



RIFLESSIONI SUL TEMA "INGEGNERIA 2040"

Contributo dell'Associazione Italiana di Systems Engineering (AISE) Chapter "Italia" di INCOSE (International Council on Systems Engineering)

L'Ingegneria del XXI secolo si distingue nettamente dal passato in ragione di una straordinaria spinta verso l'integrazione di discipline differenti che concorrono alla realizzazione di sistemi sempre più complessi aventi interazioni sempre più complesse con il loro ambiente operativo, sia fisico/cyber che socio/economico. Questa evoluzione, che procede a ritmi sempre più serrati, richiede un adattamento ad un contesto nuovo; l'ingegnere che domina una singola disciplina (elettronica, meccanica, informatica, chimica, civile, ecc.) è spesso, infatti, in grado di percepire e governare una visione solo parziale del problema che ha in carico di risolvere, laddove è invece richiesta una visione olistica, multi-disciplinare e trans-disciplinare, che veda come centro fondamentale dell'attività ingegneristica non solo il sistema in sé, nella sua visione più "tecnica", ma anche l'insieme di relazioni dello stesso con gli utenti che ne fanno uso, così come con tutti gli altri attori e sistemi che interagiscono con esso ed, in ultima analisi, con l'ambiente in cui il sistema è posto, in tutte le sue caratterizzazioni e lungo tutto il suo ciclo di vita.

Questa forte esigenza di innovazione trova la sua naturale risposta nella disciplina dell'Ingegneria dei Sistemi, o *Systems Engineering*, che dovrebbe costituire, come avviene ormai in maniera consolidata a livello internazionale, un fondamento della preparazione degli ingegneri del XXI secolo. In particolare, va superato l'approccio tradizionale che prevedeva che tale "visione sistemica" e le relative competenze (metodi, tecniche, strumenti) venissero apprese e sviluppate esclusivamente "sul campo", come risultato di lunghi anni di esperienza: "*si nasce ingegnere di disciplina e si diventa Systems Engineer*"; occorre, invece, sin dalla formazione universitaria, fornire alle nuove generazioni di ingegneri un approccio mentale (*mindset*) che sia, contestualmente con le discipline più tradizionali, intrinsecamente orientato agli aspetti sistemici. Ciò può avvenire tramite l'erogazione di corsi universitari su tematiche di *Systems Engineering* e attraverso la definizione di una vera e propria classe di Laurea (Magistrale) in *Ingegneria dei Sistemi*. In tal modo si riuscirà a colmare un *gap* di competenze che è già chiaramente percepibile a livello industriale, come evidenziato



in più occasioni anche dai diversi Soci Corporate di AISE, e che rischia di allargarsi ulteriormente nei prossimi anni.

È ormai indiscutibile, infatti, come una moderna opera di Ingegneria (da un edificio ad una infrastruttura stradale, da un'automobile ad un data center) sia un sistema ingegneristico complesso che richieda per il suo studio, progettazione, realizzazione, esercizio, manutenzione e dismissione il coinvolgimento di diverse discipline ingegneristiche necessarie per coprirne i molteplici aspetti (architettura, struttura, impianti, ICT, energy, safety, security, etc.). Tali discipline, che in passato lavoravano sul sistema "in compartimenti stagni" o con pochissime interazioni (chi arrivava dopo nella filiera doveva spesso "adattarsi" a scelte prese in precedenza a spese di una migliore soluzione), oggi devono lavorare in maniera integrata e concorrente per soddisfare i requisiti del sistema, rispettando le sempre più stringenti normative e considerandone gli impatti (economici, socio-ambientali e non solo). Nell'era del *Digital Engineering*, la creazione e gestione di un "gemello digitale" (*Digital Twin*) dell'opera ingegneristica in grado di supportarne l'intero ciclo di vita abilita ancor più un tale scenario che richiede figure ingegneristiche, gli Ingegneri di Sistema/*Systems Engineer* appunto, in grado di gestire la complessità dei sistemi permettendo ai diversi ingegneri di disciplina, comunque in possesso dei principi del *Systems Engineering*, di (co)operare con efficacia ed efficienza in maniera integrata e concorrente.

