

CORSO DI STUDIO: *CHIMICA INDUSTRIALE LM-71*

ANNO ACCADEMICO: 2023/2024

DENOMINAZIONE DELL'INSEGNAMENTO: *ECOLOGIA INDUSTRIALE; INDUSTRIAL
ECOLOGY - 6 CFU*

Principali informazioni sull'insegnamento	
Anno di corso	<i>Primo</i>
Periodo di erogazione	<i>Il semestre (da concordare con il consiglio di corso di studi)</i>
Crediti formativi universitari (CFU/ETCS):	6
SSD	<i>Scienze merceologiche – SECS-P/13</i>
Lingua di erogazione	<i>Italiano</i>
Modalità di frequenza	<i>Facoltativa ma fortemente consigliata</i>

Docente	
Nome e cognome	<i>Pasquale Giungato</i>
Indirizzo mail	<i>pasquale.giungato@uniba.it</i>
Telefono	<i>0805442028</i>
Sede	<i>Dipartimento di Chimica</i>
Sede virtuale	<i>codice teams per attività di tutoraggio: 1c56wc3</i>
Ricevimento	<i>Qualsiasi giorno previo appuntamento via e-mail</i>

Organizzazione della didattica			
Ore			
Totali	Didattica frontale	Pratica (laboratorio, campo, esercitazione, altro)	Studio individuale
150	48	0	102
CFU/ETCS			
6	6	0	

Obiettivi formativi	
	<ul style="list-style-type: none"> • Conoscenza e capacità di comprensione <i>Conoscenza dei principi, concetti, strumenti e metodologie dell'Ecologia industriale e dell'analisi del ciclo di vita per la realizzazione di programmi e politiche di sviluppo sostenibile. Capacità di comprendere le strategie per individuare i punti critici di una produzione ad alto impatto ambientale, le strategie di recupero dei rifiuti, delle acque reflue, degli scarti industriali per reintrodurli nei cicli produttivi, mimando i cicli naturali. Il corso si articola in lezioni teoriche, che hanno lo scopo di accrescere la capacità dello studente di comprendere gli strumenti analitici utilizzati per valutare l'impatto ambientale dei processi produttivi, individuare le sorgenti di emissione, scegliere le strategie per la mitigazione degli impatti e per l'innovazione dei processi produttivi allo scopo di renderli più ecocompatibili.</i> • Capacità di applicare conoscenza e comprensione <i>Capacità di applicare strategie e modelli di valutazione dell'impatto ambientale attraverso l'analisi del ciclo di vita, l'analisi dello stato dell'arte della tecnologia e realizzare diagrammi di flusso dei cicli produttivi. Tale capacità attesa sarà il risultato di applicazioni pratiche su piattaforme software dedicate cui lo studente sarà chiamato ad utilizzare e gestire in maniera autonoma.</i> • Autonomia di giudizio <i>Lo studente dovrà acquisire una propria autonomia di giudizio nel valutare i diagrammi di flusso dei processi produttivi, i risultati delle modellizzazioni di ciclo di vita effettuate, i risultati delle ricerche dello stato dell'arte di una tecnologia di produzione, correggere individualmente o in gruppo i risultati ottenuti per il miglioramento dei risultati ottenuti.</i> • Abilità comunicative <i>Lo studente dovrà acquisire la capacità di discutere e divulgare i concetti fondamentali delle tematiche di studio, nonché i risultati ottenuti in modo chiaro</i>

	<p><i>ed esauriente adeguando il livello tecnico a seconda degli utilizzatori finali, utilizzando però il corretto linguaggio scientifico. Al raggiungimento di questo obiettivo concorrono le discussioni dei casi di studio, durante le lezioni.</i></p> <ul style="list-style-type: none">• <i>Capacità di apprendimento</i> <i>I risultati attesi riguardano la capacità di integrare le conoscenze di base anche attraverso il reperimento di risorse web dei siti istituzionali relativi alla ricerca brevettuale e accademica, per valutare criticamente le tecnologie e proporre soluzioni che consentano l'abbattimento del carico ambientale di un prodotto o di un servizio.</i>
Prerequisiti	<p><i>Non è prevista alcuna propedeuticità. E' però necessario possedere conoscenze preliminari per affrontare adeguatamente i contenuti previsti dall'insegnamento, di chimica generale ed inorganica e di chimica organica.</i></p>

