjustments in gigafactory production lines*
- *Gradient Descent & Evolutionary Search: Process optimization at scale*
- *Unsupervised Learning (PCA, t-SNE, Autoencoders): Clustering aging modes in large datasets*

La IA millora l'ecosistema de les bateries

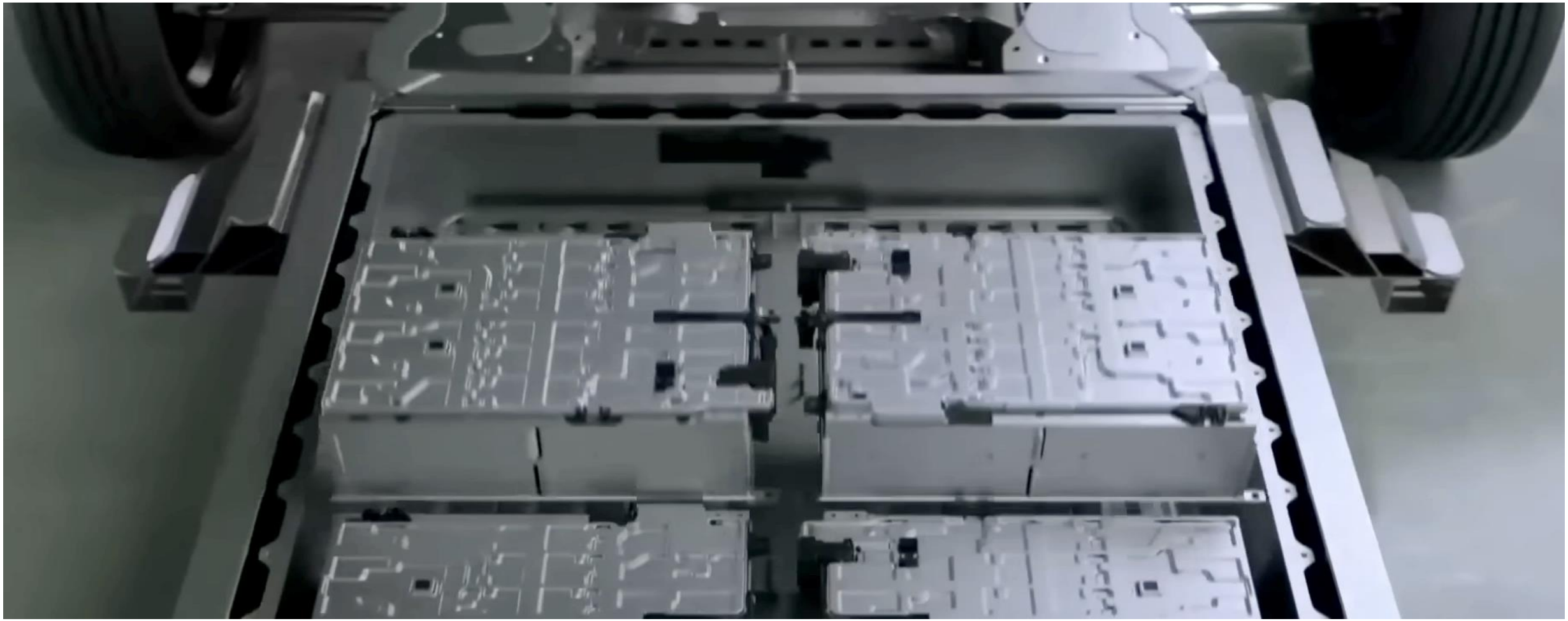
En els processos de fabricació: detecció temprana d'errors

Prototipatge virtual de nous models

Prediccions de manteniment del maquinari de fabricació de les bateries, basat en dades de so, imatge i vibració

Detecció temprana de deteriorament

LIBs en segona vida





Battery Energy Storage (BES)



