



La tesi principale proposta in “Ingegneria 2040”, vale a dire *l’attualità della formazione ingegneristica in Italia di fronte alle sfide del cambiamento della nostra società per pervenire ad un aggiornamento dei programmi formativi presso le università del territorio*, sicuramente risulta molto attuale e di notevole interesse per AUTeC in quanto, come docenti ICAR/06, siamo fortemente coinvolti nei corsi di laurea dell’Area CUN 08, quella della tradizionale Ingegneria Civile (e Architettura).

Nel cambiamento della nostra società, l’innovazione è uno dei fattori più importanti ma è valore aggiunto solo se è al servizio della sostenibilità. Del resto, gli obiettivi di sostenibilità sono così ambiziosi che, solo facendo leva sulle tecnologie e le innovazioni più avanzate, potranno essere raggiunti. Per questo l’integrazione tra le due dimensioni, innovazione e sostenibilità, è strategica per il futuro del paese e l’una non può prescindere dall’altra. Non sempre, però, l’innovazione va di pari passo con la sostenibilità. L’attenzione per le due tematiche è crescente, ma affinché il binomio funzioni, oltre ad un vantaggio competitivo con altre economie, occorre che migliorino le prestazioni ambientali, sociali e di governance. Riportando questa necessità alla formazione universitaria dell’Ingegnere, occorre quindi sperimentare **nuovi paradigmi didattici** al fine di cogliere al meglio le sfide del futuro che è, già, presente, per declinarli in corsi di laurea realmente innovativi.

Riguardo ai tre scenari identificati nel documento – *1. le professioni del futuro e le sfide per l’ingegneria, 2. i modelli formativi che possono supportare e accompagnare i futuri ingegneri, 3. la progettazione di programmi formativi adeguati e appropriati per il contesto italiano* – suggeriamo alcuni spunti soprattutto sul secondo tema, ovvero su quali possano essere i modelli formativi revisionati che mettono in pratica le *traiettorie di cambiamento per l’ingegneria*. In tal senso, il documento Ingegneria 2040 suggerisce sei punti chiave (nello schema di pagina 13), che prendiamo come argomentazioni sulle quali sviluppare le nostre considerazioni.

Premettiamo che AUTeC ritiene la formazione di un **Ingegnere di qualità** come obiettivo fondamentale e ci chiediamo se e come i sei punti proposti in Ingegneria 2040 siano efficaci a tal fine, anche e soprattutto tenendo conto dell’attuale strutturazione universitaria italiana. Oggigiorno è infatti sempre più difficile formare un Ingegnere di qualità: senza peccare di semplicismo o di tradizionalismo, è evidente l’attuale abbassamento del livello di conoscenze e competenze, in ogni fase della filiera dell’istruzione, anche in quella dei corsi universitari ingegneristici: “oggi purtroppo cadono i ponti, domani potrebbero cadere i poggioli!” In molti corsi di laurea ingegneristici si evidenzia una preparazione lacunosa nelle materie di base (non solo matematica, fisica e chimica) che ovviamente si riflette in difficoltà nell’apprendimento delle materie caratterizzante e avanzate.

Un ulteriore difficoltà è data dall’attuale sistema del “3+2” che sembra (purtroppo) immutabile: ogni nuovo modello formativo che verrà messo a punto è comunque vincolato da questa rigida suddivisione del percorso di studi: dove si può e si deve agire? come si può essere efficaci?

1. Creatività e inventiva, curriculum più centrati sullo studente, sui suoi interessi e ability

Questo obiettivo è interessante ma, secondo noi, di difficile attuazione: lo studente deve poter scegliere un numero adeguato di corsi di suo maggior interesse, aumentando gli attuali 12 CFU ad esempio fino a 24 CFU, ma con il rischio di veder snaturato il percorso di studi, soprattutto se la scelta è del tutto libera. Sembra invece più indicato proporre dei pacchetti congruenti di insegnamenti, auspicabilmente a forte correlazione inter-disciplinare (punto 2.), possibilità già

presente in molti corsi di studio, che va quindi opportunamente calibrata per rispondere ancor di più all'obiettivo.