<p>Metodi didattici</p>	<p><i>Il corso si articola in lezioni teoriche, che hanno lo scopo di accrescere la capacità dello studente di comprendere gli strumenti analitici utilizzati per valutare l'impatto ambientale dei processi produttivi, individuare le sorgenti di emissione, scegliere le strategie per la mitigazione degli impatti e per l'innovazione dei processi produttivi allo scopo di renderli più ecocompatibili.</i></p> <p><i>Le lezioni in aula sono integrate con esercitazioni su casi di studio, coerentemente con il risultato di comprendere le strategie per individuare le sorgenti di emissione di inquinanti ed i punti critici di una produzione ad alto impatto ambientale, le strategie di recupero dei rifiuti, delle acque reflue, degli scarti industriali per reintrodurli nei cicli produttivi. I metodi didattici scelti contribuiscono al raggiungimento dei risultati formativi previsti in particolar modo la discussione dei casi di studio e le esercitazioni pratiche sul software.</i></p>
<p>Risultati di apprendimento previsti</p> <p>DD1 Conoscenza e capacità di comprensione</p> <p>DD2 Conoscenza e capacità di comprensione applicate</p> <p>DD3-5 Competenze trasversali</p>	<p>Descrittore di Dublino 1: conoscenza e capacità di comprensione.</p> <p><i>Conoscenza dei principi, concetti, strumenti e metodologie dell'analisi del ciclo di vita per la realizzazione di programmi e politiche di sviluppo sostenibile.</i></p> <p><i>Capacità di comprendere le strategie per individuare le sorgenti di emissione di inquinanti ed i punti critici di una produzione ad alto impatto ambientale, le strategie di recupero dei rifiuti, delle acque reflue, degli scarti industriali per reintrodurli nei cicli produttivi, mimando i cicli naturali.</i></p> <p>Descrittore di Dublino 2: capacità di applicare conoscenza e comprensione.</p> <p><i>Capacità di applicare strategie e modelli di valutazione dell'impatto ambientale attraverso l'analisi del ciclo di vita, l'analisi dello stato dell'arte della tecnologia. Tale capacità attesa sarà il risultato di applicazioni pratiche su piattaforme software dedicate cui lo studente sarà chiamato ad utilizzare e gestire in maniera autonoma.</i></p> <p>Descrittore di Dublino 3: capacità critiche e di giudizio.</p> <p><i>Lo studente dovrà acquisire una propria autonomia di giudizio nel valutare i risultati delle modellizzazioni di ciclo di vita effettuate, i risultati delle ricerche dello stato dell'arte di una tecnologia di produzione, correggere individualmente o in gruppo i risultati ottenuti per il miglioramento dell'autonomia di giudizio dei risultati ottenuti.</i></p> <p>Descrittore di Dublino 4: capacità di comunicare quanto si è appreso.</p> <p><i>Lo studente dovrà acquisire la capacità di discutere e soprattutto divulgare i concetti fondamentali delle tematiche di studio, nonché i risultati ottenuti in modo chiaro ed esauriente adeguando il livello tecnico a seconda degli utilizzatori finali, utilizzando il corretto linguaggio scientifico. Al raggiungimento di questo obiettivo concorrono le discussioni dei casi di studio, durante le lezioni.</i></p> <p>Descrittore di Dublino 5: capacità di proseguire lo studio in modo autonomo nel corso della vita.</p> <p><i>I risultati attesi riguardano la capacità di integrare le conoscenze di base anche attraverso il reperimento di risorse web dei siti istituzionali relativi alla ricerca brevettuale e accademica, per valutare criticamente le tecnologie e proporre soluzioni che consentano l'abbattimento del carico ambientale di un prodotto o di un servizio.</i></p>

