



AVICO

CODING TRAINING WITH AVIATION TECHNOLOGIES

**Quadro metodologico per gli enti erogatori di
istruzione e formazione professionale**



**Co-funded by
the European Union**

Il sostegno della Commissione europea alla pubblicazione di questo documento non costituisce un'approvazione del suo contenuto, che riflette esclusivamente le opinioni degli autori, e la Commissione non può essere ritenuta responsabile per l'uso che potrebbe essere fatto delle informazioni ivi contenute.

Contenuto

Contenuto	2
Introduzione	3
1 Panoramica del corso MOOC AVICO	4
2 Guida per l'utente della piattaforma MOOC	6
2.1 Accesso alla piattaforma	6
2.1.1 Accesso tramite account utente locale.....	6
2.2 Panoramica del corso.....	9
2.3 Comunicazione e supporto.....	12
3 Guida al set sperimentale (simulazione)	13
3.1 Scopo e compito dell'apparato sperimentale	13
3.2 Scenario di utilizzo pedagogico	14
3.3 Specifiche tecniche	16
3.3.1 Requisiti software	16
3.3.2 Componenti hardware	18
3.4 Struttura dei compiti sperimentali	20
3.5 Scenari di simulazione pratici	23
3.6 Valutazione	25
3.6.1 Rubriche di valutazione specifiche per scenario	25
3.7 Manuale per l'insegnante e supporto didattico	27
3.7.1 Strategie di facilitazione.....	27
3.7.2 Risoluzione dei problemi ed errori comuni	28
3.8 Materiali pronti all'uso.....	29
3.8.1 Modello di lista di controllo: Sicurezza pre-volo.....	29
3.8.2 Scheda di osservazione: analisi dei dati.....	29
4 Metodologia per l'adozione e la replicazione.....	30
4.1 Scopo e approccio strategico	30
4.2 Il processo di accettazione e integrazione nella pratica dell'istruzione e della formazione professionale	30
4.3 Adattamento alle esigenze degli studenti e modelli di implementazione ..	31
5 Sostenibilità e utilizzo a lungo termine	32



Introduzione

Il progetto AVICO – Aviation Programming Education è realizzato nell'ambito del programma Erasmus+ nel settore della formazione professionale. Il suo obiettivo è rafforzare il legame tra lo sviluppo delle competenze digitali, la formazione alla programmazione e le tecnologie dei droni (veicoli aerei a pilotaggio remoto). Il progetto risponde alla rapida espansione dell'utilizzo dei droni in settori quali agricoltura, logistica, monitoraggio ambientale, media e servizi pubblici. Sottolinea inoltre come i sistemi di formazione professionale spesso non offrano percorsi di apprendimento strutturati che colleghino efficacemente le tecnologie dei droni alla programmazione e al pensiero computazionale.

Il risultato principale del progetto è lo sviluppo di un ambiente di apprendimento dedicato basato sulla piattaforma Moodle, che funge da piattaforma ospitante per il programma formativo AVICO. La piattaforma integra contenuti curriculari, risorse didattiche aperte, esercizi di programmazione, materiali relativi ai droni e attività di simulazione in un unico spazio di apprendimento online strutturato e interattivo. È progettata per essere accessibile, flessibile e adattabile alle esigenze di diversi gruppi target. Supporta studenti di formazione professionale, docenti e fornitori di formazione nello svolgimento di attività didattiche innovative e orientate alla pratica.

Integrando la programmazione come competenza digitale trasversale e le tecnologie UAV come contesto di apprendimento applicato, il progetto AVICO supporta lo sviluppo di competenze tecniche, pensiero analitico e capacità di problem solving. Allo stesso tempo, il sistema di gestione dell'apprendimento (LMS) Moodle consente un apprendimento flessibile e collaborativo. Gli utenti hanno accesso ai materiali didattici, possono partecipare ad attività, monitorare i propri progressi e utilizzare strumenti digitali in linea con gli obiettivi di apprendimento del progetto.

