



POLITECNICO
MILANO 1863

Giornata di studio

“Rifiuti e Life Cycle Thinking”

7^a edizione



Assessment on WASTE
and REsources



Ariadne Data-driven Materials Recovery System

Milan 28.01.2025

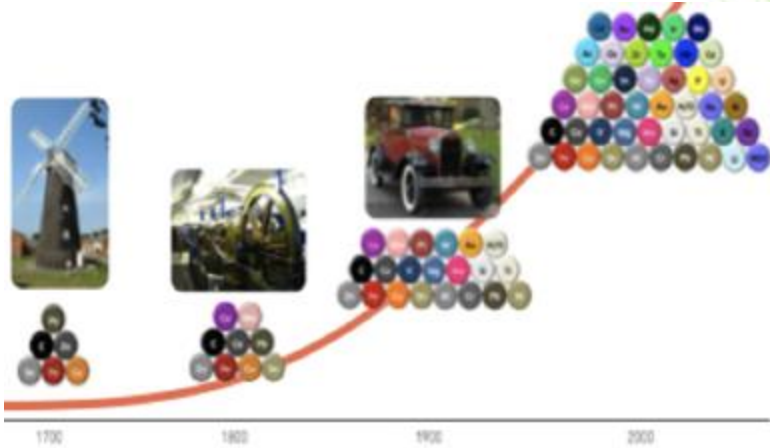
Rosario Capponi

Co-founder

rosario.capponi@futurdata.eu

www.futuredatage.it

MORE PROGRESS, MORE WASTE



Technological progress involves the use of numerous new materials and requires new recycling strategy for their efficient recovery.

Currently, the electronic industry largely depends on a great number of materials, which are poorly recovered.

Every year, up to 64 million tons of electronic waste is produced in industrialized countries.

At-the-state-of-art recycling methods fail to provide cost-effective holistic recovery opportunities.

Extensive digitalization and industrial symbiosis enable us to remove, select and recover all these materials in the best possible way today.



At the state-of-the-art e-waste treatment for raw material salvage is based on its shredding followed by approximate separation of the various elements that make them up.

The remaining materials, after selection, are still all mixed up together and the components present in small quantities are consequently further diluted.

This fact makes their recovery and refining technically more difficult and economically almost unsustainable.



Mixed metals with precious

Refining yield of this sample, the value of which is recognized by the Italian producer.

Metals	Assay
Cu	28,13 %
Au	22,5 g/l
Ag	445 g/l
Pd	4,1 g/l
other fees	

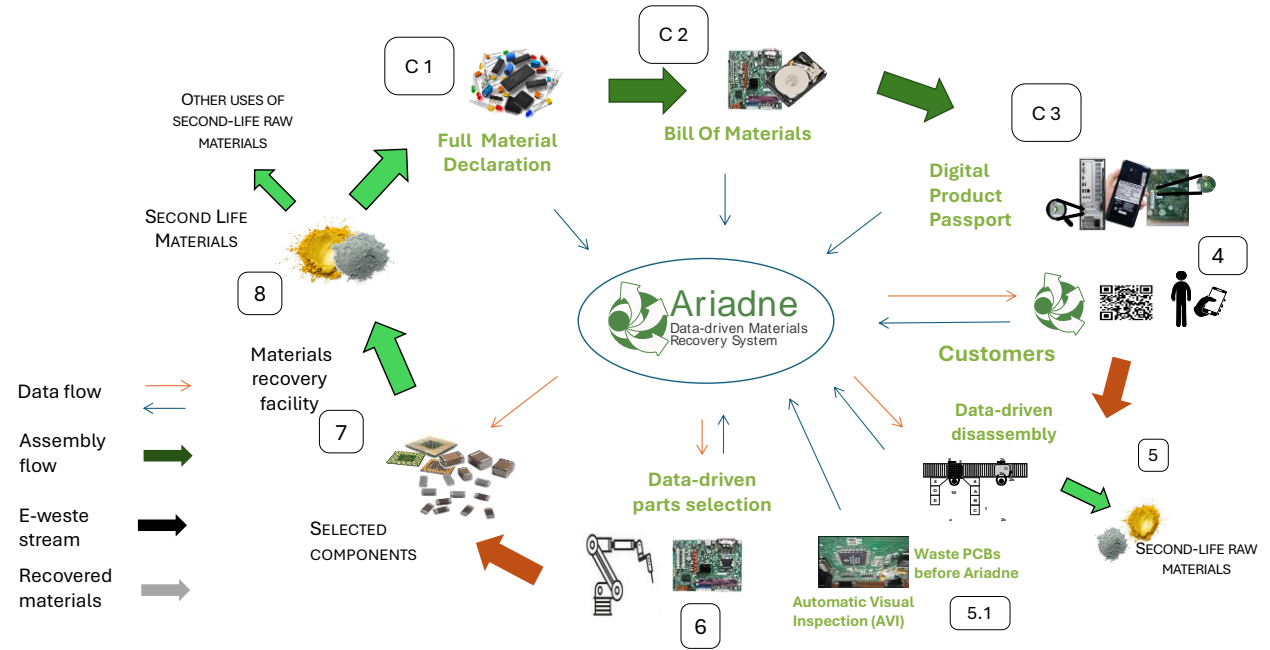
The result is that only 8 to 10 elements out of 50 / 60 present in e-waste are actually recovered.