Contenuti di insegnamento (Programma)	<p><i>Cicli produttivi industriali ad alto impatto ambientale: petrolio ed acciaio a ciclo integrale, processo Leblanc e Solvay, produzione della soda caustica. Concetto di produzione a merci congiunte e problemi di allocazione. Introduzione all'approccio olistico tipico della LCA.</i></p> <p><i>Ricerca dello stato della tecnica di una innovazione tecnologica: metodi e strategie. Esercitazioni sull'uso delle piattaforme dell'European Patent Office: ricerca brevettuale su sistema Esp@cenet e Derwent.</i></p> <p><i>I problemi di tutela dell'ambiente nella logica dello sviluppo sostenibile. Indicatori ambientali e di sostenibilità. Categorie d'impatto: gas serra e cambiamento climatico, eutrofizzazione, ozono depletion potential, smog fotochimico, abiotic depletion, consumi di risorse fossili, potenziale di acidificazione, tossicità ed ecotossicità umana. La politica ambientale della UE.</i></p> <p><i>Tutela dell'ambiente e innovazione di prodotto e di processo. Le politiche di prodotto (etichette ambientali e sistemi di gestione ambientale). PEF (Product Environmental Footprint). Il ciclo di vita di prodotti e servizi. Life Cycle Assessment (LCA). Norme ISO 14040-14044, fasi della valutazione, definizione di obiettivi e scopi. Funzione e unità funzionale del sistema. Flussi di riferimento e allocazione. Analisi di inventario. Valutazione degli impatti. Metodi mid-point ed end-point. Interpretazione dei dati, analisi dell'incertezza dei risultati, metodo Montecarlo. Carbon footprint e applicazioni pratiche di calcolo. Esercitazioni pratiche su piattaforma dedicata e database di LCA, sviluppo di progetti di studio (a gruppi) su tematiche LCA.</i></p> <p><i>Casi pratici: packaging per alimenti e mascherine anti SARS-CoV-2.</i></p>
Testi di riferimento	<p><i>Appunti delle Lezioni del Prof. Pasquale Giungato, distribuite in formato pdf agli studenti prima di ogni lezione. Tutto il materiale a supporto della didattica è disponibile sulla piattaforma TEAMS del corso.</i></p>
Note ai testi di riferimento	
Materiali didattici	<p><i>Il materiale didattico è completamente disponibile nella classe Teams del corso.</i></p>

Valutazione	
Modalità di verifica dell'apprendimento	<p><i>La valutazione dello studente prevede:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - una prova orale che generalmente consiste in tre domande relative a differenti argomenti del corso. <p><i>Il punteggio della prova d'esame è attribuito mediante un voto espresso in trentesimi. Esso in genere tiene conto i) della partecipazione dello studente alle lezioni ii) della partecipazione dello studente alla discussione critica dei risultati ottenuti dall'applicazione degli strumenti di analisi del ciclo di vita. Una votazione eccellente è il risultato del soddisfacimento di gran parte dei criteri di valutazione.</i></p>

<p>Criteria di valutazione</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Conoscenza e capacità di comprensione: <ul style="list-style-type: none"> ○ <i>Livello minimo per il superamento dell'esame: Conoscenza di base dei principi, concetti, strumenti e metodologie dell'ecologia industriale e dell'analisi del ciclo di vita per la realizzazione di programmi e politiche di sviluppo sostenibile.</i> ○ <i>Capacità di comprendere le strategie di base per individuare le sorgenti di emissione di inquinanti ed i punti critici di una produzione ad alto impatto ambientale, le strategie di recupero dei rifiuti, delle acque reflue, degli scarti industriali per reintrodurli nei cicli produttivi, mimando i cicli naturali</i> ○ <i>Livello intermedio: Buona conoscenza dei principi dell'Ecologia Industriale, dei concetti, strumenti e metodologie dell'analisi del ciclo di vita per la realizzazione di programmi e politiche di sviluppo sostenibile.</i> ○ <i>Capacità di comprendere le strategie migliori per individuare le sorgenti di emissione di inquinanti ed i punti critici di una produzione ad alto impatto ambientale, le strategie migliori disponibili di recupero dei rifiuti, delle acque reflue, degli scarti industriali per reintrodurli nei cicli produttivi, mimando i cicli naturali.</i> ○ <i>Livello superiore: Conoscenza approfondita dei principi, concetti, strumenti e metodologie dell'ecologia industriale e dell'analisi del ciclo di vita per la realizzazione di programmi e politiche di sviluppo sostenibile.</i> ○ <i>Capacità di comprendere appieno le strategie per individuare le sorgenti di emissione di inquinanti ed i punti critici di una produzione ad alto impatto ambientale, le strategie di recupero dei rifiuti, delle acque reflue, degli scarti industriali per reintrodurli nei cicli produttivi, mimando i cicli naturali.</i> • Conoscenza e capacità di comprensione applicate: <ul style="list-style-type: none"> ○ <i>Livello minimo per il superamento dell'esame: Capacità di base di applicare strategie e modelli di valutazione dell'impatto ambientale attraverso l'analisi del ciclo di vita, l'analisi dello stato dell'arte delle tecnologie green. Capacità minima di realizzare applicazioni pratiche su piattaforme software dedicate cui lo studente sarà chiamato ad utilizzare e gestire in maniera autonoma.</i> ○ <i>Livello intermedio: Capacità di applicare strategie e modelli di valutazione dell'impatto ambientale attraverso l'analisi del ciclo di vita in maniera approfondita, analizzare lo stato dell'arte delle tecnologie green. Capacità discreta di realizzare applicazioni pratiche su piattaforme software dedicate cui lo studente sarà chiamato ad utilizzare e gestire in maniera autonoma. Capacità di correlare i dati ottenuti con quelli di bibliografia per valutarne la coerenza.</i> ○ <i>Livello superiore: Capacità di applicare strategie e modelli di valutazione dell'impatto ambientale attraverso l'analisi del ciclo di vita in maniera approfondita, analizzare lo stato dell'arte delle tecnologie green. Piena capacità di realizzare applicazioni pratiche su piattaforme software dedicate cui lo studente sarà chiamato ad utilizzare e gestire in maniera autonoma. Capacità di individuare i punti critici nello studio degli impatti ambientali mediante LCA e proporre soluzioni. Capacità di sviluppare modelli con software dedicati e database, dati di letteratura e informazioni aziendali. Capacità di scalare i risultati ottenuti dal livello di impianti pilota a quelli industriali.</i> • Autonomia di giudizio: <ul style="list-style-type: none"> ○ <i>Capacità di svolgere ricerche bibliografiche e di utilizzare basi di dati e capacità di realizzare diagrammi di flusso e modelli LCA di processi</i>
--------------------------------	--

