

Ecología Industrial

Código: 42405
Créditos ECTS: 9

Titulación	Tipo	Curso	Semestre
4313784 Estudios Interdisciplinarios en Sostenibilidad Ambiental, Económica y Social	OT	0	1

La metodología docente y la evaluación propuestas en la guía pueden experimentar alguna modificación en función de las restricciones a la presencialidad que impongan las autoridades sanitarias.

Contacto

Nombre: Gara Villalba Mendez

Correo electrónico: Gara.Villalba@uab.cat

Uso de idiomas

Lengua vehicular mayoritaria: inglés (eng)

Equipo docente

Cristina Madrid López

Prerequisitos

No existen

Objetivos y contextualización

Este curso es una introducción al campo de la ecología industrial (IE) como un esfuerzo multidisciplinario para evaluar los sistemas antrópicos, minimizando su efecto negativo en nuestro planeta. A los estudiantes se les enseña los métodos, las herramientas y las estrategias de IE, destinados a recrear nuestro sistema industrial de manera que pueda ser sostenible y en armonía con el resto del ecosistema natural. Para alcanzar este objetivo general, conoceremos:

Comprender los conceptos de IE, su marco como área de investigación multidisciplinar basada en la teoría de sistemas; recursos: bienes y servicios ambientales, externalidades.

Comprender el análisis del flujo de material (MFA) y poder aplicar esta herramienta a diferentes sistemas, como un producto, un proceso o una región.

Comprender los conceptos de metabolismo urbano, huella de carbono, incluidas las diferencias de alcance, resultados e implicaciones políticas.

Comprender tanto el enfoque basado en procesos, MFA-LCA (o análisis del flujo de material junto con la evaluación del ciclo de vida) como EIO-LCA (o entrada-salida económica junto con la evaluación del ciclo de vida); aplicar los fundamentos de estos enfoques para utilizarlos en diversos análisis (por ejemplo, GEI, contaminación, agua, tierra, tóxicos, uso de materiales, etc.)

Conozca el concepto de ACV, sus aplicaciones y el marco global para su uso.

Comprender los pasos principales del ACV (es decir, definición de objetivos y ámbitos, análisis de inventario, evaluación de impacto e interpretación) y aplicarlos a diferentes casos de la vida real, tales como productos o servicios.

Aprenda a evaluar e interpretar los resultados, suposiciones e incertidumbres en estudios de casos desde un punto de vista crítico.

Aprenda a utilizar el software Open LCA y sus funcionalidades básicas y poder calcular los impactos ambientales de un sistema mediante él.

Competencias

- Analizar, sintetizar, organizar y planificar proyectos relacionados con la mejora ambiental de productos, procesos y servicios.
- Aplicar la metodología de investigación, técnicas y recursos específicos para investigar y producir resultados innovadores en el ámbito de los Estudios Ambientales.
- Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.
- Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.
- Trabajar en un contexto internacional y multidisciplinar.

Resultados de aprendizaje

1. Analizar los resultados de investigación para obtener nuevos productos o procesos valorando su viabilidad industrial y comercial para su transferencia a la sociedad.
2. Aplicar la metodología de investigación, técnicas y recursos específicos para investigar y producir resultados innovadores en el ámbito de los Estudios Ambientales.
3. Aplicar los conocimientos de las diferentes herramientas de Ecología Industrial a sistemas independientemente de la escala.
4. Conocer las herramientas de ecoinnovación aplicables a entornos urbanos.
5. Conocer los principales elementos de la Ecología Industrial: teoría de sistemas, termodinámica, análisis de flujo de materiales y consumo de recursos.
6. Conocer los sistemas urbanos y sus indicadores para evaluarlos.
7. Interpretar y desarrollar análisis de ciclo de vida para productos y procesos.
8. Tener la habilidad de aplicar los conceptos de la clase, evaluar y tomar decisiones basados en los resultados
9. Trabajar en un contexto internacional y multidisciplinar.

