

Padova, lì 15/09/2014

L'anno **2014**, addì 15 del mese di **Settembre** in Padova, alle ore **10.30** presso la Sala Seminari del DII di via Marzolo 9 (ex DIPIC), si è riunito il Consiglio del Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Chimica e dei Processi Industriali.

La posizione dei membri del Consiglio è quella indicata di seguito.

Posiz.				Presenze
				p a g a
<i>Membri</i>				
1	ROS	Barolo	Massimiliano	X
2	RO	Bertucco	Alberto	X
3	RAN	Bezzo	Fabrizio	X
4	RC	Bonora	Renato	X
5	RO	Canu	Paolo	X
6	RC	Elvassore	Nicola	X
7	RC	Lorenzetti	Alessandra	X
8	RA	Mantovani	Antonio	X
9	RO	Maschio	Giuseppe	X
10	RA	Modesti	Michele	X
11	RC	Santomaso	Andrea	x
12	RA	Scipioni	Antonio	X
14	RC	Stoppato	Anna	X
13	ST	Linzitto	Simone	X

ROS	professore di ruolo straordinario	RAN	professore di ruolo associato
RO	professore di ruolo ordinario	RA	professore di ruolo associato confermato
RU	ricercatore universitario	PC	professore a contratto
RC	ricercatore universitario confermato	PTA	personale tecnico amministrativo
ST	rappresentante degli studenti	p	presente
ag	assente giustificato	a	assente non giustificato

Presiede la seduta il prof. Massimiliano Barolo. Assume le funzioni di Segretario il prof. Michele Modesti. Il Presidente, verificato il raggiungimento del numero legale, dichiara aperta la seduta per trattare, come dall'avviso di convocazione, l'ordine del giorno di seguito indicato.

Firma del Presidente	Firma del Segretario
prof. Massimiliano Barolo	prof. Michele Modesti

ORDINE DEL GIORNO

1. Comunicazioni
 2. Approvazione del verbale della seduta precedente
 3. Syllabus delle competenze necessarie per l'accesso al Corso di Studio
 4. Regolamento didattico del Corso di Studio
 5. Internazionalizzazione del Corso di Studio
 - 5.1. Riconoscimento in carriera di tesi svolte all'estero
 - 5.2. Bando di Ateneo per visiting Professors
 6. Pratiche studenti
 7. Relazione sullo stato del Corso di Studio
 8. Varie ed eventuali
-

Firma del Presidente	Firma del Segretario
prof. Massimiliano Barolo	prof. Michele Modesti

OGGETTO 1 – Comunicazioni

1.1. Elezione del nuovo Presidente del CCS

Il Presidente si congratula con il prof. Bezzo per la sua elezione a nuovo Presidente del CCS e gli formula, anche a nome del Consiglio, gli auguri per un proficuo lavoro nel prossimo quadriennio.

1.2. Prestazioni degli studenti Erasmus

Il Presidente informa che il prof. Donà delle Rose ha trasmesso un documento ai Presidenti di CCS (e, per conoscenza, ai responsabili di flussi Erasmus) nel quale si sottolinea come gli studenti Erasmus provenienti dall'Università di Padova, e che si recano in mobilità per sostenere unicamente esami, mediamente rientrano in Italia con un pacchetto di crediti riconosciuti che non è commisurato alla durata del soggiorno all'estero. In altri termini, il ritmo mensile di acquisizione di CFU è inferiore in media a quello che si riscontra fra gli studenti delle istituzioni europee visitate.

Il Presidente raccomanda quindi agli studenti e ai responsabili di flusso che, all'atto della formulazione del Learning agreement da parte dello studente, siano rispettate le soglie mensili minime indicate dall'Ateneo e nella tabella sotto riportata.