2. Curriculum inter- e multi-disciplinari

Il miglioramento qualitativo dei curricula è uno dei temi più qualificanti dell'intero progetto Ingegneria 2040, dove il termine "inter&multidisciplinare" può avere declinazioni più o meno forti, a partire da un curriculum coordinato, situazione purtroppo non così scontata. Senza nascondersi dietro ad un dito, si può dire che l'autonomia universitaria ha permesso di attivare percorsi di studio risultanti più dagli equilibri di forza fra i SSD delle discipline caratterizzanti ("manuale Cencelli") che su reali esigenze scientifico-culturali. In ogni caso, il collegamento e l'integrazione fra due o più insegnamenti è fondamentale nei curricula ingegneristici, in modo che lo studente possa affrontare e risolvere già nel periodo accademico la complessità dei problemi (punto 5.) che poi incontrerà nella professione.

In questo contesto, è molto opportuno il richiamo del documento alla *capacità di offrire una formazione ingegneristica ri-pensata e ri-progettata, e arricchita dalle potenzialità delle metodologie didattiche innovative*. Pensiamo infatti che sia proprio lo studente ingegnere ad avere la forma mentis potenzialmente più adatta a trarre vantaggio dalle novità di metodi didattici innovativi e avanzati.

AUTEC crede fermamente che la progettazione dei piani di studio debba essere fatta in maniera un po' "visionaria", cercando di capire cosa il mercato del lavoro e della ricerca si aspettano dai futuri ingegneri. Proprio questo deve essere uno degli scopi principali di Ingegneria 2040: ogni disciplina coinvolta nei piani di studi è sempre in evoluzione ed è nostro dovere travasare nei piani di studio lo "state dell'arte" nelle nostre competenze, per garantire che i futuri ingegneri siano formati adeguatamente per il mondo del lavoro.

3. "Soft-skill" + hard-skill tipici dell'ingegneria

Per inserimento di *soft-skill* fra gli *hard-skill* tipici dell'ingegneria, il documento intende *una componente di social-education più rilevante e con un focus maggiore sulle competenze... ed un insieme di esperienze al di fuori della classe attraverso cui lo studente acquisisca soft-skill*. Riteniamo che la grande difficoltà sia il definire un percorso di studi universitario che permetta l'acquisizione effettiva di tali social-education e soft-skill. L'intervento che sembra delinearci è quello di introdurre nei curricula degli insegnamenti soft, eliminando quindi qualcuno degli insegnamenti attuali.

Il rischio che questi nuovi insegnamenti portino ad un ulteriore abbassamento delle hard-skill è evidente: suggeriamo allora di introdurli soltanto nel biennio magistrale, rafforzando invece proprio le competenze fondamentali del triennio. Si noti che questo non vuol dire aumentare CFU e/o difficoltà delle materie di base, anzi queste vanno *ri-pensate e ri-progettate*, operazione non semplice che deve tener conto che alcuni fondamenti/algoritmi fisico-matematici hanno perso la loro essenzialità ed altri invece l'hanno acquisita. Inoltre occorre prima di tutto essere certi che i futuri ingegneri abbiano tutti gli strumenti per saper affrontare le sfide del futuro nel mondo dell'ingegneria ed essere in grado di gestire e coordinare tavoli di lavoro con altri attori di altre competenze.

In tal senso, vanno sicuramente rafforzate le competenze numerico-informatiche, nel senso più ampio del termine (hardware, software, programmazione, etc.), così che ogni ingegnere sappia orientarsi autonomamente nella gestione e soluzione pratica dei vari problemi. Più in generale, tutte le abilità tecnico-informatiche di un Ingegnere saranno sempre più importanti nel prossimo futuro per contribuire, molto più di altre figure, a quella "digitalizzazione" tanto citata ultimamente e per la quale saranno a disposizione ingenti investimenti pubblici.

Una formula didattica che aumenti le soft-skill senza dover necessariamente attivare insegnamenti soft potrebbe essere quella di attività di laboratorio condotte anche da “formatori esperti” (counselor) al fine di accrescere la consapevolezza e la padronanza degli studenti su competenze trasversali, riconosciute come molto rilevanti nel mondo del lavoro e nella società.

