

Titulació	Tipus	Curs
Estudis Interdisciplinaris en Sostenibilitat Ambiental, Econòmica i Social	OT	0

Professor/a de contacte

Nom: Gara Villalba Mendez

Correu electrònic: gara.villalba@uab.cat

Equip docent

Anna Petit Boix

Idiomes dels grups

Podeu consultar aquesta informació al [final](#) del document.

Prerequisits

No aplica

Objectius

Aquest curs és una introducció al camp de l'ecologia industrial (IE) com un esforç multidisciplinari per avaluar els sistemes antròpics, minimitzant el seu efecte negatiu al nostre planeta. Als estudiants se'ls ensenya els mètodes, les eines i les estratègies de l'IE, destinats a recrear el nostre sistema industrial de manera que pugui ser sostenible i en harmonia amb la resta de l'ecosistema natural. Per assolir aquest objectiu general, aprendrem:

- els conceptes d'IE, el seu marc com a àrea de recerca multidisciplinària basada en la teoria de sistemes.
- l'anàlisi del fluxos de materials (MFA) i la seva aplicació a diferents sistemes, com ara un producte, un procés o una regió.
- els conceptes de metabolisme urbà, petjada de carboni, incloses les diferències d'abast, resultats i implicacions polítiques.
- l'enfocament basat en processos, MFA-LCA (o anàlisi del flux de material juntament amb l'avaluació del cicle de vida) i l'enfocament EIO-LCA (o entrada-sortida econòmica juntament amb l'avaluació del cicle de vida); els fonaments d'aquests enfocaments s'utilitzaran en diverses anàlisis (per exemple, GEH, contaminació, aigua, terra, tòxics, ús de materials, etc.)
- el concepte d'Anàlisi del Cicle de Vida (ACV), les seves aplicacions i el marc global per al seu ús.
- els passos principals de l'ACV (és a dir, definició d'objectius i àmbits, anàlisi d'inventari, avaluació d'impacte i interpretació) i la seva aplicació a diferents casos de la vida real, com ara productes o

serveis.

* l'ús de programari d'ACV (SimaPro) i les seves funcionalitats bàsiques per calcular els impactes ambientals d'un sistema.

- el concepte d'exergia en el context de la termodinàmica en la teoria de sistemes i la seva aplicació

Competències

- Analitzar, sintetitzar, organitzar i planificar projectes relacionats amb la millora ambiental de productes, processos i serveis.
- Aplicar la metodologia de recerca, les tècniques i els recursos específics per a investigar i produir resultats innovadors en l'àmbit dels estudis ambientals.
- Que els estudiants sàpiguin aplicar els coneixements adquirits i la seva capacitat de resolució de problemes en entorns nous o poc coneguts dins de contextos més amplis (o multidisciplinaris) relacionats amb la seva àrea d'estudi.
- Tenir coneixements que aportin la base o l'oportunitat de ser originals en el desenvolupament o l'aplicació d'idees, sovint en un context de recerca.
- Treballar en un context internacional i multidisciplinari.

Resultats d'aprenentatge

1. Analitzar els resultats de recerca per obtenir nous productes o processos i valorar-ne la viabilitat industrial i comercial per a transferir-los a la societat.
2. Aplicar els coneixements de les diferents eines d'ecologia industrial a sistemes independentment de l'escala.
3. Aplicar la metodologia de recerca, les tècniques i els recursos específics per a investigar i produir resultats innovadors en l'àmbit dels estudis ambientals.
4. Conèixer els principals elements de l'ecologia industrial: teoria de sistemes, termodinàmica, anàlisi de flux de materials i consum de recursos.
5. Conèixer els sistemes urbans i els seus indicadors per avaluar-los.
6. Conèixer les eines d'ecoinnovació aplicables a entorns urbans.
7. Interpretar i desenvolupar anàlisis de cicle de vida per a productes i processos.
8. Ser capaç d'aplicar els conceptes de la classe, avaluar i prendre decisions basades en els resultats.
9. Treballar en un context internacional i multidisciplinari.

