

nuovo quadriennio

STREAM

Tecnico dell'industria digitale, intelligente e sostenibile



Science•Tech•Robotics•Engineering•Automation•Maths

Indice

Premessa	4
Scenario	7
Trend del mondo produttivo: focus su Industry 4.0 & Green Deal	7
Trend del mondo formativo: focus su STREAM	11
Linee strategiche	14
Vision: lo studente STREAM del Marconi	15
Mission: Green Engineering Technology 4.0 - GET4	17
Didattica e metodologie	19
Il marchio di fabbrica didattico-metodologico: Engineering Design Process per il LEAN manufacturing nell'era della Green economy	20
I Lean Learning Labs: le aree privilegiate per imparare il trasferimento tecnologico e l'industrializzazione del prodotto in epoca di sostenibilità	26
A. R&D Labs	33
B. Green Labs	34
C. Extreme Labs	35
Gestione e organizzazione	38
Tempi, contenuti, attività: il block teaching	38
Piano di studi a blocchi, con centralità della dimensione applicativa	43
Docenti: scegliere e formare la mentalità da Engineer e Project leader	50
Studenti: tipologia e orientamento	52
Spazi: fisicità e digitalizzazione	53
Riepilogo dei punti del bando ministeriale	54

Premessa

L'Istituto scolastico Marconi ha da sempre affermato la sua vocazione nel settore delle tecnologie e delle scienze, con una particolare attenzione all'**innovazione permanente**, come dimostra la storia dell'istituto fin dalla sua nascita.

Avviata nel 1974 con una sola specializzazione, la scuola si dimostra da subito estremamente innovativa: prima con l'indirizzo in Elettronica industriale, specialità molto all'avanguardia per quegli anni, quindi nel 1979 la specializzazione in Informatica, prima in tutta la regione e per diversi anni esclusiva nell'intera provincia di Trento.

Dal 1995 si aggiunge il nuovo progetto pilota provinciale che porterà all'attivazione del quinquennio di Liceo Scientifico Tecnologico, un'esperienza che è stata purtroppo interrotta ma ha avuto enorme influenza sui successivi miglioramenti nei contenuti e nelle metodologie didattiche.

In risposta alle numerose richieste del territorio, a partire dall'anno scolastico 2002/03 il Marconi avvia una sezione di corso serale "*Sirio*" per studenti lavoratori per il conseguimento del diploma di perito negli indirizzi di elettronica ed informatica.

Dal 2006 l'Istituto si arricchisce anche del corso biennale post-diploma di Alta Formazione Professionale per '*Tecnico superiore per l'Automazione ed i Sistemi Meccatronici*', antesignano degli Istituti Tecnici Superiori (I.T.S.) attivati nel 2011 a livello nazionale. Accanto a questo, dall'anno scolastico 2016/17, ha preso il via un secondo corso per '*Tecnico Superiore in Infrastrutture di rete, virtualizzazione e cloud computing*'. La novità di questi corsi non è solo rappresentata dai contenuti tecnologicamente avanzati, ma soprattutto dalla struttura, organizzazione e gestione degli stessi percorsi che vede coinvolti direttamente degli stakeholder esterni dall'istituto, in particolare l'Università di Trento, Confindustria.

Il riordino dell'istruzione tecnica nel 2010 definisce e rinnova l'offerta formativa del Marconi con l'introduzione dei nuovi indirizzi previsti dal Regolamento: ELETTRONICA, ELETTROTECNICA e AUTOMAZIONE - INFORMATICA e TELECOMUNICAZIONI - MECCANICA, MECCATRONICA ed ENERGIA.

Dal 2012-13 il Marconi è impegnato anche in una profonda riflessione sulle metodologie didattiche più adatte per potenziare l'apprendimento al passo con i tempi. Dalla *flipped classroom*, all'apprendimento differenziato, dall'uso flessibile del tempo alla didattica per scenari ecc. sono alcuni dei percorsi innovativi portati avanti dall'ITT Marconi con l'obiettivo di innovare l'organizzazione della didattica, del tempo e dello spazio del "fare scuola", utilizzando le tecnologie e i linguaggi digitali. L'innovazione didattica presuppone, infatti, un'attenta riflessione sulle metodologie in relazione ai diversi stili di apprendimento, sull'utilizzo efficace di strumenti tecnologici e digitali, nonché sull'organizzazione di nuovi spazi per l'apprendimento cooperativo. Rivedere la didattica sta comportando naturalmente anche rivedere

l'organizzazione e ridefinire il rapporto docente - studente, permettendo di superare il tradizionale concetto di aula e di tempo scuola: il ricorso a diversi strumenti digitali in modo via via più sistematico ed esteso, intende far sì che lo studente si senta sempre più al centro del proprio processo di apprendimento, in un contesto in cui il docente assume un ruolo di guida competente nel processo di scoperta, di individuazione e risoluzione del problema.

Al raggiungimento di tale obiettivo concorre anche la didattica laboratoriale, modalità peculiare dell'insegnamento delle discipline tecnico-scientifiche, che consente di acquisire il sapere attraverso il fare. Fortemente incentrata sulla risoluzione di problemi (*Problem Based Learning*), essa permette di sviluppare competenze trasversali quali la capacità di lavorare in gruppo, di operare approfondimenti in autonomia e di documentare con efficacia le attività svolte. Sulla scia del successo formativo di queste esperienze, l'ITT Marconi ha deciso di favorire la diffusione di tale modalità di lavoro attraverso differenti esperienze (si vedano più avanti i citati progetti Erasmus) e una focalizzazione specifica con le cosiddette “**classi digitali**”¹.

Dal 2019 l'ITT Marconi aderisce alla rete delle **Avanguardie Educative**, un Movimento nato nel 2014, sostenuto da INDIRE, e aperto a tutte le scuole italiane che vogliano sperimentare percorsi di innovazione didattica, sfruttando le opportunità offerte dalle ICT². A partire dall'a.s. 2019/2020, è in atto presso il nostro Istituto la sperimentazione della “**compattazione oraria**” così come prevista dal protocollo di Avanguardie Educative. La compactazione del calendario scolastico riguarda le discipline di *Tedesco* e *Scienze naturali, chimiche e biologiche* per il primo biennio³. Da queste osservazioni è stato possibile individuare alcune tipologie di uso flessibile del tempo. Non dunque una compactazione delle ore all'interno della stessa disciplina, ma un accordo fra docenti di discipline diverse che, unendo le ore, decidono insieme gli obiettivi didattici e come raggiungerli.

¹ Le classi digitali, nelle quali ogni alunno è provvisto di un dispositivo con connessione ad internet, rappresentano un framework pedagogico e organizzativo che facilita il passaggio dalla didattica per contenuti a quella per competenze. L'approccio, centrato sullo studente, contempla una serie di attività laboratoriali integrate con la didattica curricolare che rafforzano il legame tra le discipline scolastiche e il mondo del lavoro e aiutano a sviluppare l'imprenditorialità come competenza chiave. Gli studenti lavorano prevalentemente in gruppi e svolgono attività di ricerca, ma anche di selezione e valutazione dei materiali relativi a compiti di realtà, così come definiti in sede di programmazione collegiale. All'inizio dell'anno scolastico il consiglio di classe di ogni classe digitale mette a punto una progettazione comune, sceglie due o più itinerari di apprendimento che coinvolgano allo stesso modo discipline umanistiche e scientifiche e definisce delle Unità di Apprendimento trasversali ispirate agli obiettivi dell'Agenda 2030. Le Unità di Apprendimento così definite sono coerenti con i nuovi percorsi di Educazione Civica e con le tematiche afferenti i progetti Erasmus Plus ed e-Twinning in atto nell'istituto.

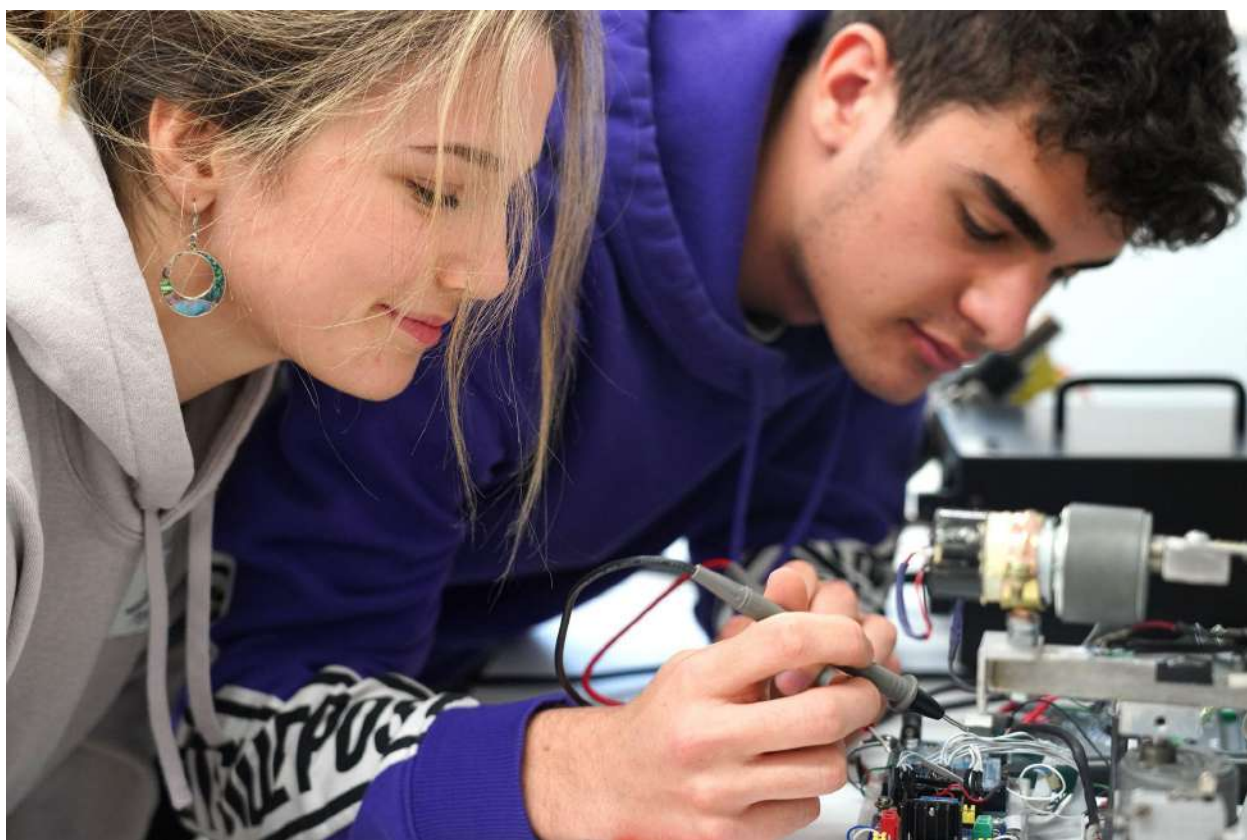
² Il nostro istituto ha aderito al Movimento adottando tre delle “*idee*” della rete: integrazione CDD/libri di testo e flessibilità oraria (e aule laboratorio disciplinari). La prima idea fa riferimento alla legge n. 128/2013, la quale prevede che le scuole possano autoprodurre materiale didattico digitale da utilizzare come libri di testo. Gli studenti partecipano attivamente alla progettazione dei testi che useranno per studiare, così da superare la logica dell'apprendimento inteso come studio mnemonico di testi predefiniti e favorire l'approccio progettuale e laboratoriale nei percorsi di apprendimento. La flessibilità oraria, che al biennio coinvolge le discipline Lingua Tedesca e Scienze della Terra, compactando il monte ore di ciascuna di esse in un unico quadrimestre, rappresenta un'innovazione didattica e organizzativa che consente di rendere intensivo lo studio di ciascuna disciplina, limitando la dispersione cognitiva degli studenti. Aule laboratori disciplinari trasformano il modello tradizionale del fare scuola creando spazi nuovi, flessibili e innovativi.

³ L'uso flessibile del tempo non si identifica di per sé come metodologia didattica, ma svolge la funzione di abilitatore per accogliere una pluralità di approcci e strategie che sposano i principi di una didattica attiva, laboratoriale e che consente agli studenti e alle studentesse di sentirsi reali protagonisti del percorso di apprendimento. Nelle esperienze sviluppate all'interno di “*Avanguardie educative*” si è potuto osservare che l'uso flessibile del tempo è stato introdotto per rispondere ad un bisogno specifico emergente dal contesto scolastico, ad esempio: la necessità di aumentare le ore dedicate ad attività laboratoriali, la riduzione del numero di discipline per evitare il sovraccarico cognitivo degli studenti, la realizzazione di attività didattiche in un'ottica interdisciplinare.

Tali esperienze metodologico-didattiche⁴ si stanno rivelando preziose *lessons learned*, che hanno contribuito ad incoraggiarci nel voler fare un ulteriore passo avanti.

Forte di questa storia ed in linea con gli obiettivi del Programma di sviluppo provinciale per la XV legislatura, l'Istituto Tecnico Tecnologico Marconi con i propri indirizzi di Automazione, Informatica e Meccanica, sintesi dei tre settori della Meccatronica, si inserisce all'interno della filiera formativa del nascente Polo della Meccatronica di Rovereto, che vede nell'asse dell'istruzione e formazione del capitale umano uno dei propri pilastri portanti.

Ecco perché si partecipa a questo Avviso ministeriale e provinciale sui nuovi percorsi quadriennali, dove l'innovazione non sia solo incrementale ma radicale, e non fine a sè stessa, bensì in risposta agli stimoli provenienti dagli scenari aziendali, professionali ed educativi.



⁴ Altre sperimentazioni innovative di applicazione del digitale alla didattica si stanno rivelando la **Biblioteca digitale** e **WeBe RADIO**. Riguardo a quest'ultima, si tratta di una vera e propria web radio, costituita e gestita da una rete di scuole distribuite sul territorio provinciale, e precisamente dalle seguenti scuole: Tecnico Tecnologico "Marconi" di Rovereto (capofila), Istituto Tecnico Economico "A. Tambosi" di Trento, Istituto di Istruzione "La Rosa Bianca" di Cavalese/Predazzo. Ogni istituto costituisce una redazione autonoma con dispositivi propri di trasmissione coordinati da una regia in un unico palinsesto. Nasce come forma di didattica sperimentale e innovativa tesa al coinvolgimento diretto e motivazionale dei giovani: uno strumento poliedrico e multidisciplinare che permette di allenare competenze sia tecniche che comunicative. L'obiettivo primario è quello di utilizzare uno strumento digitale avanzato per facilitare la didattica e l'inclusione, attraverso la creazione di podcast/streaming e di momenti di progettazione comune docente- discente.

Scenario

Al fine di legittimare in maniera appropriata la figura e il percorso proposti nel presente progetto, il primo passo non può che essere uno sguardo approfondito su ciò che sta accadendo e sulle linee di tendenza non congiunturali, sia nel mondo economico e aziendale in generale, sia nel mondo educativo e accademico in particolare.

La parte di orizzonte che si intende qui restituire in massima sintesi riguarda l'ambito dell'automazione e dell'industrializzazione di prodotto, entro cui si sono manifestati da tempo - e via via consolidati come caratteri evolutivi dominanti e trainanti - alcuni trends strutturali.

Trend del mondo produttivo: focus su *Industry 4.0* & *Green Deal*

I documenti strategici di politica industriale più recentemente pubblicati dal *Ministero italiano dello sviluppo economico* portano la titolazione di “**Transizione 4.0**”⁵, con riferimento alla convergenza tra quei fenomeni epocali, definiti *Industry 4.0* e *Green New Deal*, facendo un continuo riferimento alle parole “ricerca & sviluppo, innovazione e design”.

Il termine **Industry 4.0** (altrimenti definito con sfumature differenti *New Manufacturing*, *Digital Manufacturing* etc.) sta a indicare il presente stadio storico-evolutivo del fenomeno conosciuto come rivoluzione industriale, che ha modificato strutturalmente e pervasivamente le nostre vite, il modo di produrre ricchezza e il volto stesso del pianeta. Se la prima rivoluzione industriale era centrata sulla tecnologia del vapore e la meccanizzazione di processi prima affidati a forze naturali, animali o umane; se la seconda rivoluzione industriale vedeva l'applicazione dell'elettricità alle macchine e la serializzazione concatenata dei processi già meccanizzati; se la terza rivoluzione industriale derivava dall'introduzione dell'elettronica e dei computer ai processi produttivi; ecco che la cosiddetta quarta rivoluzione industriale riguarderebbe la digitalizzazione sempre più pervasiva di tutti gli aspetti di processo e di prodotto. Lo stadio attuale dell'era industriale deriverebbe e genererebbe una gigantesca convergenza di settori molto differenti, grazie alle tecnologie digitali e alla loro trasversalità. Per usare una metafora, è come se le tecnologie precedenti avessero guardato il potenziamento dei differenti arti e organi del nostro

⁵ Cfr. Cos'è il Piano Transizione 4.0 è la nuova politica industriale del Paese, più inclusiva e attenta alla sostenibilità <https://www.mise.gov.it/index.php/it/incentivi/impresa/transizione-4-0/transizione-4-0-2019-2020>

corpo, per poi passare al potenziamento dei sensi e infine approdare al potenziamento della nostra mente, che integra e guida tutto il resto.

Vengono quindi ricomprese tipologie industriali che spaziano dalla *Cybersecurity* ai *Big Data*, dall'*Internet of Things* alla *Digital fabrication*, dall'*Artificial Intelligence* alla *Augmented Reality*. Ai fini del presente progetto, ci si concentra sulla tipologia della cosiddetta di **Manifattura avanzata**, ovvero ci si riferisce a **sistemi robotici** (robot, cobot, ecc.) che intervengono in ausilio o in sostituzione dell'attività umana all'interno di processi di produzione o di erogazione di servizi. Le soluzioni di manifattura avanzata permettono di migliorare le performance dell'impresa supportando l'uomo, ad esempio, nella fabbricazione, costruzione, manipolazione di materiali pesanti, pericolosi, in ambienti proibitivi e non compatibili con la condizione umana, ma anche in attività ripetitive o a bassa utilità, così da poter dedicare più tempo ad attività a maggiore valore aggiunto. Il monitoraggio delle strumentazioni permette la raccolta di dati digitali, mentre diverse applicazioni concorrono ad elaborarli in tempo reale così da sincronizzare i processi produttivi e far avanzare la produzione.

Il management sempre più integrato di macchinari e processi gestiti in forma digitale concorre a formare quella che si usa definire **Fabbrica intelligente**, con preciso riferimento alla armonizzazione di meccanismi e fasi produttive in funzione di scelte definite da un'attenta lettura d'insieme di enormi quantità di dati, a cui occorre dare senso.

Il termine **Green Deal** (associato anche ai concetti di Sostenibilità e di Riduzione dell'impatto ambientale, così come di Tecnologie verdi) fa riferimento a un macro-plan industriale della Commissione Europea così denominato⁶, ma più in generale si riferisce alle politiche economiche di investimento nella direzione della cosiddetta *Green Economy*⁷, ovvero la grande sfida di conciliare tutela ambientale naturale e sviluppo tecnologico umano, all'insegna di una visione dello *sviluppo* distinto dal concetto di mera *crescita* quantitativa.

Sul versante ambientale, **sostenibilità** significa ridurre il consumo di energia e le emissioni di gas serra, per evitare l'esaurimento e il degrado delle risorse naturali, per garantire i bisogni delle generazioni di oggi senza compromettere i bisogni delle generazioni future. Sul versante produttivo, sostenibilità significa ottimizzare l'efficienza delle risorse e minimizzare gli sprechi, verso l'ideale di una economia circolare (di riuso e rigenerazione) e non solo di consumo (per sua natura distruttivo). Le imprese che oggi si sono incamminate verso questa innovazione strutturale⁸, nell'ambito qui di interesse ma non solo, stanno attuando quelli che vengono definiti "processi di trasferimento tecnologico e trasformazione digitale delle imprese": una vera industria 4.0 si caratterizza per la fortissima **digitalizzazione**, processo di ristrutturazione che intende proporsi non solo come ottimizzazione dei costi ma in senso più lato come sostenibile. Le tecnologie digitali rappresentano quindi uno dei principali fattori abilitanti della trasformazione verde.

Gli investimenti pubblici e privati - sia che li si voglia interpretare come esito di una spinta interna alle logiche del capitalismo moderno, sia che li si voglia intendere semplicemente come spirito dei tempi, perfino "moda" del tempo - stanno puntando con enorme

⁶ Cfr. ISPI, *Europa: l'ora del Green Deal* (2021)

https://www.ispionline.it/it/pubblicazione/ispitel-europa-lora-del-green-deal-31138?gclid=Cj0KCQiAxc6PBhCEARIsAH8Hff3YOZ9a7DV-H08Kla0ixdHg1SNVFAYSOVb9h6wXi3vfQeRWMM80dvQaAIZ2EALw_wcB

⁷ Cfr. la definizione della Treccani: "forma economica in cui gli investimenti pubblici e privati mirano a ridurre le emissioni di carbonio e l'inquinamento, ad aumentare l'efficienza energetica e delle risorse, a evitare la perdita di biodiversità e conservare l'ecosistema."

⁸ Cfr. esempi nel *Portale per la digitalizzazione delle imprese* <https://www.atlantei40.it/>

forza verso questa direzione della transizione eco-logica 4.0, ossia di convergenza tra i due dimensioni che per molti aspetti nelle precedenti ere industriali si ritenevano incompatibili, ovvero la dimensione del progresso economico e quello del rispetto e difesa dell'ambiente, sia sociale che naturale⁹. Il che comporta una revisione non solo dei prodotti e non solo dei processi, ma dell'approccio stesso al modello economico e produttivo.