4. Discipline focalizzate sullo sviluppo di carriera

Intendiamo come *sviluppo di carriera* non la mera, seppur giusta, ambizione che un ingegnere (e qualsiasi laureato) vuole perseguire dopo un impegnativo percorso di studio. A tal fine, proprio le discipline non specificatamente tecniche ma più trasversali, con contenuti di tipo economico-amministrativo-organizzativo, sono sicuramente utili per lo sviluppo di carriera. Si tenga conto delle carriere generalmente diverse fra quelle intraprese dagli ingegneri dell’Area 08, in maggioranza liberi professionisti, da quelli dell’Area 09, prevalentemente dirigenti o imprenditori industriali: le specifiche discipline focalizzate più idonee sono quindi sicuramente diverse e vanno scelte opportunamente.

Un discorso a parte merita la carriera degli ingegneri all’interno di Enti e Istituzioni pubbliche: ben consci di quale sia la situazione italiana generale e i gli enormi freni al cambiamento migliorativo, concordiamo sul *ruolo strategico e centrale della figura dell’ingegnere* anche, se non soprattutto, in queste realtà. Si auspica che siano sempre più ampie le opportunità di pubblico impiego, pur senza saper proporre modalità operative e legislative efficaci a tal fine.

Gli studenti quando compilano i piani di studio non hanno una completa e reale visione delle necessità del mondo del lavoro. Che competenze devo avere? Questa è la domanda che ogni studente dovrebbe porsi prima della compilazione. La risposta è molto difficile e, per fornire la massima visione sulle opportunità disponibili e sulle professionalità richieste, è necessaria una maggiore collaborazione tra università e mondo del lavoro. Grazie a queste informazioni condivise, gli studenti potranno costruirsi dei piani di studio più aderenti alle reali opportunità ed essere ancor di più competitivi.

5. Saper fare attraverso lo sviluppo di progetti reali

Questo aspetto è essenziale per il ruolo dell’ingegnere del prossimo futuro: in qualsiasi livello, dalla progettazione alla realizzazione, è fondamentale per gli ingegneri *conoscere e saper fare* e trovare, sempre e comunque, la soluzione migliore per un dato progetto reale, spesso assai complesso. In questo modo ci sarà una *maggiore consapevolezza dello studente sull’impatto delle tecnologie sul contesto socioeconomico*. Tale capacità non viene sempre sviluppata in tutti gli insegnamenti caratterizzanti, intendendo naturalmente solo quelli che trattano gli aspetti tecnici e non invece scientifici, essenziali peraltro per comprendere il problema. Due contributi didattici importanti per *saper fare* sono il rafforzamento delle “attività pratiche e progettuali” nei vari insegnamenti (auspicabilmente integrati e quindi multi-disciplinari) e la conoscenza delle normative tecniche, sia nazionali che europee, che regolano ogni settore e quindi il mercato del lavoro e la professione. Spesso invece le discipline tecniche vengono trattate in maniera astratta e quindi ne consegue una applicabilità non immediata e che richiede uno sforzo maggiore al laureato prima di *saper fare*.

Occorre quindi promuovere maggiormente una didattica basata sul “sapere” e sul “saper fare”, aspetto fondamentale per un ingegnere. Non è possibile, oggi con un mondo del lavoro molto dinamico, pensare che gli aspetti “pratici” vengano visti direttamente soltanto dopo la laurea. È necessario formare i futuri ingegneri anche su questo, avviando attività di laboratorio, attività multi-disciplinari per imparare a “parlare” con altre figure professionali e condividere competenze e fare attività in campo. L’ingegnere deve essere in grado di presentare le proprie idee, presentare i propri risultati e soprattutto capire e risolvere problemi esposti da altri professionisti.

A tal fine, è essenziale il potenziamento delle attività di Summer School, di tirocinio (curriculare e extra), di tesi in azienda, proponendo percorsi formativi ben strutturati, innovativi, in cui gli studenti possano venire a contatto con quelle che sono le realtà del mondo lavorativo.