In questo contesto, il presente documento è stato sviluppato per supportare gli enti di formazione professionale (FPI) nella comprensione, adozione e implementazione efficaci della piattaforma MOOC AVICO e del kit di simulazione sperimentale. La guida va oltre una mera spiegazione tecnica dei singoli strumenti e fornisce un quadro metodologico completo. Ciò consente a docenti, formatori e istituzioni di rispondere al meglio alle mutevoli esigenze di studenti e tirocinanti, soprattutto nel contesto della trasformazione digitale, della formazione STEM e dello sviluppo di nuove tecnologie.

In un mercato del lavoro in rapida evoluzione, ci si aspetta sempre più che gli enti di formazione professionale forniscano agli studenti competenze pratiche, trasferibili e orientate al futuro. Questo documento, pertanto, riunisce in un'unica risorsa completa linee guida tecniche, principi pedagogici e strategie di diffusione. È concepito per supportare gli enti di formazione professionale nella comprensione della struttura e del valore educativo degli strumenti AVICO, nel loro utilizzo in diversi contesti di insegnamento e formazione e nel loro adattamento ai diversi profili degli studenti, alle capacità istituzionali e alle esigenze locali.

Il documento funge quindi da guida pratica per l'utilizzo dell'ambiente di apprendimento AVICO, nonché da quadro strategico di implementazione. Il suo obiettivo è facilitare il trasferimento, la scalabilità e l'utilizzo sostenibile dei risultati del progetto in diversi sistemi di istruzione e formazione professionale in Europa.

1 Panoramica del corso MOOC AVICO

I corsi MOOC (Massive Open Online Course) di AVICO sono parte integrante del progetto AVICO, che mira a modernizzare la formazione professionale integrando la programmazione e la tecnologia dei veicoli aerei a pilotaggio remoto (UAV) nei processi di insegnamento e apprendimento. La piattaforma è concepita come un ambiente di apprendimento digitale aperto che supporta un apprendimento flessibile, scalabile e innovativo per un'ampia gamma di discenti, in particolare nel contesto della formazione professionale.

Obiettivi dei corsi MOOC

Gli obiettivi principali dei corsi MOOC di AVICO sono:

- migliorare la formazione professionale attraverso l'integrazione delle tecnologie digitali e delle competenze di programmazione;
- Introdurre gli studenti alla tecnologia UAV, ovvero alla tecnologia dei droni, come contesto educativo applicato;
- per sostenere approcci educativi basati su progetti e orientati alla pratica;
- sostenere gli insegnanti attraverso risorse educative aperte (OER) e programmi di studio strutturati;
- Migliorare le competenze digitali degli studenti e le loro abilità rilevanti per l'occupabilità nel moderno mercato del lavoro.

Nel complesso, i MOOC mirano a colmare il divario tra la formazione professionale tradizionale e le esigenze di un ambiente digitale e tecnologico in rapida evoluzione.

struttura del corso MOOC

AVICO MOOC è strutturato come un sistema di apprendimento online modulare che consente agli studenti di progredire nei contenuti in modo flessibile e al proprio ritmo. Gli elementi strutturali chiave includono:

- moduli tematici incentrati sulla programmazione e sulle applicazioni dei droni;
- videolezioni e materiali didattici;
- esercizi e compiti pratici di programmazione;
- Attività di apprendimento simulato utilizzando scenari relativi ai droni;
- quiz e strumenti di autovalutazione;
- Disponibilità di corsi in più lingue per favorire l'accessibilità nei paesi partner.

La struttura segue un modello di apprendimento progressivo in cui la conoscenza teorica è continuamente collegata all'applicazione pratica.

Risultati educativi

Dopo aver completato il MOOC AVICO, gli studenti dovrebbero essere in grado di:

- comprendere i principi di programmazione di base e intermedi;
- applicare le competenze di programmazione in ambienti di simulazione e con droni;



- sviluppare capacità di risoluzione dei problemi e pensiero computazionale;
- lavorare efficacemente in un ambiente di apprendimento basato su progetti;
- dimostrare un miglioramento dell'alfabetizzazione digitale e delle competenze tecniche;
- Applicare le conoscenze acquisite in contesti professionali e tecnologici reali.