Continguts

Els continguts del curs es poden resumir de la següent manera:

Ecologia industrial i canvi tecnològic.

Introducció a l'anàlisi del fluxos de materials.

Introducció al metabolisme urbà, petjada de carboni i casos pràctics.

Introducció a l'enfocament basat en processos, MFA-LCA (o anàlisi del flux de materials juntament amb l'avaluació del cicle de vida), i EIO-LCA (o Input-Output econòmic juntament amb l'avaluació del cicle de vida)

Introducció a l'ACV

Introducció al programari d'ACV i projecte d'estudi de cas.

Introducció a la termodinàmica

Activitats formatives i Metodologia

Títol	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
Tipus: Dirigides			
classes de teoria	36,5	1,46	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
classes ordinador LCA	12	0,48	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
Tipus: Supervisades			
Treball sobre el projecte LCA segons guia	60	2,4	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
Tipus: Autònomes			
LCA projecte	78	3,12	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
lectures, treball en equip i preparation for presentations	17	0,68	
taules Input-Output i LCA	16	0,64	

Els conceptes clau d'aquesta classe es transferiran a través de classes teòriques (36.5 hores), exercicis pràctics en classes de laboratori (12 hores) i una gran càrrega de treball autònom i en grup (111 hores).

Nota: es reservaran 15 minuts d'una classe, dins del calendari establert pel centre/titulació, per a la complementació per part de l'alumnat de les enquestes d'avaluació de l'actuació del professorat i d'avaluació de l'assignatura/mòdul.

Nota: es reservaran 15 minuts d'una classe, dins del calendari establert pel centre/titulació, perquè els alumnes completin les enquestes d'avaluació de l'actuació del professorat i d'avaluació de l'assignatura.

Avaluació

Activitats d'avaluació continuada

Títol	Pes	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
exercici ACV	10%	0	0	2, 4, 7, 8
Final Exam	50%	2	0,08	1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9
input output exercise	10%	1,5	0,06	2, 3, 7, 8
LCA project presentation	30%	2	0,08	2, 4, 7, 8

- **No evaluable:** L'estudiant només es pot presentar a recuperació si ha fet el següent:
 - lliurat tots els treballs de l'assignatura que es demanen a classe i s'entreguen a través del espai moodle.
 - haver-se presentat a l'examen final
 - haver participat en els treballs en grup durant l'assignatura

- haver treballat el projecte de LCA i haver fet una presentació del seu projecte a final de l'assignatura.
- **Recuperació:** L'estudiant podrà únicament fer recuperació de nota amb una segona oportunitat d'examen final, i la nota final de l'assignatura no serà superior a un 6.

En aquesta assignatura, es permet l'ús de tecnologies d'Intel·ligència Artificial (IA) com a part integrant del desenvolupament del treball, sempre que el resultat final reflecteixi una contribució significativa de l'estudiant en l'anàlisi i la reflexió personal. L'estudiant haurà d'identificar clarament quines parts han estat generades amb aquesta tecnologia, especificar les eines emprades i incloure una reflexió crítica sobre com aquestes han influït en el procés i el resultat final de l'activitat. La no transparència de l'ús de la IA es considerarà falta d'honestat acadèmica i pot comportar una penalització en la nota de l'activitat, o sancions majors en casos de gravetat.

Bibliografia

Reference articles for Industrial Ecology course:

Industrial Ecology General

Saavedra, Y.M.B., Iritani, D.R., Pavan, A.L.R., Ometto, A.R., 2018. Theoretical contribution of industrial ecology to circular economy. J. Clean. Prod. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.09.260>

Dayeen, F.R., Sharma, A.S., Derrible, S., 2020. A text mining analysis of the climate change literature in industrial ecology. J. Ind. Ecol. 24, 276-284. <https://doi.org/10.1111/jiec.12998>

Kennedy, C., 2020. The energy embodied in the first and second industrial revolutions. J. Ind. Ecol. 24, 887-898. <https://doi.org/10.1111/jiec.12994>