Mesi	tre	quattro	cinque	sei	sette	otto	nove	dieci	undici	dodici
CFU	22.5	27	29	30	40.5	45	45	54	60	60

Firma del Presidente	Firma del Segretario
prof. Massimiliano Barolo	prof. Michele Modesti

OGGETTO 2 – Approvazione del verbale della seduta precedente

Il Presidente ricorda a tutti i membri del Consiglio che è stata da tempo inserita nel sito web del CdS la bozza del verbale della precedente riunione del Consiglio, tenuta il giorno 1 Luglio 2014. Il Presidente chiede se vi siano osservazioni in merito alla bozza e, non ricevendone, propone l'approvazione del verbale nella sua forma integrale.

Il Consiglio approva all'unanimità dei presenti.

Il Presidente rammenta che, come sempre, la bozza del verbale della presente riunione del Consiglio sarà disponibile per la consultazione nel sito web del Corso di Studio, entro pochi giorni dalla data odierna.

Firma del Presidente	Firma del Segretario
prof. Massimiliano Barolo	prof. Michele Modesti

OGGETTO 3 – Syllabus delle competenze necessarie per l’accesso al Corso di Studio

Il Presidente riferisce che il Consiglio è chiamato ad approvare il “Syllabus delle competenze necessarie per l’accesso al Corso di Studio”. Come anticipato nella riunione del CCS del giorno 1 Luglio 2014, il documento elenca le conoscenze, le competenze e le abilità che dovrà possedere ciascuno studente, interessato a immatricolarsi al Corso di Studio, per poterne seguire con profitto gli insegnamenti. Il Syllabus si propone quindi come uno strumento di autovalutazione ad uso di ciascuno studente, in particolare per coloro che hanno conseguito una laurea (triennale) diversa da quella in Ingegneria chimica e dei materiali. Ciò consentirà a ciascuno studente di valutare da un punto di vista *sostanziale*, e non meramente formale, le proprie conoscenze, competenze e abilità per l’ammissione al Corso di Laurea magistrale. Il Syllabus costituirà inoltre parte integrante del Regolamento didattico del Corso di Studio. Il Presidente ricorda che la Commissione didattica del Dipartimento ha deliberato che tale Syllabus venga predisposto per tutti i Corsi di Laurea magistrale del Dipartimento.

Ciò premesso, il Presidente rammenta il Consiglio che la bozza di Syllabus è stata trasmessa da qualche giorno a tutti i membri del Consiglio. Successivamente, presenta il documento. Infine, apre la discussione.

Al termine della discussione, il Presidente propone di approvare l’Allegato 1, il quale contiene la bozza con gli emendamenti emersi durante la discussione stessa. Pone in votazione la propria proposta.

Il Consiglio approva all’unanimità dei presenti.

Firma del Presidente	Firma del Segretario
prof. Massimiliano Barolo	prof. Michele Modesti

OGGETTO 4 – Regolamento didattico del Corso di Studio

Il Presidente informa il Consiglio che è necessario procedere con l'approvazione di una *proposta* di Regolamento didattico del Corso di Studio, la quale va trasmessa ai competenti organi di Ateneo per la relativa analisi. Se approvata dagli organi di Ateneo, la proposta dovrà essere definitivamente approvata dal Consiglio, eventualmente emendandola secondo quanto suggerito dagli organi stessi.

Dopo aver brevemente descritto la bozza di proposta (presentata in Allegato 2), il Presidente ricorda che essa è stata trasmessa da qualche giorno ai membri del Consiglio per l'analisi individuale. Il Presidente richiama particolare attenzione su tre punti:

- la proposta di Regolamento integra, all'Art. 2 (Ammissione) comma 1, il Syllabus delle competenze necessarie per l'accesso al Corso di Studio (approvato al precedente punto dell'OdG). Come risulta chiaro dal comma 3 dello stesso articolo, la verifica del possesso delle conoscenze, competenze e abilità indicate nel Syllabus non viene effettuata da parte del Corso di Studio, ma viene lasciata all'iniziativa personale dello studente;
- fatti salvi i vincoli sul numero di CFU nei diversi SSD necessari per l'accesso (per come deliberati nella riunione del giorno 1 Luglio 2014), e quelli sul voto minimo di laurea e sulle competenze indicate nel Syllabus, l'accesso al Corso di Studio (Art. 2, comma 2.a) può avvenire da *tutte* le classi di Laurea elencate nel DM 16 Marzo 2007;
- è recepito (Art. 5, comma 2) l'obbligo di esporre in inglese la tesi finale di laurea magistrale a partire dalla coorte 2015/16 di studenti.