Questi risultati sono concepiti per supportare lo sviluppo dell'istruzione e la futura occupabilità degli studenti nei settori ad alta tecnologia.

Logica pedagogica

Il fondamento pedagogico del MOOC AVICO si basa su approcci moderni centrati sullo studente, che combinano principi di apprendimento costruttivista ed esperienziale. La logica pedagogica di base comprende:

- **Apprendimento basato su progetti (PBL):** Gli studenti acquisiscono conoscenze attraverso compiti e progetti concreti relativi ai veicoli aerei senza pilota (UAV);
- **Apprendimento misto nella programmazione:** combinazione di approcci di programmazione a blocchi e testuali;
- **apprendimento esperienziale:** L'accento è posto sull'apprendimento pratico attraverso simulazioni ed esercizi;
- **Apprendimento autonomo:** consentire flessibilità e adattamento alle esigenze di apprendimento individuali;
- **ambiente di apprendimento collaborativo:** Promuovere l'interazione tra studenti e insegnanti in diversi paesi.

Questo approccio è coerente con gli attuali principi di progettazione dei MOOC, che enfatizzano la scalabilità, l'accessibilità e il coinvolgimento interattivo negli ambienti di apprendimento digitali.

2 Guida per l'utente della piattaforma MOOC

2.1 Accesso alla piattaforma

Benvenuti sulla piattaforma di e-learning AVICO. La piattaforma è disponibile all'indirizzo: <https://mooc.afico-project.com/?lang=en>.

Si tratta di un ambiente di apprendimento digitale progettato per supportare l'apprendimento interattivo, lo sviluppo professionale e la collaborazione interistituzionale nell'ambito di progetti educativi.

L'accesso alla piattaforma è protetto tramite registrazione via e-mail. Il partecipante compila il modulo di registrazione, verifica il proprio indirizzo e-mail e quindi effettua l'accesso utilizzando le credenziali create.

Dopo aver effettuato l'accesso con successo, gli utenti avranno accesso a tutti i materiali di studio, le risorse digitali e le funzionalità della piattaforma AVICO.

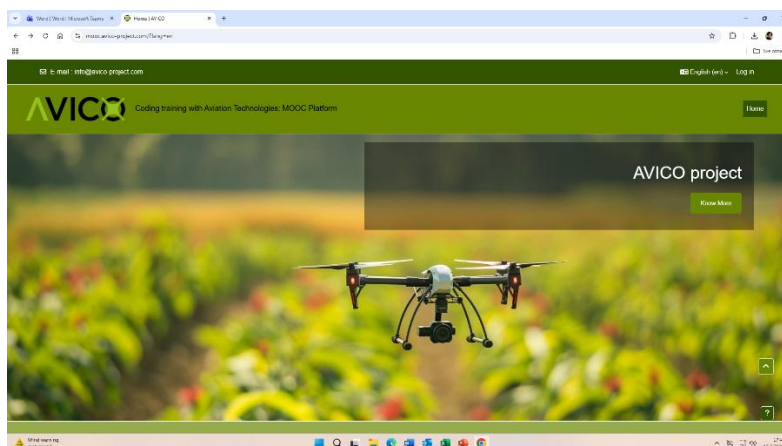


Figura 1. Pannello AVICO

2.1.1 Accesso tramite account utente locale

Visita la piattaforma:

Apri un browser web e vai alla pagina: <https://mooc.afico-project.com/login/index.php>

Scegli un metodo di accesso:

Nella pagina di accesso, selezionare l'opzione "Accedi con un account utente locale".