Goldstein, B., Newell, J.P., 2019. Why academics should study the supply chains of individual corporations. J. Ind. Ecol. 23, 1316-1327. <https://doi.org/10.1111/jiec.12932>

Lindgreen, E.R., Salomone, R., Reyes, T., 2020. A critical review of academic approaches, methods and tools to assess circular economy at the micro level. Sustain. <https://doi.org/10.3390/su12124973>

Mallawaarachchi, H., Sandanayake, Y., Karunasena, G., Liu, C., 2020. Unveiling the conceptual development of industrial symbiosis: Bibliometric analysis. J. Clean. Prod. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120618>

Cordella, M., Alfieri, F., Sanfelix, J., Donatello, S., Kaps, R., Wolf, O., 2020. Improving material efficiency in the life cycle of products: a review of EU Ecolabel criteria. Int. J. Life Cycle Assess. 25, 921-935. <https://doi.org/10.1007/s11367-019-01608-8>

Ayres, R., and Ayres, L. Accounting for Resources, volumes I and II, Cheltenham, UK: Edward Elgar, 1998.

Ayres, R. Industrial Ecology: Towards Closing the Material Cycle. London: Edward Elgar, 1996.

Bringezu, S. And Y. Moriguchi, Material flow analysis, in A handbook of Industrial Ecology, RU Ayres, and LW Ayres, eds, Cheltenham, UK: Edwards Elgar, pp79-90, 2002.

Chertow, M.R., Esty, d.C. Thinking Ecologically. New Haven: Yale University Press, 1997.

Classics in systems theory:

Bertalanffy, L. Von: General Systems Theory, New York, George Braziller, 1968 and 1980.

Forrester, Jay W. Industrial Dynamics, MIT Press, Cambridge, MA 1961.

Boulding, K. General Systems Theory, the Skeleton of a Science, in Buckley W. (Ed) Modern Systems Research for the Behavioral Scientist, Chicago: Alaine, 1968.

Thermodynamics

Smith and Van Ness. Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics. New York: McGraw Hill, 1996.

Szargut, Jan. Exergy analysis of thermal, chemical, and metallurgical processes. Hemisphere Publishing Corporation, 1988.

Ayres Robert U., and Leslie W. Ayres. 1999. Accounting for resources 2: The life cycle of materials. Cheltenham, UK and Lyme MA: Edward Elgar.

Baumgärtner Stefan. 2002. Thermodynamics of waste generation. In Waste in Ecological Economics, edited by K. P. Bisson, J. Cheltenham, UK and Nothampton, MA,USA: Edward Elgar.

Szargut, J.; D.R.; Morris, and F. R.; Steward. 1988. Exergy analysis of thermal, chemical, and metallurgical processes. New York: Hemisphere Publishing Corporation.

Conelly, L.I. and C.; Koshland. 2001. Exergy and industrial ecology. Part 2: A nondimensional analysis of means to reduce resource depletion. Exergy, an International Journal 1 (4):234-255.

Ayres Robert U., Katalin Martinás, and Leslie W. Ayres. 1998. Exergy, waste accounting and life cycle analysis. Energy 23 (5):355-363.

Ayres, Robert U., Andrea Masini, and Leslie W. Ayres. 2001. An Application of Exergy Accounting to Five Basic Metal Industries. Fontainebleau, France: INSEAD.

Van Gool, W. 1992. Exergy analysis of industrial processes. Energy 17 (8):791-803.

Szargut, J.; A.; Ziebig, and W. Stanek. 2002. Depletion of the non-renewable natural exergy resources as a measure of the ecological cost Energy conversion and management 43:1149-1163.

MFA

Matthews, E., Amann, C., Bringezu, S., Hüttler, W., Ottke, C., Rodenburg, E., Rogich, D., Schandl, H., Van, E., Voet, D., Weisz, H., Billings, H., 2000. The Weight of Nations - Material Outflows from Industrial Economies. WORLD RESOURCES INSTITUTE.

Eurostat, 2013. Economy-wide Material Flow Accounts (EW-MFA) Compilation Guide. European Commission, Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.