Il Presidente apre quindi la discussione, dalla quale emerge un sostanziale accordo del Consiglio con la proposta del Presidente.

Al termine della discussione, il Presidente propone di approvare la proposta di Regolamento e la pone in votazione.

Il Consiglio approva a maggioranza (astenuito: Linzitto)

Il Presidente chiede al Consiglio di essere delegato ad apportare eventuali variazioni formali che si dovessero rendere necessarie per la corretta trasmissione del documento ai competenti organi di Ateneo. Mette quindi in votazione la propria proposta.

Il Consiglio approva all'unanimità dei presenti.

Firma del Presidente	Firma del Segretario
prof. Massimiliano Barolo	prof. Michele Modesti

OGGETTO 5 – Internazionalizzazione del Corso di Studio

5.1. Riconoscimento in carriera di tesi svolte all'estero

Il Presidente informa il Consiglio che lo scorso 24 Luglio il prof. Donà delle Rose ha fatto pervenire ai responsabili di flussi Erasmus e ai Presidenti di CCS una nota relativa al riconoscimento in carriera delle attività di tesi svolte all'estero *da parte di studenti che partecipano a programmi ufficiali di mobilità internazionale* (gli studenti che svolgono all'estero la tesi al di fuori di questi programmi non sono dunque interessati da questa nota). D'ora in poi, a questi studenti verrà certificato in carriera che una parte del lavoro di tesi (quantificata da un numero N_{estero} di CFU) è stata svolta all'estero.

Occorre pertanto modificare la procedura di presentazione e approvazione del learning agreement per gli studenti che condurranno (in tutto o in parte) all'estero le attività di tesi nell'ambito di questi programmi. Il Presidente richiama particolare attenzione sul fatto che la nuova procedura coinvolge prevalentemente due soggetti: lo studente e il relatore della tesi. Segnala quindi come sia indispensabile che ciascun soggetto ottemperi scrupolosamente a quanto verrà ora descritto; diversamente, sarà impossibile il riconoscimento di queste attività nella carriera dello studente, con danno non soltanto per lo studente stesso, ma anche per l'Ateneo.

Ciò premesso, dopo aver richiamato il fatto che le attività di tesi devono comunque venire valutate per $N_{tot} = 21$ CFU complessivi, il Presidente informa che, se la tesi viene svolta all'estero, una frazione N_{estero} di questi N_{tot} CFU verrà registrata come "Attività relativa alla tesi svolta all'estero" e costituirà il riconoscimento in carriera delle attività svolte all'estero; la rimanente frazione ($N_{tot} - N_{estero}$) sarà invece registrata come "Prova finale". Il valore di N_{estero} viene *proposto* prima della partenza per l'estero, e *verificato* ex-post alla conclusione del programma di mobilità. Il Presidente propone che la proposta ex-ante di N_{estero} sia fatta dallo studente, e la sua valutazione ex-post sia effettuata dal relatore di tesi.

Il Presidente suggerisce che il valore di N_{estero} sia proposto dallo studente, *in via preliminare*, all'atto della presentazione del learning agreement, determinandolo come segue: se lo studente svolge all'estero esclusivamente attività di tesi, il proprio lavoro viene quantificato in 3.5 CFU/mese di permanenza all'estero; se, all'estero, lo studente oltre alla tesi svolge anche altra attività accademica ("esami"), il numero di CFU/mese di permanenza all'estero dovrà essere proporzionalmente ridotto. Poiché N_{estero} deve essere intero, una frazione di mese superiore o uguale a 15 giorni verrà valutata come equivalente a 1 mese, mentre una frazione inferiore a 15 giorni verrà valutata come zero mesi.

Ciò detto, il Presidente riassume le attività che dovranno essere condotte dallo studente e dal relatore.

