



Università  
degli Studi di  
Messina

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA

Università degli Studi di Messina  
UNMECLE – Dipartimento di Ingegneria

Prot. n. \_\_\_\_\_ - \_\_\_\_\_

del \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

Tit./Cl. \_\_\_\_ / \_\_\_\_ - Fascicolo \_\_\_\_\_

C.da Di Dio - Villaggio S. Agata - 98166 Messina – Italy

P.I. 00724160833 - c.f. 80004070837

## RIFLESSIONI SUL TEMA “INGEGNERIA 2040” Contributo del Dipartimento di Ingegneria - Università di Messina

### PREMESSE

Su proposta del Direttore del Dipartimento di Ingegneria, prof. Candida Milone, il Consiglio del Dipartimento di Ingegneria di Messina in data 22 febbraio 2021 ha incaricato il prof. Orazio Pellegrino di costituire e presiedere un gruppo di lavoro per la partecipazione al progetto “Ingegneria 2040”, promosso dalla CopI al fine di *“sviluppare una riflessione di ampio respiro sull’attualità della formazione ingegneristica in Italia e sulla sua adeguatezza ad affrontare le sfide di cambiamento che il nostro Paese affronterà nei prossimi decenni”*.

In esito a tale mandato, il prof. Pellegrino ha invitato a far parte di questo gruppo alcuni docenti particolarmente propensi nei riguardi di questa attività e rappresentativi delle diverse aree presenti in Dipartimento quali:

- La prof.ssa Alina Caddemi (SSD ING-INF/01 – Elettronica)
- Il prof. Dario Bruneo (SSD ING-INF/05 - Sistemi di elaborazione delle informazioni)
- Il prof. Filippo Cucinotta (SSD ING-IND/15 - Disegno e metodi dell’ingegneria industriale)
- Il prof. Giuseppe Sollazzo (SSD ICAR/04 – Strade, ferrovie ed aeroporti)

Con i suddetti colleghi sono stati organizzati vari incontri, in cui sono state discusse criticamente le potenziali direzioni da intraprendere, filtrate attraverso i differenti punti di vista di ognuno, con il supporto iniziale della documentazione fornita dalla CopI, successivamente integrata a seguito degli approfondimenti maturati durante le riunioni.

Al termine di questo processo e compatibilmente con le scadenze indicate dalla CopI, il gruppo di lavoro, in rappresentanza del Dipartimento di Ingegneria di Messina, ha esitato il seguente documento.

## **INTRODUZIONE**

---

In un mondo che cambia così rapidamente in termini di problematiche, relazioni sociali e, soprattutto, possibilità di movimento, crescita e sviluppo, non è sicuramente immediato prevedere quali potranno essere gli scenari che caratterizzeranno la vita su questo pianeta nei prossimi vent'anni. Conseguentemente, anche immaginare quale sarà l'ingegneria nel 2040 e quali saranno i capisaldi su cui dovrà fondarsi non è semplice.

Sebbene, naturalmente, sia prevedibile pensare ad una continua ed esponenziale crescita della pervasività del mondo digitale, delle connessioni tra le persone e, soprattutto, con e tra gli oggetti e i componenti del mondo che ci circonda, è opportuno non banalizzare lo sforzo di analisi che questo momento di riflessione richiede.

## **1. LE PROFESSIONI DEL FUTURO E LE SFIDE PER L'INGEGNERIA**

---

Per quanto riguarda l'ambito dell'ingegneria, molteplici sono le sfide che si dovranno affrontare nei prossimi decenni.

Allo stato attuale sembra che l'Università stia a volte un passo indietro al mondo produttivo che si muove in modo individualista, spesso secondo logiche di mercato a brevissimo termine e finalizzate, peraltro, solo da fini meramente economici. Anche i recenti affiancamenti dei nostri corsi di studio ai Comitati di Indirizzo, costituiti da enti e soggetti di primaria importanza in ambito quanto meno nazionale, sono visti dall'ANVUR stessa come organismi che possiedono la capacità di orientare pesantemente l'offerta formativa degli Atenei. Tuttavia, anche se non va sminuito questo tipo di ruolo, acquisito per il fatto che questi soggetti operano direttamente nel mondo lavorativo, l'Università deve farsi parte attiva nello sviluppo tecnologico, indicando le direzioni verso cui orientare in modo proficuo e virtuoso l'innovazione del mondo industriale.