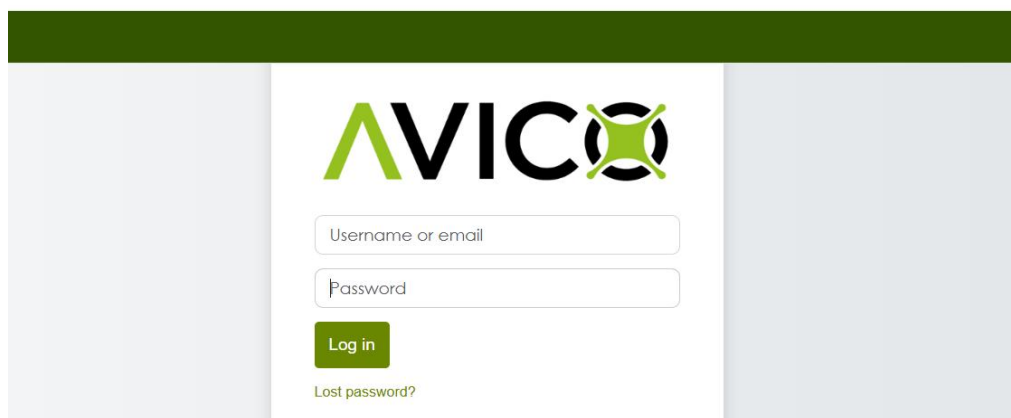


Figura 2. Accesso tramite un account utente locale

Se non hai un account, seleziona Crea un nuovo account.

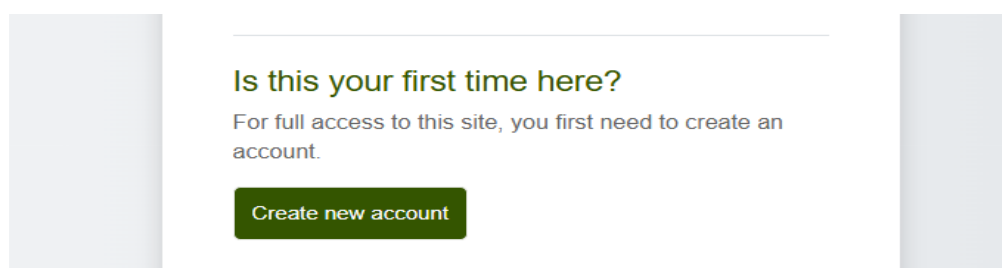


Figura 3. Creazione di un nuovo account

Is this your first time here?

You must complete the following steps in order to gain access to e-courses:

1. Fill out the [New Account](#) web form with your personal details.
2. After submitting the form, you should receive an email at the email address you provided.
3. Please carefully read the email and click on the link in order to confirm your registration and log in to the system.

Check out our [quick guide](#) on logging into the MoD system.

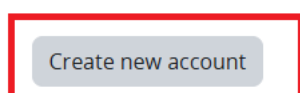
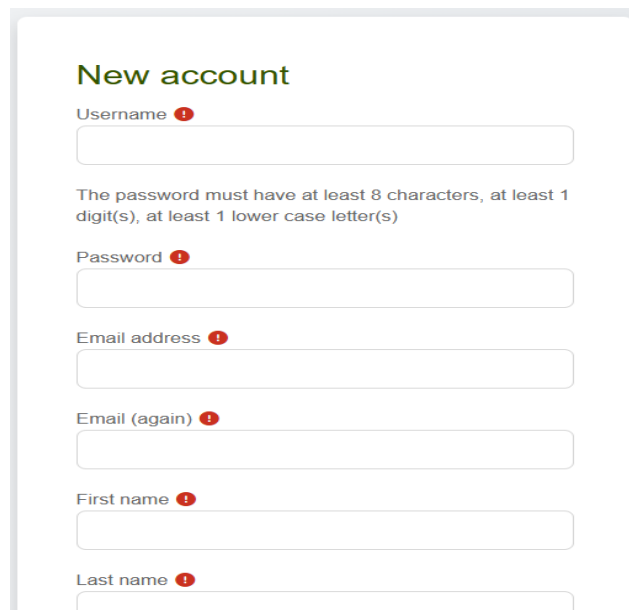


Figura 4. Creazione di un nuovo account

Seleziona l'opzione per registrarti con il tuo indirizzo email.