Per quanto attiene allo studente, esistono due possibilità, a seconda che l'argomento della tesi sia stato individuato prima di partire per l'estero oppure no.

A) L'argomento della tesi è stato individuato prima di partire per l'estero.

In questo caso, *prima di partire per l'estero* lo studente dovrà svolgere le seguenti attività:

- individuare il relatore (di UniPD) e farsi assegnare il tema della tesi;
- accertarsi che il relatore abbia convenuto tale tema con il correlatore (straniero);
- contattare il correlatore straniero per concordare che sia disponibile ad accoglierlo nei propri laboratori, supervisionandone il lavoro.

L'ordine con il quale queste attività verranno condotte è ininfluente, ma è essenziale che *tutte* siano svolte. A testimonianza del completamento di tutte le attività, lo studente, all'atto della consegna al Presidente del CCS della proposta di learning agreement, dovrà allegare anche:

- il modulo di inizio tesi, firmato dal relatore (di UniPD);

Firma del Presidente	Firma del Segretario
prof. Massimiliano Barolo	prof. Michele Modesti

- la richiesta di valutazione del proprio piano degli studi, elaborata impiegando il modulo riportato nel sito web del CdS, nel quale va esplicitamente indicata la proposta per il valore da assegnare a N_{estero} .

B) L'argomento della tesi non è stato individuato prima di partire per l'estero.

In questo caso, *prima di partire per l'estero* lo studente dovrà comunque consegnare, assieme alla proposta di learning agreement, anche la richiesta di valutazione del proprio piano degli studi, elaborata impiegando il modulo riportato nel sito web del CdS. Tuttavia, per la determinazione di N_{estero} , i mesi di permanenza all'estero dovranno (convenzionalmente) essere uno in meno di quelli effettivi.

Immediatamente dopo essere partito per l'estero, lo studente dovrà:

- individuare un tema di tesi, e i relativi relatore (straniero) e relatore (di UniPD);
- accertarsi che relatore e correlatore abbiano convenuto il tema della tesi;
- trasmettere al Presidente del CCS, con le modalità indicate nel sito web del CdS, il modulo di inizio tesi.

Lo studente avrà il tempo massimo di un mese (dalla propria partenza per l'estero) per farsi assegnare un progetto di tesi e iniziarne le relative attività. *Se le attività di tesi non saranno iniziate entro un mese dalla partenza, l'approvazione del learning agreement dovrà ritenersi revocata.*

Prima di rientrare dall'estero, lo studente dovrà far compilare al correlatore straniero il modulo (che sarà disponibile nel sito web del Corso di Studio) nel quale il correlatore esprime un giudizio sul lavoro svolto dallo studente e una quantificazione (in CFU/ECTS maturati con l'attività di tesi) dell'attività svolta. Lo studente dovrà accertarsi che lo stesso modulo venga trasmesso per posta elettronica al relatore italiano e al Presidente del Corso di Studio prima del proprio rientro in Italia.

Il relatore, una volta acquisita la valutazione del correlatore, valuterà ex-post la congruità del valore originariamente proposto dallo studente per N_{estero} , e ne stabilirà il valore finale. Comunicherà quindi via email al Presidente del CCS, al responsabile del flusso e allo studente tale valore finale, che verrà successivamente registrato nella carriera dello studente.

La responsabilità del valore finale assegnato a N_{estero} è esclusivamente del relatore (italiano). Tuttavia, se la tesi avrà ottenuto all'estero l'*ufficiale* riconoscimento (attestato da un documento originale dell'Istituzione straniera ospitante) di un numero di CFU pari a N_{ricon} , il relatore dovrà necessariamente assegnare a N_{estero} un valore pari a N_{ricon} , con un massimo però di 21 CFU.

La registrazione finale dei valori assegnati a N_{estero} e a $(N_{tot} - N_{estero})$ verrà fatta sul sistema Uniweb. Allo stato attuale, l'Ateneo non ha ancora reso noto chi (tra responsabile del flusso, relatore o Presidente di CCS) dovrà occuparsi della registrazione.