A tal punto si sta ponendo l'enfasi su questa nuova fase industriale che persino in alcuni recentissimi documenti europei, si sta introducendo perfino il termine "**Industria 5.0**", cercando di definire le linee di ulteriore sviluppo del processo irrefrenabile della già in atto rivoluzione 4.0 dell'era industriale. L'idea dell'industria 4.0, come menzionato sopra, fa della fabbrica un luogo nel quale operano i cosiddetti *cyber-physical systems* (CPS), cioè sistemi fisici integrati con i sistemi informatici: l'industria 4.0 mira a rendere la produzione "smart", cioè flessibile e autonoma, e i prodotti sempre più connessi e personalizzati; per farlo sfrutta una serie di tecnologie abilitanti, tra cui realtà aumentata, cloud, robotica intelligente e collaborativa, cyber security. Alla base dell'Industria 4.0 c'è sicuramente una diffusa sensorizzazione di sistemi di produzione e prodotti: ancora una volta, tecnologie già esistenti, ma giunte a maturazione e a parametri di costo tali da consentirne una diffusione capillare.

L'idea della cosiddetta quinta rivoluzione industriale, invece, sposterebbe l'attenzione dal valore per gli azionisti a quello per gli *stakeholder*, con benefici per tutti gli interessati. L'industria 5.0 cerca di catturare il valore delle nuove tecnologie, assicurando una prosperità non limitata solo al lavoro e alla crescita, rispettando i limiti del pianeta e mettendo il benessere del lavoratore dell'industria al centro del processo di produzione. In questo senso il trend forte sottostante è quello della convergenza, anche qui abbattendo quella che un tempo era una dicotomia, tra umanesimo e industrializzazione: l'Industria 5.0 **human-centric** vuole fare i conti con le promesse della digitalizzazione avanzata, dei big data e dell'intelligenza artificiale, sottolineando il ruolo che queste tecnologie possono svolgere per affrontare nuove esigenze emergenti nel panorama industriale, sociale e ambientale. Piuttosto che prendere la tecnologia emergente come punto di partenza ed esaminare il suo potenziale per aumentare l'efficienza (dal potere al dovere, in ottica di massimizzare il profitto), un approccio umano-centrico nell'industria mette i bisogni e gli interessi umani fondamentali al centro del processo di produzione (dal dovere al potere, secondo l'imperativo kantiano, in ottica di massimizzazione del bene per tutto il creato). Bisogna chiedersi, insomma, che cosa la tecnologia può fare per noi e non che cosa sarebbe teoricamente possibile fare con le nuove tecnologie.

L'attenzione alla trasformazione digitale e sostenibile della manifattura non è certo nuova, ma solo da poco si è davvero concretizzata in indicazioni normative strategiche, sia a livello globale che europeo che perfino locale. Il recentissimo **Patto per lo sviluppo sostenibile in Trentino**, siglato a gennaio 2022¹⁰) declina con precisione 6 missioni, tra cui segnaliamo le prime quattro:

⁹ Innovation post, *La sfida della transizione digitale ed ecologica per la manifattura italiana* (nov 2021) <https://www.innovationpost.it/2021/11/06/la-sfida-della-transizione-digitale-ed-ecologica-per-la-manifattura-italiana/>

¹⁰ Cfr. <https://www.provincia.tn.it/Argomenti/Focus/PNRR-Piano-Nazionale-di-Ripresa-e-Resilienza> e https://www.ufficiostampa.provincia.tn.it/content/download/195882/3272377/file/PNRR_per_il_Trentino_Slide.pdf

- Missione 1 - Digitalizzazione, innovazione, competitività, cultura e turismo
- Missione 2 - Rivoluzione verde e transizione ecologica
- Missione 3 - Infrastrutture per una mobilità sostenibile
- Missione 4 - Istruzione e ricerca.

Ai fini del presente progetto, ci risultano particolarmente significative la Missione 1 (alla "Componente 2: digitalizzazione, innovazione e competitività del sistema produttivo") e 2 (e con un occhio anche alla Missione 3, in vista di un possibile futuro percorso post-diploma centrato sulla *e-Mobility*). Questi obiettivi strategici hanno strettamente a che fare, a monte o lungo il loro sviluppo o a valle, con quanto menzionato finora relativamente all'industria 4.0 e alle competenze in essa coinvolte e richieste.

Passiamo quindi a esaminare alcuni dei trend maggiormente significativi nel mondo formativo, in coerenza con i trend economico-produttivi fin qui delineati.



Trend del mondo formativo: focus su STREAM (STEM + Robotics + Automation)

Lo scenario economico-produttivo del mondo industriale, che abbiamo dianzi sintetizzato nelle parole chiave riportate in grassetto, sta presentando alla scuola sfide di enorme interesse. Quali politiche educative vengono adottate, come si stanno muovendo le migliori scuole al mondo e quali profili competenziali vengono promossi?¹¹

L'Unione Europea¹² ha da tempo definito alcune priorità, tra cui molto marcatamente da una decina d'anni le materie cosiddette **STEM**¹³, da rilanciare vista la loro apparente bassa attrattività ma assoluta priorità nella nostra società industriale, riprendendo un più generale trend partito dagli USA a inizio del terzo millennio, che si sta dimostrando vincente anche in termini occupazionali¹⁴.

E' importantissimo notare fin da subito che l'educazione STEM significa molto più dell'addizione delle materie indicate nell'acronimo: è una filosofia dell'educazione che abbraccia abilità e materie di insegnamento in un modo che assomiglia alla vita reale. Ecco perché una delle componenti-chiave di un percorso STEM è senz'altro l'**integrazione** tra insegnamenti, non considerati come discipline giustapposte (si fa spesso l'esempio dei *silos*), ma come aree di competenze e attività tagliate trasversalmente da lezioni che partono da problemi, indagini che aprono percorsi di ricerca, progetti che giungono a prodotti interdisciplinari, secondo **ecosystems approaches**¹⁵. Si tratta quindi di un'**attenzione sistemica all'apprendimento**, dove le specializzazioni vengono riportate dentro interdipendenze e processualità, partendo da quello che oggi si tende a definire **work-based approach**, in linea con il modo in cui lavoriamo e risolviamo i problemi nella nostra vita quotidiana. Raramente infatti un lavoro richiede solo un set di abilità, tanto più in un'epoca di digitalizzazione pervasiva, dato che il mezzo digitale spinge per sua natura ad integrare dimensioni, processi, prodotti.

¹¹ Un ottimo inquadramento viene fornito dai sempre interessanti materiali dell'ADI (Associazione Docenti/Dirigenti Italiani): <http://adiscuola.it/pubblicazioni/stem-e-stream-definizioni-curricoli-ruolo-delleconomia-gap-di-genere/>

¹² L'impegno europeo verso le STEM è dimostrato non solo da documenti strategici, ma anche da percorsi formativi per docenti, come quelli di European Schoolnet Academy, <https://www.europeanschoolnetacademy.eu/courses/course-v1:STEAM.IT+IntegrSTEM.Secondary+2020/about> e altre iniziative formative <https://www.t3europe.eu/en/t3-europe> di integrazione delle tecnologie dentro l'insegnamento, nonché le ormai numerosissime competizioni nazionali e internazionali di matematica, scienze, robotica ecc.

¹³ Cfr. il report Scientix "Education Policies in Europe" del 2018 dedicato proprio a STEM http://www.scientix.eu/documents/10137/782005/Scientix_Texas-Instruments_STEM-policies-October-2018.pdf/d56db8e4-cef1-4480-a420-1107bae513d5

¹⁴ L'occupabilità di profili STEM conferma il nesso armonico tra una preparazione scientifico-tecnologica e i trend economici presentati nel paragrafo precedente, cfr. Rapporto annuale di Alma Laurea, 2020: https://www.almalaurea.it/sites/almalaurea.it/files/docs/universita/occupazione/occupazione18/almalaurea_occupazione_rapporto2020.pdf

¹⁵ Nel doc di Scientix (cit. sopra) si legge: "When STEM education is placed at the "intersection" of science, technology, engineering and mathematics, its meaning is usually expanded to refer to a rupture with "traditional" teaching. An integrative STEM education usually implies multidisciplinary teaching and is directed at developing students' problem-framing and problem-solving skills, as well as their ability to contextualize scientific concepts to real-life situations".

Da un punto di vista pedagogico generale, l'approccio STEM è riconducibile a **metodologie didattiche problem-based**¹⁶, in cui i saperi vengono funzionalizzati attraverso percorsi di risposta a sfide iniziali o a compiti di reale utilità esterni alle discipline, in modo che l'apprendimento di contenuti e abilità avvenga in modo per così dire indiretto, essendo la mente e il cuore dei discenti concentrati verso lo scopo da raggiungere, che consiste appunto nell'arrivare (spesso in gruppo) al premio della soluzione/prodotto finale.

L'incontro in ambito educativo tra l'approccio PBL e il movimento STEM è stato quanto mai fecondo, con particolare evidenza nel settore ingegneristico, in quanto naturalmente vocato alla progettualità e a percorsi in cui gli studenti si misurino con soluzioni da prototipare e prodotti da creare, nonché naturalmente propenso alla collaborazione con il mondo aziendale¹⁷.

Il movimento STEM si è via via differenziato in sotto-percorsi che danno maggiore enfasi ad una delle sue componenti o a una modalità applicativa. Per l'interesse del presente progetto, menzioniamo la recente **declinazione STREAM**, a dare enfasi alla **R** di **Robotics**, considerata oggi irrinunciabile da chi lavora specificamente in ambito di istituti tecnico-tecnologici, con forte vocazione alla meccatronica rappresentata dalla **E** di **Engineering**., aggiungendo poi la **A** di **Automation** per declinare appropriatamente al campo industriale la **T** di **Technology**.

Quando si parla di **Robot Learning** si fa riferimento ad un territorio di intersezione tra l'*Intelligenza artificiale*, la *Robotica* e il cosiddetto *Apprendimento automatico*, termini semanticamente densi, che restituiamo qui di seguito in una veloce sintesi, utile poi a indirizzare la progettazione didattica.

Artificial Intelligence (AI) è un termine generico e si riferisce a sistemi o macchine che imitano l'intelligenza umana, ovvero i processi di percezione (raccolta dati dall'ambiente), interpretazione (semantizzazione dei dati) e decisione (attivazione/attuazione) in ottica dinamica ed evolutiva, ovvero non statica e rigida, ma adattandosi e imparando.

Robotics indica quella parte avanzata dell'ingegneria - e più specificamente della *meccatronica* - che studia e sviluppa metodi che permettano a un robot di eseguire dei compiti specifici riproducendo in modo automatico il lavoro umano; è definita una *tecnologia esponenziale* proprio perché via via ibridata dalla AI, quindi sempre più verso macchine che possano apprendere dall'ambiente e interagire attivamente con esso, evolvendo quindi non linearmente ma con accelerazioni e salti consentiti proprio dalla ricorsività dell'apprendimento.

Per **Machine Learning** (ML) si intende un sottoinsieme dell'intelligenza artificiale che si occupa di creare sistemi che migliorano le performance delle macchine in base ai dati che utilizzano. Attualmente il ML è utilizzato ovunque, ad esempio quando interagiamo con le banche o

¹⁶ Per una definizione iniziale di Problem-based Learning), si veda <https://www.metodologiedidattiche.it/2017/12/09/project-based-learning/>, <https://scintille.it/cose-il-problem-based-learning-apprendimento-basato-sul-problema/>, <https://www.educazionedigitale.it/problem-based-learning/> e infine <https://projects.unitn.it/formid/it/approfondimenti/pc-pbl/>

¹⁷ A titolo esemplificativo, citiamo i seguenti studi sul PBL in area ingegneristica STEM <https://www.cambridge.org/core/books/abs/cambridge-handbook-of-engineering-education-research/problem-based-and-project-based-learning-in-engineering-education/9C55E87D3A8C5B145BB696EC12A9CDBE> e <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212827120308672> e <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042810002429> e <https://ieeexplore.ieee.org/document/9125341> e [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-94-6209-143-6_7#:~:text=Project%2Dbased%20learning%20\(PBL\),%2C%20%26%20Lamb%2C%202007](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-94-6209-143-6_7#:~:text=Project%2Dbased%20learning%20(PBL),%2C%20%26%20Lamb%2C%202007)

acquistiamo online o utilizziamo i social media, ma ai fini del presente progetto interessa il ML applicato ai processi produttivi ingegneristici industriali.

Il territorio di intersezione che esce da questi tre campi sovrapposti studia e applica tecniche per consentire ai robots di acquisire capacità adattive rispetto agli stimoli ambientali, dentro cui i robots devono collocarsi, interagire e “decidere” flessibilmente emulando l’apprendimento umano, che consente di agire-reagire a seconda dei dati raccolti, della loro interpretazione e degli scopi che sono stati prefissati. Il risultato di questa convergenza sono robot industriali sempre più “consapevoli” della situazione in cui operano e delle persone con cui interagiscono, riuscendo ad imparare dai propri errori verso una maggiore efficienza, efficacia, sicurezza e - in ottica green - sostenibilità. L’introduzione di robot intelligenti nelle catene produttive porta al cosiddetto **Smart manufacturing**, ovvero luoghi e processi di lavoro dove agli uomini è sempre meno affidato il compito direttamente costruttivo e sempre più quello indirettamente cognitivo, ovvero di programmazione intelligente delle macchine: riutilizzando la metafora precedente, si tratta sempre meno di fare manutenzione degli arti e organi, per raffinare sempre più i sensi e concentrarsi su una sempre migliore formazione della mente, che sia essa stessa in grado di fare auto-diagnosi e di auto-correggersi.



Il mondo accademico e della formazione ha da tempo sviluppato percorsi attorno al **trittico AI, Robotics, ML**¹⁸. Solo di recente però le istanze delle aziende e hanno contribuito a spingere affinché anche le scuole superiori anticipino quegli percorsi formativi¹⁹. Questo scenario sia lavorativo che scolastico costituisce l’orizzonte anche del presente progetto.

¹⁸ Cfr. i percorsi online MIT

<https://ocw.mit.edu/courses/electrical-engineering-and-computer-science/6-036-introduction-to-machine-learning-fall-2020/>, EdX <https://www.edx.org/learn/machine-learning>, Coursera <https://www.coursera.org/learn/machine-learning> e Udemy <https://www.udemy.com/topic/machine-learning/>, che si aggiungono ai numerosissimi percorsi accademici delle migliori università al mondo, dagli Stati Uniti (es. [Berkeley](#)) alla Cina (es. [Shanghai](#)); l’esempio forse più famoso è quello del Robotics Institute della Carnegie Mellon University <https://www.ri.cmu.edu/> assieme a .

¹⁹ Cfr. alcune *high-schools* centrate sul nesso STEM-Engineering-Robotics:

<https://www.santasusana.org/school-of-letters-and-sciences/stem-robotics-and-engineering> e <http://www.hths.mcvsd.org/>, così come organizzazioni a promozione del mix di STEM ed Engineering <https://www.teachengineering.org/>. E’ interessante notare come nei ranking americani rientrino ai primi posti scuole con queste caratterizzazioni o percorsi, dove oltre ai contenuti conta naturalmente anzitutto il metodo con cui vengono svolti: <https://www.usnews.com/education/best-high-schools/national-rankings> o <https://www.usnews.com/best-colleges/rankings/engineering-doctorate-mechanical>, <https://thebestschools.org/rankings/k-12/best-public-high-schools/> e <https://www.niche.com/k12/search/best-public-high-schools/>.

Linee strategiche

Dal macro al micro: dopo la precedente panoramica, si può rivolgere lo sguardo alla realtà del Marconi con maggiore consapevolezza. Il Marconi offre già percorsi di eccellenza rispetto a quanto delineato precedentemente²⁰, il presente progetto intende innestarsi armoniosamente su di essi, ibridandone gli aspetti più specificamente legati all'*Engineering*, accelerando sull'incorporazione delle istanze dell'*Industry 4.0* e soprattutto offrendo un approccio e sviluppo metodologico in coerenza con le premesse di scenario e la visione di un profilo professionale attrattivo per il mercato del lavoro in generale, così come per il contesto locale.



²⁰ Le brochure dei percorsi offrono un'ottima sintesi: <https://www.marconirovereto.it/meccanica> <https://www.marconirovereto.it/automazione/itemlist/tag/elettrotecnica> <https://www.marconirovereto.it/informatica>

Vision: lo studente STREAM del Marconi

Quali sono le competenze necessarie per formare un futuro *Engineer 4.0*?

Per rispondere alla domanda, rialziamo lo sguardo e ci domandiamo a nostra volta cosa e perché riteniamo necessario aprire un percorso nuovo, su quale figura in uscita, con quale areale di competenze e quali outcomes formativi. Il primo passaggio fondamentale è pertanto quello di chiarire a cosa dovrebbe puntare un nuovo percorso scolastico tecno-ingegneristico di tipo STEM. In altre parole: quale visione abbiamo del futuro studente del Marconi di tipo STEM con focus sull'area ingegneristica?

Nelle riunioni del gruppo di progetto, sentiti specialisti e *stakeholders*, sono risultate essere quattro le aree di competenza essenziali di questo profilo, come quattro sono le lettere dell'acronimo STEM:

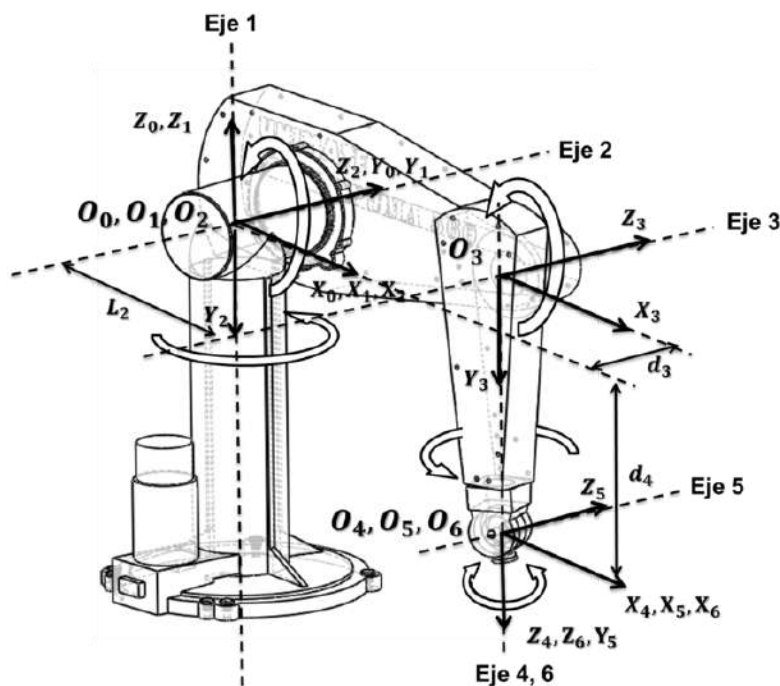
- **S - Sciences** focalizzate sulla **Physics**: la Fisica è la scienza regina della modellazione dei fenomeni naturali, energetici e meccanici, a cui aggiungere la parte di sostenibilità ed ecologia propria delle Scienze naturali; qui va intesa non tanto nella sua declinazione teorica, ma come *Applied Physics*, dentro cui recuperare molti aspetti che oggi vengono svolti nei laboratori di Elettrica/Elettronica e Meccanica
- **T - Technology** centrate sul **Machine Learning**: la programmazione delle macchine in ottica di automazione e internet delle cose, ovvero di *Coding* avanzato (ad esempio oggi utilizzando il linguaggio *Python*); a corredo della parte software va compresa naturalmente quella hardware, di informatica ed elettrotecnica in funzione delle macchine industriali automatizzate²¹
- **R - Robotics** di tipo industriale, ovvero la programmazione e l'utilizzo avanzato di tutti gli strumenti meccanici progettati per compiere un determinato lavoro in autonomia rientrano, grazie a quegli strumenti multi-funzione riprogrammabili che definiamo appunto robots, in grado di realizzare a gran velocità e ripetitività una speciale connessione intelligente tra percezione ed azione
- **E - Engineering** con applicazione alla *Industrial Robotics* attuale (Elettronica, Meccanica, Automazione, Meccatronica), quindi al complesso insieme di microcontrollori, nanotecnologie, sensori e attuatori, stampa 3D ecc. per operazioni di monitoraggio, acquisizione e analisi dei dati, simulazione, diagnostica e manutenzione predittiva, che contribuiscono a vario titolo alla robotica per l'automazione
- **A - Automation** di tipo industriale, ovvero l'impiego coordinato di soluzioni tecnologiche allo scopo di sostituire gran parte del lavoro umano, oggi superando di gran lunga la semplice meccanizzazione (sostituzione, iniziata con la rivoluzione industriale, del lavoro fisico dell'uomo con le macchine), poiché si stanno automatizzando sempre più le attività che

²¹ Per una eccellente presentazione di cosa e come si presenti la robotica industriale, si vedano le slide del prof. Alessandro De Luca (dip. Ingegneria Informatica, Automatica e gestionale dell'Università La Sapienza di Roma) http://www.diag.uniroma1.it/~deluca/rob1_en/01_IndustrialRobots.pdf

potremmo ricondurre alla mente umana, di pianificazione e supervisione del processo produttivo, a partire dagli ordini, dalla catena degli approvvigionamenti e dalla gestione dei magazzini, fino alla diagnostica dei guasti e alla riconfigurazione di segmenti della produzione

- **M - Mathematics** come strumento cognitivo trasversale, ovvero come formalizzazione della logica (Aristotele) e linguaggio della fisica (Galileo), nella dimensione attuale di del pensiero computazionale (da ricondurre alle tecnologie del *Machine Learning*) di integrazione tra codici formali e macchine, software e hardware, algoritmica e programmazione, piegata quindi ad una applicazione che contribuisca alla capacità di modellizzazione dei processi; una matematica quindi a supporto sia della meccanica che dell'informatica, ovvero per un *Coding* dei linguaggi di programmazione più adatti all'ingegneria meccanica (come ad es. *Python*, *MATLAB* e *Java*).