Graedel, T.E., 2019. Material Flow Analysis from Origin to Evolution. Environ. Sci. Technol. 53, 12188-12196. <https://doi.org/10.1021/acs.est.9b03413>

Persson, L., Arvidsson, R., Berglund, M., Cederberg, C., Finnveden, G., Palm, V., Sörme, L., Schmidt, S., Wood, R., 2019. Indicators for national consumption-based accounting of chemicals. J. Clean. Prod. 215, 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.12.294>

Calvo, G., Valero, Alicia, Valero, Antonio, 2018. Thermodynamic Approach to Evaluate the Criticality of Raw Materials and Its Application through a Material Flow Analysis in Europe. J. Ind. Ecol. 22, 839-852. <https://doi.org/10.1111/jiec.12624>

LCA

Klöpffer, W., Grahl, B. 2014. Life Cycle Assessment (LCA): A Guide to Best Practice | Wiley.

Finkbeiner, M., Ackermann, R., Bach, V., Berger, M., Brankatschk, G., Chang, Y.-J., Grinberg, M., Lehmann, A., Martínez-Blanco, J., Minkov, N., Neugebauer, S., Scheumann, R., Schneider, L., Wolf, K., 2014. Challenges in Life Cycle Assessment: An Overview of Current Gaps and Research Needs. Springer, Dordrecht, pp. 207-258. https://doi.org/10.1007/978-94-017-8697-3_7

Guinée, J. B., Heijungs, R., Huppes, G., Zamagni, A., Masoni, P., Buonomici, R., Ekvall, T., & Rydberg, T. (2011). Life Cycle Assessment: Past, Present, and Future. *Environmental Science & Technology*, 45(1), 90-96. <https://doi.org/10.1021/es101316v>

Visentin, C., Trentin, A.W. da S., Braun, A.B., Thomé, A., 2020. Life cycle sustainability assessment: A systematic literature review through the application perspective, indicators, and methodologies. *J. Clean. Prod.* <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122509>

Palazzo, J., Geyer, R., Suh, S., 2020. A review of methods for characterizing the environmental consequences of actions in life cycle assessment. *J. Ind. Ecol.* 24, 815-829. <https://doi.org/10.1111/jiec.12983>

Beloin-Saint-Pierre, D., Albers, A., Hélias, A., Tiruta-Barna, L., Fantke, P., Levasseur, A., Benetto, E., Benoist, A., Collet, P., 2020. Addressing temporal considerations in life cycle assessment. *Sci. Total Environ.* <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140700>

Mendoza Beltran, A., Cox, B., Mutel, C., Vuuren, D.P., Font Vivanco, D., Deetman, S., Edelenbosch, O.Y., Guinée, J., Tukker, A., 2020. When the Background Matters: Using Scenarios from Integrated Assessment Models in Prospective Life Cycle Assessment. *J. Ind. Ecol.* 24, 64-79. <https://doi.org/10.1111/jiec.12825>

García-Pérez, S., Sierra-Pérez, J., Boschmonart-Rives, J., 2018. Environmental assessment at the urban level combining LCA-GIS methodologies: A case study of energy retrofits in the Barcelona metropolitan area. *Build. Environ.* 134, 191-204. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2018.01.041>

Urban metabolism

Wolman, A., 1965. The metabolism of cities. *Sci. Am.* 213, 179-190.

González-García, S., Dias, A.C., 2019. Integrating lifecycle assessment and urban metabolism at city level: Comparison between Spanish cities. *J. Ind. Ecol.* 23, 1062-1076. <https://doi.org/10.1111/jiec.12844>

Jeong, S., Park, J., 2020. Evaluating urban water management using a water metabolism framework: A comparative analysis of three regions in Korea. *Resour. Conserv. Recycl.* 155, 104597. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.104597>

Hu, G., Mu, X., 2019. Analysis of urban energy metabolic system: An ecological network framework and a case study for Beijing. *J. Clean. Prod.* 210, 958-969. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.11.088>

Chen, Q., Su, M., Meng, F., Liu, Y., Cai, Y., Zhou, Y., Yang, Z., 2020. Analysis of urban carbon metabolism characteristics based on provincial input-output tables. *J. Environ. Manage.* 265, 110561. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.110561>

Bibliography- more specific

Adriaanse, A., S. Bringezu, A. Hammond, Y. Moriguchi, E. Rodenburg, D. Rogich, H. Schütz 1997. *Resource Flows: The Material Basis of Industrial Economies*. Washington DC: World Resources Institute.