Today, at the end of the selection process, it turns out that only materials present in greater quantity, like iron, aluminium and copper, or those of greater value, such as palladium, gold and silver, are actually recovered.

Such a low number of materials recovered from e-waste makes this an inefficient and no longer sustainable process in the end.

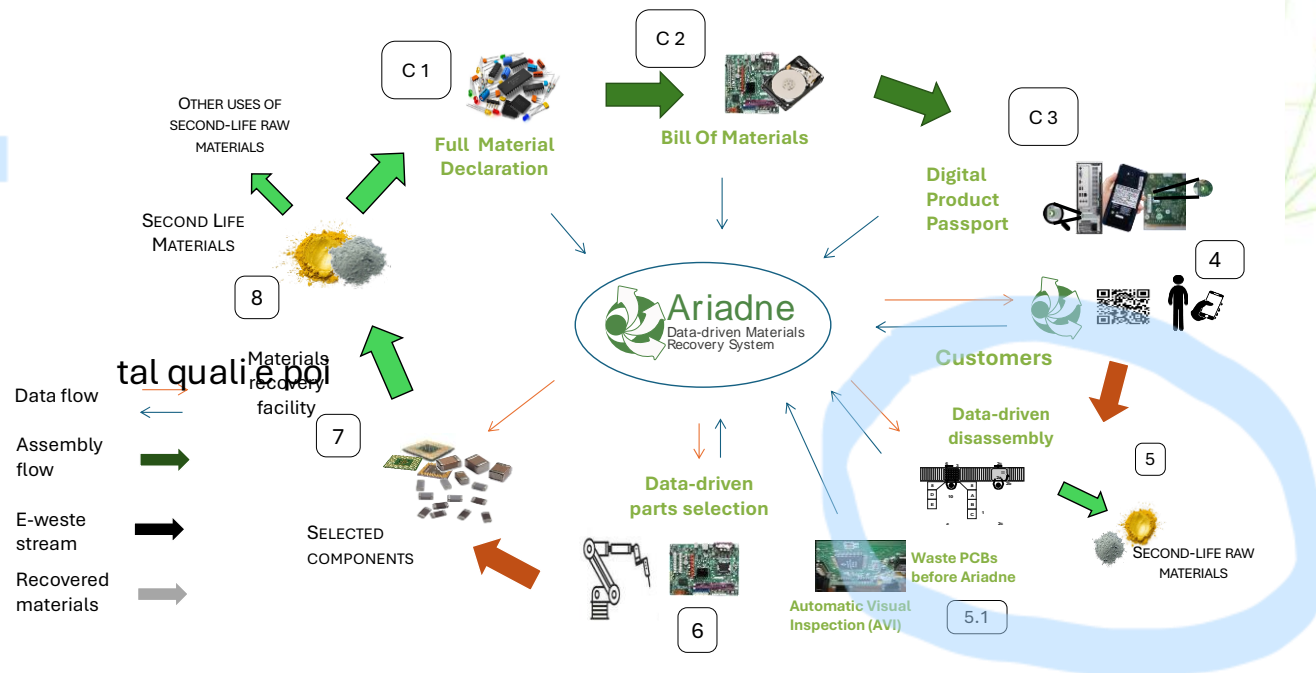
THE ARIADNE MODEL

Ariadne is a new model of data management that links nodes of the supply chain together, enhances the recyclability of materials present in small amounts and makes electronics more eco-sustainable.



THE ARIADNE MODEL

Manual dismantling and sorting line

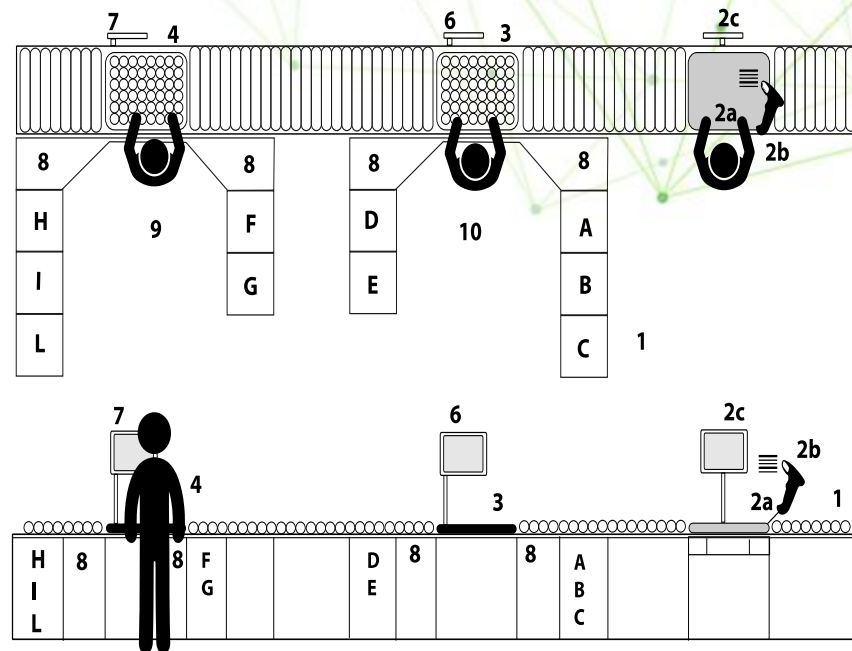


Disassembly and manual selection (Point 4 of the Ariadne model) are carried out in a specially designed structure linked to the WEB platform.


The information reaches the operator via the monitors (6-7).

So he can select (in the boxes A-L) the various parts that he deals with during disassembly, according to the specific material which it is made up of.

- A-L Containers for the selected materials (on demand with balance)
- 1 Roller conveyor
- 2 Workstation for identifying the e-waste to be disassembled
- 2.a table top with balance
- 2.b bar code scanner
- 2.c data entry panel
- 3-4 Rotating dismantling workstation
- 6-7 Guide panel for disassembly and material selection
- 8 Support table for manual dismantling
- 9-10-11 Space for operators



AN EXAMPLE

The project logo  and a Qr code, present on the device inform the consumers that the product is logged on the Ariadne web platform and about the advantages this entails.

The Qr code refers to the websites of the project and of the manufacturers'.

So consumers will be informed of the manufacturer's efforts to make its product easier to disassemble and to recycle: therefore more sustainable.



For a better recycling, every part has a material equivalent color code.

