

IL CONTRIBUTO CULTURALE DELL'INGEGNERIA CHIMICA NEI CORSI DI STUDIO DI ARGOMENTO ENERGETICO: L'ESPERIENZA DI BENEVENTO

Gaetano Continillo

Università degli Studi del Sannio – Dipartimento di Ingegneria – Piazza Roma – 82100 Benevento BN

URL: <http://www.energetica.unisannio.it> e-mail: continillo@unisannio.it

SOMMARIO

La riforma avviata in Italia nel 2001 ha posto le Università di fronte ad un difficile e stimolante lavoro di riprogettazione dell'offerta formativa. A tre anni di distanza è possibile tentare un primo bilancio, se non in termini di "prodotti" (i primi laureati cominciano soltanto adesso ad uscire dai corsi di studio triennali) almeno in termini di assetto disciplinare e di integrazione dei contenuti nei corsi di studio. Questa comunicazione descrive l'esperienza condotta presso l'Università del Sannio di Benevento con la costruzione ex novo di un corso di studio di primo livello della Classe 10 (Ingegneria Industriale) denominato Ingegneria Energetica, con particolare riferimento al contributo culturale dei settori scientifico-disciplinari dell'Ingegneria Chimica. Il risultato, originale se confrontato con i corsi di studio di pari denominazione che sono fioriti in Italia, è un percorso formativo equilibrato nelle tre anime (chimica, elettrica e termomeccanica) e non privo di innesti riferiti a competenze di informatica ed automatica.

Parole chiave: ingegneria energetica, offerta formativa, ingegneria chimica, università del Sannio

INTRODUZIONE

In applicazione della riforma universitaria del 2000 gli atenei italiani hanno affrontato il difficile compito di ridisegnare l'offerta formativa, in un sistema profondamente cambiato come struttura. I due aspetti più importanti del cambiamento sono stati, senza dubbio, il vincolo del 3+2 ed il grado di libertà costituito dalla organizzazione in crediti formativi. Per quanto riguarda le facoltà di Ingegneria, è opinione diffusa che la laurea triennale sia un paradigma troppo stretto per consentire la formazione di una cultura tecnica di livello universitario, capace cioè oltre che di informare anche di formare i laureati mettendoli in grado di provvedere autonomamente ad aggiornare le proprie competenze. In queste condizioni, alcuni grandi atenei hanno provveduto a differenziare l'offerta formativa di primo livello, con un percorso professionalizzante, inteso cioè per l'uscita verso il mondo del lavoro, ed un percorso formativo, inteso per la prosecuzione verso la Laurea Specialistica. Va anche aggiunto che, anche a causa delle numerose perplessità sollevatesi, tutt'ora il quadro normativo presenta numerose incertezze, il che certo non facilita il compito di chi progetta e conduce l'offerta formativa universitaria, specialmente in un piccolo ateneo di recente istituzione, quale l'Università del Sannio di Benevento. Ciò premesso, è apparso evidente che affrontare la riforma con l'obiettivo di costruire i nuovi percorsi formativi tagliando e stringendo i vecchi percorsi avrebbe portato ad un fallimento. Nel tentativo di affrontare la riforma come un'opportunità, molti atenei hanno costruito percorsi nuovi, disegnando la formazione intorno a competenze delimitate in ampiezza ma non in profondità.

Questo principio ispiratore ha sicuramente guidato la facoltà di Ingegneria di Benevento nel disegnare la laurea in Ingegneria energetica. In particolare, l'assenza in sede di una laurea tradizionale della classe industriale, quali ad esempio le lauree in Ingegneria meccanica o elettrica, ha consentito di impostare il percorso in modo equilibrato partendo dalle conoscenze ritenute essenziali per un ingegnere dell'energia destinato ad operare in una realtà civile ed industriale con accresciuta consapevolezza ambientale, rispetto all'impostazione tradizionale, meno attenta alla componente chimica dei processi energetici. Il lavoro è stato peraltro facilitato dalla disponibilità, nella sede, di competenze in Ingegneria chimica.

LA LAUREA IN INGEGNERIA ENERGETICA

Sulla spinta dell'attualità della questione energetica e di quella ambientale (v. protocollo di Kyoto) sono sorte in tutta Italia numerose iniziative denominate Ingegneria energetica. Nel 1999 le sedi di Milano (Politecnico), Pavia, Roma (La Sapienza) e Torino (Politecnico) offrivano un Diploma Universitario (DU, previsto nella cosiddetta Tab. 29, vecchio ordinamento) in Ingegneria energetica.