Inoltre, occorre evidenziare che, fino adesso, i corsi di studio in Ingegneria hanno incentrato i laureati sulla figura del progettista, sminuendo l'importanza di altri ruoli, alcuni dei quali nati in epoca recente ed estremamente importanti quali l'esecutore, il gestore della sicurezza, l'esperto ambientale, l'analista economico. Si conferisce rilevanza soltanto al gesto progettuale, trascurando tutte le altre esigenze che afferiscono principalmente all'economia, agli impatti nei riguardi dell'ambiente e alla tempistica dell'opera. Pertanto, occorre rivedere alcuni ruoli rimasti tradizionalmente immutati e formare una figura che sappia governare l'intero processo che va dalla ideazione fino alla realizzazione comprendendo anche la capacità di sapere attrarre le fonti di finanziamento e gestire l'intera commessa nello spazio economico- temporale assegnato.

### **1.1 L'Ingegnere di Sistema**

Da un'impostazione prettamente iper-specializzata si sta lentamente passando ad un'impronta multidisciplinare dove l'ingegnere deve possedere più competenze al fine di riuscire ad operare in ambienti complessi. La tendenza sarà quella di avere figure professionali con elevate capacità e conoscenza di tipo generale, piuttosto che in un singolo settore.

Pensando agli ambiti dell'ingegneria civile, per esempio, è ragionevole immaginare che, soprattutto nei paesi oggi più industrializzati, l'attenzione sarà rivolta al recupero del costruito e dell'esistente, alla manutenzione e valorizzazione degli asset infrastrutturali e strutturali e, in ogni caso, coerentemente con quanto prima espresso, alla gestione digitale delle informazioni acquisibili in tempo reale dalla sensoristica diffusa che, nell'ambito dell'Internet of Things, pervaderà tutto ciò con cui avremo a che fare.

Si pensi alle città del futuro, dove tali sistemi saranno caratterizzati da un mix di competenze tecnologiche (industriali, civili, elettroniche, informatiche) che dovranno essere possedute

## Dipartimento di Ingegneria

da specifiche figure professionali (l'ingegnere di sistema, appunto) che al momento non sono presenti sul mercato del lavoro.

I classici soggetti saranno ancora richiesti (Ingegneri Civili, Elettronici, Industriali) ma ad esse si affiancheranno in maniera sempre più numerosa nuove figure multidisciplinari (Ingegnere delle Smart Cities, Ingegnere dell'Industria 4.0, ecc.) che dovranno essere il risultato di appositi programmi formativi che considerino la multidisciplinarietà come obiettivo principale e non come singolo valore aggiunto.

Anche dal punto di vista del *problem solving* e del *decision making* il ruolo dell'ingegnere subirà drastici cambiamenti nei prossimi decenni. L'utilizzo sempre più invasivo dell'intelligenza artificiale permetterà da un lato di "semplificare" gran parte dei compiti di progettazione/sviluppo ma dovrà essere adeguatamente supportato da nuove competenze in grado, da un lato, di supervisionare gli output dei sistemi automatici e, dall'altro, di mettere a frutto la potenza di calcolo/ragionamento per la realizzazione e la gestione di sistemi sempre più complessi.

### 1.2 Il ruolo delle donne

In una traiettoria di cambiamento per l'Ingegneria è fondamentale il coinvolgimento di una componente più ampia delle giovani donne, le cui attitudini in termini di creatività e inventiva, comunicazione e collaborazione multidisciplinare, skill personali dovrebbero trovare un riscontro naturale nella scelta degli studi ingegneristici anziché sfociare in scelte più tradizionali avvertite come maggiormente rassicuranti, non eccessivamente impegnative e con un prosieguo di carriera che richiede un confronto meno stridente con un ambiente professionale tipicamente maschile.