Ayres, R. U. (1978): *Resources, Environment and Economics. Applications of the Materials/ Energy Balance Principle*. New York: John Wiley & Sons

Ayres, R. U. and Kneese, A. V. (1969): *Production, Consumption and Externalities*. In: *American Economic Review* 59(3), pp. 282-297

Ayres, R. U. and U. E. Simonis 1994. *Industrial Metabolism: Restructuring for Sustainable Development*. Tokyo, New York, Paris: United Nations University Press.

Ayres, R.U. and Ayres, L.W., 1999. *Accounting for Resources, 2, The Life Cycle of Materials*. Edward Elgar, Cheltenham, UK and Lyme, US.

Baccini, Peter and Brunner, Paul H. (1991): *The metabolism of the anthroposphere*. Berlin: Springer.

- Barbiero, G., Camponeschi, S., Femia, A., Greca, G., Tudini, A., and Vannozzi, M. (2003): 1980-1998 Material-Input-Based Indicators Time series and 1997 Material Balances of the Italian Economy. Rome: ISTAT
- Brunner, Paul H. and Rechberger, Helmut (2004): Practical Handbook of Material Flow Analysis. New York: Lewis Publishers.
- Bullard, C. and Herendeen, R. A. (1975): The Energy Costs of Goods and Services. In: Energy Policy 3(4), pp. 268-278
- Dietzenbacher, E., 2005. Waste Treatment in Physical Input-Output Analysis. Ecological Economics, 55, 11-23.
- Duchin, F. (1992): Industrial Input-Output Analysis. Implications for Industrial Ecology. In: Proceedings of the National Academy of Science 89, pp. 1-5
- Duchin, F. (1998): Structural Economics: Measuring Change in Technology, Lifestyles, and the Environment. Washington: Island Press
- Eurostat 2001. Economy-wide Material Flow Accounts and Derived Indicators. A methodological guide. Luxembourg: Eurostat, European Commission, Office for Official Publications of the European Communities.
- Eurostat (2002): Material use in the European Union 1980-2000. Indicators and Analysis. Luxembourg: Eurostat, Office for Official Publications of the European Communities, prepared by Weisz, H., Amann, C., Eisenmenger, N., Hubacek, K., and Krausmann, F.
- Fischer-Kowalski, Marina (1998): Society's Metabolism. The Intellectual History of Material Flow Analysis, Part I, 1860 - 1970. In: Journal of Industrial Ecology 2(1), pp. 61-78.
- Fischer-Kowalski, Marina and Haberl, Helmut (1993): Metabolism and Colonization. Modes of Production and the Physical Exchange between Societies and Nature. In: Innovation - The European Journal of Social Sciences 6(4), pp. 415-442.
- Fischer-Kowalski, Marina and Hüttler, Walter (1999): Society's Metabolism. The Intellectual History of Material Flow Analysis, Part II: 1970-1998. In: Journal of Industrial Ecology 2(4), pp. 107-137.
- Fleissner, P., Böhme, W., Brautzsch, H. U., Höhne, J., Siassi, J., and Stark, K. (1993): Input-Output-Analyse. Eine Einführung in Theorie und Anwendungen. Wien, New York: Springer Verlag
- Giljum, S. and Hubacek, K., 2004. Alternative Approaches of Physical Input-Output Analysis to Estimate Primary Material Inputs of Production and Consumption Activities. Economics Systems Research, 16(3): 301-310.
- Giljum, S., Hubacek, K., and Sun, L. (2004): Beyond the simple material balance: a reply to Sangwon Suh's note on physical input-output analysis. In: Ecological Economics 48(1), pp. 19-22
- Griffin, J. (1976): Energy Input-Output Modeling. Palo Alto: Electric Power Research Institute
- Haberl, Helmut, Fischer-Kowalski, Marina, Krausmann, Fridolin, Weisz, Helga, and Winiwarter, Verena (2004): Progress Towards Sustainability? What the conceptual framework of material and energy flow accounting (MEFA) can offer. In: Land Use Policy 21(3), pp. 199-213.
- Hubacek, K. and Giljum, S. (2003): Applying physical input-output analysis to estimate land appropriation (ecological footprints) of international trade activities. In: Ecological Economics 44(1), pp. 137-151
- Japan Environment Agency (1992): Quality of the Environment in Japan 1992. Tokyo: Japan Environment Association.
- Konijn, P. J. A., de Boer, S., and van Dalen, J. (1997): Input-Output analysis of Material flows with applications to iron, steel and zinc. In: Structural Change and Economic Dynamics 8, pp. 129-153