Lo studente **STREAM-Engineer** del Marconi lavorerà con robot cosiddetti di seconda e soprattutto terza generazione, ossia macchine autonome dotate di sistemi di intelligenza artificiale che consentono di generare in autonomia algoritmi di apprendimento automatico e di



verificare in maniera autonoma la loro coerenza rispetto alle operazioni da eseguire in un dato contesto ambientale. Nelle configurazioni più avanzate, i robot autonomi possono infatti agire per raggiungere determinati obiettivi: se i robot attualmente più diffusi sono orientati ad automatizzare un processo ripetitivo, sostituendo l'uomo in quel particolare frangente, i robot di nuova concezione adottano le logiche della *industry 4.0*, la fabbrica intelligente, che vede i dispositivi interconnessi e funzionalmente autonomi. Tra gli obiettivi del paradigma *5.0*, ulteriore evoluzione prevista per l'attuale

modello 4.0 (si veda il capitolo sullo Scenario), vi è per l'appunto la diffusione dei cosiddetti robot di terzo livello, capaci di apprendere e decidere in maniera autonoma grazie alla presenza di reti neurali ed alla capacità di scrivere in proprio gli algoritmi necessari per supportare le loro operazioni.

Mission: Green Engineering Technology 4.0 - GET4

Definito l'areale di competenze secondo quattro/sei dimensioni STEM/STREAM, occorre specificare il modo di realizzare questa Visione, secondo un percorso al passo coi tempi e coerente con le premesse. Una prima definizione che porti ad integrazione le varie anime del Marconi, coerentemente con gli scenari evolutivi macro e micro, porterebbe al titolo di "Industry 4.0 Engineer" (naturalmente in prospettiva e presupponendo ulteriori percorsi formativi) A questa va però aggiunta la collocazione che la Green Economy ci impone, nella direzione di una sostenibilità dell'ambiente naturale e umano, in modo che i due aggettivi non solo siano sempre più compatibili, ma addirittura se ne perda la distinzione.

La Missione che ne risulta è quella di formare un **tecnico dell'industria digitale, intelligente e sostenibile**, ovvero un **futuro professionista nel sempre più vasto campo che possiamo definire dell' Industry 4.0 of Green Engineering**.

Le competenze-traguardo che caratterizzano una figura di questo tipo non sono circoscrivibili ad uno specifico settore, ben compartimentato, ma si pongono a cavallo tra quelli che ad oggi sono *Subjects* e materie divise, spesso per ragioni più organizzative che di reale sensatezza riferita alla didattica e al lavoro reale. Si intende pertanto proporre questo nuovo percorso quadriennale proprio con la deliberata intenzione di integrare integrazione di tutti i 3 settori del Marconi, ovvero Informatica (Big Data e IoT), Automazione (con Elettronica), Meccatronica (con Energia), per creare una figura massimamente flessibile e di impiego variegato nella filiera della produzione industriale avanzata, laddove si faccia uso intensivo delle tecnologie digitali.

Una figura che potrà ulteriormente specializzarsi in percorso accademici, come il corso in **Management and Industrial Systems Engineering** dell'Università di Trento (Ingegneria)²², e di ulteriore formazione professionale, come quelli svolti dal nostro stesso istituto e altri simili di formazione tecnica superiore²³.

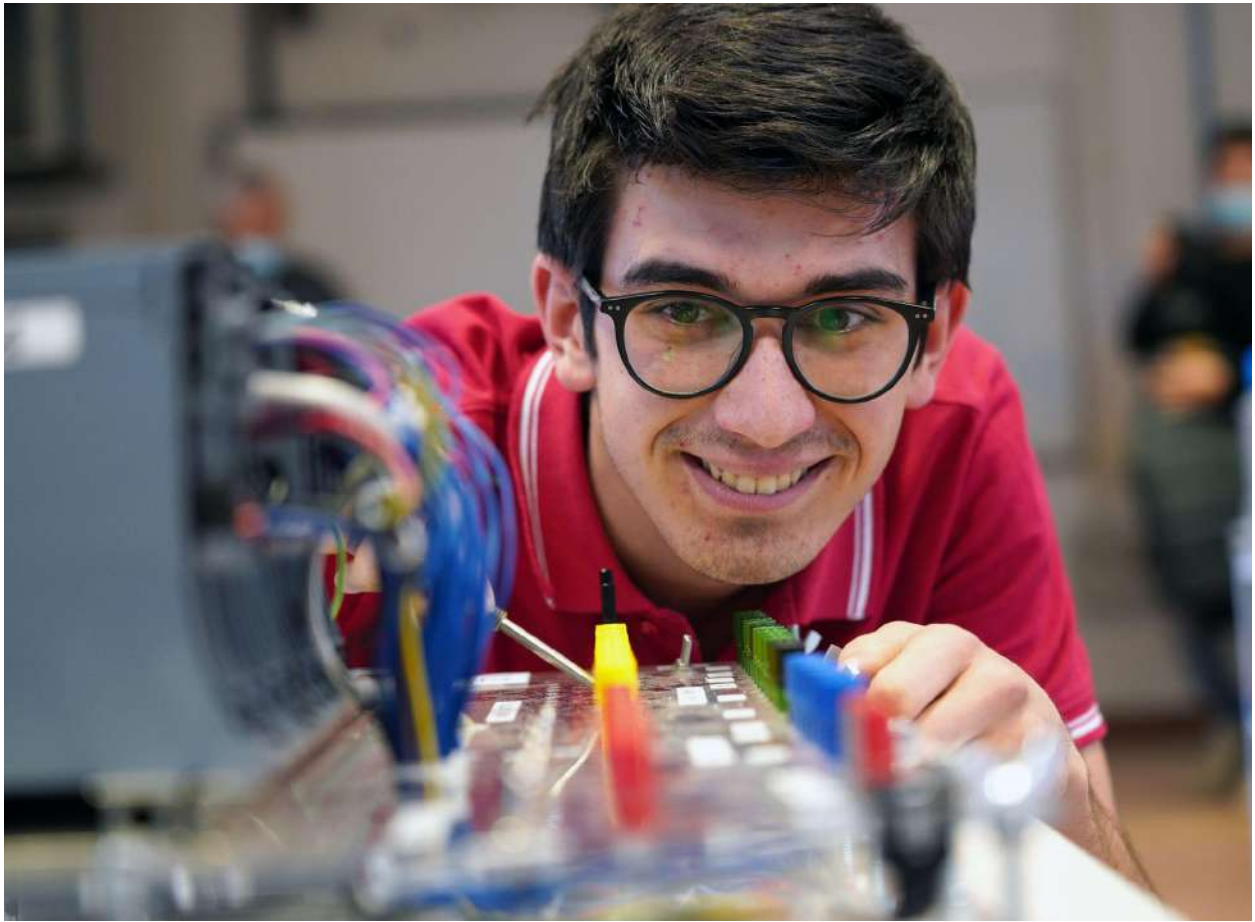
In particolare sarà facilitato il raccordo con i due corsi di Alta Formazione Professionale di *Tecnico superiore per l'automazione e i sistemi meccatronici* e *Tecnico superiore per le infrastrutture di rete, virtualizzazione e cloud computing* dell'ITT Marconi (vedi schede sui progetti di continuità e orientamento con i percorsi in uscita).

²² Cfr. <https://offertaformativa.unitn.it/it/lm/management-industrial-systems-engineering>. Vale la pena di riportare qui la profilazione del corso, per comprendere come il presente processo si ponga in linea con questo scenario formativo:

*"I sistemi industriali moderni sono caratterizzati da una spiccata complessità che necessita di una visione olistica per la loro gestione. La recente **evoluzione e pervasività delle moderne tecnologie digitali**, che caratterizza i nuovi paradigmi produttivi ed economici grazie a potenzialità cognitive e di connettività, sta profondamente modificando il contesto operativo e il ruolo dell'ingegnere nell'industria. All'ingegnere è oggi richiesto di cogliere le sfide poste dall'innovazione tecnologica e saperle applicare e gestire nell'ambito della complessità sistemica in cui è chiamato ad operare, adottando approcci multidisciplinari e interdisciplinari che richiedono approfondite conoscenze e competenze tecniche ed ampie conoscenze e capacità economico-organizzative.*

*Il corso di laurea magistrale in Management and Industrial Systems Engineering, **interamente in lingua inglese**, si propone di formare ingegneri con le competenze necessarie per gestire e governare efficacemente i processi che stanno caratterizzando il nuovo paradigma produttivo e la correlata rivoluzione industriale. Il percorso formativo fornisce una competenza molto solida e bilanciata sia nelle **discipline tecniche** sia nelle discipline relative alla **gestione della complessità sistemica** dell'industria moderna, considerando anche **aspetti economico-organizzativi** e le sfide derivanti dalla **sostenibilità ambientale** e dalle **tecnologie digitali** nello sviluppo industriale."*

²³ A titolo esemplificativo si veda il profilo formativo e professionale del **Tecnico superiore per l'industrializzazione di prodotto e di processo** https://archivio.pubblica.istruzione.it/dq_post_secondaria/allegati/industria/prodotto.pdf, profilo che sta alla base di vari percorsi di Istruzione Tecnica Superiore (in Trentino di Alta Formazione Professionale), come <https://itsmaker.it/courses/area-digital-industry-4-0/processi-industriali/>, <https://mat.tn.it>.



Didattica e metodologie

Chiarito lo scenario, definita la missione, occorre ora spiegare in che modo si intende raggiungere gli obiettivi formativi e dimostrare come questo verrà fatto in modo innovativo, sia dal punto dell'impiego della tecnologia che, soprattutto, nell'impianto didattico. La didattica rappresenta qui quello che l'ingegneria significa per il processo industriale: l'insieme dei metodi e dei mezzi impiegati per garantire un certo risultato.

Pertanto, se la figura deve modellarsi su un processo industriale sempre più integrato, la didattica stessa non potrà non seguire la logica e i passi di quel processo. Non potrà, insomma, non proporre un'erogazione dei processi formativi che non preveda questa integrazione, tra le discipline così come tra i prodotti così come tra i soggetti.

Cominciamo con il chiederci ***“come lavorano le scuole più innovative nel settore e le aziende meglio organizzate?”***

La conferma che occorre un nesso molto stretto tra ciò che si fa in azienda e ciò che si deve fare a scuola viene proprio da quegli istituti che hanno preso più radicalmente la via dell'innovazione metodologica e si sono imposti come scuole top nel mondo, come anche segnalato nel capitolo precedente sui “trends del mondo formativo”. Anche limitandosi al mondo della formazione qui di interesse, ovvero il campo ingegneristico e meccatronico²⁴, è evidente lo sforzo di funzionalizzare gli insegnamenti delle discipline (in senso specialistico) alle processualità lavorative (in senso progettuale), per imitare il mondo reale, dove **la razionalizzazione della catena produttiva di derivazione tayloristica ha incontrato la flessibilità del lavoro a progetto propria del mondo del design.**

In questo senso si nota da anni - e la metodologia STEM non è che l'esempio più recente - una tendenza a spostare il focus didattico dalla parcellizzazione e addizione dei saperi alla complessità e intreccio di essi in una dinamica produttiva e di sviluppo secondo fasi cruciali. Le indicazioni migliori per fare in modo di tradurre in concreto questa convergenza vengono ancora una volta dal mondo reale, ovvero nel nostro caso dal **management** dei processi produttivi.

²⁴ Cfr. i percorsi sull'*Industrial Robotics Engineering*: <https://www.ri.cmu.edu/education/courses/>, e molte altre realtà di punta, cfr. *Best Mechanical Engineering programs*: <https://www.usnews.com/best-colleges/rankings/engineering-doctorate-mechanical> e <https://www.usnews.com/best-graduate-schools/top-engineering-schools/mechanical-engineering-rankings>.

Il marchio di fabbrica didattico-metodologico: *Engineering Design Process* per il **LEAN manufacturing** nell'era della **Green economy**

Qual è la strategia e la metodica più diffusa nelle aziende altamente organizzate in area ingegneristica, per piccole come grandi produzioni?

Da anni in area industrial-ingegneristica, così come in base all'esperienza del Marconi e ai nostri rapporti con le aziende del territorio e oltre, è stata individuata come riferimento la **Lean production**²⁵, al centro delle riflessioni e applicazioni in organizzazioni di tutto il mondo.

Solitamente si riassumono i punti chiave di quella che viene definita "produzione snella" con termini quali "eliminazione totale degli sprechi", "minori costi di produzione", "riduzione del tempo per fare il prodotto/servizio", "puntualità e qualità" ecc. Qui desideriamo mettere in evidenza non solo questi ben noti aspetti di razionalizzazione del processo, ma anche quelli di reazione flessibile ai cambiamenti di scenario e alla capacità di adattamento del processo in un mondo mai pienamente prevedibile.

In quello che è passato alla storia come il *Toyota Production System* (TPS, e poi anche altre definizioni, tra cui TQM *Toyota Quality Management* e *Lean Thinking* ecc.), sono stati enucleati alcuni principi cardine (generalmente cinque):

1. *Valore*: bisogna identificare le attività di valore, adottando però il punto di vista del cliente, non tanto il proprio giudizio soggettivo, e una prospettiva di lungo periodo
2. *Mappatura delle connessioni di valore*: bisogna identificare il flusso del valore dall'approvvigionamento delle risorse fino alla vendita, con un approccio olistico (guardare l'insieme dà senso al particolare) e sistemico (il tutto è più della somma delle parti), cercando di eliminare tutte le "scorie valoriali" ovvero tutto ciò che appesantisce e non aggiunge valore reale (nella prospettiva di una produzione finalizzata al desiderio del cliente)
3. *Creazione del flusso*: occorre agevolare la dinamica delle connessioni di valore, rimuovendo gli ostacoli che bloccano o rallentano il processo e "lubrificando" i cosiddetti vincoli o passaggi obbligati (*constraints*) attraverso un monitoraggio continuo
4. *Priorità della fase "a valle"*: va data enfasi alla domanda del cliente, che deve "tirare" il processo produttivo e non viceversa, ovvero va adottato un "*pulling system*" in vece che un "*pushing system*", rovesciando l'approccio "dal produttore alla domanda del consumatore" in "dalla *user-experience* del cliente indietro alla produzione"
5. *Miglioramento continuo*: va esteso a tutti gli aspetti e ambiti una tendenza alla perfezione, intesa non come dato ma come tendenza all'eccellenza, grazie alla continua *process-review*, monitorati attentamente e revisionati/corretti periodicamente, in

²⁵ Cfr. definizioni in <https://www.leanproduction.com/agile-manufacturing/>, <https://www.planview.com/resources/guide/what-is-lean-manufacturing/> e <https://www.twi-global.com/technical-knowledge/faqs/faq-what-is-lean-manufacturing>; e un'efficace sintesi video per studenti, prodotta da Confindustria <https://www.youtube.com/watch?v=JO0okqrEKI>

un'ottica di accorciamento del percorso che va dalla domanda alla vendita (l'ideale del "just in time").

Questo modello produttivo trova le sue radici quindi in un più generale modello di gestione della progettazione²⁶ o **Project Management**, ma rappresenta una vera e propria filosofia, che si fonda su una certa visione dell'uomo, al cui centro sta un paradigma di autonomia condivisa e quindi di fiducia verso le capacità del soggetto di analizzare, rielaborare, decidere.

Questo approccio e queste metodiche sono state estese in vari ambiti in modo assai proficuo, come quello della programmazione di software, nel cui campo ha preso il nome di **Agile manufacturing**²⁷, pratica di lavoro che in generale promuove la **continua interazione tra sviluppo e testing**, con la caratteristica differenza verso la più tradizionale metodologia "a cascata": la fase di test non viene effettuata solo al termine dello sviluppo, ma durante tutta la fase di creazione del prodotto o servizio.

Da quanto precede emerge chiaramente che **l'Industrial Engineering²⁸ della robotica industriale avanzata in ottica Industry 4.0, combinato con il Lean management, costituisce** il modello di riferimento per dare carattere e volto a come fare scuola in questo nuovo quadriennio, ne costituisce insomma **l'opzione metodologica di fondo e pervasiva**.

Non si tratta di ingegnerizzare i processi formativi, cosa che in realtà è avvenuta nell'educazione moderna improntata alla *programmazione didattica* (termine di estrazione appunto ingegneristico-informatica e legato ad una psicologia comportamentista). Al contrario, proprio come l'ingegneria della fabbrica intelligente è flessibile e progettuale, sensibile ai vari inputs e auto-correttiva, così la didattica che si modella su di essa deve incorporare sempre più intelligenza e reattività.

In che senso e in che modo passare dal Lean in azienda al Learning a scuola? Come si declina in termini educativi e didattici quello che avviene nei processi di progettazione propri dell'ingegneria contemporanea, quella legata all'industria 4.0?

Un buon viatico è proposto da quello che oggi viene definito **Engineering Design Process²⁹**, una razionalizzazione del processo di ingegnerizzazione di un prodotto/processo/servizio dentro cui le materie STEM vengono vivificate e applicate con una enfasi sui processi decisionali (**Decision-making processes**) e la ricorsività continua.

Proprio come nella dinamica aperta dell'apprendimento umano, questo processo presenta per sua stessa natura una forte interattività e passaggi apparentemente rigidi, in realtà intimamente progettuali, che possiamo riassumere nei seguenti sette step fondamentali:

²⁶ Cfr. PM: <https://www.projectmanager.com/blog/what-is-lean-manufacturing>

²⁷ Cfr. Agile Manifesto del 2001: <https://agilemanifesto.org/iso/it/manifesto.html> e definizione https://en.wikipedia.org/wiki/Agile_manufacturing

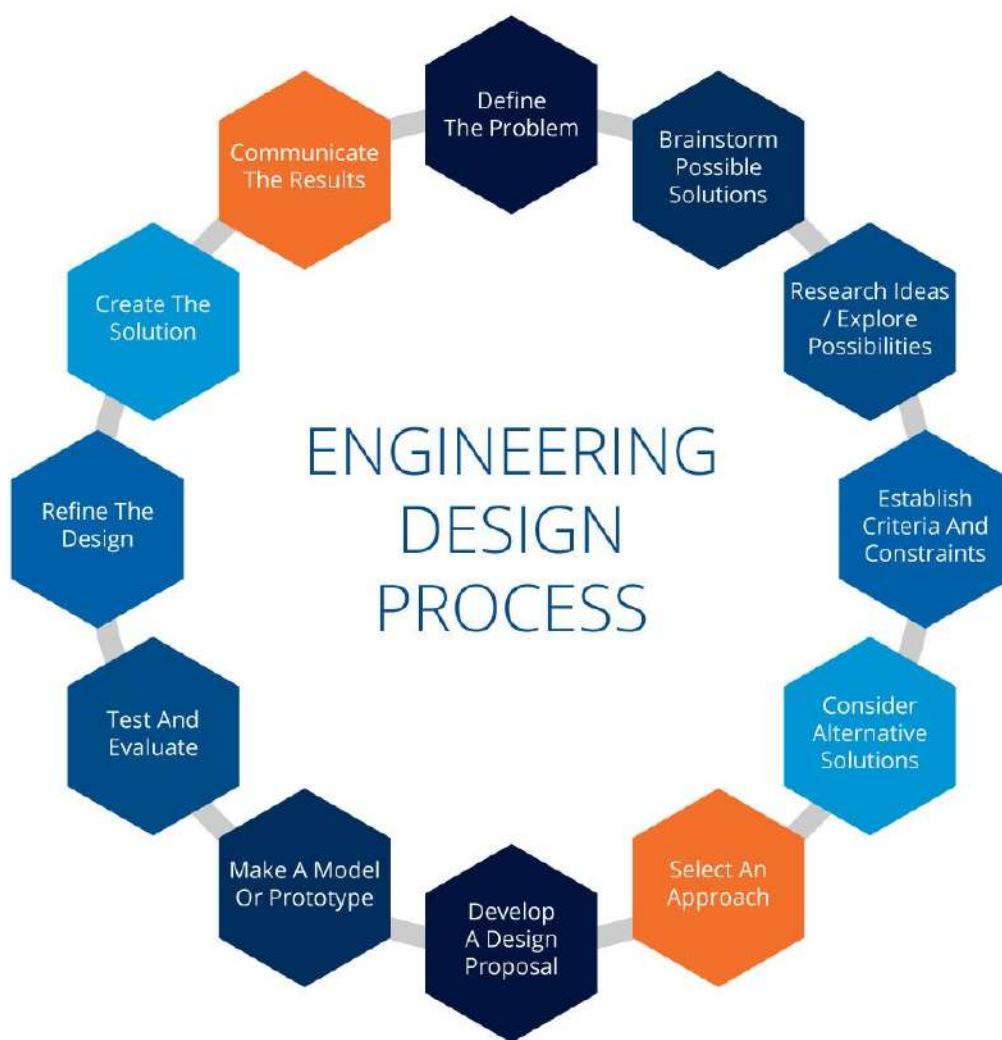
²⁸ Per una definizione di *Industrial Engineering* utile a comprendere questa prospettiva formativa, si vada ai percorsi dedicati al *management* di questo settore produttivo, come il nostro <https://offertaformativa.unitn.it/it/lm/management-industrial-systems-engineering>.