MATERIALE	COLORE
AISI 430 1.4016	GIALLO
AISI 304 1.4301	BLU
PLASTICA MORBIDA:	VIOLO
PE Marlex® HXM 50100 Chevron Phillips	VIOLA
COMPONENTI ELETTROMECCANICHE	ROSSO
MISTO	VERDE
RAME	ARANCIONE
OTTONE	GRIGIO
PLASTICA: PC Makrolon® 2456 550115 Covestro	CELESTE
PLASTICA: ABS+PA Terblend® N NG-04 + N NM-12	NERO
PLASTICHE E GOMME	BIANCO
MAGNETI	ROSA

Here an example of coffee machine at the first step of dismantling

LINEA MINI

ISTRUZIONI DI SMONTAGGIO:

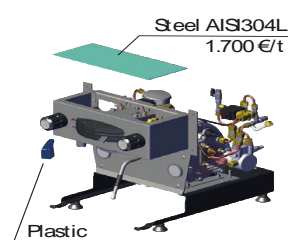
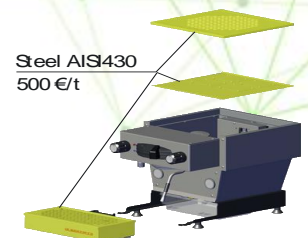
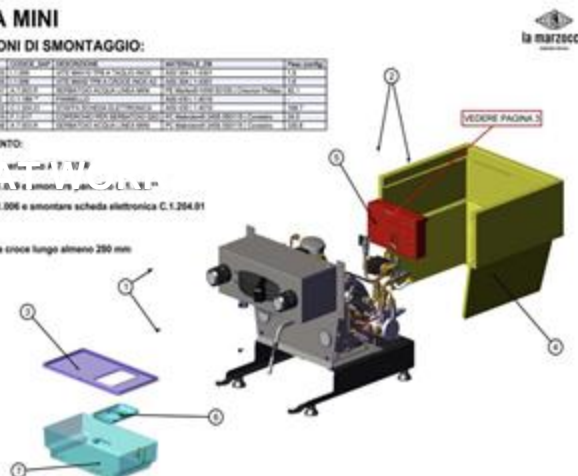
Descrizione	Quantità	Materiali	Colori
1. Cassa superiore	1	Acciaio AISI 430	Giallo
2. Cassa inferiore	1	Acciaio AISI 304	Blu
3. Gruppo erogatore	1	Rame	Arancione
4. Gruppo erogatore	1	Rame	Arancione
5. Gruppo erogatore	1	Rame	Arancione
6. Gruppo erogatore	1	Rame	Arancione
7. Gruppo erogatore	1	Rame	Arancione
8. Gruppo erogatore	1	Rame	Arancione
9. Gruppo erogatore	1	Rame	Arancione
10. Gruppo erogatore	1	Rame	Arancione
11. Gruppo erogatore	1	Rame	Arancione
12. Gruppo erogatore	1	Rame	Arancione
13. Gruppo erogatore	1	Rame	Arancione
14. Gruppo erogatore	1	Rame	Arancione
15. Gruppo erogatore	1	Rame	Arancione
16. Gruppo erogatore	1	Rame	Arancione
17. Gruppo erogatore	1	Rame	Arancione
18. Gruppo erogatore	1	Rame	Arancione
19. Gruppo erogatore	1	Rame	Arancione
20. Gruppo erogatore	1	Rame	Arancione
21. Gruppo erogatore	1	Rame	Arancione
22. Gruppo erogatore	1	Rame	Arancione
23. Gruppo erogatore	1	Rame	Arancione
24. Gruppo erogatore	1	Rame	Arancione
25. Gruppo erogatore	1	Rame	Arancione
26. Gruppo erogatore	1	Rame	Arancione
27. Gruppo erogatore	1	Rame	Arancione
28. Gruppo erogatore	1	Rame	Arancione
29. Gruppo erogatore	1	Rame	Arancione
30. Gruppo erogatore	1	Rame	Arancione
31. Gruppo erogatore	1	Rame	Arancione
32. Gruppo erogatore	1	Rame	Arancione
33. Gruppo erogatore	1	Rame	Arancione
34. Gruppo erogatore	1	Rame	Arancione
35. Gruppo erogatore	1	Rame	Arancione
36. Gruppo erogatore	1	Rame	Arancione
37. Gruppo erogatore	1	Rame	Arancione
38. Gruppo erogatore	1	Rame	Arancione
39. Gruppo erogatore	1	Rame	Arancione
40. Gruppo erogatore	1	Rame	Arancione
41. Gruppo erogatore	1	Rame	Arancione
42. Gruppo erogatore	1	Rame	Arancione