- Leontief, W. (1936): Quantitative input-output relations in the economic system. In: Review of Economics and Statistics 18, pp. 105-125
- Leontief, W. (1941): The Structure of American Economy. New York: Oxford University Press
- Leontief, W. (1970): Environmental Repercussions and the Economic Structure. An Input-Output-Approach. In: Review of Economics and Statistics 52, pp. 262-271
- Machado, G., Schaeffer, R., and Worrel, E. (2001): Energy and Carbon embodied in the international trade of Brazil: an input - output approach. In: Ecological Economics 39(3), pp. 409-424
- Mäenpää, I. and Muukkonen, J. (2001): Physical Input-Output in Finland: Methods, Preliminary Results and Tasks Ahead. Paper presented at Workshop on Economic growth, material flows and environmental pressure, 25th - 27th April, Stockholm, Sweden.
- Matthews, E., C. Amann, M. Fischer-Kowalski, S. Bringezu, W. Hüttler, R. Kleijn, Y. Moriguchi, C. Ottke, E. Rodenburg, D. Rogich, H. Schandl, H. Schütz, E. van der Voet, H. Weisz 2000. The Weight of Nations: Material Outflows from Industrial Economies. Washington, D.C.: World Resources Institute.
- Miller, R. E. and Blair, P. D. (1985): Input-Output Analysis: Foundations and Extensions. New Jersey: Prentice Hall Inc.
- Pedersen, O. G. (1999): Physical Input-Output Tables for Denmark. Products and Materials 1990. Air Emissions 1990-92. Copenhagen: Statistics Denmark
- Pedersen, O. G. (2002): DMI and TMR for Denmark 1981, 1990, 1997. An assessment of the Material Requirements of the Danish Economy. Statistics Denmark
- Proops, J. L. R. (1977): Input-output analysis and energy intensities: a comparison of some methodologies. In: Applied Mathematical Modelling 1(March), pp. 181-186
- Stahmer, C., Kuhn, M., and Braun, N., 1998. Physical Input-Output Tables for Germany, 1990. Eurostat Working Paper No 2/1998/B/1, European Commission, Luxembourg.
- Suh, S. (2004): A note on the calculus for physical input-output analysis and its application to land appropriation of international trade activities. In: Ecological Economics 48(1), pp. 9-17
- Weisz, Helga and Duchin, Faye (2006): Physical and monetary input-output analysis: What makes the difference? In: Ecological Economics 57(3), pp. 534-541.

Programari

Programari de LCA (Open LCA, simapro, Gabi)

Grups i idiomes de l'assignatura

La informació proporcionada és provisional fins al 30 de novembre de 2025. A partir d'aquesta data, podreu consultar l'idioma de cada grup a través daquest [enllaç](#). Per accedir a la informació, caldrà introduir el CODI de l'assignatura

Nom	Grup	Idioma	Semestre	Torn
-----	------	--------	----------	------

(PAULm) Pràctiques d'aula (màster)	1	Anglès	primer quadrimestre	tarda
(TEm) Teoria (màster)	1	Anglès	primer quadrimestre	tarda