A Benevento partiva nel 2000 il primo anno di un DU, che sarebbe nel giro di un anno confluito nella Laurea di pari denominazione allestita secondo il nuovo ordinamento. Nel frattempo in diversi atenei venivano istituite ed attivate lauree in Ingegneria energetica, alcune delle quali sono ancora attive mentre altre, in presenza di concorrenza locale di lauree a denominazione tradizionale e dai contenuti non molto diversi che ne hanno limitato il successo, sono state disattivate.

Inoltre, al momento si assiste alla istituzione/attivazione alcune lauree specialistiche della classe 33/S (Classe delle Lauree Specialistiche in Ingegneria energetica e nucleare), per le quali spesso non sono ancora disponibili informazioni di dettaglio. Il quadro attuale (2003/04) è riportato in Tab. I. La tabella è costruita con particolare riferimento al contributo dell'Ingegneria chimica. In prima colonna è riportata la sede universitaria; in seconda e terza colonna il numero di crediti formativi attivati con riferimento ai settori scientifico-disciplinari dell'ingegneria chimica. In quarta colonna i suffissi dei SSD dell'Ingegneria chimica rappresentati negli ordinamenti didattici. In grassetto i settori inseriti quali caratterizzanti. In corsivo le informazioni riferite a dati parziali (p. es. solo 1° anno). Fonte: Banca dati dell'offerta formativa (<http://offertaformativa.miur.it/corsi/>) del MIUR per gli ordinamenti didattici; siti web dei corsi di laurea per i manifesti degli studi.

Tabella I. Offerta formativa in Italia, classi di laurea 10 e 33/S.

Sede	L	LS	Ingegneria chimica
Politecnico di Bari	0		-
Univ. Bologna	13	6	24, 25
Univ.di Cagliari		5	25
Univ.della Calabria		4	27
Univ.di Firenze		0	22
Politecnico di Milano	5	10	22,23,24, 25 ,26,27
Univ.di Padova	6		22
Univ.di Palermo	6	?	22,23,27
Univ.di Pisa	9	??	22,24, 25 ,27
Univ.di Roma La Sapienza	5	?	22,23,24, 25 ,26,27
Univ.di Roma Tor Vergata	?	?	
Univ.del Sannio	18		24,25,26,27
Politecnico di Torino	?	??	22,25

Si osserva come la presenza dei SSD dell'Ingegneria chimica sia molto variabile, da nulla (Politecnico di Bari) a completa (Politecnico di Milano e Università La Sapienza di Roma). Va detto che in questi ultimi casi la scelta riflette una politica generalizzata, per le due Facoltà in oggetto, di inserire molti SSD di Ingegneria nelle materie affini degli ordinamenti didattici e non corrisponde ad un'effettiva attivazione di insegnamenti nei settori presenti. Si osserva anche che il settore ING-IND/25 (Impianti chimici) marca la presenza più consistente quale settore caratterizzante. Ciò consegue anche a scelte operate già dal legislatore, che ha inserito il settore, unico dell'Ingegneria chimica, nell'ambito disciplinare denominato "Ingegneria energetica". L'ambito omonimo non è stato sempre adottato tra i tre (numero minimo) da indicare quali ambiti caratterizzanti per la laurea: le alternative comprendono difatti Ingegneria chimica (indicato dall'Università del Sannio e dall'Università di Palermo), Ingegneria meccanica, Ingegneria elettrica, Ingegneria nucleare ed altre. Discorso analogo può farsi per le lauree specialistiche, per le quali non risulta nemmeno disponibile alla scelta l'ambito disciplinare di "Ingegneria chimica". Pertanto, solo il settore ING-IND/25 può essere indicato come caratterizzante per una laurea specialistica della classe 33/S.