²⁹ Per una definizione generale si veda https://en.wikipedia.org/wiki/Engineering_design_process; per una sintesi tra questo approccio e il più generale approccio STEM, si veda il sito specificamente dedicato all'insegnamento delle materie ingegneristiche <https://www.teachengineering.org/populartopics/designprocess>; per un'ottima esemplificazione si veda quella fornita da TWI

<https://www.twi-global.com/technical-knowledge/faqs/engineering-design-process#:~:text=The%20engineering%20design%20process%20is,%2C%20prototyping%2C%20testing%20and%20evaluation>

- I. **PROBLEMA** - la fase del cosiddetto *Problem-setting/shaping* o definizione dell'oggetto problematico, del suo campi di azione e degli elementi di questo campo, senza dare per scontato nulla e tenendo conto della reticolarità tipica di chi deve affrontare non problemi lineari ma complessi
- II. **RICERCA** - la fase di approfondimento degli aspetti contenutistici coinvolti nel problema, ma anche di raccolta delle informazioni relative ai vincoli e risorse a disposizione, quindi di acquisizione dei dati utili al percorso risolutivo, esplorando le possibili direzioni di lavoro e anche facendo *benchmarking*, ovvero cercando lo stato dell'arte delle soluzioni proposte
- III. **IPOTESI** - la fase del cosiddetto *Brainstorming* o sessione creativa, per generare idee e proposte di lavoro, alternando momenti di divergenza e convergenza in maniera ripetuta, in modo da forzare le rigidità ed evitare il pericolo di non considerare fecondi percorsi risolutivi o di irrigidirsi su un'unica versione
- IV. **PIANO** - la fase di pianificazione del lavoro, considerando le fasi di sviluppo, i tempi necessari, le risorse a disposizione - sia strumentali che umane - e le variabili in campo; in questa fase rientrano tecniche specifiche di Project management, che per la Lean production fanno riferimento al cosiddetto *Kanban* (successivamente illustrato), ma anche di attenta prefigurazione dei costi
- V. **PROTOTIPAZIONE** - la fase di sviluppo di prodotto in forme ancora via via sempre più vicine alla versione industrializzabile, ovvero alla versione che può essere compatibile con processi e strumentazioni della produzione industriale effettivamente esistente, ma con un occhio all'evoluzione continua anche di questi stessi, in funzione di scenari sempre più *green-compliant*
- VI. **SOLUZIONE & TEST** - la fase di verifica delle funzionalità del prototipo e soprattutto della sua sostenibilità, in termini sia ambientali, in modo da correggere e/o integrare aspetti ed elementi che ne migliorino sia la performance che l'estetica che l'economicità; attenzione che nella logica *Lean* e *Agile* il testing (come tutto il processo) sono fortemente ricorsivi e trasversali, proprio per evitare di accorgersi troppo tardi dei correttivi da adottare
- VII. **COMUNICAZIONE** - la fase finale di presentazione dei risultati testati, cercando di valorizzare gli aspetti del prodotto che fungono da risposta ai bisogni iniziali e soluzione ai problemi di partenza
- VIII. **VALUTAZIONE & REDESIGN** - la fase di valutazione finale e di revisione continua, sia perché lo prevede il processo *Lean* di miglioramento continuo, sia perché si deve essere aperti alle istanze di innovazione del mercato.

Queste **8 fasi** - il numero 8 è bello anche per la suggestione del movimento continuo del tipo del nastro di Moebius, tipico della mentalità Lean di revisione continua - possono essere ulteriormente scomposte, come nella seguente sintesi grafica³⁰, ma sono comunque variabili a seconda delle definizioni e dell'enfasi data ad alcuni momenti:



E' in questo **spostamento del focus dalle verticalità delle discipline alla orizzontalità, trasversalità e circolarità dei processi** che si realizza la sovrapposizione dei saperi e l'interdisciplinarietà.

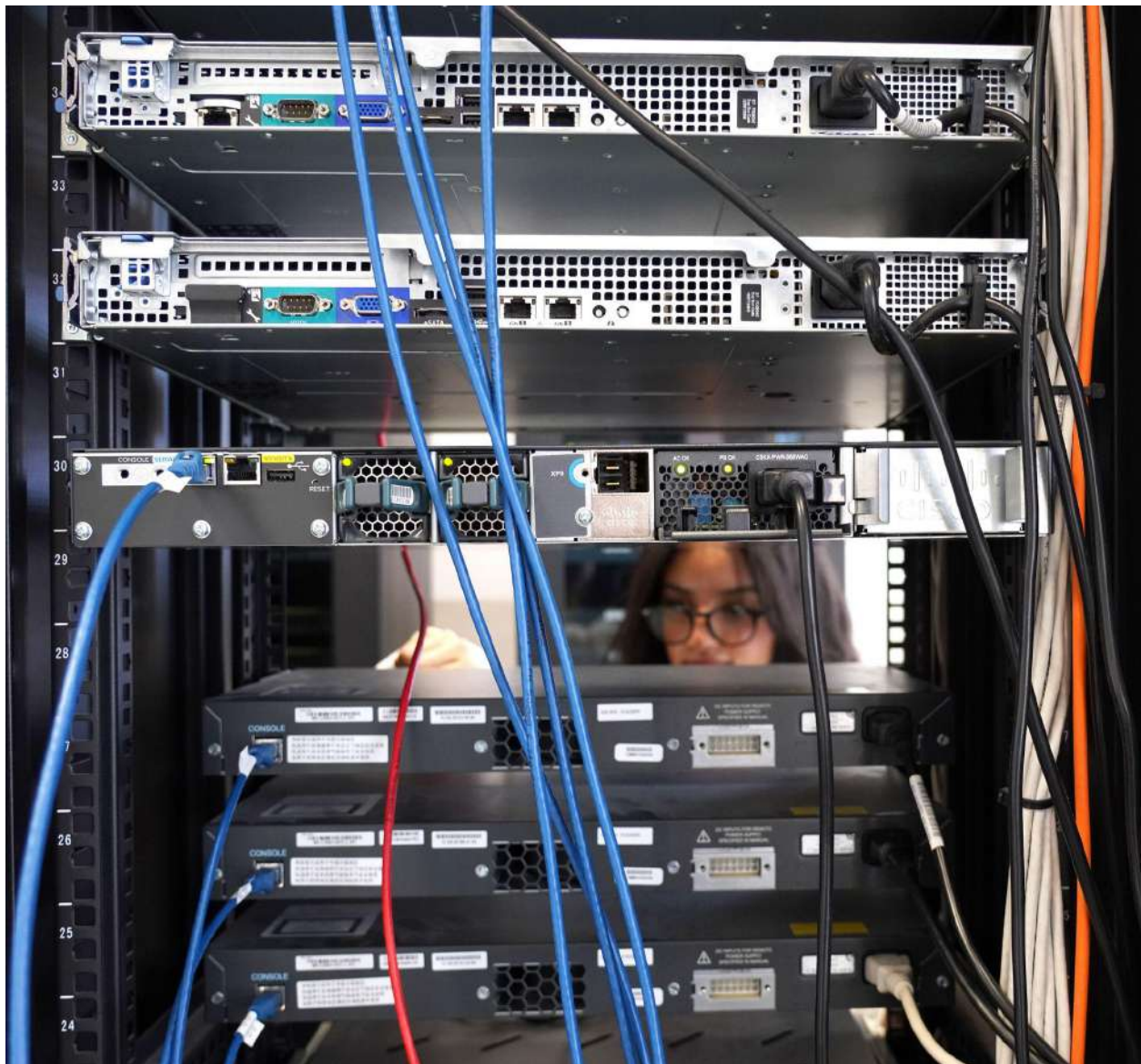
Naturalmente non tutta la didattica può esser svolta così, ma gran parte della didattica può e deve tradursi in percorsi lavorativi che tengano conto di questa processualità, grazie all'impiego intensivo della **laboratorialità**. intesa come dimensione di apprendimento e non come comparto di attività, come quindi un modo di intendere ogni momento del fare-scuola e non solamente il trasferirsi fisico degli studenti dall'aula a uno spazio-laboratorio dotato di strumentazioni. Idealmente non vi dovrebbe essere più questa distinzione, esattamente come nelle aziende

³⁰ Altre versioni, altrettanto valide, sono quelle visibili su altri siti dedicati e con specifica attenzione per le STEM in scuole del secondo ciclo, ad es. https://www.teachengineering.org/PDF/edp/TE_EDPTeacherMaterials_24x36.pdf

digitalizzate non è più facile distinguere quello che un tempo era il lavoro dei cosiddetti “colletti bianchi” negli uffici tecnici e degli operai in produzione.

Si tratta quindi di pensare, impostare e svolgere attività di laboratorio pensate in modo non esecutivo come successiva esercitazione a una teoria passata frontalmente, ma come vero e proprio luogo di lavoro e apprendimento intrecciati in modo inestricabile e indistinguibile.

La sfida prioritaria di questo nuovo quadriennio - di tipo metodologico-didattica assai prima che contenutistica - è quindi quella di far incontrare le tecnologie avanzate proprie del mondo produttivo e le strategie e metodiche di gestione dei processi produttivi con percorsi di apprendimento che siano - diciamo allora così - di **Lean learning**.



I Lean Learning Labs: le aree privilegiate per imparare il trasferimento tecnologico e l'industrializzazione del prodotto in epoca di sostenibilità

Poiché per rinforzare i curricula STEM uno dei punti forti è la collaborazione progettuale tra istituzioni scolastiche e mondo dell'impresa, occorre domandarsi: ***come possiamo emulare nell'organizzazione didattica questi processi reali, mantenendo naturalmente l'enfasi sull'apprendimento (e non sul semplice addestramento)?***

Si tratta qui di trovare la quadra, per così dire, tra l'impianto tradizionale delle scuole, che procede per insegnamenti abbinati a docenti competenti in quella disciplina, e attività laboratoriali di tipo progettuale, in cui conta il flusso e che chiamano in causa tutta una serie di *competenze trasversali* ai saperi e di *management* di processo.

Tra le parole d'ordine di una scuola tecnico-tecnologica che voglia ispirarsi alla realtà non possono non esserci quelle di:

- **trasferimento tecnologico**³¹: si intende in generale il passaggio dalla ricerca al business, frutto della collaborazione tra ricerca (universitaria e non) e imprese, ovvero l'insieme di tutte quelle attività che sono alla base del passaggio di una serie di fattori (tra cui conoscenza, competenze, metodi di fabbricazione, campioni di produzione e servizi, specifiche tecnologie innovative ecc.) dall'ambito della ricerca scientifica a quello del mercato.

Poiché la valorizzazione dei risultati scientifici e tecnologici sviluppati nei centri di ricerca ricopre un ruolo fondamentale e sempre più rilevante in termini di sviluppo economico - ed è considerato il motore per accompagnare la transizione da un tessuto produttivo manifatturiero alla cosiddetta società basata sulla conoscenza (*knowledge-based economy*) -, ne risulta che i centri di ricerca oggi non possono più presentarsi come enti astratti rispetto alle istanze del territorio e del mondo produttivo³². come testimoniano

- **industrializzazione di prodotto**: si intende quel processo di cerniera tra la progettazione del prodotto in senso stretto e la sua commercializzazione, ovvero tutto l'insieme delle fasi che dall'idea, passando per i prototipi e il loro *testing*, portano ai prodotti finiti, attraverso le tecnologie industriali per la loro implementazione e realizzazione. Prevede quindi un approccio alla progettazione che tiene conto non solo delle specifiche funzionali, di contesto applicativo e di design del prodotto, ma anche delle possibili tecnologie costruttive e della fattibilità di realizzazione mediante la tecnologia scelta per produrlo. I disegni tecnici, la progettazione, le simulazioni, i test, ecc. sono tutte azioni che fanno parte del processo di industrializzazione. Nelle aziende di certe dimensioni esiste un vero e proprio reparto di Industrializzazione Prodotto, che si propone come reparto cuscinetto funzionalmente collocato in mezzo ad altri reparti o perfino un centro interdisciplinare, crocevia di competenze fortemente orientato ai *core business* aziendali, fondamentale anello di congiunzione tra le aree Tecnica e di Produzione.

³¹ Per una definizione generale, si veda Treccani <https://www.treccani.it/enciclopedia/trasferimento-tecnologico/>

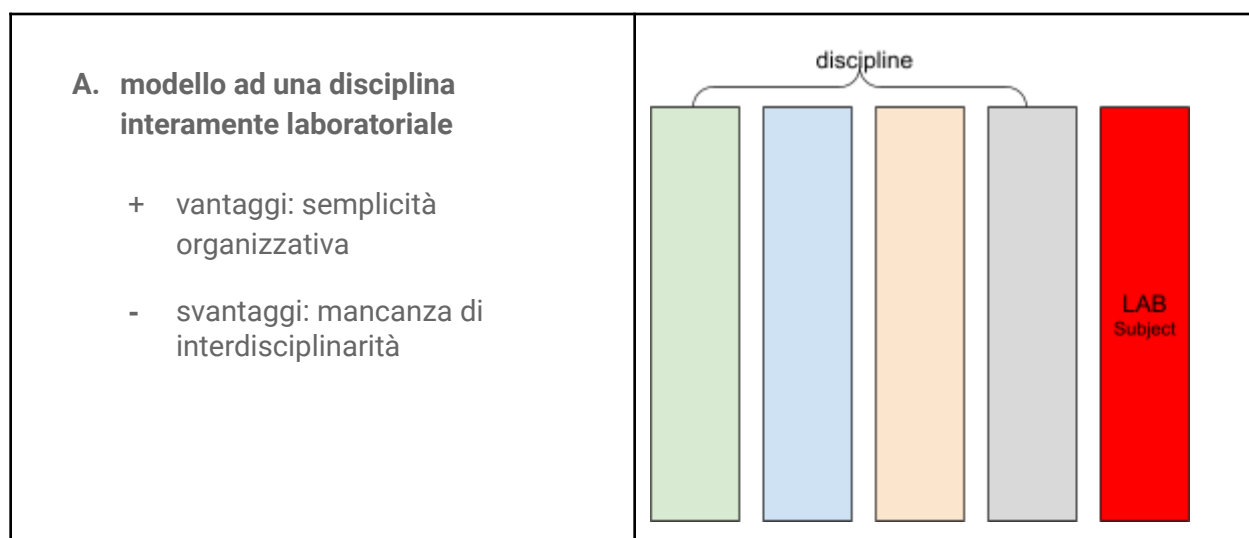
³² Cfr. gli sforzi dell'Università di Trento <https://www.unitn.it/102193/trasferimento-tecnologico> o di altri atenei italiani, es. <https://www.polito.it/imprese/trasferimento/>

Vista l'importanza strategica, in questi ultimi anni sono stati aperti molti percorsi formativi attorno alle figure deputate a presidiare questo processo strategico, come già i precedentemente citati percorsi di **Tecnico superiore / Alta Formazione Professionale** attivi anche presso l'ITT Marconi³³.

Torniamo quindi a domandarci: **come possiamo modellare la didattica sui processi di trasferimento tecnologico (dalla ricerca alla produzione) e di industrializzazione (dall'idea al prodotto)?**

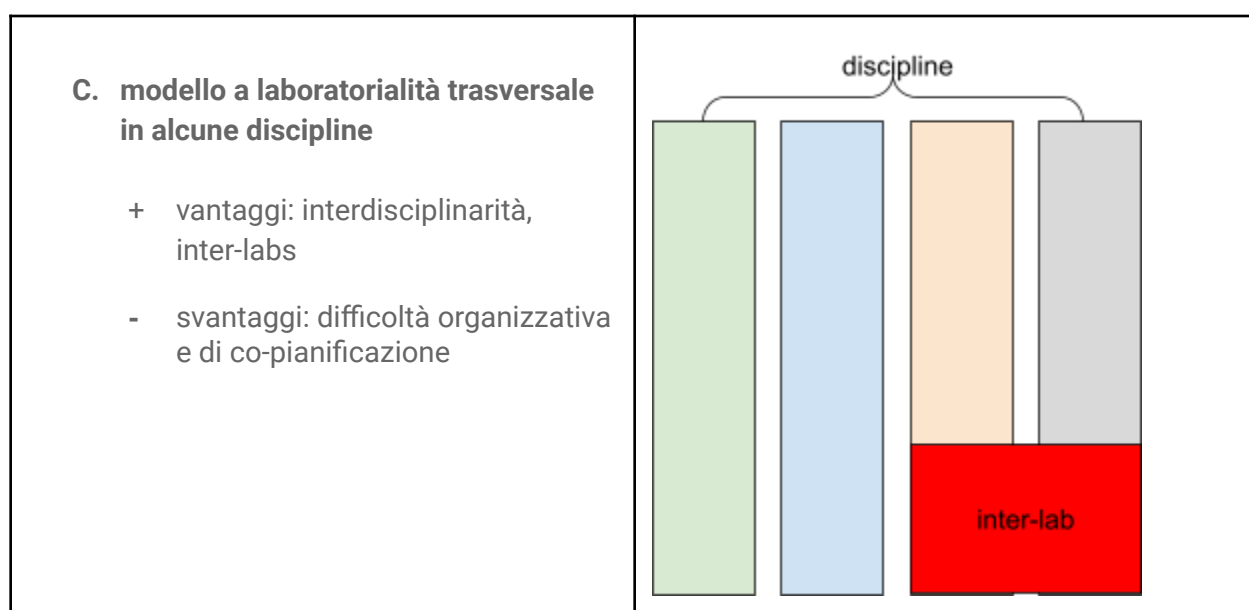
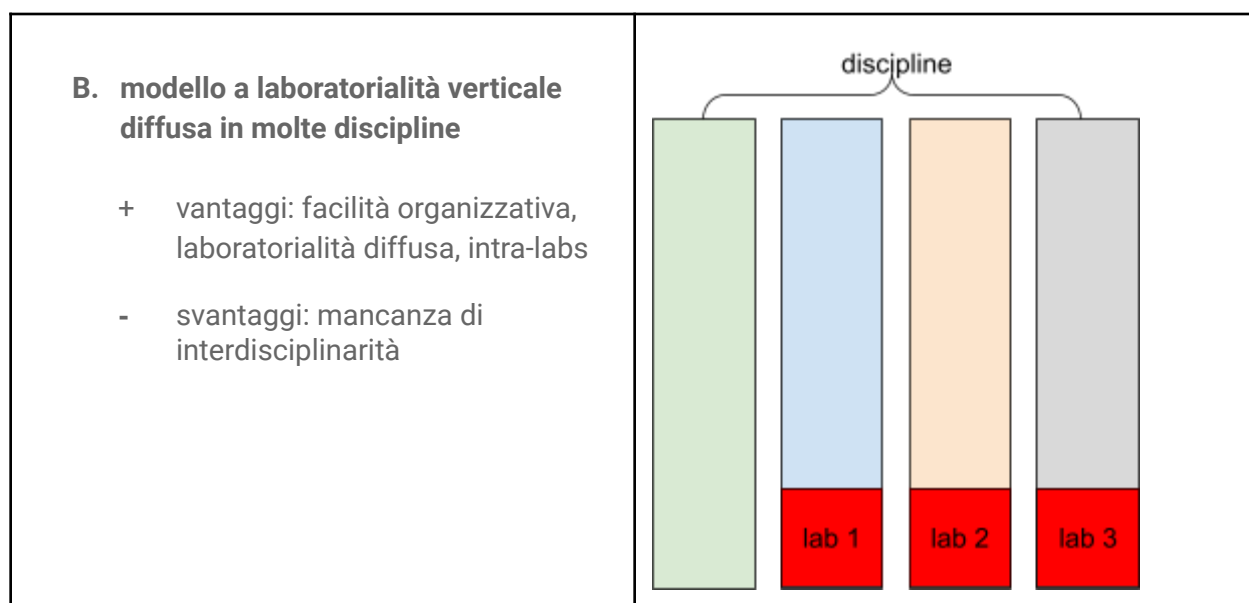
Se il lavoro effettivo di un ingegnere dell'automazione digitale e sostenibile oggi si misura con queste parole d'ordine, allora queste stesse non possono non essere integrate nel lavoro scolastico, in particolare nella laboratorialità didattica, che dovrebbe essere la dimensione formativa di maggiore emulazione del lavoro reale.

Possiamo ricondurre i **modelli di attivazione della didattica attraverso progetti e laboratori** sostanzialmente alle seguenti tipologie³⁴:



³³ Cfr. <https://www.pont-tech.it/tecnico-superiore-per-lindustrializzazione-del-prodotto-e-del-processo-ifts/>
<https://mat.tn.it>

³⁴ Cfr. slide "Modelli didattico-organizzativi lezione-laboratori"
https://docs.google.com/presentation/d/1nAJdzqfGNMuY_cfBAaUCebuXqxnptiZHbGAPiegTysA/edit?usp=sharing

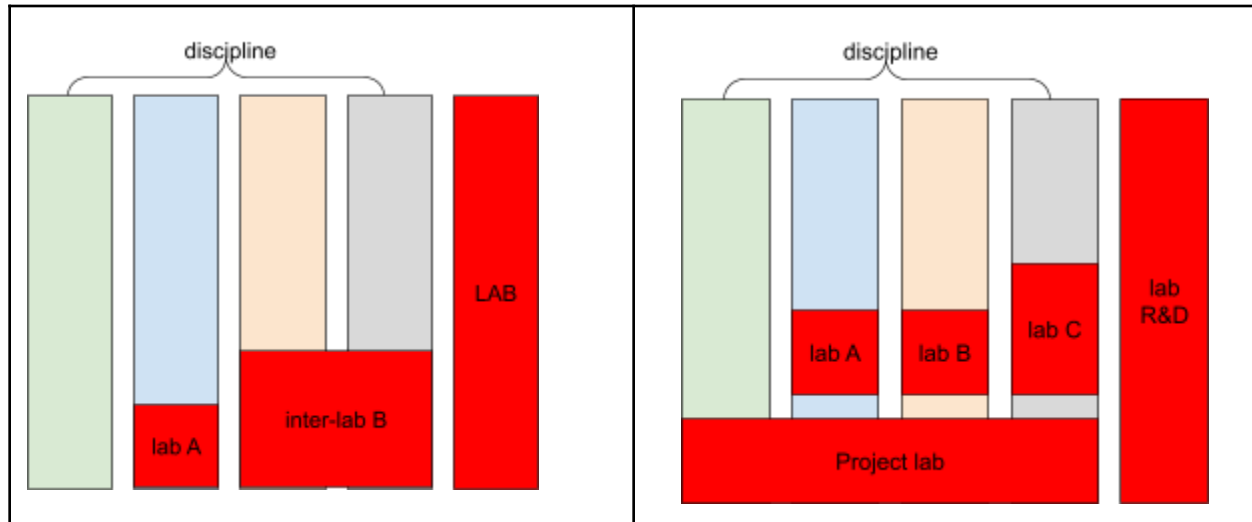


I modelli A, B e C possono essere ibridati in un percorso a geometria variabile che tenga conto dell'età degli allievi e della verticalità del curriculum, ad esempio dedicando il primo biennio ad un tipo di organizzazione più tradizionale e il secondo ad una più complessa.

Il Marconi per il nuovo quadriennio sceglie pertanto un mix di formule didattico-organizzative, riassumibile nello schema seguente:

D. modello misto frontale, a compito, progettuale con geometrie variabili di laboratorialità

- + vantaggi: progettualità intra e inter-disciplinare, apporti esterni e innovatività
- svantaggi: complessità organizzativa e di pianificazione a incastri



Benché molto più complesso da attuare, quest'ultimo modello sembra il più adatto al presente progetto, proprio per la sua natura più flessibile e ibrida, in grado meglio di mettere in pratica quel **ciclo Lean legato all'Engineering process** di cui si è detto.