Contenido

Este curso es una introducción al campo de la Ecología Industrial (IE) como un esfuerzo multidisciplinario para evaluar sistemas antropogénicos, minimizando su efecto negativo en nuestro planeta. A los estudiantes se les enseñan los métodos, herramientas y estrategias dentro de IE, con el objetivo de recrear nuestro sistema industrial de manera tal que pueda ser sostenible y en armonía con el resto del ecosistema natural. Para lograr este objetivo general, el módulo contiene los siguientes objetivos:

Comprender los conceptos de IE, su marco como un área de investigación multidisciplinaria basada en la teoría de sistemas; Recursos: bienes y servicios ambientales, externalidades.

Comprenda el Análisis de flujo de materiales (MFA) y sea capaz de aplicar esta herramienta a diferentes sistemas, como un producto, proceso o región.

Comprenda el análisis del ciclo de vida (ACV) y cómo implementar la metodología: definición de objetivos y alcance, análisis de inventario, evaluación de impacto e interpretación, en diferentes casos de la vida real, como productos o servicios. Aprenda a evaluar e interpretar los resultados, suposiciones e incertidumbres en los estudios de caso.

Comprenda los conceptos de metabolismo urbano, huella de carbono, incluidas las diferencias en el alcance, los resultados y las implicaciones políticas.

Comprenda el enfoque basado en procesos, MFA-LCA (o Análisis de flujo de material junto con la Evaluación del ciclo de vida) y EIO-LCA (o Entrada-salida económica junto con la Evaluación del ciclo de vida); aplique los fundamentos de estos enfoques que se utilizarán para diversos análisis (por ejemplo, GEI, contaminación, agua, tierra, sustancias tóxicas, uso de materiales, etc.)

Aprenda a usar el software SimaPro y sus funcionalidades básicas y sea capaz de calcularlos impactos ambientales de un sistema a través de él.

Aplique el software SimaPro para comparar un producto de sostenibilidad y un producto convencional desde una perspectiva de ciclo de vida y representar sus resultados en un póster.

Aprenda a usar el software Gabi y sus funcionalidades básicas y sea capaz de calcular los impactos ambientales de un sistema a través de él.

Metodología

Los conceptos clave de esta clase se transferirán a través de clases teóricas (33 horas), ejercicios prácticos en clases de laboratorio (21 horas) y una carga considerable de trabajo autónomo y grupal (120 horas).

Nota: se reservarán 15 minutos de una clase dentro del calendario establecido por el centro o por la titulación para que el alumnado rellene las encuestas de evaluación de la actuación del profesorado y de evaluación de la asignatura o módulo.

Actividades

Título	Horas	ECTS	Resultados de aprendizaje
Tipo: Dirigidas			
Ecología Industrial, clases de teoría	12	0,48	
LCA-IOTables Theory Classes	9	0,36	
MFA clases de teoría	12	0,48	
Tipo: Supervisadas			
LCA Computer Lab	21	0,84	
Tipo: Autónomas			
Input-Output tables and LCA	16	0,64	
LCA project	38	1,52	
LCA project- Readings, study, work in groups and preparation for presentations	35	1,4	
LCA projects - Readings, study, work in groups and preparation for presentations	30	1,2	
MFA project - Readings, study, work in groups and preparation for presentations	37	1,48	

Evaluación

The daily quiz will be given at the beginning of class, and will serve to count assistance and timely arrival to the class. They will only last 10 minutes. There will also be peer evaluation that will be taken into account for the presentations.

Actividades de evaluación

Título	Peso	Horas	ECTS	Resultados de aprendizaje
--------	------	-------	------	---------------------------

Final Exam	50%	11,5	0,46	1, 3, 2, 6, 4, 7, 8, 9
LCA project presentation	20%	2	0,08	3, 5, 7, 8
Mini-test al principio de cada clase	15%	1,5	0,06	3, 2, 5, 8, 9
input output exercise	20%	0	0	3, 2

Bibliografía

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, Ll. 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., Buonamici, 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.

Software

programas LCA (Open LCA, simapro, Gabi)