UNIVERSITÀ DEL SANNIO, MANIFESTO DEGLI STUDI, LAUREA IN INGEGNERIA ENERGETICA

Il Corso di Laurea in Ingegneria Energetica dell'Università del Sannio si prefigge di formare tecnici capaci di gestire impianti ed installazioni che realizzano trasformazioni energetiche. Le attività formative toccano svariati campi disciplinari, con una sintesi dei contenuti propri delle ingegnerie chimica, elettrica e termomeccanica. In particolare, oltre di tali insegnamenti, si ritrovano anche conoscenze tipiche delle ingegnerie dell'informazione e dell'automazione. Il corso mette in particolare rilievo processi ed accorgimenti tecnologici atti a ridurre l'inquinamento ambientale ed ampliare il ricorso alle fonti energetiche rinnovabili. In questo modo si formano professionalità in grado di esplicare funzioni di controllo sull'efficienza delle trasformazioni e degli usi energetici, ottemperando dunque all'obiettivo primario di ridurre i consumi di energia non rinnovabile e a quelli, strettamente collegati, di ridurre l'inquinamento ambientale ed ampliare il ricorso alle fonti energetiche rinnovabili, in sintonia con le indicazioni provenienti da organismi e conferenze internazionali. Gli obiettivi formativi sono orientati all'inserimento nel mondo del lavoro con opportunità nell'industria privata, nel terziario avanzato e nei settori tecnici e gestionali della pubblica amministrazione.

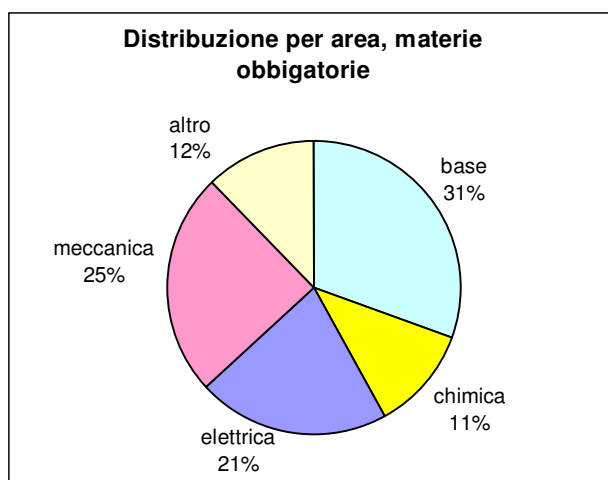


Figura 1. Distribuzione percentuale delle materie obbligatorie nel manifesto degli studi, Laurea in Ingegneria energetica, Università del Sannio, anno accademico 2003-04. Le materie corrispondono ad un totale di 157 crediti.

Il contributo principale a carico delle materie facenti capo all'area dell'Ingegneria chimica riguarda prevalentemente i processi di combustione ed il controllo e contenimento degli inquinanti. Il taglio formativo è orientato alla impartizione dei fondamenti fisici e chimici dei processi di combustione e delle tecnologie di contenimento delle emissioni inquinanti, a partire dal completamento dello studio dei fenomeni di trasporto con il trasporto di materia, seguito dalla introduzione ai modelli dei reattori chimici ideali (reattore a perfetta miscelazione in flusso, reattore batch, reattore con flusso a pistone). Si passa quindi ad applicazioni ai processi di

interesse industriale, con approccio prevalentemente modellistico-simulativo. La Tabella I mostra come, in ambito nazionale, il contributo didattico delle materie di Ingegneria chimica, pari a 18 CFU obbligatori, sia il più alto in Italia. La Figura 1 confronta, sul piano quantitativo, i contributi delle varie aree (base, chimica, elettrica, meccanica ed altro) alle discipline obbligatorie. Dal punto di vista qualitativo, il quadro d'insieme si desume dal manifesto degli studi in vigore per l'A.A. 2004/05, riportato in Tabella II, dove sono riportati anche i corsi a scelta resi disponibili.

In particolare, nell'ambito dei corsi a scelta sono proposti due corsi di area chimica. Essi sono: *Disinquinamento di effluenti da processi energetici* (6 CFU, ING-IND/25) e *Analisi e simulazione dei processi di combustione* (3 CFU, ING-IND/26).