Tutto questo però richiede risorse, economiche e umane, anche perché questo tipo di didattica innovativa non può e non deve essere fatta con classi (o squadre) numerose. Occorre lavorare con numerosità limitate, come avviene in tanti Paesi Europei, in maniera tale da dare l'opportunità agli studenti di "vedere, toccare, fare" le attività in maniera diretta. Il rapporto studenti/docenti negli ultimi 15 anni è nell'Area ICAR sta aumentando e ciò non a beneficio della qualità della didattica.

Ribadiamo che ogni riforma richiede risorse, dando per scontato che si cambi per migliorare, perché ogni intervento ha dei costi per poter essere avviato, attuato e soprattutto mantenuto nel tempo. Purtroppo da troppo tempo siamo invece testimoni di investimenti limitati, ben al di sotto delle reali necessità, se addirittura non di taglio degli investimenti stessi.

6. Dimensione internazionale

Anche questo ultimo punto chiave è estremamente importante e sempre più attuale: le giovani generazioni, anche di studenti ingegneri, sono sempre più abituate al contesto internazionale e agli spostamenti per lo studio e quindi anche per la professione. Vanno quindi pensati modelli formativi sempre più aperti agli scenari esteri, aumentando scambi Erasmus, lauree double degree e collaborazioni a vari livelli: in generale, gli atenei italiani ed i corsi di laurea ingegneristici si stanno già ben muovendo in questa direzione nell'ultimo decennio e si deve rafforzare questo trend.

È compito però del MIUR definire delle linee guida che implementino concretamente quanto suggerito dalle istituzioni europee, come ad esempio dall'*European Institute of Technology (EIT)*, nell'*ambito di Horizon Europe*, per supportare *le capacità di innovazione delle Università europee*.

Il futuro di cui si parla in Ingegneria 2040 non ha più solamente confini italiani, ma europei-internazionali. Se proprio dobbiamo ispirarci ad altri Paesi, ci si auspica che le innovazioni ed i miglioramenti vengano prese "in toto" e non solo in parte.

Concludendo, con questa nota l'AUTeC riafferma che i corsi di laurea in ingegneria sono fondamentali perché formano figure decisive per lo sviluppo economico-sociale del nostro Paese. Riprogettare al meglio questi corsi di laurea è un'attività certamente complessa, ma deve essere fatta proprio dagli stessi ingegneri, anche se ciò dovesse avere come conseguenza, apparentemente paradossale, di una riduzione del numero di laureati in ingegneria. È più importante avere tanti laureati, ma con il rischio di qualità inferiore, oppure mantenere una elevata qualità formativa e del conoscere, con il rischio di avere un numero di laureati magistrali inferiore agli altri Paesi?

Ingegneria 2040 è basato su studi ed analisi straniere (36 su 37 stando ai riferimenti bibliografici): non si osa criticare quanto scritto da università di prestigio mondiale quali MIT, UCL, TU-Delft, tuttavia alcune indicazioni vanno ripensate per la realtà nazionale, perché l'ingegnere italiano è certamente diverso da un ingegnere anglo-sassone o olandese, non necessariamente peggiore.

Ribadiamo che l'obiettivo principale deve essere la formazione di un **Ingegnere (magistrale) di qualità** e che questo è possibile solo attraverso un percorso quinquennale. Se è proprio ineluttabile il sistema 3+2, il triennio deve allora possedere contenuti formativi robusti e al passo con i tempi per fornire basi tecnico-culturali efficaci per il biennio magistrale.

È proprio dalla triennale occorre far partire la riforma, in quanto in molti atenei (di medio-grandi dimensioni) è previsto un biennio comune a tutte le ingegnerie, per lasciare maggiore spazio ad eventuali “ripensamenti”. Questo approccio risultato penalizzante per il percorso formativo, sia nella triennale stessa che nella magistrale, in quanto i ragazzi non hanno una formazione di base specifica ma generalista (ad esempio, la topografia per un ingegnere civile può essere diversa dalla topografia per un ingegnere edile), non si riesce a formare un gruppo in quanto si è divisi per lettera e non per corsi di laurea ed infine, spesso e volentieri, questa soluzione spalanca le porte per entrare in corsi a numero chiuso, utilizzando strade secondarie. Siamo convinti che non dobbiamo formare degli ingegneri tuttologi, ma occorre essere esperti del proprio dominio, possibilmente ampio, ed essere in grado di vedere tutti i pezzi mancanti del “puzzle”, per raggiungere l’obiettivo professionale.