Il *Systems Engineering* è definito come: "*Interdisciplinary approach governing the total technical and managerial effort required to transform a set of customer needs, expectations, and constraints into a solution and to support that solution throughout its life.*" (ISO/IEC/IEEE 24765:2010).

INCOSE (*International Council on Systems Engineering*), di cui AISE rappresenta il Capitolo Italiano, ha, in oltre 30 anni di attività, elaborato il *Graduate Reference Curriculum for Systems Engineering* (GRCSE™, <https://www.bkcase.org/grcse/>), un ampio documento, al quale hanno contribuito decine di istituzioni universitarie, istituti di formazione e aziende internazionali, contenente una serie di raccomandazioni per lo sviluppo e l'implementazione di programmi di formazione in *Systems Engineering*. Esso potrebbe costituire una solida base sia per la definizione di insegnamenti su tematiche proprie del *Systems Engineering* che possano arricchire i corsi di Laurea di tutte le discipline ingegneristiche sia per la proposizione di una vera e propria classe di Laurea (Magistrale) in *Systems Engineering*.



L'importanza di tali tematiche non solo è già stata evidenziata nel documento Ingegneria 2040 (riferimento pag. 9 - Fig. 4: Caratteristiche attese per gli ingegneri del futuro) ma è stata ben sottolineata, tra gli altri, anche dal contributo "Riflessioni sul tema Ingegneria 2040" prodotto dal gruppo dell'Università di Messina:

- "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" (pag. 2);
- "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 da specifiche figure professionali (l'ingegnere di sistema, appunto) che al momento non sono presenti sul mercato del lavoro." (pag. 2);
- "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." (pag. 3);
- "Dovranno pertanto essere formati, oltre i classici ingegneri specialistici, con inclinazioni rivolte all'ambito civile, informatico, elettronico, industriale, nuovi ingegneri di sistema." (pag. 4);
- "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." (pag. 5).

Sperimentazioni in questa direzione hanno, sinora, riguardato essenzialmente Master Universitari (quali il Master in "Systems Engineering" dell'Università Tor Vergata di Roma ed il Master Universitario di II livello in "Systems Engineering for Maritime Technologies" dell'Università di Genova).

Da quanto discusso, emerge la necessità per il Sistema Universitario Italiano di procedere ad un allineamento rispetto agli ordinamenti ingegneristici dei paesi più industrializzati che già prevedono formazione universitaria, di base e superiore,



centrata sull'Ingegneria dei Sistemi (si vedano, limitandosi alla solo Europa, i programmi di studio disponibili su <https://www.masterstudies.com/MSc/Systems-Engineering/Europe/>).

È necessario, tuttavia, non solo rispondere prontamente alla crescente domanda di Ingegneri di Sistema ma, allo stesso tempo, introdurre in tutte le discipline ingegneristiche, già a livello universitario, i principi, i metodi e gli strumenti propri del *Systems Engineering* per consentire anche agli esperti di disciplina di governare la complessità dei sistemi ingegneristici che concorreranno a creare e gestire. Da segnalare in tale contesto, ad esempio, l'attivazione di un corso di "Ingegneria dei Sistemi e Concorrente" nell'ambito del Corso di Laurea in Ingegneria Civile dell'Università della Calabria.

AISE, in accordo alla sua missione di "condividere, promuovere e far progredire il meglio del Systems Engineering in Italia per il beneficio dell'umanità e del pianeta", manifesta tutto il suo interesse e disponibilità ad affiancare, stimolare e supportare la Copl nell'ambizioso progetto "Ingegneria 2040" affinché la disciplina del *Systems Engineering* possa contribuire alla formazione delle future generazioni di ingegneri che coniugando approccio sistemico e innovazione armonica costruiranno il domani del nostro Paese.

Roma, 07 luglio 2021

*Prof. Ing. Alfredo Garro
(Presidente AISE – INCOSE Chapter "Italia")*