UNIVERSITÀ DEL SANNIO, MANIFESTO DEGLI STUDI, PROPOSTA DI LAUREA SPECIALISTICA IN INGEGNERIA ENERGETICA

In attesa dell'istituzione e successiva attivazione di un percorso di Laurea Specialistica proprio, i laureati in Ingegneria Energetica dell'Università del Sannio hanno già oggi la possibilità di continuare a Benevento con la Laurea Specialistica in Ingegneria dell'Automazione, attiva dall'A.A. 2003/2004, con un percorso a debito zero studiato appositamente per loro, assumendo così un profilo professionale interessante ancorché – va detto – non corrispondente alle motivazioni ed alle aspirazioni professionali della maggior parte degli studenti che si iscrivono ad Ingegneria energetica.

Perciò, in vista della istituzione di un Corso di Laurea Specialistica coerente con il percorso triennale esistente, nel febbraio 2004 il Consiglio della Classe 10 (Ingegneria industriale) dell'Università del Sannio ha licenziato una proposta di ordinamento didattico di Laurea Specialistica della classe 33S (Ingegneria Energetica e Nucleare). Alla proposta è associata una bozza di Manifesto degli studi, nella quale si individuano in contributi culturali delle diverse aree disciplinari. I principi a cui si ispira la proposta sono i seguenti:

- limitare le modifiche al percorso di primo livello, per conservare la massima continuità e compatibilità tra i vecchi e i nuovi laureati;
- correggere qualche disfunzione emersa nei tre anni e mezzo dall'attivazione del diploma, poi laurea di primo livello;
- colmare le (peraltro poche) lacune culturali che si riscontrano nel manifesto attuale rispetto alla maggioranza delle iniziative di pari denominazione;
- introdurre discipline che prestino particolare attenzione alle peculiarità del territorio ed a tecnologie innovative e rispettose delle risorse naturali e dell'ambiente;
- valorizzare le risorse di personale docente afferente al CdL;
- ove utile, introdurre sinergie con altri ambiti disciplinari qualificati rappresentati in Facoltà.

Ciò premesso, il progetto insiste sulle tecnologie delle fonti rinnovabili e prevede, quali contributi dell'Ingegneria chimica, al primo anno, un modulo (6 CFU) di Dinamica e controllo di

sistemi e processi energetici (ING-IND/26) e, al secondo anno, un modulo (6 CFU) di Impianti per la valorizzazione energetica di Biomasse e da Rifiuti (ING-IND/25), un modulo (3 CFU) di Processi chimici legati alle tecnologie energetiche dell'idrogeno (ING-IND/25) ed un modulo (3 CFU) di Analisi e simulazione dei processi di combustione (ING-IND/26). La Figura 2 confronta, sul piano quantitativo, i contributi delle varie aree nella proposta di Laurea specialistica.

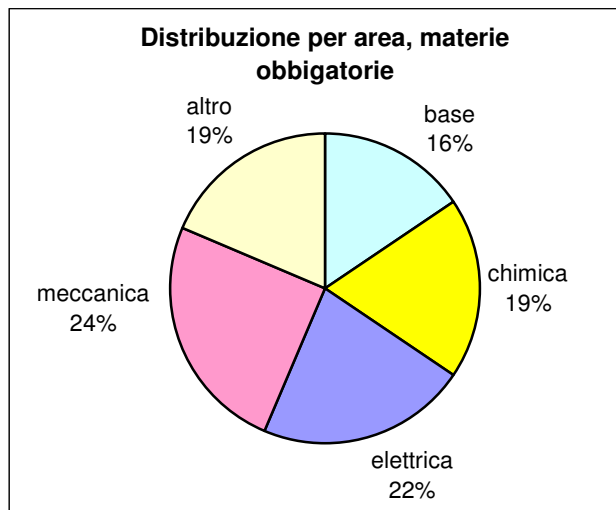


Figura 2. Distribuzione percentuale delle materie obbligatorie nella proposta di Laurea Specialistica in Ingegneria energetica, Università del Sannio. Le materie corrispondono ad un totale di 96 crediti e riguardano i due anni di LS.

CONCLUSIONI

L'Ingegneria energetica rappresenta un settore in cui il contributo culturale dell'Ingegneria chimica risponde ad esigenze importanti e reali, destinate a crescere nel futuro. L'esperienza di Benevento costituisce un riferimento da tener presente per la formulazione di proposte che tengano nel dovuto conto gli aspetti di processo con riferimento alla filiera dei combustibili fossili, a quella delle biomasse e dei rifiuti, nonché a tutti gli aspetti di retrofit delle tecnologie esistenti con riguardo ai sempre più stringenti aspetti ambientali. La laurea specialistica può arricchirsi di contributi legati alle tecnologie chimiche dell'energetica delle fonti rinnovabili

Tabella II. Università degli Studi del Sannio, Corso di Laurea in Ingegneria Energetica. Manifesto degli Studi, AA 2004/05.
In verde le materie di base, in rosa le materie caratterizzanti, in celeste le materie affini e integrative.