	<p><i>produttivi. Analizzare criticamente i dati ottenuti e confrontarli con i dati di letteratura.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Abilità comunicative:</i> <ul style="list-style-type: none"> ○ <i>Per tutti i livelli: dimostrare la conoscenza della corretta terminologia scientifica, relativa alle conoscenze richieste per i tre livelli, ed esporre con proprietà di linguaggio gli argomenti delle domande di esame.</i> • <i>Capacità di apprendere:</i> <p><i>Nello svolgimento dell'esame, gli argomenti proposti avranno un grado di approfondimento crescente al fine di stabilire a quale livello di conoscenze, fondamentale, intermedio e superiore, sia pervenuta la capacità di apprendimento dello studente.</i></p>
<p>Criteria di misurazione dell'apprendimento e di attribuzione del voto finale</p>	<p><i>Il voto finale è attribuito in trentesimi. L'esame si intende superato quando il voto è maggiore o uguale a 18. La valutazione dello studente prevede:</i></p> <p><i>- una prova orale che generalmente consiste in tre domande relative a differenti argomenti del corso.</i></p> <p><i>Il punteggio della prova d'esame è attribuito mediante un voto espresso in trentesimi. Esso in genere tiene conto i) della partecipazione dello studente alle lezioni ii) della partecipazione dello studente alla discussione critica dei risultati ottenuti dall'applicazione degli strumenti di analisi del ciclo di vita. Una votazione eccellente è il risultato del soddisfacimento di gran parte dei criteri di valutazione. Accertamento dell'acquisizione delle nozioni teoriche (tramite esame orale), e della capacità di integrare le nozioni apprese rispetto al programma svolto.</i></p> <p><i>Voti:</i></p> <p><i>Da 1 a 17 → Gli studenti non sono in grado di fornire una descrizione di base della metodologia LCA dei flussi di materia ed energia dei cicli produttivi studiati nel programma, dei criteri di brevettabilità di una invenzione.</i></p> <p><i>Da 18 a 24 → Gli studenti sono in grado di fornire una descrizione di base della metodologia LCA, dei flussi di materia ed energia dei cicli produttivi studiati nel programma, dei criteri di brevettabilità di una invenzione.</i></p> <p><i>Da 25 a 27 → Gli studenti sono in grado di fornire una buona descrizione della metodologia LCA, dei flussi di materia ed energia dei cicli produttivi studiati nel programma, dei criteri di brevettabilità di una invenzione.</i></p> <p><i>Da 28 a 30 cum laude → Gli studenti sono in grado di fornire una descrizione avanzata della metodologia LCA, dei flussi di materia ed energia dei cicli produttivi studiati nel programma, dei criteri di brevettabilità di una invenzione.</i></p>