Diversi studi di settore (cfr. ad es. *Osservatorio Talents Venture e STEAMiamoci sul Gender Gap nelle facoltà STEM*, Edizione 2020) rilevano infatti che il problema del *gender gap* risiede poi in quello che accade dopo la laurea, cioè all'ingresso nel mondo del lavoro in cui esiste una discriminazione occupazionale e salariale anche connessa alla supposta "vulnerabilità" della figura femminile in termini di possibile maternità e, quindi, di minore disponibilità a sostenere ritmi di lavoro adeguati. Non a caso, infatti, l'unico ambito di studi in cui uomini e donne risultano equilibrati è quello dell'Ingegneria Biomedica, in quanto percepito da queste ultime come più vicino al mondo delle professioni sanitarie, meno aggressivo, più equo professionalmente e con un livello di implicazione sociale maggiore.

In una nuova visione, l'Università stessa e gli studi di Ingegneria non solo devono promuovere il maggiore coinvolgimento di studentesse ma anche contribuire a stimolare una svolta importante in relazione al retaggio culturale/sociale che tuttora è diffuso negli ambienti di lavoro.

## 2. MODELLI FORMATIVI CHE POSSONO SUPPORTARE E ACCOMPAGNARE I FUTURI INGEGNERI

In questo periodo vi è un acceso dibattito in merito alla programmazione delle attività delle sedi universitarie italiane, anche perché in gioco vi è una corposa ripartizione dei finanziamenti pubblici. Lasciando perdere le disquisizioni, sempre molto discutibili e spesso di parte, che riguardano la collocazione dei nostri Atenei in classi più o meno di prestigio, è fuori di dubbio che la posizione geografica delle varie sedi deve suggerire l'inclinazione scientifica e culturale verso i bisogni del territorio e delle comunità che quell'Ateneo rappresenta.

È anche vero che c'è in atto una silente rivoluzione culturale portata avanti dai giganti tecnologici che, dopo avere guadagnato il controllo dell'editoria, della cinematografia, del commercio vorranno certamente primeggiare anche nella formazione terziaria, avendo peraltro tutti gli strumenti (conoscenza dei dati personali, promozione ed uso di particolari piattaforme tecnologiche, controllo dei mercati internazionali) per poterlo fare con grande

## Dipartimento di Ingegneria

efficacia. L'Università italiana deve rispondere a questa probabile invasione di campo, contrastando un'offerta culturale che si preannuncia con dei caratteri ben precisi, tipici delle aziende Big Tech, quali la forte specializzazione, ridotti periodi di formazione, la predilezione verso obiettivi di grande impatto (soprattutto economico) a livello planetario ma difficilmente rispettosi di una particolare contestualizzazione geografica.

Pensando alla realtà odierna e alla pianificazione, progettazione, "creazione" e gestione del mondo che ci circonda, in tutte le sue possibili diverse sfaccettature (strutture, servizi, infrastrutture, ecc.), sono sempre più evidenti due aspetti fondamentali: tutto è pervaso da una crescente e sempre più spinta informatizzazione e digitalizzazione e, inoltre, ogni ambito specifico richiede delle forti competenze interdisciplinari che possano massimizzare la resa e l'economicità dei sistemi e delle soluzioni definite per soddisfare i bisogni dell'uomo. Si pensi, ad esempio, al mondo futuristico delle Smart Road e ai sistemi infrastrutturali digitali e connessi che, in un prossimo futuro, ormai molto vicino, caratterizzeranno le nostre infrastrutture di trasporto, per garantire un servizio di mobilità iperconnesso, più sicuro, più informato e più facile da gestire e mantenere per gli enti preposti. Tale sistema, infatti, sarà costituito da un insieme di diverse componenti tecnologiche, tecniche e operative costruite e realizzate sulla base di differenti competenze ingegneristiche, al fine di massimizzare la funzionalità, la durabilità e la resa dei manufatti e delle soluzioni costruttive e digitali e di garantire comfort e sicurezza per gli utenti che, in futuro, si muoveranno interamente come semplici passeggeri di veicoli autonomi. In tale contesto, il contributo degli ingegneri che dovranno pianificare, progettare, realizzare e gestire ogni singolo elemento di un siffatto sistema non potrà essere banalmente diviso e spezzettato tra diversi tecnici "mutualmente alieni" in funzione delle specifiche diverse competenze richieste, bensì dovrà essere interamente fondato su competenze multidisciplinari completamente integrate e rafforzate da un percorso di studio e maturazione professionale che sia fortemente incentrato sulla configurazione dello specifico sistema di interesse.