Ciò che al Consiglio spetta approvare sono le proposte del Presidente in merito al fatto che la determinazione di N_{estero} venga fatta ex-ante dallo studente, ed ex-post dal relatore di tesi. Il Presidente mette quindi in votazione le proprie proposte.

Il Consiglio approva all'unanimità dei presenti.

Il Presidente raccomanda agli studenti e ai relatori il rispetto della procedura indicata, e informa che essa sarà riportata anche sul sito web del CdS.

Firma del Presidente	Firma del Segretario
prof. Massimiliano Barolo	prof. Michele Modesti

5.2. Bando di Ateneo per visiting Professors

Il Presidente ricorda che, in data 16/07/2014, il Servizio Relazioni Internazionali ha emanato un “bando interno per Visiting Professor – Anno 2014”, rivolto ai Dipartimenti dell’Ateneo che intendano assegnare un incarico di insegnamento per il secondo semestre dell’Anno Accademico 2014/2015 a docenti, studiosi e professionisti stranieri di chiara fama. Le proposte sono formulate da singoli docenti dell’Ateneo, ma vanno trasmesse all’Ateneo dal Dipartimento di afferenza dei docenti.

Il Presidente ha ricevuto una proposta da parte del prof. Bertuccio, il quale propone di invitare il prof. Peter N. Pintauro, Professor of Chemical Engineering presso la Vanderbilt University (Nashville, TN; U.S.A.). L’attività di ricerca del prof. Pintauro è nel campo delle celle a combustibile, e interesserà anche altri colleghi del Dipartimento. In merito all’attività didattica, il prof. Pintauro propone di tenere (nel 2° semestre dell’a.a. 2014/15) l’insegnamento di “Membrane Separation Processes” (6 CFU), i cui contenuti sono i seguenti:

The course will review and analyze the different membrane separation processes: (1) reverse osmosis, (2) ultrafiltration/nanofiltration, (3) pervaporation, (4) electrodialysis, (5) dialysis, and (6) gas separations. For each membrane separation method, the following topics will be covered: (a) Principles of operation – driving forces and separation mechanism, (b) Commonly used polymeric membrane materials, membrane morphology issues, and methods for membrane preparation, (c) Methods for membrane characterization (characterizing membrane structure and function), (d) Membrane separation experiments and equipment and methods of evaluating separation performance, (e) Membrane transport theories, and (f) Commercial/industrial applications.

Il prof. Pintauro ha fatto pervenire il Syllabus completo dell’insegnamento (Allegato 3).

Il Presidente osserva che la tematica è di sicuro interesse per un ingegnere chimico, che l’insegnamento avrebbe sovrapposizioni solo marginali con i contenuti di altri insegnamenti offerta dal Corso di Studio, e che pertanto la proposta costituisce una interessante opportunità per gli studenti del Corso di Studio, anche in vista di una “internazionalizzazione” della propria preparazione. Il Presidente propone inoltre che, se la proposta venisse accettata dall’Ateneo, l’insegnamento venga incluso tra quelli offerti per la scelta libera dello studente nell’a.a. 2014/15.

Il Presidente apre quindi la discussione, dalla quale emerge un sostanziale accordo del Consiglio con la posizione del Presidente.

Al termine della discussione, il Presidente propone al Consiglio di approvare la proposta del prof. Bertuccio. Mette quindi in votazione la proposta:

Il Consiglio approva all’unanimità dei presenti.

Firma del Presidente	Firma del Segretario
prof. Massimiliano Barolo	prof. Michele Modesti

OGGETTO 6 – Pratiche studenti

6.1. Deliberazioni relative a programmi di mobilità studentesca (ratifica)

6.1.1. Approvazione/modifica di learning agreement: programmi Erasmus

- Il Presidente informa di aver ricevuto in data 08/09/2014 da parte dello studente **Andrea Bernardini** (matr. 1057587, coorte 2012/13), in mobilità presso Åbo Academy (Turku, Finland) per un periodo originariamente di ~4 mesi nell'ambito di un accordo Erasmus di mobilità studentesca, la richiesta di modificare il proprio learning agreement. Lo studente chiede di poter estendere dal 20/12/2014 al 28/02/2015 la propria permanenza presso l'istituzione ospitante allo scopo di poter completare le attività di tesi.