43. Gruppo erogatore	1	Rame	Arancione
44. Gruppo erogatore	1	Rame	Arancione
45. Gruppo erogatore	1	Rame	Arancione
46. Gruppo erogatore	1	Rame	Arancione
47. Gruppo erogatore	1	Rame	Arancione
48. Gruppo erogatore	1	Rame	Arancione
49. Gruppo erogatore	1	Rame	Arancione
50. Gruppo erogatore	1	Rame	Arancione
51. Gruppo erogatore	1	Rame	Arancione
52. Gruppo erogatore	1	Rame	Arancione
53. Gruppo erogatore	1	Rame	Arancione
54. Gruppo erogatore	1	Rame	Arancione
55. Gruppo erogatore	1	Rame	Arancione
56. Gruppo erogatore	1	Rame	Arancione
57. Gruppo erogatore	1	Rame	Arancione
58. Gruppo erogatore	1	Rame	Arancione
59. Gruppo erogatore	1	Rame	Arancione
60. Gruppo erogatore	1	Rame	Arancione
61. Gruppo erogatore	1	Rame	Arancione
62. Gruppo erogatore	1	Rame	Arancione
63. Gruppo erogatore	1	Rame	Arancione
64. Gruppo erogatore	1	Rame	Arancione
65. Gruppo erogatore	1	Rame	Arancione
66. Gruppo erogatore	1	Rame	Arancione
67. Gruppo erogatore	1	Rame	Arancione
68. Gruppo erogatore	1	Rame	Arancione
69. Gruppo erogatore	1	Rame	Arancione
70. Gruppo erogatore	1	Rame	Arancione
71. Gruppo erogatore	1	Rame	Arancione
72. Gruppo erogatore	1	Rame	Arancione
73. Gruppo erogatore	1	Rame	Arancione
74. Gruppo erogatore	1	Rame	Arancione
75. Gruppo erogatore	1	Rame	Arancione
76. Gruppo erogatore	1	Rame	Arancione
77. Gruppo erogatore	1	Rame	Arancione
78. Gruppo erogatore	1	Rame	Arancione
79. Gruppo erogatore	1	Rame	Arancione
80. Gruppo erogatore	1	Rame	Arancione
81. Gruppo erogatore	1	Rame	Arancione
82. Gruppo erogatore	1	Rame	Arancione
83. Gruppo erogatore	1	Rame	Arancione
84. Gruppo erogatore	1	Rame	Arancione
85. Gruppo erogatore	1	Rame	Arancione
86. Gruppo erogatore	1	Rame	Arancione
87. Gruppo erogatore	1	Rame	Arancione
88. Gruppo erogatore	1	Rame	Arancione
89. Gruppo erogatore	1	Rame	Arancione
90. Gruppo erogatore	1	Rame	Arancione
91. Gruppo erogatore	1	Rame	Arancione
92. Gruppo erogatore	1	Rame	Arancione
93. Gruppo erogatore	1	Rame	Arancione
94. Gruppo erogatore	1	Rame	Arancione
95. Gruppo erogatore	1	Rame	Arancione
96. Gruppo erogatore	1	Rame	Arancione
97. Gruppo erogatore	1	Rame	Arancione
98. Gruppo erogatore	1	Rame	Arancione
99. Gruppo erogatore	1	Rame	Arancione
100. Gruppo erogatore	1	Rame	Arancione