CIDAI Centre of Innovation for Data tech and Artificial Intelligence

UPC Universitat Politècnica de Catalunya BarcelonaTech

IDEAI Intelligent Data Science and Artificial Intelligence Research Center

SOCO soft computing research group





CIDAI Centre of Innovation for Data tech and Artificial Intelligence

UPC Universitat Politècnica de Catalunya BarcelonaTech

IDEAI Intelligent Data Science and Artificial Intelligence Research Center

SOCO soft computing research group



CIDAI Centre of Innovation for Data tech and Artificial Intelligence

UPC Universitat Politècnica de Catalunya BarcelonaTech

IDEAI Intelligent Data Science and Artificial Intelligence Research Center

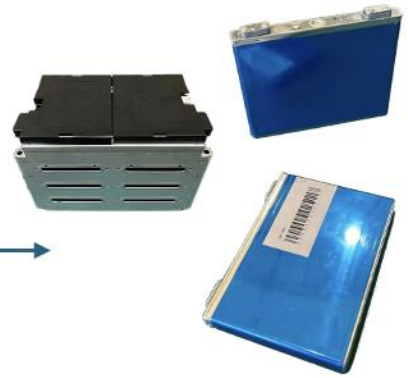
ML per a segona vida



Desmontaje
de baterías



Análisis de módulos y celdas



Reúso de módulos y celdas

Aplicaciones



No recuperable



Reciclaje

Baterías end of life

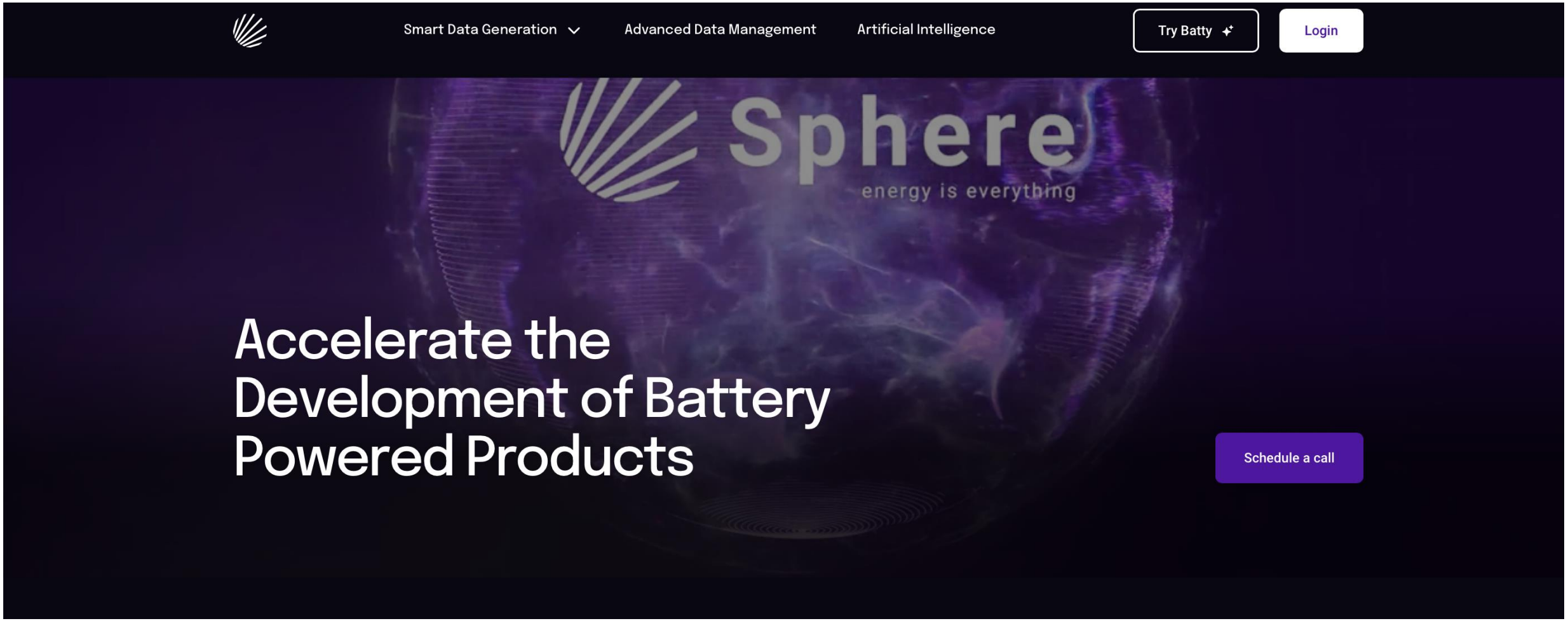


Proveedor

CIDAI Centre of Innovation for Data tech and Artificial Intelligence

UPC Universitat Politècnica de Catalunya BarcelonaTech | IDEAI Intelligent Data Science and Artificial Intelligence Research Center

Cas d'ús



CIDAI Centre of Innovation for Data tech and Artificial Intelligence

https://www.sphere-energy.eu

UPC Universitat Politècnica de Catalunya BarcelonaTech | IDEAI Intelligent Data Science and Artificial Intelligence Research Center

CIDAI Centre of Innovation for Data tech and Artificial Intelligence

Gràcies per la vostra assistència

UPC Universitat Politècnica de Catalunya BarcelonaTech | IDEAI Intelligent Data Science and Artificial Intelligence Research Center

CIDAI Centre of Innovation for Data tech and Artificial Intelligence

Masterclass

El futur circular: com la IA transforma la vida de les bateries EV

UPC Universitat Politècnica de Catalunya BarcelonaTech | IDEAI Intelligent Data Science and Artificial Intelligence Research Center

Socis promotors

Generalitat de Catalunya · Ajuntament de Barcelona · Barcelona Supercomputing Center · CVC · eurecat · i2cat · softeng · UPC

Entitats membres

AMB · ATM Àrea de Barcelona · Caixa Enginyers · 3cat · CETAQUA · CRUÏLLA