Il Presidente ha approvato preventivamente la richiesta e propone ora al Consiglio di ratificare l'approvazione condizionata. Mette quindi in votazione la proposta.

Il Consiglio approva all'unanimità dei presenti.

Firma del Presidente	Firma del Segretario
prof. Massimiliano Barolo	prof. Michele Modesti

OGGETTO 7 – Relazione sullo stato del Corso di Studio

Al termine del proprio mandato, il Presidente presenta al Consiglio una relazione sullo stato del Corso di Studio, sintetizzata nell'Allegato 4.

Firma del Presidente	Firma del Segretario
prof. Massimiliano Barolo	prof. Michele Modesti

OGGETTO 8 – Varie ed eventuali

Il Presidente informa che non vi sono Varie su cui discutere

Avendo terminato la discussione dell'intero Ordine del giorno, la seduta si chiude alle ore 13.00.

Firma del Presidente	Firma del Segretario
prof. Massimiliano Barolo	prof. Michele Modesti

ALLEGATO 1

**Syllabus delle conoscenze, competenze e abilità necessarie per l'accesso al
Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Chimica e dei Processi Industriali
dell'Università degli Studi di Padova**

Conoscenze di matematica e analisi numerica

Funzioni di una variabile reale, limiti, calcolo differenziale e integrale. Studi di funzione. Serie numeriche.

Algebra lineare e relativa interpretazione geometrica: spazi vettoriali; funzioni lineari; matrici e operazioni su matrici; autovalori, autovettori e loro impiego; risoluzione analitica di sistemi di equazioni lineari.

Calcolo differenziale per funzioni scalari e vettoriali in più variabili. Integrali multipli, curvilinei e superficiali. Ottimizzazione in più variabili, anche vincolata. Campi vettoriali. Equazioni differenziali lineari.

Sviluppo di algoritmi per la soluzione numerica di: equazioni non lineari, sistemi di equazioni lineari, problemi di approssimazione, di quadratura e di integrazione di equazioni differenziali ordinarie.

Capacità di applicare le conoscenze teoriche nella soluzione di esercizi.

Conoscenze di chimica

Struttura atomica della materia; proprietà periodiche; legami chimici; reazioni chimiche; equilibri chimici, ionici e di solubilità; elementi di cinetica chimica e di elettrochimica. Elementi di chimica inorganica.

Nomenclatura, struttura, fonti, proprietà e reattività dei composti appartenenti ai principali gruppi funzionali organici.

Capacità di applicare le conoscenze teoriche nella soluzione di esercizi.

Conoscenze di fisica

Grandezze fisiche e unità di misura. Meccanica classica del punto materiale, dei sistemi di punti materiali e del corpo rigido. Termodinamica e calorimetria.

Leggi fondamentali dell'elettromagnetismo. Onde e vibrazioni nella materia.

Capacità di applicare le conoscenze teoriche nella soluzione di esercizi.

Firma del Presidente	Firma del Segretario
prof. Massimiliano Barolo	prof. Michele Modesti

Conoscenze di ingegneria chimica

Formulazione e soluzione di bilanci macroscopici di materia ed energia, per apparecchiature e processi, con e senza reazioni chimiche o ricicli. Determinazione di proprietà termofisiche da fonti diverse (tabelle; grafici; correlazioni empiriche; codici di calcolo).

Principi della termodinamica. Proprietà termodinamiche dei fluidi puri; equazioni di stato; cicli termodinamici. Termodinamica delle soluzioni; fugacità e attività; calcolo di equilibri di fase. Proprietà termodinamiche delle superficie. Equilibri di reazione.

Trasporto di materia, di quantità di moto e di energia in sistemi omogenei; equazioni di bilancio microscopico per sistemi isotermi e non isotermi, mono e multi-componente. Principali meccanismi di scambio termico.