Per raggiungere tale obiettivo, quindi, è necessario ripensare le diverse specializzazioni dell'ingegnere e proporre, in forma di alternativa e non di banale sostituzione, nuove figure professionali, pienamente consapevoli della loro funzione tecnica e decisionale, che possano affrontare con competenza, capacità e, soprattutto, coerenza e globale sensibilità, le problematiche e i temi del sistema in esame. Dovranno pertanto essere formati, oltre i classici ingegneri specialistici, con inclinazioni rivolte all'ambito civile, informatico, elettronico, industriale, nuovi ingegneri di sistema.

Tale scelta, inoltre, risulta fortemente in linea con la crescente necessità di favorire la valorizzazione delle peculiarità personali di ciascuno studente, al fine di massimizzarne la resa nell'ambito formativo e di garantirgli la possibilità di svolgere una professione che lo soddisfi pienamente e che gli permetta di incrementare il livello di qualità della sua attività e del suo contributo nel mondo.

Per realizzare tale percorso, sarebbe naturalmente necessario ripensare l'organizzazione dei corsi di studio, al fine di favorire tale tipologia di specializzazione e, soprattutto, di garantire idonei tempi per la maturazione delle scelte dei futuri ingegneri. A tal riguardo, bisognerebbe, innanzitutto, riportare ad un unico percorso formativo universitario la carriera dello studente in ingegneria, garantendo un equo bilanciamento tra le necessità di una formazione di base solida ed una diversificazione dei percorsi formativi, in funzione delle scelte specifiche e delle ambizioni lavorative dei singoli. Una tale visione potrebbe pertanto fondarsi sull'inversione dell'attuale schema formativo, introducendo un ciclo unico per step con acquisizione di un unico titolo accademico. Nel primo biennio, sarebbe garantita a tutti gli ingegneri una solida, robusta e dettagliata formazione di base scientifico/teorica per permettere un approccio quanto più comune ai diversi tecnici. Il secondo step, invece, costituirebbe un triennio specifico curricolare pienamente centrato sull'ambito scelto dallo studente sia esso "generalista" (civile, edile, informatico, meccanico,

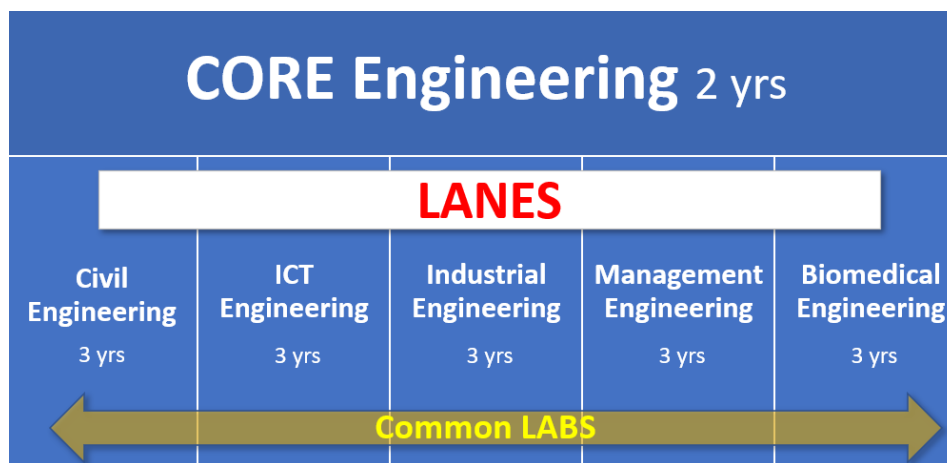
## Dipartimento di Ingegneria

elettrico, ecc.) o di sistema, per permettergli di acquisire tutte le competenze teoriche, tecniche e pratiche specifiche per favorire la sua immediata spendibilità nel mondo del lavoro e di offrire un valido contributo professionale. Gli specialisti di sistema garantiranno coerenza, completezza e affidabilità delle soluzioni e delle scelte negli ambiti interdisciplinari, superando le difficoltà operative e di confronto che caratterizzano le collaborazioni tecniche attuali. L'ultimo anno, infine, potrebbe essere utile ad approfondire la specializzazione di interesse per lo studente, mediante un definitivo lavoro di tesi e ricerca finale che debba esser svolto, in piena collaborazione con aziende operanti nel settore di interesse.