Altro	

COURSE OF STUDY: INDUSTRIAL CHEMISTRY
ACADEMIC YEAR: 2023/2024
ACADEMIC SUBJECT: INDUSTRIAL ECOLOGY - 6 ETCS

General information	
Year of the course	<i>First</i>
Academic calendar (starting and ending date)	<i>II semester (to be agreed with the course council)</i>
Credits (CFU/ETCS):	<i>6</i>
SSD	<i>SECS-P/13 Commodity Science</i>
Language	<i>Italian</i>
Mode of attendance	<i>Optional but strongly recommended</i>

Professor/ Lecturer	
Name and Surname	<i>Pasquale Giungato</i>
E-mail	<i>pasquale.giungato@uniba.it</i>
Telephone	<i>+390805442028</i>
Department and address	<i>Department of Chemistry</i>
Virtual room	<i>teams code for tutoring: 1c56wc3</i>
Office Hours (and modalities: e.g., by appointment, on line, etc.)	<i>Any day by e-mail appointment</i>

Work schedule			
Hours			
<i>Total</i>	<i>Lectures</i>	<i>Hands-on (laboratory, workshops, working groups, seminars, field trips)</i>	<i>Out-of-class study hours/ Self-study hours</i>
<i>150</i>	<i>48</i>	<i>0</i>	<i>102</i>
CFU/ETCS			
<i>6</i>	<i>6</i>	<i>0</i>	

Learning Objectives
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Knowledge and understanding</i> <i>Knowledge of the principles, concepts, tools and methodologies of industrial ecology and life cycle analysis for the implementation of sustainable development programs and policies. Ability to understand the strategies to identify the critical points of a production with a high environmental impact, the strategies for the recovery of wastes, wastewater, industrial waste to reintroduce them into production cycles, mimicking natural cycles. The course is divided into theoretical lessons, which aim to increase the student's ability to understand the analytical tools used to evaluate the environmental impact of production processes, identify the emission sources, choose strategies for impact mitigation and for the innovation of production processes to make them more environmentally friendly.</i> • <i>Ability to apply knowledge and understanding</i> <i>Ability to apply environmental impact assessment strategies and models through life cycle analysis, analysis of the state of the art of technology and create flow diagrams of production cycles. This expected capacity will be the result of practical applications on dedicated software platforms which the student will be required to use and manage independently.</i> • <i>Making judgments</i> <i>The student will have to acquire his own independence of judgment in evaluating</i>

	<p><i>the flow diagrams of production processes, the results of life cycle modeling carried out, the results of research into the state of the art of a production technology, correcting the results obtained individually or in groups for the improvement of the results obtained.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Communication skills</i> <i>The student will have to acquire the ability to discuss and disseminate the fundamental concepts of the study topics, as well as the results obtained in a clear and exhaustive way by adjusting the technical level according to the end users but using the correct scientific language. The discussions of the case studies during the lessons contribute to the achievement of this objective.</i> • <i>Learning ability</i> <i>The expected results concern the ability to integrate basic knowledge also through the retrieval of web resources from institutional sites relating to patent and academic research, to critically evaluate technologies and propose solutions that allow the reduction of the environmental load of a product or service.</i>
Course prerequisites	<p><i>No prerequisites are foreseen. However, it is necessary to have preliminary knowledge to adequately deal with the contents of the course, of general and inorganic chemistry and organic chemistry.</i></p>