Selezione di apparecchiature per il trasporto di liquidi e di gas; circuiti idraulici. Dimensionamento e verifica di apparecchiature per lo scambio termico, con e senza cambiamento di fase.

Processi industriali chimici: relazioni tra aspetti termodinamici e cinetici; processi di produzione su larga scala di intermedi e derivati della chimica inorganica.

Capacità di applicare le conoscenze teoriche nella soluzione di esercizi e problemi pratici.

Altre conoscenze ingegneristiche

Classi di materiali (metalli, ceramici, vetri; polimeri) e loro processi di produzione. Proprietà termodinamiche, fisiche e meccaniche, comportamento elastico, anelastico e plastico dei materiali. Sintesi, struttura, morfologia e proprietà dei materiali polimerici.

Fondamenti di meccanica dei solidi e delle strutture.

Principali strutture organizzative e funzioni aziendali; bilancio di un'impresa e analisi di bilancio tramite indici; classificazione dei costi; valutazioni di convenienza economica.

Conoscenze linguistiche

Capacità di leggere, ascoltare e comprendere testi e discussioni tecniche, anche complesse, in lingua inglese.

Firma del Presidente	Firma del Segretario
prof. Massimiliano Barolo	prof. Michele Modesti

ALLEGATO 3

Membrane Separation Processes **Instructor: Peter N. Pintauro**

Prerequisites: Transport phenomena, separation processes

Target skills and knowledge: The general objective of the course is to provide students with a scientific and engineering understanding of commercially relevant gas and liquid membrane separation processes. At the end of the course, the student should be able to:

- (1) Identify/select a membrane separation scheme and the required membrane material for a given application and understand how key operating parameters will affect the separation.
- (2) Understand the role of the membrane material in achieving a given separation and how different polymeric membranes are fabricated.
- (3) Describe basic laboratory experiments required to fully quantify the properties/performance of a membrane material for a specific separation process.
- (4) Quantitatively use design equations and membrane transport properties for scale-up of a membrane separation scheme
- (5) Understand various commercial membrane separation processes and be familiar with commercially available membrane materials and manufacturers.
- (6) Use transport theories for selected membrane separation processes.

Examination methods: In-course compulsory individual homeworks and a final written examination. The homeworks will contribute about 20% of the final mark and the written final exam will contribute about 80%.

Assessment criteria: To which extent the student has learnt the topics indicated in the course "Contents" will be evaluated. In particular, it will be assessed as to how he/she can identify and quantitatively evaluate an appropriate membrane separation scheme for a give liquid or gas separation problem.

Course content: The course will review and analyzethe different membrane separation processes: (1)reverse osmosis, (2) ultrafiltration/nanofiltration, (3) pervaporation, (4) electrodialysis, (5) dialysis, and (6) gas separations. For each membrane separation method, the following topics will be covered: (a) Principles of operation - driving forces and separation mechanism, (b) Commonly used polymeric membrane materials, membrane morphology issues,

Firma del Presidente	Firma del Segretario
prof. Massimiliano Barolo	prof. Michele Modesti

and methods for membrane preparation, (c) Methods for membrane characterization (characterizing membrane structure and function), (d) Membrane separation experiments and equipment and methods of evaluating separation performance, (e) Membrane transport theories, and (f) Commercial/industrial applications.

Planned learning activities
and teaching methods:

Classroom lectures

Additional notes about
suggested reading:

There is no required textbook for this course. At the beginning of each lecture topic, a copy of the lecture slides will be distributed. Also the consultation of the following additional textbooks may prove useful:

Membrane Handbook, W. S. Winston Ho and K. K. Sirkar, Eds., Van Nostrand Reinhold, 1992

Advanced Membrane Technology and Applications, N. N. Li, A. G. Fane, W. S. Winston Ho, and T. Matsuura, Eds. John Wiley & Sons, Inc., 2008.

Handbook of Industrial Membrane Technology, Mark C. Porter, Ed., Noyes Publications, 1990.

Firma del Presidente	Firma del Segretario
prof. Massimiliano Barolo	prof. Michele Modesti