E proprio perché si tratta di un percorso formativo, riteniamo molto importante **formare le menti degli studenti a questa circolarità del processo lavorativo Lean dentro l'intra e inter-disciplinarietà dei laboratori didattici**. Chiamiamo pertanto i laboratori del nuovo percorso di tecnico dell'ingegneria industriale digitale e sostenibile con un nome che metta in risalto questo focus formativo: **Lean Learning Labs**.

Di fronte a questi modelli didattico-laboratoriali e lungo questo percorso di importazione dei moderni modelli industriali dentro la filiera formativa, la domanda da porsi è: **quale caratterizzazione dobbiamo dare ai laboratori in modo che non siano la replica degli esistenti e garantiscano la messa in opera del profilo adatto al "Green Engineering 4.0"?**

La risposta chiama in causa, anche qui e ancora una volta, un'apertura e porosità tra il mondo produttivo, quello della ricerca e quello più strettamente scolastico, in cui mettere in gioco più dimensioni della **geometria dell'apprendimento**:

1. **verticalità**: conoscenze e abilità specifiche di un settore o disciplina o *subject*
2. **diagonalità**: conoscenze e abilità che attraversano più settori ma dentro un campo specifico di applicazione
3. **orizzontalità**: conoscenze, abilità e competenze che sappiano il "cosa, come e perché" rispetto non alla disciplina in sé ma al contesto e processo di applicazione, con tutte le esigenze ma anche i limiti del passaggio dall'idea alla realtà.

I **Lean Learning Labs (L3)** si caratterizzano per queste tre dimensioni attivate dentro uno sviluppo che, nelle sue linee portanti, procede per tre grandi passaggi:

PROGETTAZIONE > SVILUPPO > TESTING.

E' qui che l'adozione della metodologia *Lean* incontra l'approccio tipico del *Design*, con quel focus prioritario sulla processualità prima che sui contenuti e le tecniche in senso stretto. E' proprio questo focus ad ampliare lo sguardo dal livello puramente tecnico a quello più manageriale, e a fornire quindi lo spazio per l'intreccio tra le discipline "di indirizzo" e quelle tradizionalmente umanistiche. Infatti nei laboratori vengono attivate e applicate non solo competenze specifiche legate a specifiche abilità, ma anzitutto le cosiddette "competenze trasversali, sociali e di vita", che sono inestricabilmente attivate dentro il flusso di lavoro, come mostrato nel paragrafo precedente che presenta le fasi dell'*Engineering Design Process*. L'organizzazione delle attività negli L3 è quindi altrettanto importante quanto il contenuto e le tecnologie in esse coinvolte. E' grazie a questa attenzione anzitutto pedagogica che si possono promuovere effettivamente le **soft-skills** fondamentali³⁵:

Competenze **emotive**

1. *Consapevolezza di sé*: sperimentata nel far-gruppo per risolvere il problema e nel comunicarla ai committenti o stakeholders in chiusura di progetto
2. *Gestione delle emozioni*: particolarmente utile nello sviluppo del prodotto, per gli inevitabili tentativi ed errori e anche le difficoltà tra i componenti dei gruppi
3. *Gestione dello stress*: portare avanti un progetto può essere esaltante ma anche molto frustrante, specie se le soluzioni tecniche non tornano e occorre fare continue revisioni.

Competenze **relazionali**

4. *Empatia*: necessaria per capire il committente, i bisogni di partenza entro cui si colloca il problema o la sfida iniziale, ma anche per capirsi tra componenti dei team
5. *Comunicazione efficace*: il momento della presentazione finale dei risultati del progetto è senz'altro quello di maggior enfasi di questa competenza, ma non va sottovalutata la comunicazione interna dentro il team e tra i "colleghi" della classe
6. *Relazioni efficaci*: è quando ci si mette al lavoro che si verifica davvero se si è capaci di trovare il giusto compromesso in funzione di una giusta efficacia, per un rapporto buono tra compagni ma non fine a se stesso.

Competenze **cognitive**

7. *Risolvere i problemi*: il progetto è in se stesso pensato come percorso di problem-setting, problem-shaping, problem-solving
8. *Prendere decisioni*: nei momenti di definizione convergente dell'idea da prototipare e di esito finale della soluzione scelta, prendono corpo con più intensità gli aspetti decisionali

³⁵ Delle cosiddette competenze trasversali o per la vita esiste un'ampia letteratura e codificazione.

A titolo puramente indicativo, si veda <https://www.almalaurea.it/lau/consigli-carriera/cv-soft-skill/soft-skill> ma soprattutto il "catalogo" INVALSi <https://www.invalsiopen.it/cosa-sono-servono-soft-skill/> e la strategia dell'OCSE <https://www.oecd.org/skills/nationalskillsstrategies/Strategia-per-le-Competenze-dell-OCSE-Italia-2017-Sintesi-del-Rapporto.pdf>

9. *Pensiero critico*: capire il problema è essenziale per non sbagliare tutto il processo risolutivo successivo, così come rivederlo alla fine in ottica di miglioramento continuo, ma occorre tenere vivace lo spirito critico di analisi e sintesi lungo tutto il progetto
10. *Pensiero creativo*: l'applicazione della creatività è più spiccata nel momento in cui si fanno le ipotesi di soluzione dopo aver cercato le informazioni e gli esempi fondamentali per capire il problema e delineare possibili percorsi risolutivi.

In una collocazione grafica dentro il processo dell'*Engineering Design*:



Uno degli aspetti essenziali del lavoro dentro i progetti-laboratori è il **lavoro per gruppi**: tranne nell'ultimo degli L3 (che può riguardare il singolo progetto di un singolo studente), in tutti gli altri laboratori si lavora sempre in piccoli gruppi, composti di minimo quattro e massimo sei studenti, dove vengono differenziati i ruoli e i compiti, come in piccole squadre di lavoro; i ruoli dovranno naturalmente ruotare nei vari progetti, in modo che in ogni biennio ogni componente del gruppo sperimenti più posizioni e sia responsabile verso differenti aspettative legate a un ruolo.

Una logica e un'organizzazione simile dello spazio-tempo è già sperimentata dal Marconi in alcune esperienze particolarmente significative per il presente progetto, che andrebbe così ad innestarsi e portare a compimento un patrimonio didattico già vivo dentro la scuola, ma ancora non sviluppato in tutte le sue enormi potenzialità. Oltre a quanto già introdotto in Premessa a questo progetto (rispetto all'impegno del Marconi negli ultimi anni focalizzato sull'innovazione didattica), qui stiamo parlando in particolare di due esperienze³⁶:

³⁶ La volontà di proseguire sperimentazioni didattiche innovative è testimoniata anche dai progetti internazionali in cui il Marconi è oggi coinvolto, tra cui segnaliamo:

- **progetto Erasmus KA 229 dal titolo "European e-cl@sses"**: destinato ai docenti di lingua straniera e CLIL, ha messo in campo un gemellaggio tra il Marconi, la scuola svedese di Lund e un istituto tecnico ungherese, come visibile in <https://www.marconirovereto.it/internazionalizzazione>

- **progetto Erasmus "GIS4SCHOOLS"**, coordinato dall'associazione trentina Euronike con la collaborazione scientifica del Politecnico di Milano, ha l'obiettivo di migliorare l'apprendimento delle materie STEM attraverso l'introduzione nelle scuole secondarie superiori dell'insegnamento della tecnologia GIS (*Geographic Information System*). Ulteriore elemento caratterizzante del progetto è costituito dall'*Earth Observation* con l'introduzione degli strumenti per l'accesso e l'analisi di dati ed immagini del programma satellitare Copernicus. Lo scopo è quello di analizzare l'impatto che il cambiamento climatico ha sul territorio.

Sono coinvolti direttamente più di 200 studenti e 24 docenti in 4 paesi europei (Italia, Spagna, Portogallo, Romania). Si tratta di un'occasione estremamente significativa per rendere tangibile l'impatto che le conoscenze tecnologico-scientifiche stanno producendo nei vari territori: dalla mappatura e analisi della qualità dell'aria di una grande città come Bucarest, all'analisi del rischio di inondazione e gestione del suolo del territorio di Lisbona e ancora all'analisi di stato trofico delle acque lagunari di Formentera. A Rovereto, l'Istituto Marconi concentra la sua attenzione sulla salvaguardia della flora boschiva di un'area particolarmente importante per la popolazione come il

- a) **progetto per l'Esame di Stato del 5 anno:** durante il quinto anno gli studenti dei tre indirizzi propongono e realizzano progetti di elevata complessità ideativa e implementativa, talvolta realizzati in collaborazione con aziende del settore, dei tre indirizzi e presentati all'esame di stato. In effetti la didattica per progetti è caratteristica di tutti e tre gli indirizzi di specializzazione ed assume una rilevanza fondamentale sia sul piano motivazionale che per l'acquisizione delle competenze disciplinari previste dai piani di studio. Gli studenti si appassionano ai propri progetti, ne approfondiscono autonomamente gli aspetti tecnici, fornendo spesso qualificati contributi creativi. Il lavoro di squadra, indispensabile nella realizzazione dei progetti, consente di misurarsi con problematiche relative alla gestione dei tempi e al rispetto delle scadenze. Le progettualità del quinto anno non si configurano quindi come un semplice elaborato realizzato durante gli ultimi giorni di scuola ma rappresentano la sintesi ideale del percorso e del livello di preparazione raggiunto dai nostri studenti.
- b) **STA - Scienze e Tecnologie Applicate:** si tratta di accorpamenti delle discipline scientifico-tecnologiche del secondo anno, con l'obiettivo di orientare meglio gli studenti sui possibili percorsi di studio oltre il biennio, oltre che riconoscere l'importanza di lavorare in team a progetto. L'attività vede l'alternarsi sulle singole classi dei docenti delle discipline di indirizzo. Nella prima parte dell'anno scolastico i docenti si alternano per 5 settimane illustrando ciascuna delle discipline caratterizzanti il Marconi, per rendere maggiormente consapevole la scelta dell'indirizzo di studi. Nella seconda parte gli studenti realizzano un progetto pluridisciplinare sotto la guida dei docenti di indirizzo. L'attività, prevalentemente laboratoriale, vede il fondersi delle competenze disciplinari specifiche dei tre indirizzi per realizzare un prototipo sempre con l'obiettivo di promuovere un orientamento consapevole.

Per ragioni organizzative, ma soprattutto per ragioni comunicative (ovvero per passare un messaggio e focalizzare l'attenzione degli studenti), gli L3 si suddividono in categorie, a seconda sia dei tipi di prodotto che dei tipi di attività:

"Bosco della Città" cercando di rilevare e quindi combattere il diffondersi di un insetto estremamente nocivo e pericoloso come la processionaria.

- **progetto Erasmus "How Roman Are You?"**, avviato quest'anno in partnership con scuole di Germania, Spagna, Portogallo, Croazia e Grecia sul tema della cittadinanza romana/cittadinanza europea e più in generale sulle radici romane dell'Unione Europea.

A. R&D Labs

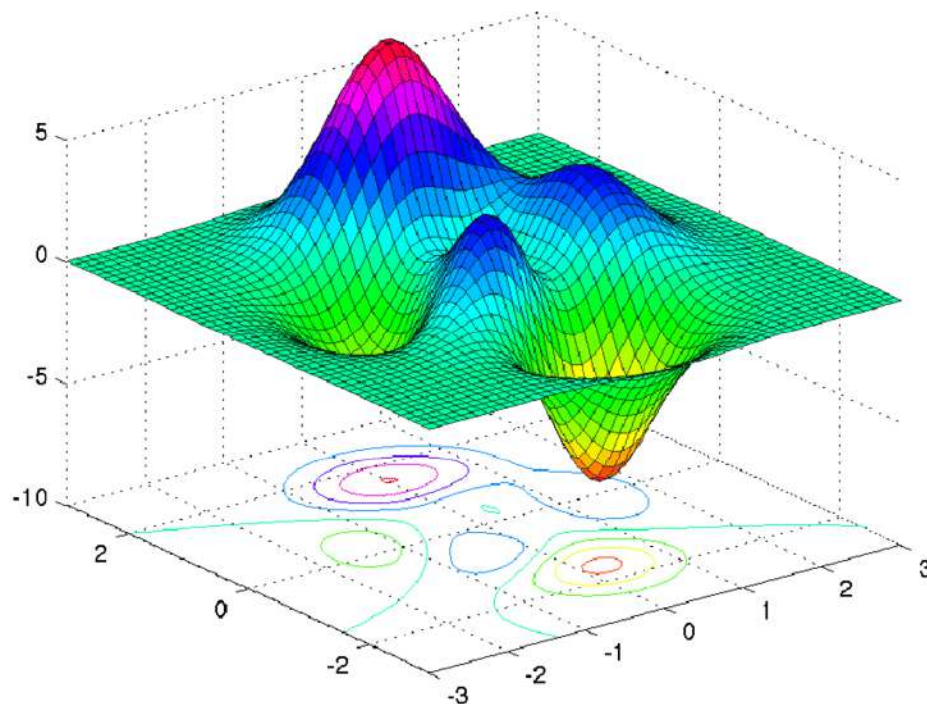
Laboratori ***intra-disciplinari*** legati ad una o più discipline, ma ancora **verticalmente** (anche indipendentemente l'una dall'altra), per sondare aspetti specifici di una disciplina o aspetti innovativi di una particolare pratica o tecnologia legata ad un settore contenutistico e di abilità.

Si tratta di esperienze di ricerca e sviluppo, generalmente su sfida interna, ma anche di progetti di totale creatività tecno-industriale, su *contest* annuale tra classi e/o individui (modello Olimpiadi interne) o su commessa aziendale, in ogni caso a partire da uno stimolo che provenga dal “fuori-scuola”, per enfatizzare le dinamiche *work-based*.

Organizzativamente, 1 progetto per ognuno dei primi tre quadrimestri, focalizzati su una o più discipline, tendenzialmente concentrati nel primo biennio, perché supportano l'acquisizione di **competenze specialistiche nei settori chiave dell'ingegneria robotico-digitalizzata**, che poi convergono nel secondo biennio per meglio governare progetti più interdisciplinari successivi.

Ad esempio:

- ☐ utilizzo e applicazioni di specifici software (es. **MatLab, Python, LabView** ecc.)
- ☐ partecipazione a **LEGO League**³⁷
- ☐ partecipazione a **Robocup**³⁸
- ☐ extra/opzionali: certificazioni **ABB**³⁹



³⁷ Cfr. https://www.fl-italia.it/fl_home.jsp

³⁸ Cfr. <https://www.robocup.org/>

³⁹ Cfr. <https://new.abb.com/low-voltage/it/area-tecnica/formazione-tecnica>

B. Green Labs

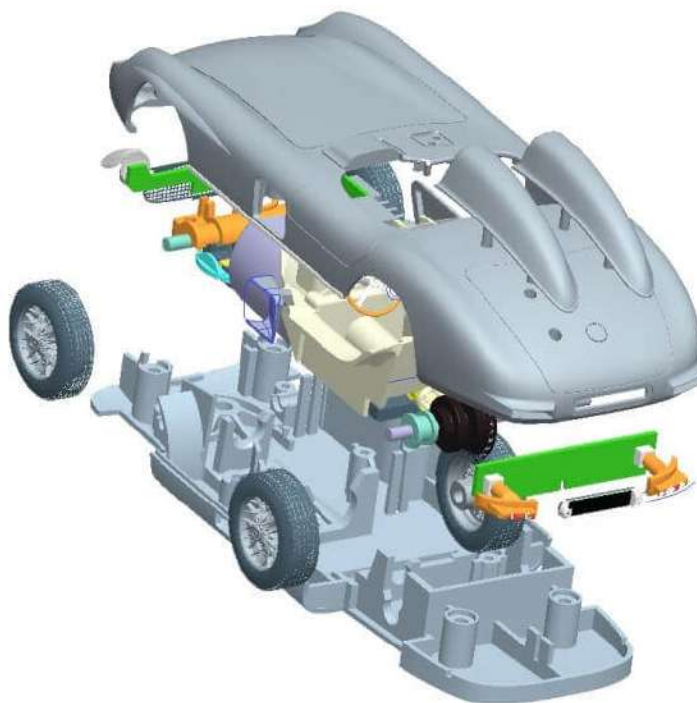
Laboratori **inter-disciplinari** di alcune discipline intrecciate tra loro **orizzontalmente**, focalizzati sulla risoluzione di problemi legati all'industria sostenibile e alle questioni dell'economia verde.

Si tratta di progetti di **integrazione tra manifattura digitalizzata e transizione ecologica**, dove il problema abbia una forte caratterizzazione anche "umanistica", di attenzione agli impatti sociali e ambientali, di miglioramento dei modi di vivere e con-vivere sia tra uomini che nel sistema dei viventi.

Organizzativamente, 1 progetto annuale trasversale alle discipline, in tempo curricolare ma anche con possibili integrazioni in tempo aggiuntivo e opzionale, anche in sotto-gruppi interclassi.

Ad esempio:

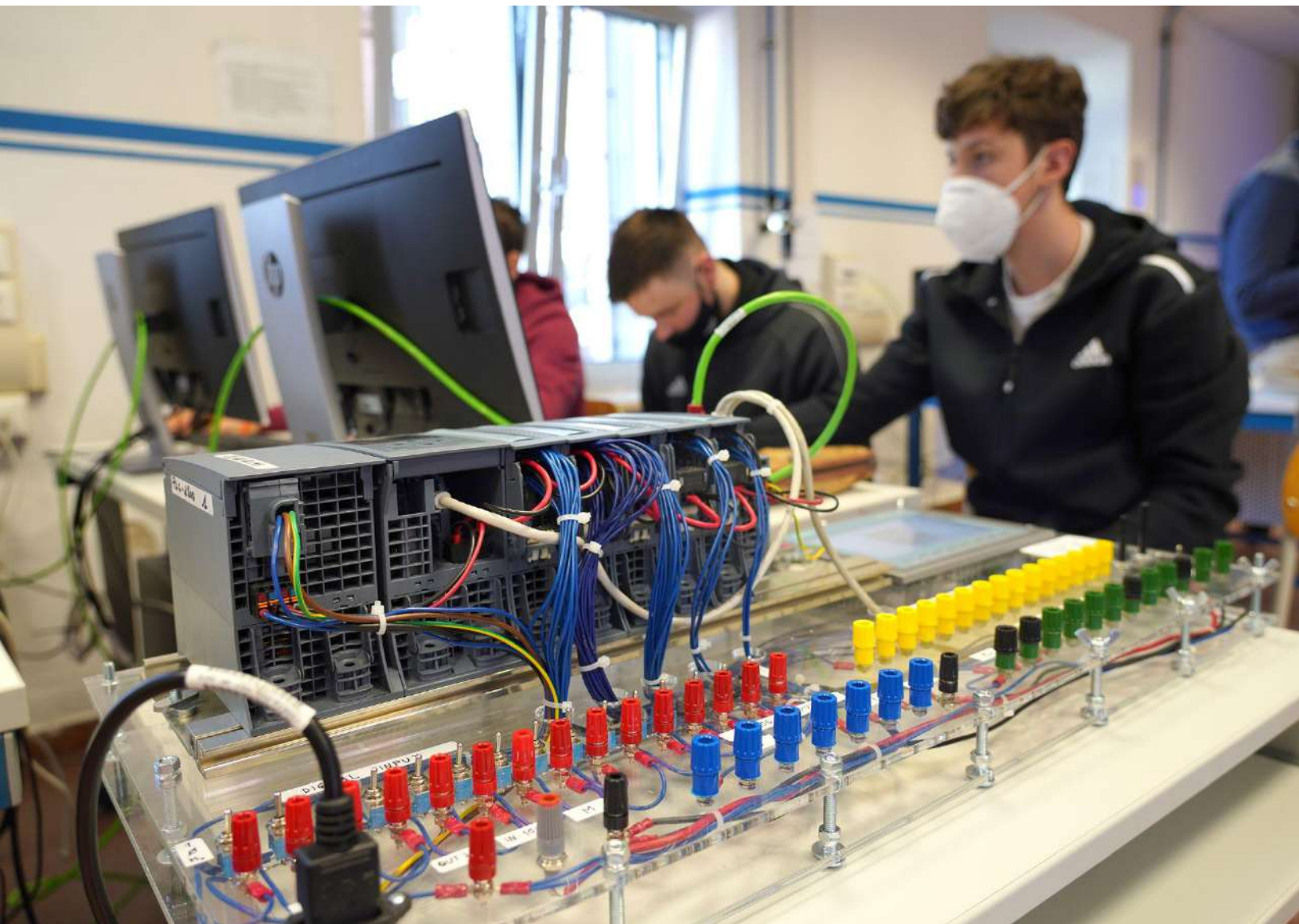
- ☐ **reverse engineering**: es. studio e ricostruzione digitale di un oggetto o impianto esistente per implementarne il design, la struttura o processi di prototipazione rapida
- ☐ **revamping**: es. revisione a nuova vita o ristrutturazione di un oggetto impianto industriali allo scopo di allungare la loro vita utile all'interno del processo produttivo e migliorare le condizioni ecologiche esistenti sostituendo parti obsolete e poco sicure
- ☐ **ABB robotics for Green Transition**: costruzione di un braccio robotico e sua applicazione su mini-catena di montaggio robotizzata con energie sostenibili attraverso applicazioni elettriche.



C. Extreme Labs

Laboratori a progetto, con forte **personalizzazione** (per via della scelta dello studente), che **coinvolgono tutte le competenze in campo nel percorso di studi e/o le applicano a una commessa esterna o all'esperienza di lavoro** individualmente sperimentata nei percorsi di Alternanza Scuola lavoro o *internship/stage*.

Organizzativamente, 1 progetto annuale da realizzare negli ultimi due bimestri del quadriennio, preferibilmente in continuità con l'esperienza di alternanza scuola-lavoro e/o con progetto di ricerca applicata personale scelto dallo studente in collaborazione con un ente esterno.