Teaching strategies	<p><i>The course is divided into theoretical lessons, which aim to increase the student's ability to understand the analytical tools used to evaluate the environmental impact of production processes, identify the emission sources, choose strategies for impact mitigation and for the innovation of production processes in order to make them more environmentally friendly.</i></p> <p><i>The lessons in the classroom are integrated with exercises on case studies, consistently with the result of understanding the strategies for identifying the sources of pollutant emissions and the critical points of a production with a high environmental impact, the strategies for the recovery of waste, waste water, industrial waste to reintroduce them into the production cycles. The teaching methods chosen contribute to the achievement of the expected training results, especially the discussion of the case studies and the practical exercises on the software.</i></p>
Expected learning outcomes in terms of	
Knowledge and understanding on:	<ul style="list-style-type: none"> ○ <i>Knowledge of the principles, concepts, tools and methodologies of life cycle analysis for the implementation of sustainable development programs and policies.</i> ○ <i>Ability to understand the strategies for identifying the sources of pollutant emissions and the critical points of a production with a high environmental impact, the strategies for the recovery of waste, wastewater, industrial waste to reintroduce them into production cycles, mimicking natural cycles.</i>
Applying knowledge and understanding on:	<ul style="list-style-type: none"> ○ <i>Ability to apply environmental impact assessment strategies and models through life cycle analysis, analysis of the state of the art of technology.</i> ○ <i>This expected capacity will be the result of practical applications on dedicated software platforms which the student will be required to use and manage independently.</i>
Soft skills	<p><i>Making informed judgments and choices</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>The student will have to acquire his own independence of judgment in evaluating the results of the life cycle modeling carried out, the results of research into the state of the art of a production technology, correcting the results obtained individually or in groups to improve the independence of judgment of the results obtained.</i>

	<p><i>Communicating knowledge and understanding</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ <i>The student will have to acquire the ability to discuss and above all disseminate the fundamental concepts of the subjects of study, as well as the results obtained in a clear and exhaustive way by adjusting the technical level according to the end users, using the correct scientific language.</i> ○ <i>The discussions of the case studies during the lessons contribute to the achievement of this objective.</i> <p><i>Capacities to continue learning</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ <i>The expected results concern the ability to integrate basic knowledge also through the retrieval of web resources from institutional sites relating to patent and academic research, to critically evaluate technologies and propose solutions that allow the reduction of the environmental load of a product or service.</i>
Syllabus	
Content knowledge	<p><i>Industrial production cycles with high environmental impact: integral cycle oil and steel, Leblanc and Solvay process, production of caustic soda. Concept of joint commodity production and allocation problems. Introduction to the holistic approach typical of LCA.</i></p> <p><i>Research of the state of the art of a technological innovation: methods and strategies. Exercises on the use of the European Patent Office platforms: patent search on the Esp@cenet and Derwent systems.</i></p> <p><i>The problems of environmental protection in the logic of sustainable development. Environmental and sustainability indicators. Impact categories: greenhouse gases and climate change, eutrophication, ozone depletion potential, photochemical smog, abiotic depletion, consumption of fossil resources, acidification potential, human toxicity and ecotoxicity. The environmental policy of the EU.</i></p> <p><i>Environmental protection and product and process innovation. Product policies (environmental labels and environmental management systems). PEF (Product Environmental Footprint). The life cycle of products and services. Life Cycle Assessment (LCA). ISO 14040-14044 standards, evaluation phases, definition of objectives and goals. Function and functional unit of the system. Reference flows and allocation. Inventory analysis. Impact assessment. Mid-point and end-point methods. Data interpretation, analysis of the uncertainty of the results, Monte Carlo method. Carbon footprint and practical applications of calculation. Practical exercises on a dedicated platform and LCA database, development of study projects (in groups) on LCA topics.</i></p> <p><i>Practical cases: food packaging and anti SARS-CoV-2 masks.</i></p>
Texts and readings	<p><i>Lecture notes of Prof. Pasquale Giungato, distributed in pdf format to students before each lesson. All the teaching support material is available on the TEAMS platform of the course.</i></p>
Notes, additional materials	
Repository	<p><i>The teaching material is fully available in the Teams class of the course.</i></p>
Assessment	
Assessment methods	<p><i>The student assessment includes:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>an oral test which generally consists of three questions relating to different topics of the course.</i> <p><i>The score of the exam is attributed by means of a vote expressed out of thirty. It generally considers i) the student's participation in the lessons ii) the student's participation in the critical discussion of the results obtained from the application of the life cycle analysis tools. An excellent grade is the result of meeting most of the evaluation criteria.</i></p>