PROCEDIMENTO:

1. Rimuovere il coperchio superiore della macchina.
 2. Rimuovere il coperchio inferiore della macchina.
 3. Rimuovere il gruppo erogatore.
 4. Rimuovere il gruppo erogatore.
 5. Rimuovere il gruppo erogatore.
 6. Rimuovere il gruppo erogatore.
 7. Rimuovere il gruppo erogatore.
 8. Rimuovere il gruppo erogatore.
 9. Rimuovere il gruppo erogatore.
 10. Rimuovere il gruppo erogatore.
 11. Rimuovere il gruppo erogatore.
 12. Rimuovere il gruppo erogatore.
 13. Rimuovere il gruppo erogatore.
 14. Rimuovere il gruppo erogatore.
 15. Rimuovere il gruppo erogatore.
 16. Rimuovere il gruppo erogatore.
 17. Rimuovere il gruppo erogatore.
 18. Rimuovere il gruppo erogatore.
 19. Rimuovere il gruppo erogatore.
 20. Rimuovere il gruppo erogatore.
 21. Rimuovere il gruppo erogatore.
 22. Rimuovere il gruppo erogatore.
 23. Rimuovere il gruppo erogatore.
 24. Rimuovere il gruppo erogatore.
 25. Rimuovere il gruppo erogatore.
 26. Rimuovere il gruppo erogatore.
 27. Rimuovere il gruppo erogatore.
 28. Rimuovere il gruppo erogatore.
 29. Rimuovere il gruppo erogatore.
 30. Rimuovere il gruppo erogatore.
 31. Rimuovere il gruppo erogatore.
 32. Rimuovere il gruppo erogatore.
 33. Rimuovere il gruppo erogatore.
 34. Rimuovere il gruppo erogatore.
 35. Rimuovere il gruppo erogatore.
 36. Rimuovere il gruppo erogatore.
 37. Rimuovere il gruppo erogatore.
 38. Rimuovere il gruppo erogatore.
 39. Rimuovere il gruppo erogatore.
 40. Rimuovere il gruppo erogatore.
 41. Rimuovere il gruppo erogatore.
 42. Rimuovere il gruppo erogatore.
 43. Rimuovere il gruppo erogatore.
 44. Rimuovere il gruppo erogatore.
 45. Rimuovere il gruppo erogatore.
 46. Rimuovere il gruppo erogatore.
 47. Rimuovere il gruppo erogatore.
 48. Rimuovere il gruppo erogatore.
 49. Rimuovere il gruppo erogatore.
 50. Rimuovere il gruppo erogatore.
 51. Rimuovere il gruppo erogatore.
 52. Rimuovere il gruppo erogatore.
 53. Rimuovere il gruppo erogatore.
 54. Rimuovere il gruppo erogatore.
 55. Rimuovere il gruppo erogatore.
 56. Rimuovere il gruppo erogatore.
 57. Rimuovere il gruppo erogatore.
 58. Rimuovere il gruppo erogatore.
 59. Rimuovere il gruppo erogatore.
 60. Rimuovere il gruppo erogatore.
 61. Rimuovere il gruppo erogatore.
 62. Rimuovere il gruppo erogatore.
 63. Rimuovere il gruppo erogatore.
 64. Rimuovere il gruppo erogatore.
 65. Rimuovere il gruppo erogatore.
 66. Rimuovere il gruppo erogatore.
 67. Rimuovere il gruppo erogatore.
 68. Rimuovere il gruppo erogatore.
 69. Rimuovere il gruppo erogatore.
 70. Rimuovere il gruppo erogatore.
 71. Rimuovere il gruppo erogatore.
 72. Rimuovere il gruppo erogatore.
 73. Rimuovere il gruppo erogatore.
 74. Rimuovere il gruppo erogatore.
 75. Rimuovere il gruppo erogatore.
 76. Rimuovere il gruppo erogatore.
 77. Rimuovere il gruppo erogatore.
 78. Rimuovere il gruppo erogatore.
 79. Rimuovere il gruppo erogatore.
 80. Rimuovere il gruppo erogatore.
 81. Rimuovere il gruppo erogatore.
 82. Rimuovere il gruppo erogatore.
 83. Rimuovere il gruppo erogatore.
 84. Rimuovere il gruppo erogatore.
 85. Rimuovere il gruppo erogatore.
 86. Rimuovere il gruppo erogatore.
 87. Rimuovere il gruppo erogatore.
 88. Rimuovere il gruppo erogatore.
 89. Rimuovere il gruppo erogatore.
 90. Rimuovere il gruppo erogatore.
 91. Rimuovere il gruppo erogatore.
 92. Rimuovere il gruppo erogatore.
 93. Rimuovere il gruppo erogatore.
 94. Rimuovere il gruppo erogatore.
 95. Rimuovere il gruppo erogatore.
 96. Rimuovere il gruppo erogatore.
 97. Rimuovere il gruppo erogatore.
 98. Rimuovere il gruppo erogatore.
 99. Rimuovere il gruppo erogatore.
 100. Rimuovere il gruppo erogatore.