La valutazione delle attività laboratoriali deve avvenire in maniera differente rispetto alla verifica di un contenuto di lezione svolto frontalmente e richiede strumenti specifici. Anticipiamo qui uno degli strumenti valutativi che sarà poi oggetto di un vero e proprio **Toolkit** fornito al docente per *progettare, gestire e valutare* ognuno dei suoi moduli dentro il modello del *Block teaching* successivamente illustrato. Si tratta delle **L3-Rubric**⁴⁰:

Progettazione e Gestione	sotto standard	base	medio	avanzato	tot.
Problema e ricerca					
Ipotesi e piano di lavoro					
Prototipazione					
Testing					
Sviluppo e Produzione	sotto standard	base	medio	avanzato	tot.
Qualità costruttiva del prodotto					
Capacità di <i>problem-solving</i> del prodotto					
Comunicazione e Riflessione	sotto standard	base	medio	avanzato	tot.
Efficacia della documentazione e presentazione					
Applicazione del Critical Thinking					

⁴⁰ Cfr.

<https://docs.google.com/spreadsheets/d/1G7j3B1pL0Mp3oSeX5c0IzzyvyRsLKqhJmrn98p0inOg/edit?usp=sharing>



Organizzazione e gestione

Affinché l'innovazione metodologica non rimanga sulla carta o non comporti una sua messa in pratica inutilmente complicata, occorre un'attenta e realistica programmazione degli aspetti organizzativi e un impianto che - proprio come in una buona catena di produzione *Lean* - si concepisca non come fine a sé stesso ma come mezzo in continuo auto-miglioramento e aggiornamento al servizio del vero scopo, ovvero l'apprendimento degli studenti.

La parola d'ordine della precedente sezione dedicata alle metodologie didattiche è stata: fare come nel processo di industrializzazione di un prodotto. Questo approccio naturalmente pone una serie di questioni assai spinose nell'organizzare i tempi della didattica a scuola. Ci viene incontro l'esperienza del Marconi nei precedenti progetti già menzionati e molti esempi internazionali di eccellenza nel rivedere certe rigidità delle tempistiche scolastiche senza cadere nel caos organizzativo.

Tempi, contenuti, attività: il *block teaching*

Il modello che vogliamo tenere a riferimento è il cosiddetto "*Block teaching*"⁴¹, in cui la didattica per progetti, per sua natura flessibile, si svolge però dentro una struttura dei tempi molto forte, proprio come avviene nel mondo lavorativo, dove ad esempio i tempi di consegna non possono più di tanto esser negoziati.

Per usare una similitudine, la **programmazione didattica a blocchi** è come un *esoscheletro*, necessariamente rigido per proteggere e sostenere gli organi vivi al suo interno, reggendone la vita interna che pulsa e scorre nonché consentendone il movimento esterno grazie alla struttura portante forte.

⁴¹ Visto all'opera al **Temasek Polytechnic** di Singapore <https://www.tp.edu.sg/home.html>: per attuarlo il Politecnico singaporense (che è una principalmente una *high school* di preparazione ai College universitari, quindi per studenti dai 16 ai 18 anni) accompagna i docenti con costante formazione, come chiarito in <https://www.tp.edu.sg/learningacademy>, con evidenza del retroterra pedagogico legato al PBL <https://www.tp.edu.sg/learningacademy#pedagogy>.

Qui una applicazione esemplificatrice in ambito di scienze chimiche:

https://nus.edu.sg/cdtl/docs/default-source/engagement-docs/publications/ajsot/v10n1/v10n1_lau_vijayan_i.pdf?sfvrsn=5feb98d1_2. Sull'efficacia pedagogica del modello didattico intensivo piuttosto che prolungato esiste una interessante letteratura, ci limitiamo a questo breve approfondimento:

<https://www.timeshighereducation.com/depth/block-teaching-future-university-pedagogy>. Sull'organizzazione in generale del sistema educativo di Singapore, si veda lo studio OCSE <https://www.oecd.org/countries/singapore/46581101.pdf>.

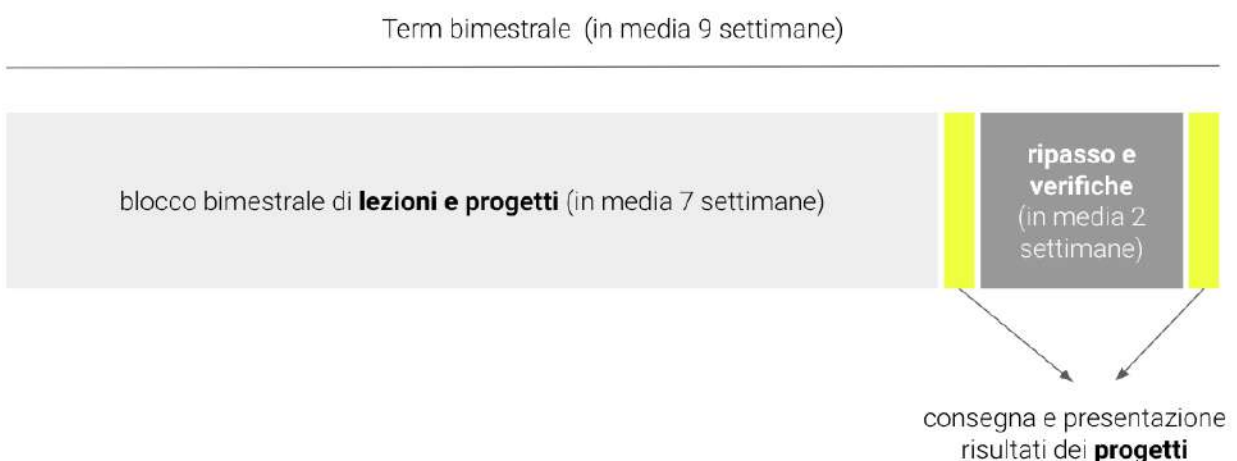
Dentro la strutturazione modulare dei tempi vanno collocati:

- A. le **lezioni** di un quadrimestre o *Term* (circa due mesi), che vanno progettate sia in una parte frontale-accademica che in una sia di esercitazioni pratiche sia di *task*, ovvero compiti aperti
- B. il **ripasso** dei contenuti e la **verifica** degli stessi, concentrati a fine termine (una sessione di esami circa ogni due mesi)
- C. il **laboratorio** di quel quadrimestre (*R&D lab* nel primo biennio, *Green lab* nel secondo biennio, con ultimo quadrimestre dedicato ad un *Extream lab* di preparazione del progetto per l'esame finale).

Naturalmente la **valutazione** deve tener conto di questa geometria e trovare una media significativa tra il punteggio assegnato alle conoscenze (tramite test), quello assegnato alle abilità praticate (con gli esercizi) e quello - più complesso da valutare - assegnato alle competenze attivate per svolgere i Task e soprattutto i laboratori progettuali.

La **pianificazione a blocchi**⁴² è più rigida della programmazione modulare, nel senso che fissa in modo non negoziabile le **deadlines** e si compone, come ogni progetto gestito seriamente, di precise **milestones**.

La prima scadenza riguarda la fine del blocco o termine bimestrale, dove vengono collocate e concentrate le verifiche, con il tempo opportuno dato al ripasso, da effettuarsi durante le ore scolastiche e non (solo) a casa; e dove vengono consegnati anche i risultati di quanto prodotto nei progetti, presentato di fronte ai compagni e a piccole commissioni esaminatrici, per dare ufficialità e far imparare l'importanza del presentare bene il proprio lavoro, valorizzandolo ed effettuando poi insieme riflessioni critiche in ottica di *Lean Thinking*.



⁴² Cfr. schede programmatiche online:

https://docs.google.com/spreadsheets/d/148io0QLeUmBOalpoMWkDNwYRW19f42_GRGxgftHACM/edit?usp=sharing

Il term bimestrale dura in media 9 settimane, di cui 7 pienamente di sviluppo lezioni e progetti e le due finali di consegna e verifica. In questo schema ogni docente deve programmarsi sapendo che il proprio monte ore per quel termine ammonta a un preciso quantitativo, e deve pure interfacciarsi con i colleghi nella progettazione interdisciplinare degli L3.

Nella sequenza quadriennale, la cadenza è biennale, con precise scelte in progressione:

- ☐ il primo biennio più propedeutico, con progetti bimestrali più focalizzati e semplici, legati a specifiche aree di competenze
- ☐ il secondo biennio più avanzato e personalizzato, con progetti quadrimestrali più trasversali e complessi
- ☐ l'esperienza di *internship* aziendale a fine terzo anno

Anno scolastico, composto da 4 Terms bimestrali				
anno 1	lezioni e RED lab 1	lezioni e RED lab 2	lezioni e RED lab 3	lezioni e GREEN lab 1
anno 1	lezioni e RED lab 4	lezioni e RED lab 5	lezioni e RED lab 6	lezioni e GREEN lab 2
anno 3	lezioni e RED lab 7	lezioni e RED lab 7	lezioni e GREEN lab 3	lezioni e STAGE
anno 4	lezioni e GREEN lab 4	lezioni e GREEN lab 4	lezioni e EXTREME lab	lezioni e EXTREME lab

Ricordiamo che i RED-lab sono più verticali e di sperimentazione, mentre i GREEN-lab sono più orizzontali e di industrializzazione, mentre l'EXTREME-lab rappresenta il lavoro di ricerca-soluzione sostenibile che ogni studente porterà all'Esame di Stato.

La pianificazione dei labs dentro i blocchi bimestrali è importantissima, quindi, sebbene essa sia oggetto di lavoro specifico di formazione dei docenti (v. successivo paragrafo), anticipiamo qui uno **specchio dei contenuti e delle attività laboratoriali** (preceduto dal modello di programmazione), che certamente andranno **revisionate ogni anno e riviste integralmente ogni quadriennio**, per evitare senescenza tecnologica e assicurare competenze in uscita ben centrate sulla professionalità-obiettivo della figura di **Tecnico del Green Engineering 4.0**:

template di progettazione di un L3 Periodo del Block⁴³	
Problema di partenza	<i>precisare il problema, la sfida di partenza, che deve motivare ricerca, progettazione, produzione</i>
Prodotto finale previsto	<i>precisare dove si vuole arrivare, in termini di standard minimo, qualità, quantità (con esempi)</i>
Competenze	<i>cosa deve saper fare alla fine dell'esperienza, in termini di apprendimenti di contenuti e abilità delle discipline coinvolte</i>
Destinatari	<i>a chi è rivolto il progetto, idealmente o verso eventuali Committenti o Partner reali</i>
Requisiti	<i>contenuti e abilità che devono già possedere per poter lavorare autonomamente oppure che devono acquisire in autonomia</i>
Risorse e strumenti	<i>materiali e tecnologie necessarie per la progettazione/produzione</i>
Team di lavoro	<i>dividere in gruppi di lavoro con ruoli e compiti specificati</i>

Allo stato attuale, il team di progetto ha già ipotizzato una sequenza di Labs, come da elenco successivo, ma l'importante è tenere fissi obiettivi e tipologia di prodotti dei progetti, possono invece cambiare i prodotti specifici e le tecnologie, per tenersi sempre al passo con i tempi:

Primo biennio

RED lab 1 - Intro a Toolkit LEGO

RED lab 2 - LEGO League fase 1

RED lab 3 - LEGO League fase 2

GREEN lab 1 - Kit LEGO eco-sostenibile

RED lab 4 - Intro a ROBOCUP

RED lab 5 - ROBOCUP fase 1

RED lab 6 - ROBOCUP fase 1

GREEN lab 2 - *Reverse engineering* (es. sistemi di ottimizzazione energetica e AI applicata a zone verdi riprogettate)

⁴³ Cfr. template della versione online per facilitare la progettazione e pianificazione collegiale:
<https://sites.google.com/view/template-sito-progetti/home>

Secondo biennio

RED lab 7 - tecnologie per lo spazio (con FBK: nano satelliti)

GREEN lab 3 - Tecnologie GIS a tutela del territorio (con PoliMI: *earth observation*)

GREEN lab 4 - *e-mobility* (es. robot di consegna posta) / *artificial vision* (es. micro-veicoli a guida autonoma)

EXTREME personal project - Progetto personale da *Tecnico dell'industria digitale, intelligente e sostenibile* (anche per Esame di Stato)

In questa sequenza a complessità e interdisciplinarietà crescenti, i gruppi di studenti avranno non poca libertà di movimento, perché nel modello *Problem-based* le soluzioni ai problemi di partenza sono aperte. Sarà pertanto molto interessante e di ispirazione reciproca confrontare i vari prodotti, come output differenti rispetto ad uno stesso input.

Capita la differenza tra la docenza semplicemente frontale e un modello misto, con forte accento sulla laboratorialità, va resa un'idea ancor più chiara su come calare questo modello a blocchi nella concreta pianificazione dei tempi didattici, intrecciando il piano delle discipline e l'orario delle lezioni, che spesso costituiscono due vincoli così forti da frustrare i tentativi di innovazione didattica che non ne hanno tenuto conto.

Piano di studi a blocchi, con centralità della dimensione applicativa e di *problem-solving*

La figura promossa dal presente progetto quadriennale rispetta pienamente la vocazione generale degli Istituti Tecnici fornita dal MIUR⁴⁴ e ne approfondisce l'anima tecnico-tecnologica in funzione esperienziale, grazie all'impianto didattico fortemente laboratoriale-progettuale. I tratti salienti della rivisitazione dell'anno scolastico per il nuovo quadriennio in funzione del *block teaching*, nel nome di una didattica *Lean* e tenuto conto delle richieste dell'Avviso ministeriale, sono i seguenti:

- calendario annuale che parte il **1 settembre** e termina il **30 giugno**
- 1 anno scolastico di mediamente **1.350 ore di lezione/laboratorio** di 50 minuti l'una
- **4 blocks** (terms, bimestri) di mediamente **340 ore** l'uno
- **36 settimane** didattiche

A seguire alcune tabelle per visualizzare meglio il **Block teaching model** del quadriennio Marconi nei due bienni⁴⁵.

⁴⁴ Cfr. <https://www.miur.gov.it/istituti-tecnici> e allegato https://archivio.pubblica.istruzione.it/riforma_superiori/nuovesuperiori/doc/ALL_B_C_Tecnici_4_02_10.pdf, con dettagli della programmazione ministeriale nazionale in <https://www.edscuola.it/archivio/norme/programmi/automazione.html>, declinati in PAT in <https://www.vivoscuola.it/Schede-informative/Piani-di-studio-SECONDO-CICLO/Materiali-piani-di-studio-SECONDO-CICLO/ISTITUTI-TECNICI/I.-T.-tecnologico-ind.-elettronica-ed-elettrotecnica> (Elettronica ed Elettrotecnica) e <https://www.vivoscuola.it/Schede-informative/Piani-di-studio-SECONDO-CICLO/Materiali-piani-di-studio-SECONDO-CICLO/ISTITUTI-TECNICI/I.-T.-tecnologico-ind.-meccanica-meccatronica-ed-energia> (Meccanica, Meccatronica, Energia).

⁴⁵ Visualizzabile meglio in Excel: https://docs.google.com/spreadsheets/d/148io0QLeUmBOalpoMWkDNwYRW19f42_GRGxgftHACM/edit?usp=sharing

QUADRO ORARIO DEL **PRIMO BIENNIO**

Disciplina	Articolazioni, attive specialmente nelle parti dedicate alla laboratorialità								monte ore settiman ale	monte ore annuale per 36 settim.	ore annuali medie per laboratori alità
		1	2	3	4	5	6				
ITALIANO	Comunicazione								4	144	-60
TEDESCO									2	72	
INGLESE									3	108	-60
STORIA e Cittadinanza	Attualità e coordinamento ECC								3	108	-30
RELIGIONE									1	36	
SCIENZE MOTORIE	Esperienze in/outdoor								1	36	
MATEMATICA									6	216	-108
SCIENZE NATURALI e FISICA APPLICATA	Elettronica ed Elettrotecnica								6	216	-108
SISTEMI INFORMATICI E AUTOMATICI	Coding ed informatica- elettronica digitali								5	180	-100
TPSEE	AutoCAD e Disegno di impianti industriali, 2D e 3D								4	144	-70
ROBOTICA	Robotica								3	108	-60
									38	1368	-596

Legenda: le ore colorate in rosso sono quelle che mediamente si dedicano alla laboratorialità o ad attività che, pur dentro discipline apparentemente solo frontali, si riconducono alle attività di progetto, consentendo quindi sia interdisciplinarietà che vera didattica progettuale per problemi ed esperienze. Queste ore possono essere svolte sia su base settimanale che accorpate e calendarizzate più modularmente, per essere più utili all'andamento dei progetti stessi.

QUADRO ORARIO DEL **SECONDO BIENNIO**

Disciplina	Articolazioni, attive specialmente nelle parti dedicate alla laboratorialità							monte ore settiman ale	monte ore annuale per 36 settim.	ore annuali medie per laboratori alità
		1	2	3	4	5	6			
ITALIANO	Comunicazione e Letteratura							4	144	-60
TEDESCO								2	72	
INGLESE	Professional communication							3	108	-60
STORIA e STUDI SOCIALI	Digital Humanities (con FBK)							3	108	-30
RELIGIONE	Etica e Spiritualità							1	36	
SCIENZE MOTORIE	Esperienze in/outdoor							1	36	
MATEMATICA	Machine learning							6	216	-60
FISICA APPLICATA	Elettronica ed Elettrotecnica							5	180	-120
SISTEMI AUTOMATICI E ROBOTICI	Lean Robo-production for Industry 4.0							6	216	-144
TPSEE	Tecnologia di Progettazione di Sistemi Elettronici							6	216	-144
								37	1332	-618

Nel confronto tra monti orari complessivi, la perdita complessiva di ore non è eccessiva lungo i quattro anni, perché si tratta di 375 ore:

> monte ore annuale quinquennale indirizzo Automazione: 5.775

> monte ore annuale nuovo quadriennio STREAM: 5.400

Ecco come potrebbe presentarsi una settimana-tipo, dove si evince la forte e continua presenza della dimensione esplicitamente laboratoriale degli L3:

		Lun	Mar	Mer	Gio	Ven
I ora		Religione	MAT.	Italiano	SISTEMI AUTOMATICI	Inglese in Lab
II ora		Tedesco		Inglese	TPSEE	Italiano in Lab
III ora						
IV ora		SCIENZE NATURALI / FISICA APPLICATA	Storia			TPSEE lab o project
V ora					Storia in Lab	
VI ora		MAT. lab	FISICA lab	SISTEMI lab o project	ROBOTICA	area opzionale o di sportello
VII ora						
VIII ora						

Settimana da 5 giorni lavorativi, con 4 pomeriggi. Generalmente mattine di 5 ore (potrebbero anche essere 6) e pomeriggi di 3 ore (potrebbero essere 2).

Nell'esempio, in rosso le materie da svolgere in **RED lab**, ovvero in laboratorialità verticale; ad esempio per Matematica l'imparare a fare preventivi tecnici o l'utilizzo del software MatLab o per Meccatronica/Robotica la partecipazione alla Lego League o l'utilizzo dei software ABB.

Ma un orario simile varrebbe nel caso di un **GREEN lab**, ovvero una laboratorialità più orizzontale e che ricomprende ore da tutte le altre materie, convergendo nel medesimo obiettivo di prodotto e collocandosi appropriatamente nelle 8 fasi dell'*Engineering Design Process*, ad esempio la riconversione di un prodotto ingegneristico in modo che sia sostenibile dentro l'economia verde.

Ecco come concettualmente si pianificherebbe in maniera interdisciplinare - guidati dalla finalizzazione dei L3 - il **bimestre**, inteso come **Block di circa 340 ore**:

settimane >	1	2	3	4	5	6	7	8	9
area basics e frontale	ITALIANO 30 ore							settimana di ripasso, per ogni Disciplina e di consegna dei risultati di progetto	settimana di testing, da 2 a 4 ore di verifica per Disciplina
	INGLESE 30 ore								
	STORIA/ECC 20 ore								
	MATEMATICA 30 ore								
	FISICA 30 ore								
	SISTEMI AUTOMATICI 20 ore								
	TPSEE 20 ore								
flusso di lavoro >	idea e ricerca	ipotesi e piano	ipotesi e prototipo	prototipazione e soluzione			test e presentaz		
area di indirizzo e laboratoriale	RED lab di ITALIANO e INGLESE 10 ore (es. public speaking per la presentazione finale dei Labs)								
	RED lab di MATEMATICA e FISICA 10 ore (es. programmare in Python)								
	RED lab di ROBOTICA 10 ore (es. Lego o Robocup)								
	RED lab o GREEN lab di SISTEMI AUTOMATICI e TPSEE 30+30 ore (es. reverse-engineering di un prodotto o catena robotizzata)								
giornate >	mattina 5/6 ore e pomeriggio 2/3 ore							solo le mattine	solo le mattine

Il primo biennio ha bimestri di mediamente 342 ore (tot. ore annue di 1368), il secondo di 340 ore. Ma non basta un prospetto ore per capire come il Piano di Studi si agganci ai trend economico-produttivi presentati nello scenario iniziale, pur mantenendo formalmente le materie del settore Automazione. Occorre invece guardare *dentro* la dinamica didattica e non ci si può affatto limitare al prospetto di sintesi materie-ore, che solitamente definisce le differenze tra gli indirizzi.

Qui le parole d'ordine sono state tre:

> **problematizzazione:** evitare un approccio esecutivo, spingendo gli studenti a fare *problem-setting* e solo poi *problem-solving*, sforzandosi di non dare per scontato nulla ma adottando un costante *critical-thinking mindset*

> **applicazione:** evitare la contrapposizione teoria/pratica e aula/laboratorio grazie alla didattica *problem-driven* ovvero partendo da problemi alla ricerca di soluzioni sostenibili tecnologicamente ed eticamente, mai solo sulla carta ma sempre attraverso esperienze, prove ed errori, prototipazioni

> **semplificazione:** evitare lo spezzettamento di materie, causato da una logica additiva di materie su materie, mantenendo meno discipline possibili e diversificando semmai nei contenuti dei lab/progetti.