	Primo semestre	CFU	Secondo semestre	CFU
Primo anno	Chimica [CHIM/07]	6	Elettrotecnica [ING-IND/31]	6
	Elementi di informatica [ING-INF/05]	6	Fisica generale 2 [FIS/01]	3
	Fisica generale 1 [FIS/01]	6	Fondamenti della misurazione [ING-INF/07]	6
	Geometria e algebra [MAT/03]	6	Matematica 2 [MAT/05]	6
	Matematica 1 [MAT/05]	6	Programmazione [ING-INF/05]	6
			Termodinamica applicata [ING-IND/10]	3
		Totale	30	Totale
Secondo anno	Fenomeni di trasporto* [ING-IND/24]	3	Affidabil. e diagnostica dei sistemi elettrici [ING-IND/33]	6
	Fisica tecnica [ING-IND/11]	6	Combustione [ING-IND/25]	6
	Meccanica applicata alle macchine [ING-IND/13]	6	Elementi di conversione elettromeccanica [ING-IND/31]	3
	Sistemi [ING-INF/04]	6	Macchine a fluido [ING-IND/08]	6
	Sistemi elettrici per l'energia [ING-IND/33]	6	Controlli [ING-INF/04]	3
	Modelli di reattori chimici* [ING-IND/26]	3	Termofluidodinamica** [ING-IND/11]	3
			Trasmissione del calore** [ING-IND/11]	3
	Totale	30	Totale	30
Terzo anno	Automazione dei sistemi elettrici per l'energia [ING-IND/33]	3	Energia elettrica, economia e ambiente [ING-IND/33]	3
	Ricerca operativa [MAT/09]	3	Impianti industriali [ING-IND/17]	3
	Elettronica [ING-INF/01]	6	Inglese	4
	Energetica [ING-IND/10]	6	Tecnologie delle fonti rinnovabili [ING-IND/10]	3
	Modulo a scelta***	6	Modulo a scelta***	3
	Processi chimici per l'energia [ING-IND/26]	6	Percorso di tirocinio (A o B)****	9
			Prova finale	5
	Totale	30	Totale	30

(*) I 2 moduli costituiscono un unico insegnamento integrato di "Fenomeni di trasporto/Modelli di reattori chimici".

(**) I 2 moduli costituiscono un unico insegnamento integrato di "Termofluidodinamica/Trasmissione del calore".

(***) Questi moduli sono a scelta completamente libera da parte dello studente (anche al di fuori degli insegnamenti indicati in tabella), senza alcun vincolo da parte della Facoltà. La Facoltà offre comunque le seguenti ulteriori possibili alternative:

- 6 CFU Laboratorio di Automazione+ (Ing-Inf/04)
- 3 CFU Impianti industriali II+ (Ing-Ind/17)
- 6 CFU Tecnica del controllo Ambientale (Ing-Ind/10)
- 3 CFU Macchine a fluido II (Ing-Ind/09)
- 6 CFU Disinquinamento di effluenti da processi energetici (Ing-Ind/25)
- 3 CFU Analisi e simulazione dei processi di combustione (Ing-Ind/26)
- 6 CFU Sistemi elettrici per i trasporti (Ing-Ind/33)
- 3 CFU Conversione elettromeccanica II (Ing-Ind/31)
- 3 CFU Laboratorio di disegno (Ing-Ind/15)

+ Consigliati per lo studente che intende accedere alla laurea specialistica in Ingegneria dell'Automazione.

(****) Moduli relativi a due percorsi alternativi a scelta dello studente:

Percorso A
9 CFU Tirocinio presso aziende

Percorso B
3 CFU Laboratorio di Ingegneria Chimica (Ing-Ind/25-26)
3 CFU Laboratorio di Ingegneria Elettrica (Ing-Ind/31-33)
3 CFU Laboratorio di Ingegneria Termomeccanica (Ing-Ind/09-11)