UTENSILI:

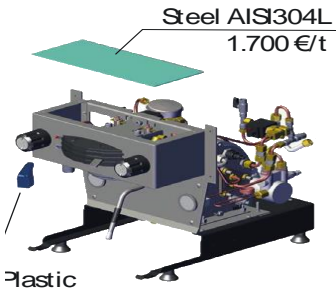
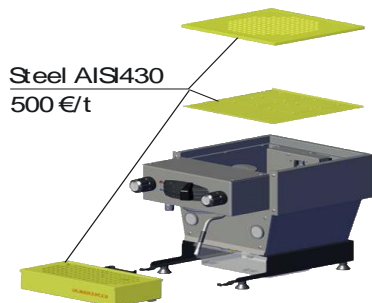
-Cacciavite a croce lungo almeno 250 mm



Linea Mini



la marzocco
made in italy



Ariadne enables us to know exactly

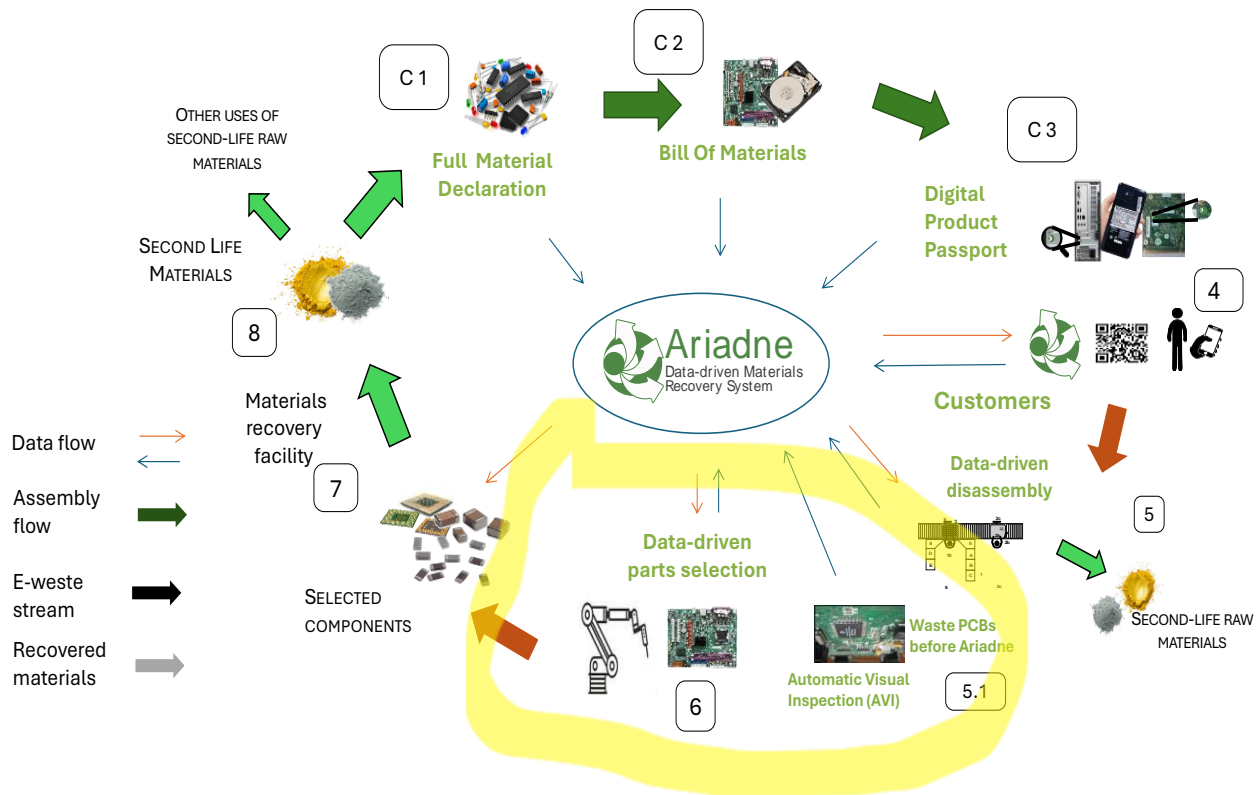
where, which and how many

different materials are present in one piece of equipment.

It should be noted that the higher value of well selected materials covers the higher cost of manual disassembly.

Steels in the Linea Mini			
Steel type	Total weight (g)	% on total	€/t (2022)
AISI 430	7.398	26	500
AISI 3167- L	4.334	15	2.800
AISI 304-L	3.579	12	1.700
AISI 307	27,4	<1	
AISI 302	8,66	<1	
AISI 301	20,7	<1	1.600
Zinc plated steel	87,5	12	
Total	15.455	54	

Fully automated dismantling and sorting of electronic boards (PCBs)



STEVAL SPIN 3204



Ariadne, by processing the information contained in the Bill of Materials (BoM) with the Material Declaration Form provided data that enables us to select each single component present on a PCB based on the materials contained therein.

It will thus be possible to collect parts that contain a limited number of valuable elements which will be extracted and refined in a new way, technically more efficient and economically more profitable.

	Component type	N.
1	Capacitors	69