Non solo le discipline di indirizzo, pertanto, devono contemplare un'attivazione laboratoriale, ma tutto il Piano di Studi deve essere attraversato da questo spirito e prendere corpo in esperienze laboratoriali dove siano i progetti ad attraversare le discipline stesse, togliendo troppo rigide compartimentazioni. Solo così è possibile inserire dentro la dinamica progettuale anche discipline che spesso si tengono lontane dalla pratica. Tre esempi di chiarimento:

- **Italiano:** deve occuparsi anche della comunicazione finale del progetto, sia in ottica di **public-speaking** che di utilizzo di tecnologia per potenziare le presentazioni
- **Matematica:** deve occuparsi anche di **preventivistica** e di quantificazioni legate al management di progetto, oppure di Coding attraverso l'uso dei software dedicati, come **Matlab**
- **Fisica:** deve occuparsi anche di **simulazioni degli eventi reali**, attraverso l'utilizzo di software di settore come i **software ABB** o **Algodoo**⁴⁶.

Per dare precise linee programmatiche ad ogni docente, in modo sia da spingerlo nella direzione dell'attivazione didattica sia da collocarlo dentro il sistema del *block teaching*, viene fornito uno **Scheme of Work**⁴⁷ (SOW)) in cui occorre chiarire:

⁴⁶ Cfr. <http://www.algodoo.com/>

⁴⁷ Si segue qui l'**approccio programmatico inglese**, che abbina *Lessonplan* a indicazioni pratiche (es. <https://www.aqa.org.uk/subjects/engineering/tech-level/design-engineering-2016/teaching-resources>), molto più concreto e applicativo di quello italiano, che invece è più aperto e centrato sugli obiettivi. Ad es. <https://qualifications.pearson.com/content/dam/pdf/BTEC-Firsts/Engineering/2012/Teaching-and-learning-materials/Eng-Scheme-of-work-Unit-2.pdf> e https://www.cityandguilds.com/-/media/productdocuments/engineering/mechanical/9209/9209_level_5/additional_documents/scheme_of_work-_l4_principles_of_mechanical_engineering_unit_429-pdf.ashx

SOW della materia: _____	Monte ore per block ____ (1, 2 3 o 4): _____ Obiettivi specifici del block ____ :
Plan delle lezioni :	<i>Settimana 1:</i> <i>Settimana 2:</i> <i>Settimana 3:</i> <i>Settimana 4:</i> <i>Settimana 5:</i> <i>Settimana 6:</i> <i>Settimana 7:</i> <i>Settimana 8:</i>
Problema di partenza e risultato previsto (in termini generali)	<i>Quale la sfida iniziale, a cui ogni team di studenti cerca di trovare soluzione lungo il processo progettuale?</i>
Attività della parte di esercizi :	
Attività della parte del task :	
Attività della parte a progetto :	<i>Con quali altre discipline?</i> <i>In quale parte del flusso di lavoro (cfr. le 8 fasi dell'Engineering Design Process)?</i> <i>Con quali attività e strumenti?</i> <i>Con quale risultato-outcome-soluzione specifico (in termini specifici)?</i>
Verifica sommativa:	
Tecnologia (risorse e tools)	

Docenti: scegliere e formare la mentalità da *Engineer e Project leader*

Infine: *quali le risorse umane adatte a insegnare ed accompagnare gli studenti in un contesto lavorativo e didattico dell'industria digitalizzata ed ecocompatibile?*

Secondo la logica illustrata nei primi due capitoli, a scuola devono poter operare risorse umane che integrino le tre dimensioni fondamentali chiamate qui in causa: quella verticale legata a specializzazione, quella diagonale legata ad applicazione, quella orizzontale legata a processi. Naturalmente queste tre dimensioni idealmente dovrebbero (e possono) convivere in una medesima persona, ma è raro che questo avvenga, quindi occorre prevedere una flessibilità nell'utilizzo dei formatori, così come oggi ad esempio avviene in provincia di Trento nei percorsi di Alta Formazione Professionale.

In termini generali valgono queste afferenze rispetto al tipo di sapere/saper-fare e alla sua traduzione laboratoriale da parte di soggetti competenti:

1. verticalità: tipicamente si tratta di docenti disciplinari
2. diagonalità: tipicamente si tratta di ricercatori o docenti esperti formatori
3. orizzontalità: tipicamente si tratta di professionisti o esperti del mondo del lavoro oppure di docenti che abbiano forte esperienza lavorativa in settori di innovazione continua e di ricerca applicata (il trasferimento tecnologico summenzionato).

Parte dei progetti verrà quindi gestita in comune tra docenti delle scuole e professionisti in ambito STEM che lavorano in aziende ad alto tasso di innovazione tecnologica in modo da rafforzare negli studenti le competenze progettuali che sono più difficili da raggiungere nell'istruzione scolastica.

Le risorse umane vanno considerate il cuore pulsante del processo didattico, quindi va posta particolare attenzione non solo nello sceglierle, ma anche nel formarle in continuazione. Il Piano Formativo del personale docente del nuovo quadriennio si inserisce naturalmente in quello più complessivo del Marconi, ma richiede esplicitamente due ulteriori passaggi, da calendarizzare a cadenza biennale o quadriennale (ovvero anche alternando le esperienze formative):

- ☐ almeno 12 ore annuali di **formazione metodologica** al ***Problem-based Learning*** e al ***Block teaching***, con tutte le sue implicazioni sia di progettazione che di pianificazione e tutti gli strumenti connessi per facilitarne la traduzione operativa; questa formazione deve essere applicativa, ovvero prevedere come outcomes direttamente la progettazione di *Lesson Plan* e/o dei progetti dei L3, con particolare attenzione ai *GREEN lab*, in cui è richiesta maggiore interdisciplinarietà.
Per l'avvio della prima classe sperimentale, è prevista una **Summer School intensiva** di alfabetizzazione al modello e di progettazione di dettaglio dei vari laboratori
- ☐ almeno 6 ore annuali di **formazione specialistica di settore tecnologico**, in particolare per le discipline di indirizzo, in modo che i docenti siano costantemente aggiornati sull'evoluzione tecnologica (es. i software di settore) e le metodiche lavorative concrete (es. le applicazioni robotiche ABB)

- ☐ almeno una **esperienza internazionale** di confronto didattico-metodologico con docenti di scuole d'avanguardia, sfruttando sia i gemellaggi internazionali (come quello già esistente con l'istituto svedese) gli stimoli e la professionalità del contenitore formativo di **School Education Gateway**⁴⁸
 - ☐ obbligatoria per i docenti delle materie erogate in **CLIL** la formazione alla metodologia CLIL, attraverso corsi IPRASE o simili, se non già dotati del pass e certificazione provinciale sulla base dei corsi già organizzati in provincia.
 - ☐ almeno un **corso online** di alto livello su aspetti educativi, metodologico-didattici o tecnico-specialistici attraverso le piattaforme (in cui troviamo le migliori università al mondo)
 - > **edX** (ad esempio in area Engineering <https://www.edx.org/search?q=engineering>)
 - > **Coursera** (ad esempio corsi su Python <https://www.coursera.org/search?query=python> o di Storia geopolitica <https://www.coursera.org/search?query=geopolitics>)o altre accreditate a livello internazionale.
- Questi corsi rappresentano anche una utilissima occasione per praticare l'inglese accademico e acquisire materiali e strumenti in lingua, pertanto valgono anche come **formazione CLIL**.



⁴⁸ Cfr. <https://www.schooleducationgateway.eu/it/pub/index.htm> e i corsi erogati attraverso la **Teacher Academy** <https://www.teacheracademy.eu/>

Studenti: tipologia e orientamento

Orientamento *in entrata*

Gli studenti che faranno domanda al nuovo quadriennio verranno chiamati ad un appuntamento di conoscenza reciproca, pensata in senso orientativo e non tanto selettivo, in modo da massimizzare le probabilità di successo formativo.

E' prevista una doppia prova:

- I. **Test di Matematica sul modello INVALSI** di Terza Media, perché le competenze logico-matematiche sono imprescindibili in un percorso ingegneristico
- II. **Colloquio o testo di auto-presentazione e motivazione** della scelta, valutate da esperto orientatore, per far emergere profilo e "carattere" dello studente.

In esito alla selezione verrà pubblicata una graduatoria che consentirà di iscriversi a scorrimento, ovvero scendendo via via nei nominativi se i primi dovessero poi fare richiesta altrove.

Orientamento *in uscita*

Oltre all'**intensità e orientatività sperimentata negli L3**, di per sé e intrinsecamente orientativi, ci sono altre dimensioni che caratterizzano il nuovo quadriennio per l'investimento in questa dimensione educativa essenziale - tanto più in generazioni future sempre più disorientate da tante informazioni e possibilità - in particolare:

- **settimana dell'orientamento e incontri formativi ad hoc**: periodo intensivo di informazione e formazione sulle possibilità e i limiti delle scelte del prossimo futuro da diplomati⁴⁹; successivi incontri successivi con esperti e *testimonials*, percorso informativo
- **stage** individuale, esperienza che segna sempre molto gli studenti, collocato al termine del terzo anno
- **Extreme lab** finale, concentrato su un prodotto/servizio scelto, progettato e prototipato da ogni singolo studente, presentato in un Portfolio.

Particolare attenzione verrà dedicata ad introdurre gli studenti ai percorsi di **Alta Formazione Professionale**⁵⁰, cui potranno accedere in automatico senza selezione in entrata gli studenti quadriennali che abbiano conseguito un punteggio d'esame finale di 90+/100 punti. Questo per promuovere la cosiddetta formazione terziaria, che da anni la PAT sta investendo e che

⁴⁹ Cfr. sito creato ad hoc <https://sites.google.com/view/orientamento-postdiploma/home-page>

⁵⁰ Cfr. <https://api.cving.com/v1/deep-links/jobs-page/205/> e <https://www.schoolandcollegelists.com/IT/Rovereto/1575801206048667/ITT-Marconi--Rovereto>

finalmente anche a livello nazionale ha acquisito la giusta rilevanza, anche in virtù della forte vocazione all'occupabilità.

Ricordiamo che attualmente il Marconi ha in svolgimento due percorsi di AFP, sulle figure di "Tecnico Superiore per le infrastrutture di rete, virtualizzazione e cloud computing" e soprattutto **"Tecnico Superiore per l'automazione ed i sistemi meccatronici"**: quest'ultimo si pone come la naturale prosecuzione del presente quadriennio, andando così a costituire un percorso che per durata ed efficacia si allinea con le migliori esperienze internazionali, con possibilità di rientro nei trienni di corsi di Laurea universitari o Master di specializzazione.

Spazi: fisicità e digitalizzazione

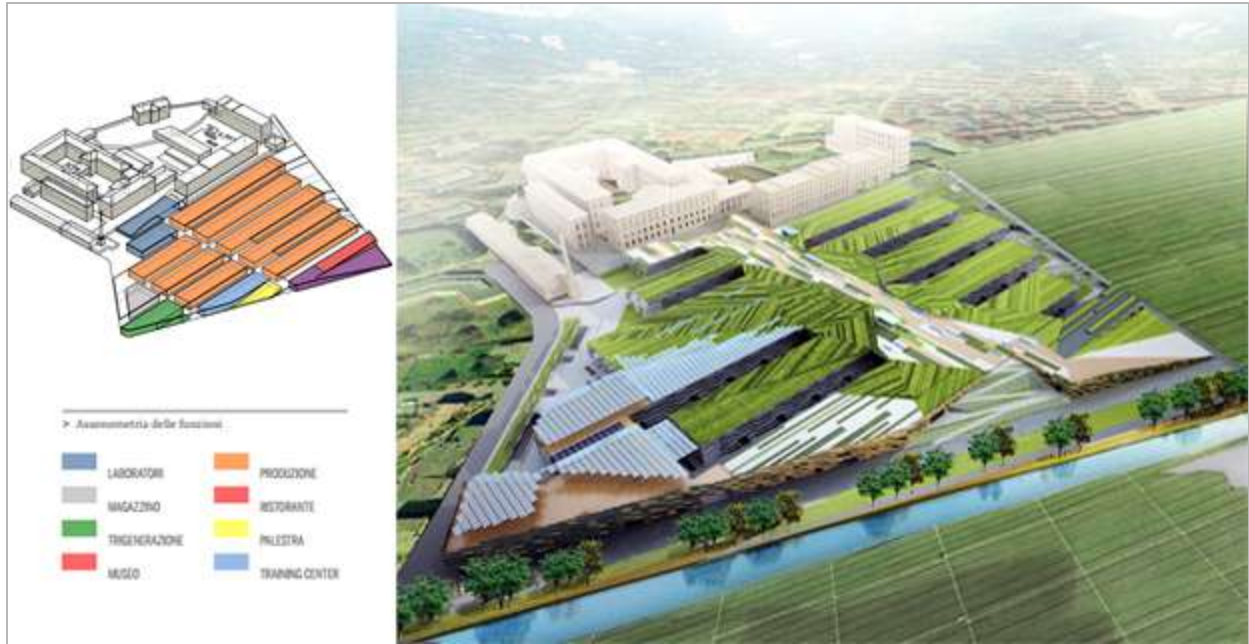
Gli spazi dove studenti-lavoratori apprendono-operano per un futuro industriale sostenibile non possono esser secondari. Il *setting* ideale prevede che:

- ☐ ogni studente, o almeno in coppia, sia dotato di computer con i software dedicati
- ☐ isole di lavoro a gruppo, dove concentrarsi per il massimo di collaborazione
- ☐ aree dedicate a certe strumentazioni da condividere e non moltiplicabili, per ragioni di costi e/o spazio (es. stampa 3D o braccio robotico)
- ☐ un'area dove ci si possa ritrovare tutti di fronte a una lavagna per lezioni, briefing, sintesi, sia frontali che a cerchi.

Occorre ricordare che lo spazio di lavoro non è affatto solamente quello fisico, bensì forse soprattutto quello digitale. Insomma, occorre individuare uno spazio e delle risorse strumentali funzionali all'*Engineering Design Process* secondo tutto quanto fin qui illustrato. Non si tratta a ben vedere di creare chissà quale combinazione avveniristica, bensì di ricollocare intelligentemente quanto già a disposizione, curando bene interconnessioni e flussi di lavoro, preferibilmente a partire da uno spazio fisicamente aperto, che si possa strutturare in modo modulare e non rigidamente imm modificabile, e digitalmente aperto, dove si condividano risorse e documentazioni.

Un luogo naturalmente vocato all'ospitalità di un corso volto a promuovere una figura di **Tecnico della transizione industriale sostenibile** c'è già a Rovereto, ed è **Progetto Manifattura**, ovvero la cosiddetta "**green innovation factory**"⁵¹, che già ospita locali dell'università, enti di ricerca (come il CIMeC) e una serie di piccole e medie aziende e start-up nel campo proprio della *Green economy*.

⁵¹ Cfr. <https://progettomanifattura.it/>



Riepilogo dei punti del Bando ministeriale

Per concludere ricapitoliamo i punti salienti del progetto di nuovo quadriennio integrato - ma incardinato sull'indirizzo di Automazione - dell'Istituto Marconi, ordinandoli precisamente secondo i punti dell'Avviso ministeriale⁵², così come sono stati affrontati anche nel lavoro del gruppo di progetto⁵³.

a) e b) sperimentazione di una classe quadriennale

Il testo dell'Avviso ministeriale sui percorsi quadriennali riporta quanto segue, all'Articolo 3 comma a) e b):

*“attivazione di una **classe prima sperimentale** con il numero di studenti previsto dalla normativa vigente, previa presentazione di specifica domanda di iscrizione da parte dei genitori degli studenti. Il progetto indica, pena esclusione dalla procedura di selezione, i **criteri di priorità deliberati dal Consiglio di istituto da applicare in caso di eccedenza di richieste di iscrizione.***

In ogni caso il percorso quadriennale deve essere distinto dal percorso ordinamentale e la classe sperimentale non può essere articolata con altra classe di percorso quinquennale già attivato nell'istituto statale o paritario. Non possono essere accolte iscrizioni di studenti che non abbiano effettuato percorso scolastico di otto anni e di studenti provenienti da percorsi di istruzione secondaria di secondo grado quinquennali. Ai fini dell'esame di Stato, non possono essere assegnati alla classe sperimentale candidati esterni”

⁵² Cfr. Avviso

<https://www.miur.gov.it/web/quest/-/scuola-percorsi-quadriennali-al-via-nuove-mille-prime-classi-online-l-avviso-per-gli-istituti-scolastici> e requisiti dell'art.3 in https://www.miur.gov.it/documents/20182/5407202/m_pi.AOODPIT.REGISTRO+DECRETI+DIPARTIMENTALI%28R%29.0002451.07-12-2021.pdf/dd0ebab2-4755-5568-672d-986d99b5e9ff?version=1.0&t=1638898233769

⁵³ Cfr. la **road-map di progetto** preparata per il gruppo di lavoro del Marconi:

<https://sites.google.com/view/quadriennio-marconi/home-page> e i materiali istituzionali, ovvero l'Avviso ministeriale: https://drive.google.com/drive/folders/1_RqBmWk_45ZIFuEHGlqCXuAijh5AhAak?usp=sharing e la scaletta da seguire per rispettare i punti dell'Avviso ministeriale, all. 1 <https://drive.google.com/file/d/1Q4qKRgmHQFFifPBGtkya3Y77n41-Rw7j/view?usp=sharing>

La sperimentazione di una classe Prima di massimo 24 studenti è incardinata sull'**indirizzo di Elettronica ed Elettrotecnica - articolazione Automazione**, già attivo presso il Marconi.

Per la procedura in caso di eccedenza di richieste di iscrizione, si rimanda al capitolo intitolato "Studenti: tipologia e orientamento", dove è esplicitata la **selezione** che applicherà i criteri di priorità deliberati dal Consiglio di Istituto da applicare in caso di eccedenza di richieste di iscrizione: in massima sintesi, un'analisi di testo e un colloquio motivazionale.

c) continuità, orientamento e reti

Il testo dell'Avviso ministeriale sui percorsi quadriennali riporta quanto segue, all'Articolo 3 comma c):

"realizzazione di progetti di continuità e orientamento con la scuola secondaria di primo grado, con il mondo del lavoro, con gli ordini professionali, con l'università e i percorsi terziari non accademici"

Nella fase di progettazione del nuovo quadriennio hanno dato il loro contributo attivo di visione alcuni *stakeholders* che costantemente vengono coinvolti nei passaggi strategici fondamentali dell'Istituto, in particolare **FBK, Prom Facility, Confindustria, l'Università di Trento** (in particolare il Dip. Ingegneria) **e alcune aziende della manifattura industriale del distretto vallagarino**. Questa partecipazione allargata ha permesso al Comitato tecnico-scientifico dell'Istituto e al gruppo di lavoro dei docenti-progettisti (istituito appena pubblicato l'Avviso ministeriale) di avere uno sguardo ampio e focalizzato sulle evoluzioni di scenario sia nel mercato del lavoro che nella ricerca applicata.

Relativamente alla **continuità rispetto ai percorsi di Scuola Secondaria di primo grado**, il Marconi ha già attivato due esperienze molto significative, in rete con le Scuole secondarie di primo grado e la Comunità di Valle, partite nell'a.s. 2018-'19, volte alla promozione delle STEM e con particolare attenzione alle studentesse:

☐ **TecnologiaRosa:**

https://www.youtube.com/watch?v=nrdZjcVkJ80&list=PL_MtOuQ1IY4QXOyixx8qL8MmgELd8sc50&index=5

☐ **GirlsTechnoPower:** <https://www.youtube.com/watch?v=QN0thmrKLSQ>

Il Marconi si impegna altresì a promuovere il percorso attraverso una campagna informativa in cui evidenziare i tre aspetti chiave presentati in precedenza, ovvero lo scenario lavorativo e tecnologico di riferimento (presente e futuro della digitalizzazione industriale e della transizione

ecologica), la figura e le competenze in uscita (il tecnico dell'industria digitale, intelligente e sostenibile), la proposta didattica innovativa (le attività nei Labs e la pianificazione a blocchi). In questo modo si intende fare un orientamento di tipo non solo "commerciale", ma anzitutto formativo, per guidare a **scelte più consapevoli verso il mondo delle STEM**.

Questa maggiore consapevolezza è richiesta anche dalla revisione del curriculum in senso verticale: il biennio comune viene tolto ripensando in senso propedeutico le materie dell'indirizzo Automazione fin dal primo anno.

Spostando lo sguardo al dopo, ovvero all'**orientamento post-diploma**, va puntualizzato che la scuola è stata progettata (e rimodulata, in questo rinnovo a fine del primo quadriennio) per consentire l'accesso a ogni Università, con una naturale propensione per quelle tecnico-scientifiche (nazionali e internazionali), ma anche per i percorsi terziari non accademici (ITS nazionali e AFP provinciali). Lo stesso Marconi ha avviato due percorsi di Alta Formazione Professionale, si veda quanto esplicitato al capitolo intitolato "Studenti: tipologia e orientamento", paragrafo "Orientamento in uscita".

Per quanto riguarda il **rapporto con il mondo del lavoro**, preme rimandare a quanto detto nella sezione iniziale sugli scenari professionali e formativi, che hanno guidato la progettazione formativa in funzione di una visione chiara di cosa sia richiesto nelle industrie di oggi e dove si vada in senso economico e lavorativo. Inoltre il progetto si caratterizza per la stessa natura della sua sfida didattica come apertura, coinvolgimento e contaminazione fra il dentro e il fuori scuola, tra la dimensione didattica in senso stretto e i soggetti del mondo lavorativo e dello studio post-diploma.

d) lingue e CLIL

Il testo dell'Avviso ministeriale sui percorsi quadriennali riporta quanto segue, all'Articolo 3 comma d):

“potenziamento dell'apprendimento linguistico attraverso l'insegnamento di almeno una disciplina non linguistica con metodologia CLIL, a partire dal terzo anno di corso (a partire dal secondo anno di corso e per due lingue straniere per i percorsi di liceo linguistico)”

Il nuovo percorso intende adottare non solo i contenuti ma anzitutto l'**approccio tipico alle STEM**, ovvero quello di una scuola più vicina all'applicazione effettiva delle competenze scientifiche, con un alto tasso di laboratorialità e una visione integrata trans-disciplinare tra i saperi. Questo approccio ha molto da condividere con la **metodologia CLIL**, intesa non come insieme di contenuti ma come veicolazione di contenuti attraverso metodi attivi, *task-based* e attraverso la lingua veicolare inglese.