Compila il modulo di registrazione inserendo le informazioni personali richieste (nome, indirizzo email, password, città, paese, ecc.).



New account

Username !

The password must have at least 8 characters, at least 1 digit(s), at least 1 lower case letter(s)

Password !

Email address !

Email (again) !

First name !

Last name !

Figura 5. Modulo di registrazione

Fai clic su Crea il mio nuovo account per completare la registrazione.

Verifica il tuo indirizzo email.

Dopo aver inviato il modulo, riceverai un'e-mail con un link di conferma.

An email should have been sent to your address at `.....@gmail.com`

It contains easy instructions to complete your registration.

If you continue to have difficulty, contact the site administrator.



Figura 6. Controlla l'e-mail con il link di conferma.

Fai clic sul link nell'email per verificare e attivare il tuo account.

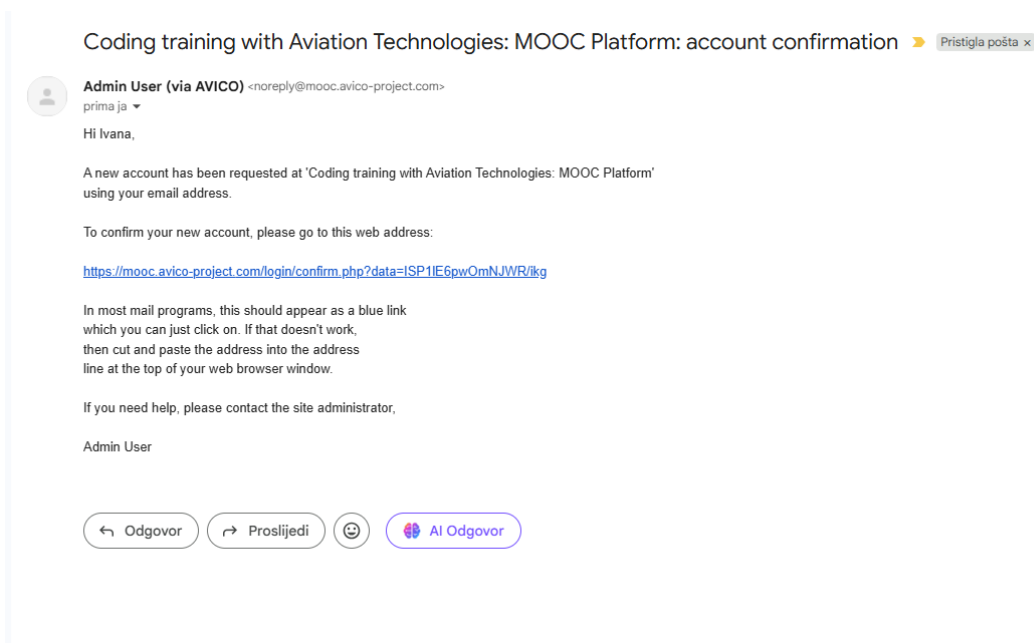


Figura 7. Modulo di registrazione

2.2 Panoramica del corso

Questa sezione offre una guida completa su come accedere e navigare efficacemente nei corsi. Dalla ricerca dei corsi a cui sei iscritto all'esplorazione dei singoli argomenti e al completamento dei compiti, comprenderai la struttura e le funzionalità della piattaforma.

Elenco dei corsi

Dopo aver effettuato l'accesso, troverai un menu di navigazione nell'angolo in alto a sinistra con le seguenti opzioni: Home, Dashboard e I miei corsi. Clicca su I miei corsi per visualizzare l'elenco dei corsi a cui sei iscritto.



Figura 8. Home

Clicca sul nome del corso per accedere ai suoi contenuti. Puoi scegliere di iscriverti a corsi nelle lingue del consorzio.