2	Diodes	25
3	Fuses	2
4	Jumpers	11
5	Connectors	9
6	Leds	5
7	Thermistores	1
8	Active componets	16
9	Varistor	1
10	Resistors	114
11	Point test	25
12	Active components	8
13	Quartz	2
14	Rubber feet	4
15	Female Jumper	3
	Total	295



The mining of the most common metals has a very high environmental cost.

Rare earth production and refining has high emission of toxic chemicals and radionuclides including uranium, thorium and radon gas in the atmosphere, the ground and water *



Source: Lynas QUARTERLY REPORT 30 SEPTEMBER 2011

Every ton of rare earth produced generates approximately:

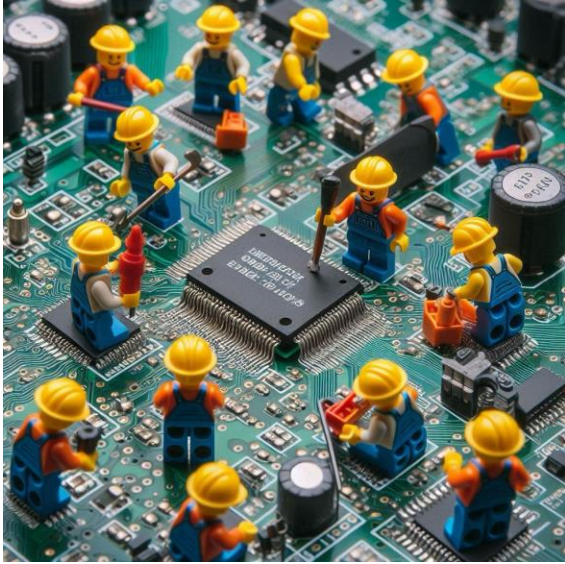
- 8.5 kg of fluorine 13 kilograms of flue dust;
- 9,600 to 12,000 cubic meters of waste gas,
- hydrofluoric acid, sulphur dioxide, and sulphuric acid,
- approximately 75 cubic meters of acidic wastewater,
- about one ton of radioactive waste residue. *

* A Preliminary Waste Stream Assessment of the Lynas Advanced Materials Plant, Gebeng, Malaysia 2012



E-waste contains valuable resources which offer opportunities for urban mining and job creation.

Materials recovery reduces environmental, social and economic impact.



We don't just
recycle,
we create new value
from e-waste:
sustainability.

Mine...



Thanks for your attention !