Il **potenziamento dell'apprendimento linguistico** e dell'approccio - definiamolo così - STEM-CLIL, vale sia per l'Inglese che per il Tedesco, come evidenziato nel presente progetto sia nel quantitativo corposo di ore che nella presenza di entrambe le lingue lungo tutto il quadriennio. Si fa presente fin d'ora che sulla calendarizzazione delle ore linguistiche in senso stretto (Inglese e soprattutto Tedesco) si prevedono rimodulazioni e compattazione oraria per agevolare la full-immersion linguistica, come già sperimentato al Marconi con il Tedesco in questi anni (prevedendo blocchi di 4 ore settimanali a quadrimestre invece che di 2 ore lungo tutto l'anno).

Il Marconi ha già attivo un **progetto CLIL di Istituto**, dentro cui quindi si colloca anche il presente. In questa classe sperimentale e nel percorso quadriennale, però, si intensifica in maniera quantitativamente importante l'impiego della lingua inglese. Infatti **non solo la parte di indirizzo utilizza e utilizzerà ampiamente materiale didattico in inglese, ma anche le materie “culturali”** ne saranno toccate, tra cui segnaliamo fin d'ora:

- ☐ **Matematica**, durante l'utilizzo dei software di settore per la modellizzazione
- ☐ **Scienze naturali in Fisica**, con i Moduli successivamente segnalati al punto h) *“transizione ecologica e dello sviluppo sostenibile”*
- ☐ **Storia e studi sociali**, che **nel secondo biennio verrà erogata in inglese**, anche attraverso il supporto degli esperti di **Digital Humanities di FBK** (o altre realtà affini).

Oltre alle discipline in sè, va ricordato che **nei progetti RED e GREEN** l'inglese verrà impiegato sia nella fase di **ricerca** (ad esempio sui **materiali online in inglese**) che anche in quella finale di **presentazione** dei risultati (per una sua parte obbligatoriamente in inglese, sia scritto che orale). Infine tutto l'avviamento all'approccio al *Lean Thinking* (e il connesso studio dello *Smart manufacturing* della quarta rivoluzione industriale) avverrà infine in inglese.

e) laboratorialità e metodologie didattiche innovative

Il testo dell'Avviso ministeriale sui percorsi quadriennali riporta quanto segue, all'Articolo 3 comma e):

“valorizzazione delle attività laboratoriali e dell'adozione di metodologie didattiche innovative, nonché dell'utilizzo delle tecnologie didattiche per l'acquisizione di specifiche competenze disciplinari e trasversali, anche attraverso diverse articolazioni del gruppo classe”

Come spiegato nel capitolo “Didattica e metodologie” della proposta progettuale, in questo nuovo quadriennio si è scelta una sorta di “marchio di fabbrica metodologico”, modellato attorno all'**Engineering Design Process**, che comporta un modo di fare didattica fondato su tre pilastri:

- **problemi**: lezioni meno trasmissive e più centrate su un problema/questione di partenza da risolvere, che poi trovano nei progetti la loro piena attuazione per trovare soluzioni
- **processi**: sviluppo di percorsi alla ricerca delle soluzioni migliori ai problemi di partenza, attraverso step precisi e con attenzione al monitoraggio costante
- **prodotti**: si punta decisamente al learning-by-doing, ovvero all'apprendimento non solo trasmissivo ma anzitutto esperienziale, grazie ai progetti *problem-based*.

Questa scelta pedagogica di fondo verso la didattica attiva, applicativa ed esperienziale, coniugata attraverso compiti, problemi e progetti, è stata tradotta in una ristrutturazione dei tempi, degli spazi e delle modalità erogative, attraverso quello che è stato chiamato il **Block teaching**, come illustrato ampiamente nel capitolo dedicato, a cui rimandiamo.

Modalità e tempi di attivazione dei percorsi per le competenze trasversali e l'orientamento (PCTO).

Nel progetto è stato evidenziato più volte come l'approccio STEM valorizzi le **competenze trasversali**, ovvero attraverso la metodologia dei laboratori diffusi e della loro processualità nelle fasi dell'**Engineering Design Process** (cfr. in particolare pagg. 22-24), tanto evidente da poter essere valorizzate con le opportune rubriche valutative (pagg. 29-35).

I **Lean Learning Labs** vanno quindi considerati percorsi di **PCTO o ASL**, tanto più che molti si svolgono con diretta commessa di enti esterni alla scuola. Come da piani provinciali, al Marconi è poi riservato uno spazio specifico allo **Stage**, collocato qui al termine del Terzo anno, con la funzione precipua di acclimatare gli studenti all'effettivo contesto lavorativo e orientarli alla scelta individuale post-diploma.

Alternanza Scuola Lavoro

L'alternanza scuola - lavoro è una metodologia didattica con cui si realizzano i percorsi del secondo ciclo, in collaborazione con le imprese, con le rispettive associazioni di rappresentanza e con le camere di commercio, industria, artigianato e agricoltura. Essa prevede l'integrazione nel curriculum scolastico dello studente di momenti di apprendimento in aula e periodi di

apprendimento in un ambiente lavorativo, in alternanza. In questo modo lo studente sviluppa le proprie competenze anche attraverso l'operatività in situazioni reali di lavoro e familiarizza con il mondo del lavoro.

Le finalità sono le seguenti:

- collegare ed integrare le conoscenze teoriche apprese in aula con l'esperienza pratica in un contesto di lavoro
- arricchire la formazione acquisita nei percorsi scolastici e formativi con l'acquisizione di competenze richieste e valorizzate nel mercato del lavoro
- orientare gli studenti alle scelte formative e professionali, valorizzando le vocazioni personali, gli interessi e le attitudini
- collegare le istituzioni scolastiche con il mondo del lavoro e la società civile

Attraverso l'alternanza scuola - lavoro si integrano approcci diversi nell'apprendimento. La scuola e l'impresa sono considerati ambienti di apprendimento integrati tra loro ed equivalenti sul piano formativo, nella consapevolezza che, per uno sviluppo coerente e pieno della persona, vanno ampliati e diversificati i luoghi, le modalità ed i tempi dell'apprendimento.

Il modello dell'alternanza scuola - lavoro supera l'idea della separazione tra il momento formativo e quello operativo. Parallelamente, esso si pone l'obiettivo di accrescere la motivazione allo studio e di guidare i giovani nella scoperta delle vocazioni personali, degli interessi e degli stili di apprendimento individuali, arricchendo la formazione scolastica con l'acquisizione di competenze maturate "sul campo". Tale condizione garantisce un vantaggio competitivo rispetto a quanti circoscrivono la propria formazione al solo contesto teorico, offrendo nuovi stimoli all'apprendimento e valore aggiunto alla formazione della persona.

L'alternanza si articola in periodi di formazione in aula e periodi di apprendimento mediante situazioni reali di lavoro, utilizzando metodologie e pratiche didattiche che valorizzano i diversi stili di apprendimento. Si può realizzare attraverso diverse attività tra cui, a titolo d'esempio:

- visite aziendali guidate
- testimonianze da parte dei diversi soggetti dell'impresa
- impresa formativa simulata
- progetti realizzati su commissione da parte delle imprese pubbliche o private
- partecipazione a challenge (competizioni) internazionali, in team con ricercatori universitari e delle fondazioni di ricerca del territorio o che rispondono a bisogni concreti delle aziende e delle amministrazioni
- preparazione e accompagnamento al tirocinio
- tirocinio curriculare presso imprese o enti pubblici o privati,
- project work
- elaborazione delle esperienze maturate Piano Triennale delle Attività 2021 - 2023 Pagina 8/36

Il tirocinio curriculare pur rappresentando una delle attività del percorso di alternanza scuola-lavoro, di fatto ne è l'esperienza più rilevante. Nel tirocinio curriculare l'ambiente di apprendimento è un luogo di lavoro reale, configurabile come fase "tecnico-pratica" di un percorso di alternanza, svolta presso una struttura ospitante.

f) e-learning

Il testo dell'Avviso ministeriale sui percorsi quadriennali riporta quanto segue, all'Articolo 3 comma f):

*“possibilità di effettuare **insegnamenti curricolari on line**, mediante l'utilizzo di **piattaforme digitali** che consentano di registrare le presenze degli studenti per un numero di ore non superiore al dieci per cento dell'orario annuale previsto dal progetto di sperimentazione”*

Il Marconi è sempre stata una scuola che ha spinto sull'acceleratore della rivoluzione digitale. In epoca pandemica si è esteso anche l'utilizzo di piattaforme didattiche oramai diventato di norma per i docenti di oggi e viene naturalmente proseguito anche nel nuovo quadriennio, con l'uso intensivo di:

- ☐ **Google Suite for Education**: con il pacchetto G-Classroom, Drive, Presentazioni ecc.
- ☐ **piattaforme online dei software di settore** per la progettazione e gestione tecnica, come *Matlab, Autodesk AutoCAD, Automation Builder* di ABB ecc..

Non è previsto da progetto un intero insegnamento curricolare online.

Sono invece possibili **in e-learning alcuni moduli o percorsi opzionali per studenti**, ad esempio per quelli particolarmente dotati e che abbiano già raggiunto gli obiettivi di apprendimento in certe discipline o certi Blocks, è data la possibilità di frequentare corsi online di specializzazione su tematiche di interesse e auto-orientamento, in ore scolastiche (e non extra), che altrimenti sarebbero improduttive. Questi corsi sono a titolo esemplificativo quelli di Coursera, in particolare quelli di riferimento tecnologico-scientifico, come ad es.

- *Machine Learning* <https://www.coursera.org/learn/machine-learning>
- *Mathematics for Machine Learning*
<https://www.coursera.org/specializations/mathematics-machine-learning>
- *Google Data Analytics*
<https://www.coursera.org/professional-certificates/google-data-analytics>
- *IBM Python for applied data science*
<https://www.coursera.org/learn/python-for-applied-data-science-ai>

g) potenziamento STEM

Il testo dell'Avviso ministeriale sui percorsi quadriennali riporta quanto segue, all'Articolo 3 comma g):

“potenziamento delle discipline STEM”

Il Marconi è una scuola eminentemente tecnico-tecnologica, quindi già di per sé dedica ampio spazio alle materie STEM. Nel nuovo quadriennio trovano ancora maggior spazio le discipline di indirizzo riconducibili al quadrinomio STEM, vedasi il prospetto al capitolo sul Piano di Studi. Infatti qui, nell'applicare le TE dell'acronimo, si vuole porre massimamente l'accento sulla parte di **Robotizzazione e Automazione**, per cui adottiamo l'acronimo **STREAM**, come spiegato nei capitoli iniziali del progetto “Linee strategiche”.

Oltre agli aspetti contenutistici, va rimarcato instancabilmente che quello STEM non è solo una somma di discipline, ma anzitutto un approccio - attivo e laboratoriale - di problem-solving e trasferimento tecnologico. Nel nuovo quadriennio del Marconi, come evidente nei capitoli dedicati agli aspetti metodologico-didattici (in particolare la parte sui **Lean Learning Labs**) e come mostrato ancor più esplicitamente nel quadro orario a colori, la parte laboratoriale attraversa tutte le discipline e occupa uno spazio che non ha eguali in una scuola italiana.

Per approfondimenti si rimanda alle parti indicate dentro la proposta progettuale.

h) moduli su transizione ecologica e dello sviluppo sostenibile

Il testo dell'Avviso ministeriale sui percorsi quadriennali riporta quanto segue, all'Articolo 3 comma h):

*"introduzione di **moduli curricolari orientati ai temi della transizione ecologica e dello sviluppo sostenibile**"*

La transizione ecologica è uno dei pilastri del progetto **Next Generation EU** e costituisce una direttrice imprescindibile dello sviluppo futuro, come analizzato nel capitolo introduttivo del progetto, dedicato allo scenario e ai trend sociali, economici, tecnologici.

La seconda Missione, denominata Rivoluzione Verde e Transizione Ecologica, si occupa dei grandi temi dell'agricoltura sostenibile, dell'economia circolare, della transizione energetica, della mobilità sostenibile, dell'efficienza energetica degli edifici, delle risorse idriche e dell'inquinamento, al fine di migliorare la sostenibilità del sistema economico e assicura una transizione equa e inclusiva verso una società a impatto ambientale pari a zero. Nel nuovo quadriennio queste tematiche vengono ricomprese nella materia **Fisica**, che ha acquisito uno spazio ben maggiore che nel precedente Piano di Studi del percorso di base e dell'indirizzo di Automazione. Questo proprio per potere inserire moduli contenutistici esplicitamente dedicati alla transizione ecologica e dello sviluppo sostenibile, nella **parte dedicata alle Scienze naturali del primo biennio, e dell'Energia nel secondo biennio**.

E' quindi in particolare qui che si concentra l'azione formativa per educare ad una civiltà della sostenibilità, con alcuni moduli dedicati, che verranno **in gran parte svolti in CLIL**, tra cui segnaliamo:

Modulo di Scienze naturali "CLIMATE CHANGE / ECO-ACTION" - primo biennio

- *lezioni* di intro al concetto di Cambiamento climatico⁵⁴
- *esercitazioni* e brevi *Task* su prevenzione e lotta contro il *Climate change*⁵⁵
- *attività* di pianificazione e realizzazione di azioni simboliche, unendosi a iniziative sul Climate change in "*Change.org*"⁵⁶

Modulo di Scienze naturali "ECOLOGIA e SOSTENIBILITA'" - primo biennio

- *lezioni* di intro al concetto di Ecologia e Sostenibilità, in cui ci si serve più che altrove della metodologia *Flipped Classroom*, per via dell'utilizzo intensivo di videolesson⁵⁷
- *esercitazioni* e brevi *Task* su Energie rinnovabili⁵⁸
- *attività* di pianificazione e realizzazione di azioni simboliche *Get active*⁵⁹

⁵⁴ Cfr. <https://campus.hubscuola.it/discipline-umanistiche-2/la-sostenibilita-ambientale/>

⁵⁵ <https://greenschoolsireland.org/wp-content/uploads/2019/03/Green-Schools-Climate-Action-Teacher-Resource.pdf>

⁵⁶ Cfr. <https://www.change.org/t/climate-change-3>

⁵⁷ Cfr. <http://www.flippedclassroomrepository.it/tag/ecologia/>

⁵⁸ Cfr. https://calp2016.sites.olt.ubc.ca/files/2019/01/Lesson-Plan-Renewable-Energy-RCS_CALP-UBC-1.pdf

⁵⁹ Cfr. https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_emp/---gjp/documents/publication/wcms_532343.pdf

Modulo di Fisica, area Energia “TECNOLOGIE PER LA GREEN TRANSITION E LO SVILUPPO SOSTENIBILE” - secondo biennio

- *lezioni* di intro al concetto di *Green transition*⁶⁰
- *esercitazioni* e brevi *Task* su Sviluppo sostenibile⁶¹
- *attività* di applicazione delle tecnologie green, in collegamento con il Green Labs

Modulo di Fisica applicata, area “METEOROLOGIA e TECNOLOGIE DELLO SPAZIO” - secondo biennio

- *lezioni* di intro alla *Meteorologia*, in collaborazione con esperti del Festival di Meteorologia⁶²
- *esercitazioni* e brevi simulazioni su modellazione dati del clima
- *attività* di applicazione delle tecnologie spaziali a creazione di un nano-satellite (CubeSat), in collaborazione con esperti di FBK dentro il “Progetto Hermes”⁶³.

Nei **GREEN labs**, particolarmente del secondo biennio, si va appunto oltre le lezioni, per quanto attive, e si passa al fare-tecnologico per tradurre in processi tecnologico-industriali la raccomandazione di educare le giovani generazioni alla cosiddetta “neutralità climatica” e allo “sviluppo ambientale eco-compatibile”. Qui agli studenti è richiesto di dimostrare un’attenzione molto particolare alla tematica della **riconversione verde**, ovvero il riadattamento di impianti e prodotti ad uno scenario di *green economy* ed *environmental sustainability*, oppure il design di impianti e prodotti già in partenza eco-compatibili.

Del resto i campi di applicazione saranno sempre più vasti e ci sarà l’imbarazzo della scelta per capire quale priorità dare ai GREEN labs; ad oggi le aree contenutistiche prioritarie sono quelle designate dal *Green Deal europeo*⁶⁴ e in particolare, per l’interesse di questo quadriennio, l’area dell’industria e dei trasporti.

I contenuti da sviluppare nei Labs vengono pensati in parallelo alle priorità del PNRR italiano, ovvero in particolare:

- **Transizione energetica e mobilità sostenibile:** es. su trasporto urbano, utilizzo e-mobility sia privata che pubblica, ricerca sull'idrogeno ecc.
- **Efficienza energetica e riqualificazione degli edifici:** es. impianti di riciclo e di gestione dei rifiuti, infrastrutture idriche, fotovoltaico, eolico ecc.
- **Tutela del territorio:** es. tecnologie di monitoraggio del territorio *data - driven*, in particolare “*Earth observations and remote sensing*”, come già sperimentato nel progetto GIS4School.

⁶⁰ Cfr. <http://www.flippedclassroomrepository.it/tag/ecologia/>

⁶¹ Cfr. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/student-resources/>

⁶² Cfr. <https://event.unitn.it/festivalmeteorologia2021/>

⁶³ Cfr. <https://www.fbk.eu/it/search/Bellutti>

⁶⁴ Cfr. https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_it#thematicareas e la “*transformation to a more sustainable, digital, resilient and competitive economy*”, https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal/transport-and-green-deal_it

i) insegnamenti opzionali e modularità integrativa

Il testo dell'Avviso ministeriale sui percorsi quadriennali riporta quanto segue, all'Articolo 3 comma i):

*"articolazione del curriculum attraverso l'attivazione di **insegnamenti opzionali**, anche in funzione orientativa, secondo quanto previsto dall'articolo 1, comma 7 della legge 13 luglio 2015, n. 107"*

Il curriculum del nuovo quadriennio è molto intenso, dovendo svolgere un consistente quantitativo di ore e moltissime esperienze laboratoriali nei quattro anni del percorso. Per questo i moduli integrativi sono residuali, ma fanno riferimento alle **numerose attività integrative e opzionali che l'Istituto Marconi mette in atto ogni anno**, basta accedere al website per l'area progetti e area studenti per rendersene conto.

j) rimodulazione del calendario e dell'orario nel Piano Studi

Il testo dell'Avviso ministeriale sui percorsi quadriennali riporta quanto segue, all'Articolo 3 comma j):

*"adeguamento e **rimodulazione del calendario scolastico annuale e dell'orario settimanale** delle lezioni, ai sensi degli articoli 4 e 5 del decreto del Presidente della Repubblica n. 275 del 1999, anche al fine di compensare, almeno in parte, la riduzione di una annualità del percorso scolastico, per il conseguimento degli obiettivi specifici di apprendimento previsti per ciascun indirizzo di studi e per la realizzazione di percorsi per le competenze trasversali e l'orientamento, ai sensi dell'articolo 1, comma 785, della legge 30 dicembre 2018, n. 145, a partire dal secondo anno di corso"*

Il nuovo quadriennio non si propone di essere un quinquennio ristretto, come evidente da tutto quanto esposto dentro la proposta progettuale, in particolare nella sezione "Didattica e metodologie" e anche in quella "Organizzazione e gestione".

Il Piano di Studi lì rimodulato va comunque letto non tanto nell'orario settimanale, ma piuttosto nei **monti orari complessivi**, perché conta moltissimo la processualità trasversale dei progetti oltre che le lezioni delle varie discipline.

Per approfondimenti si rimanda alle parti specifiche dentro la proposta progettuale.

Per la progettazione didattica di dettaglio e la stesura dei Piani di Studio delle singole discipline, verrà dedicato un intero anno di lavoro prima della partenza ufficiale del nuovo quadriennio; gli stessi Piani verranno poi revisionati almeno ogni quadriennio, anche in esito alle valutazioni del Comitato provinciale.

Punti k) ed m) formazione docenti e utilizzo delle risorse

Il testo dell'Avviso ministeriale sui percorsi quadriennali riporta quanto segue, all'Articolo 3 comma k) e l) ed m):

*k) "dichiarazione di disponibilità a iniziative previste nel Piano nazionale di **formazione docenti e a monitoraggi qualitativi** regionali e nazionali"*

*m) "per gli istituti statali, **dichiarazione che il progetto di innovazione è effettuato nei limiti delle risorse strumentali e professionali disponibili, nell'ambito dell'organico dell'autonomia**"*

Rimandiamo alla sezione "Organizzazione e gestione" e in particolare al capitolo "Docenti: scegliere e formare la mentalità da Engineer e Project leader", in cui esplicitiamo criteri e modalità di **formazione dei docenti**.

Aggiungiamo qui che dichiariamo **massima disponibilità a iniziative formative e di monitoraggio** qualitativo, sia sul piano nazionale che localmente con il veicolo del **Servizio provinciale** e/o di **IPRASE**, in quanto collettore di proposte già attive⁶⁵ e partner di percorsi su misura pensati per l'applicazione delle STEM in ambito industriale.

Si dichiara altresì che il progetto di innovazione verrà effettuato **nei limiti delle risorse strumentali e professionali disponibili**, nell'ambito dell'organico dell'autonomia.

Rovereto, 30 marzo 2022

Il Dirigente scolastico
prof. Giuseppe Rizza

Questa nota, se trasmessa in forma cartacea, costituisce copia dell'originale informatico firmato digitalmente predisposto e conservato presso questa Amministrazione in conformità alle regole tecniche (artt. 3 bis e 71 D.Lgs. 82/05). La firma autografa è sostituita dall'indicazione a stampa del nominativo del responsabile (art. 3 D. Lgs.39/1993).

⁶⁵ Cfr.

<https://www.iprase.tn.it/riferimenti-utili-per-la-didattica-a-distanza-stem-scienze-tecnologie-ingegneria-matematica> e <https://www.iprase.tn.it/stem-2020/21>