Fondamentale, infine, è l'internazionalizzazione degli ingegneri del domani che, in un mondo sempre più connesso e globalizzato, dovranno essere in grado di confrontarsi con tecnici, colleghi ed altre professionalità proveniente ed operanti in tutto il mondo. A tal fine, dovrà essere previsto e formalmente esteso a tutti gli studenti un periodo di formazione all'estero, garantendo idonei supporti economici per eliminare ostacoli esterni che possano rallentare o penalizzare la formazione dei futuri ingegneri.

### 2.1 La proposta di un nuovo modello formativo

Il modello formativo ipotizzato emerge da riflessioni fatte dal gruppo di lavoro in merito alla capacità di offrire una formazione ingegneristica ri-pensata e ri-progettata, con l'obiettivo di creare (a) un *core* di conoscenze di base anche atte a promuovere una mentalità ingegneristica fortemente inter- e multi-disciplinare ed in grado di stimolare l'inventiva, la creatività e il desiderio di contribuire all'innovazione tecnologica, sociale e sostenibile; (b) un ventaglio di opzioni formative (*lanes*) che abbiano l'obiettivo comune di creare e consolidare conoscenze di temi specifici, sviluppare soft- e hard-skills, sostenere la crescita delle capacità di *problem finding/framing/solving*, alimentare le abilità personali e inter-personali, curare la dimensione internazionale della carriera e accrescere un'interazione fattiva con gli stakeholder. Le *lanes* saranno caratterizzate da set di attività progettuali/laboratoriali in collaborazione (*common labs*) per sviluppare competenze idonee alla visione moderna di un ecosistema ingegneristico aperto.



## 3. LA PROGETTAZIONE DI PROGRAMMI FORMATIVI ADEGUATI E APPROPRIATI PER IL CONTESTO ITALIANO

La struttura dell'offerta formativa dovrebbe essere flessibile e non ancorata rigidamente a schemi formativi che rischiano di invecchiare rapidamente. Questa flessibilità dovrebbe avere valenza interna ed esterna, dove con il primo termine si vuole indicare un piano di studi costruito dallo studente secondo le proprie inclinazioni e con riferimento alle suggestioni positive che potrebbero venire dal mondo lavorativo di prossimità e dal

## Dipartimento di Ingegneria

territorio circostante. Ma la flessibilità dovrebbe essere garantita anche verso l'esterno, in modo che lo studente possa completare la propria preparazione in altri Atenei italiani o stranieri, sempre in funzione delle aspettative di carriera dato che il corso di studio locale potrebbe avere delle inclinazioni preferenziali nei confronti del bacino territoriale da esso sotteso.

Le materie di base dovrebbero avere un ruolo prioritario nell'offerta formativa dei primi due anni ma all'interno di questa classe si dovrebbe avviare tra i docenti un ripensamento profondamente critico del contenuto dell'offerta formativa. Il riferimento è alla staticità dei programmi delle singole materie che, specie per quelle di base, contrastano spesso con i rapidi mutamenti della società, delle tecniche analitiche, della modifica degli approcci al lavoro, della delega sempre più massiva di compiti ripetitivi agli elaboratori elettronici. Pertanto, vanno innovati i contenuti di queste discipline, accompagnandole ad altre che costituiranno la base formativa della preparazione del laureato, come quelle relative all'informatica, alla statistica, all'economia.