<p>Assessment criteria</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Knowledge and understanding <ul style="list-style-type: none"> ○ <i>o Minimum level for passing the exam: Basic knowledge of the principles, concepts, tools and methodologies of industrial ecology and life cycle analysis for the implementation of sustainable development programs and policies.</i> ○ <i>o Ability to understand the basic strategies for identifying the sources of pollutant emissions and the critical points of a production with a high environmental impact, the recovery strategies for waste, waste water, industrial waste to reintroduce them into production cycles, mimicking natural cycles</i> ○ <i>o Intermediate level: Good knowledge of the principles of Industrial Ecology, of the concepts, tools and methodologies of life cycle analysis for the implementation of sustainable development programs and policies.</i> ○ <i>o Ability to understand the best strategies for identifying the sources of pollutant emissions and the critical points of a production with a high environmental impact, the best available strategies for the recovery of waste, wastewater, industrial waste to reintroduce them into production cycles, mimicking natural cycles.</i> ○ <i>o Upper level: In-depth knowledge of the principles, concepts, tools and methodologies of industrial ecology and life cycle analysis for the implementation of sustainable development programs and policies.</i> ○ <i>o Ability to fully understand the strategies for identifying the sources of pollutant emissions and the critical points of a production with a high environmental impact, the strategies for the recovery of waste, wastewater, industrial waste to reintroduce them into production cycles, mimicking natural cycles.</i> • Applying knowledge and understanding <ul style="list-style-type: none"> ○ <i>o Minimum level for passing the exam: Basic ability to apply environmental impact assessment strategies and models through life cycle analysis, analysis of the state of the art of green technologies. Minimum ability to create practical applications on dedicated software platforms which the student will be required to use and manage independently.</i> ○ <i>o Intermediate level: Ability to apply environmental impact assessment strategies and models through in-depth life cycle analysis, analyze the state of the art of green technologies. Fair ability to create practical applications on dedicated software platforms which the student will be required to use and manage autonomously. Ability to correlate the data obtained with those of the bibliography to evaluate their consistency.</i> ○ <i>o Higher level: Ability to apply environmental impact assessment strategies and models through in-depth life cycle analysis, analyze the state of the art of green technologies. Full ability to create practical applications on dedicated software platforms which the student will be required to use and manage independently. Ability to identify the critical points in the study of environmental impacts through LCA and propose solutions. Ability to develop models with dedicated software and databases, literature data and company information. Ability to scale the results obtained from the level of pilot plants to industrial ones.</i> • Autonomy of judgment <ul style="list-style-type: none"> ○ <i>o Ability to carry out bibliographic research and to use databases and ability to create flow diagrams and LCA models of production processes. Critically analyze the data obtained and compare them with literature data.</i> • Communicating knowledge and understanding <ul style="list-style-type: none"> ○ <i>For all levels: demonstrate knowledge of the correct scientific terminology, relating to the knowledge required for the three levels, and explain the topics of the exam questions with proper language.</i> • Communication skills <ul style="list-style-type: none"> ○ <i>Ability to communicate the results of the studies in a correct and appropriate language, to meet the requests of the stakeholders.</i> • Capacities to continue learning <ul style="list-style-type: none"> ○ <i>In carrying out the exam, the proposed topics will have an increasing degree of depth in order to establish at which level of knowledge, fundamental,</i>
----------------------------	--

	<p><i>intermediate and superior, the student's learning ability has reached.</i></p>
<p>Final exam and grading criteria</p>	<p><i>The final mark is given out of thirty. The exam is considered passed when the grade is greater than or equal to 18. The student's assessment includes:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>an oral test which generally consists of three questions relating to different topics of the course.</i> <p><i>The score of the exam is attributed by means of a vote expressed out of thirty. It generally considers i) the student's participation in the lessons ii) the student's participation in the critical discussion of the results obtained from the application of the life cycle analysis tools. An excellent grade is the result of meeting most of the evaluation criteria.</i></p> <p><i>Verification of the acquisition of theoretical notions (through oral examination), and of the ability to integrate the notions learned with respect to the program developed.</i></p> <p>Votes:</p> <p><i>From 1 to 17 ☐ The students are unable to provide a basic description of the LCA methodology of the material and energy flows of the production cycles studied in the program, of the patentability criteria of an invention.</i></p> <p><i>From 18 to 24 ☐ Students can provide a basic description of the LCA methodology, of the material and energy flows of the production cycles studied in the course, of the patentability criteria of an invention.</i></p> <p><i>From 25 to 27 ☐ Students can provide a good description of the LCA methodology, of the material and energy flows of the production cycles studied in the course, of the patentability criteria of an invention.</i></p> <p><i>From 28 to 30 cum laude ☐ Students can provide an advanced description of the LCA methodology, of the material and energy flows of the production cycles studied in the course, of the patentability criteria of an invention.</i></p>
<p>Further information</p>	