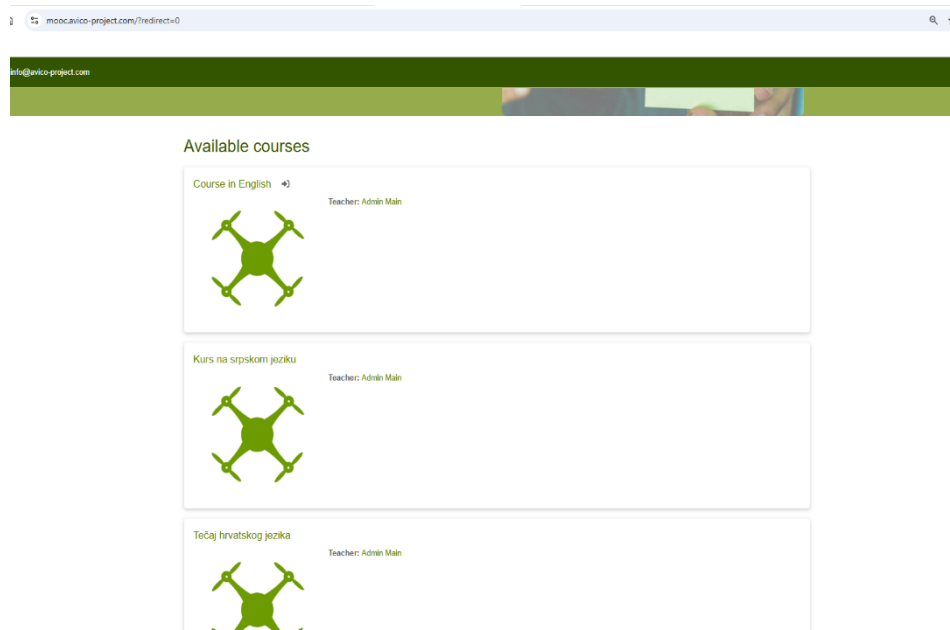


Figura 9. Corsi disponibili

Non è necessaria alcuna chiave di registrazione, i partecipanti possono registrarsi autonomamente.

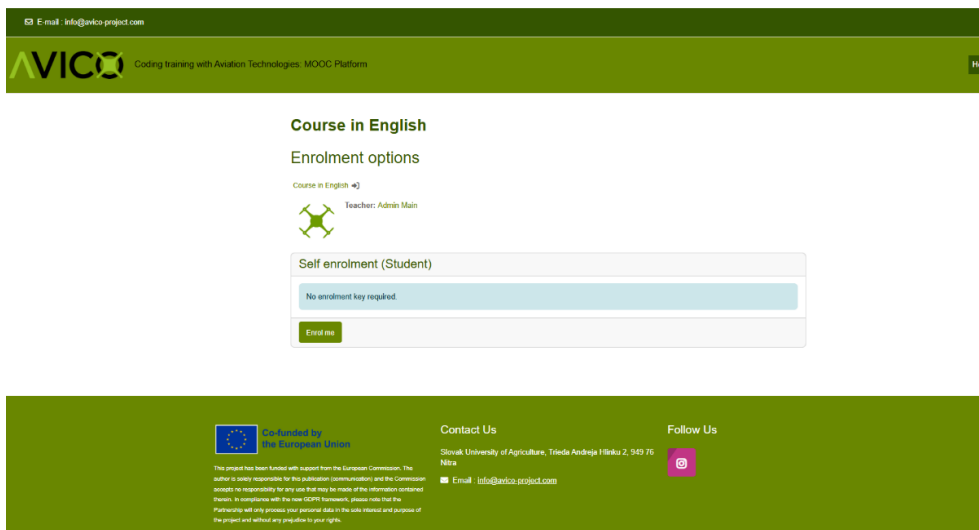


Figura 10. Iscrizione ai corsi

Navigazione del corso

La sezione "Argomenti generali" funge da punto di riferimento principale del corso. Offre informazioni chiave, come una breve panoramica degli obiettivi e della struttura del corso, insieme ad annunci o aggiornamenti importanti relativi al corso (Avvisi). Questa sezione include anche il Glossario della piattaforma AVICO.