Il recente sviluppo tecnologico ha intrapreso una strada, quella del rilievo e dell'acquisizione di grandissime quantità di dati, che difficilmente muterà nei prossimi anni. C'è l'urgente bisogno che gli ingegneri sappiano, perciò, sviluppare le proprie competenze nell'analisi dei dati, aggiungendo valore alle loro attività attraverso la dimestichezza nei confronti delle tecniche moderne, dei test statistici, dell'etica dei dati, della modellazione predittiva e della sicurezza dei dati stessi.

L'Università, inoltre, dovrebbe farsi carico dell'apprendimento di particolari categorie di utenti che hanno la necessità di formazione successiva o parallela a quella tradizionale offerta dai corsi di laurea, rapida e mirata verso particolari indirizzi scientifici a grande specializzazione (esempio, materiali da costruzione, intelligenza artificiale, strumenti moderni di progettazione, ecc.). Questo tipo di formazione, abbinato ad un apprendistato in azienda dovrebbe garantire la piena compatibilità nei confronti dell'ambiente lavorativo verso cui lo studente si rivolge. Gli apprendisti dovrebbero beneficiare di un coaching individuale esperto del particolare settore a cui vuole tendere il richiedente, con il supporto di una community che utilizza eventi, social, mentoring e programmi di leadership. L'Università, pertanto, dovrebbe contribuire a migliorare il potenziale degli studenti al di là dei titoli accademici, fornendo formazione dedicata ad una particolare inclinazione lavorativa che spesso si svela improvvisamente e tramite programmi di apprendimento dedicati a determinati aspetti, contribuendo, così, a migliorare il capitale sociale del territorio in cui si incentra.

In sintesi, gli aspetti fondamentali della formazione che proponiamo si possono riferire ai seguenti termini: approccio top-down, interdisciplinarietà e corsi multi-docente, esplorazione spazi d'innovazione, valorizzazione leadership, teamworking.

Nel seguito si illustrano i contenuti del programma formativo proposto:

### ***Core Engineering***

Mathematics

Physics

Chemistry

Basics of computer programming

Signal analysis

Basics of sensors and measurements

Smart and sustainable urban environments

Industry 4.0

IC technologies

Renewable energy

Materials and structures

Materials and instruments for life

## Dipartimento di Ingegneria

Basics of management and economics

Basic English language skill

### ***Industrial Engineering Lane***

Mechanics

Topology Optimization

Traditional manufacturing & Machine tools

Additive manufacturing

Simulations

Fluid dynamics

Fluid-Structure interactions

Computer Aided Engineering

Fatigue analysis

Noise Vibration Harshness

Life Cycle Assessment & Green design

Reverse engineering & 3D Scans

Energy production & management

Engines (electric, hybrid and thermal)

Lighting

Mechanical and thermal measurements

Robotics

Automation and controls

### ***Civil Engineering Lane***

Solids, Fluids and Soils Mechanics

Structure Modeling

Land Digital Representation

Territorial Planning

Seismic Engineering

Protection from Natural Disasters

Theory of Infrastructures and Transport Systems

Resilience and Vulnerability of Infrastructure Networks

Management and Maintenance 4.0 of Infrastructure Networks

Recycling of Building Materials

Degradation of Building Materials

Management of Environmental Resources

Sustainable Development

Consolidation and Conservation of the Existing Buildings

Building Information Modeling (BIM)

Infrastructures- Building Information Modeling (I-BIM)

Smart Cities

Smart Roads

Green and Sustainable Building

Project Management

### ***ICT Engineering Lane***

Computers

Data Analysis

Artificial Intelligence

## Dipartimento di Ingegneria

Signal processing  
Digital electronics  
Digital telecommunications  
Nanoelectronics  
Embedded systems  
Advanced sensors and measurements  
Smart cities  
Wireless technologies  
Analog electronics  
Programmable digital systems  
Project management

### ***Common labs:***

Physical data acquisition and management  
Smart infrastructures  
Predictive maintenance  
Advanced construction and manufacturing  
Lifestyle engineering

Messina, 26 aprile 2021

Il Gruppo di Lavoro del Dipartimento di Ingegneria di Messina

*(Prof. Orazio Pellegrino, Prof. Alina Caddemi, Prof. Dario Bruneo, Prof. Filippo Cucinotta, Prof. Giuseppe Sollazzo)*