Ogni ateneo dovrebbe inoltre strutturare la propria offerta formativa assicurando la massima continuità e integrazione fra le attuali lauree in Ingegneria Civile e Ambientale (L-7), dell’Informazione (L-8) e Industriale (L-9) e i corrispondenti gruppi di lauree magistrali, ovvero per l’Area 08: Ingegneria Civile (LM-23), dei Sistemi Edilizi (LM-24), per l’Ambiente e il Territorio (LM-35); per l’Area 09-IND: Ingegneria Aerospaziale e Astronautica (LM-20), Biomedica (LM-21), Chimica (LM-22), della Sicurezza (LM-26), Elettrica (LM-28), Energetica e Nucleare (LM-30), Gestionale (LM-31), Ingegneria Meccanica (LM-33), Navale (LM-34); per l’Area 09-INF: Ingegneria dell’Automazione (LM-25), delle Telecomunicazioni (LM-27), Elettronica (LM-29), Informatica (LM-32). Naturalmente ogni ateneo attiva soltanto qualche percorso completo, ma questa congruenza fra i due cicli, che può sembrare ovvia, va comunque rafforzata nell’ottica dei sei caposaldi di Ingegneria 2040.

Comunque sia, qualsiasi ragionamento sul futuro dell’Ingegneria non può essere disgiunto da quanto verrà deciso con la “Riforma dei saperi” sui SSD e soprattutto sulle classi di laurea. Si pone peraltro una domanda di fondo: se esiste già un corso di laurea a ciclo unico LM-4 in Architettura e Ingegneria Edile-Architettura, perché non se ne possono attivare altri in Ingegneria?

Pensiamo che non si possa formare un ingegnere con la sola laurea triennale e, in tal senso, finalmente il MIUR ha fatto chiarezza istituendo le lauree professionalizzate: i percorsi L-P01 Professioni tecniche per l’edilizia e il territorio e L-P03 Professioni tecniche industriali e dell’informazione si sovrappongono perfettamente all’ingegnere triennale delle Aree 08 e 09. In altri termini, avremo forse meno ingegneri triennali ma ci saranno più tecnici professionisti laureati: questa separazione netta fin dal triennio sarà comunque efficace per la soluzione dell’atavico problema dei pochi laureati in Italia rispetto all’Europa. Non entriamo nel merito di questo aspetto, perché stiamo comunque parlando soltanto dei laureati di area tecnico-scientifica: la selezione naturale in ogni corso di laurea non è di per sé negativa, anche in Ingegneria. È più importante piuttosto ridurre il numero di abbandoni e quindi la separazione netta fra laurea professionalizzante e laurea magistrale deve essere ben chiara alle matricole, con un orientamento ottimale ed il supporto coordinato degli ordini e collegi professionali.

Tutti gli aspetti sinora argomentati supportano la considerazione che le competenze tecnico-scientifiche debbano essere affiancate ad altre competenze, in maniera tale da consentire uno sviluppo tecnologico orientato in modo più efficace al servizio della comunità.

Pertanto anche il modello della formazione universitaria dovrà orientarsi, da un lato ad un rafforzamento delle hard-skill, e dall’altro ad una maggiore contaminazione dei saperi per creare nella nuova figura dell’ingegnere un maggior senso critico e competenze sul piano ambientale, soprattutto nella lotta ai cambiamenti climatici, nella transizione tecnologica che ha iniziato a dare impulso a numerose iniziative come, ad esempio, dall’ecobonus agli incentivi per la produzione di energia da fonti rinnovabili, nella conservazione e tutela del territorio e dell’ambiente mediante

l'impiego delle moderne tecniche digitali, etc. a dimostrazione dell'impegno dell'Università, tra le altre Istituzioni, verso l'ecosistema della sostenibilità e dell'innovazione.

ASSOCIAZIONE UNIVERSITARI DI TOPOGRAFIA E CARTOGRAFIA
(AuTEC –Geomatica)
il Coordinatore, prof. Antonio Vettore