Il contenuto del corso è organizzato in argomenti sulla sinistra. Clicca su ciascun argomento per visualizzarne il contenuto, che può includere lezioni, presentazioni, video, quiz e altro ancora.

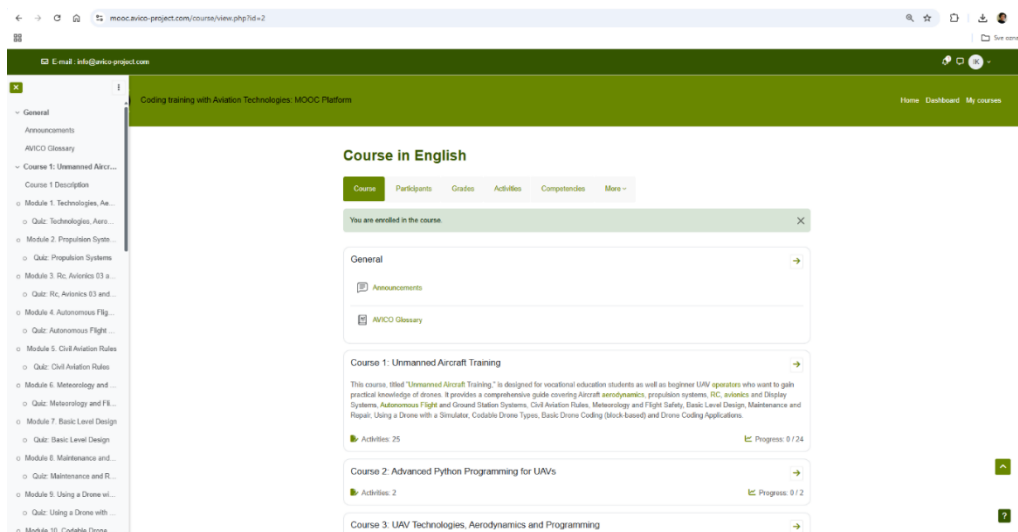


Figura 11. Contenuto del corso

Ogni corso è suddiviso in:

- moduli accompagnati
- descrizione del corso,
- obiettivi del modulo,
- risultati educativi,
- organizzazione dei moduli,
- raccomandazioni per lo studio,
- tempo consigliato per completare il modulo,
- sezione dedicata a ulteriori riflessioni e discussioni.

Puoi accedere a compiti e quiz relativi ai rispettivi argomenti cliccando sul nome del compito o del quiz. Si aprirà una pagina in cui potrai seguire le istruzioni per inviare il compito o completare il quiz.

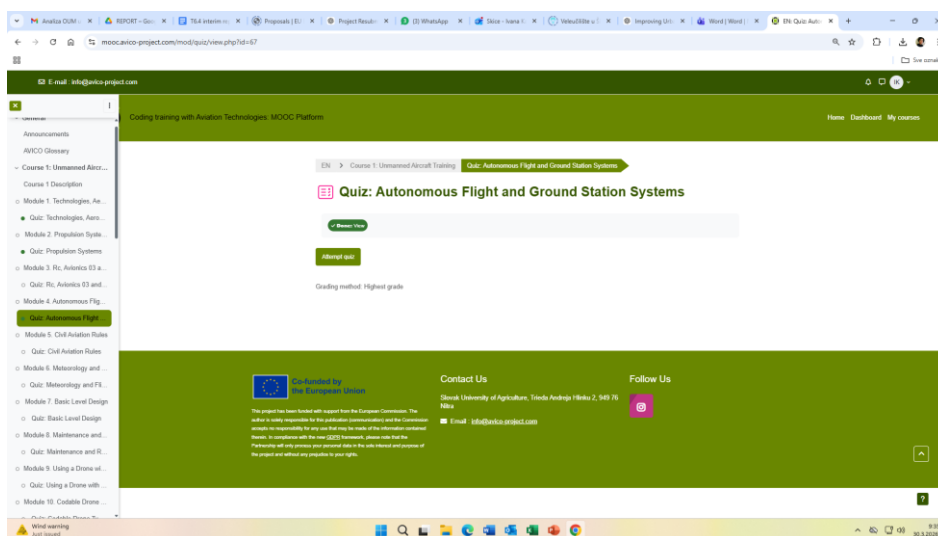


Figura 12. Quiz

2.3 Comunicazione e supporto

Rimani sempre aggiornato controllando regolarmente le notifiche. Usale per ricevere aggiornamenti sulle attività del corso, le scadenze imminenti o gli annunci importanti. Puoi anche interagire con i tuoi compagni e i docenti partecipando alle discussioni o ponendo domande direttamente tramite forum o post collegati alle notifiche.



Figura 13. Sezione Notifiche

3 Guida al set sperimentale (simulazione)

3.1 Scopo e compito dell'apparato sperimentale

L'AVICO Experimental Kit è concepito come componente pratica di supporto alla piattaforma MOOC AVICO. Il suo scopo è aiutare gli studenti ad applicare le conoscenze teoriche acquisite nei moduli online attraverso simulazioni, attività di apprendimento basate su compiti e attività pratiche.

Il kit favorisce il collegamento tra apprendimento online e sperimentazione pratica. Gli studenti possono utilizzarlo per testare concetti di base relativi ai veicoli aerei senza pilota (UAV), alla logica di programmazione, ai principi di pianificazione delle missioni, all'utilizzo dei sensori e all'interpretazione dei dati in un ambiente di apprendimento strutturato e sicuro. A seconda delle attrezzature disponibili e delle condizioni istituzionali, le attività possono essere implementate tramite strumenti di simulazione, droni didattici programmabili, esercitazioni in classe, attività di analisi dei dati o progetti guidati.

Il set sperimentale non è solo un insieme di attrezzature fisiche, ma deve essere inteso anche come una risorsa didattica metodologica e pratica. Fornisce a docenti e formatori esempi di come i contenuti dei corsi AVICO possano essere tradotti in esercitazioni pratiche adatte agli studenti della formazione professionale.

Obiettivi principali

- **Collegare la teoria alla pratica:** Il kit aiuta gli studenti a passare dai concetti teorici presentati nei MOOC a compiti pratici relativi ai veicoli aerei senza pilota (UAV), come la logica di volo di base, esercizi di programmazione, pianificazione delle missioni o interpretazione dei dati.
- **Sostenere la sperimentazione sicura:** Le attività di simulazione permettono agli studenti di testare la logica della missione, identificare gli errori e migliorare le proprie soluzioni prima di lavorare con attrezzature reali, se disponibili.
- **Collegamento delle attività al curriculum AVICO:** Le esercitazioni pratiche sono collegate alle principali aree tematiche del curriculum AVICO, tra cui i principi dei droni, la programmazione, i sistemi informativi geografici (GIS), l'utilizzo dei dati e le applicazioni dei droni in agricoltura e nei settori correlati.
- **Sviluppo di competenze rilevanti nel campo dell'istruzione e della formazione professionale:** Il kit supporta lo sviluppo di competenze pratiche e tecniche di livello 3-4 del Quadro europeo delle qualifiche (EQF), in particolare la risoluzione dei problemi, la logica di programmazione di base, l'interpretazione dei dati, la consapevolezza tecnica e il processo decisionale responsabile.
- **Supporto per insegnanti e formatori:** Il kit offre una struttura flessibile che può essere adattata a diversi contesti educativi, comprese le scuole che hanno accesso ad



attrezzature per droni, così come gli istituti che si affidano principalmente a simulazioni o attività in classe.

3.2 Scenario di utilizzo pedagogico

Il Kit Sperimentale AVICO è progettato per supportare l'implementazione pratica del MOOC AVICO nell'ambito della formazione professionale. Fornisce a docenti e formatori un quadro flessibile per combinare l'apprendimento teorico online con attività pratiche basate su simulazioni o svolte in aula.

L'approccio pedagogico si basa sull'apprendimento progressivo. Gli studenti acquisiscono inizialmente familiarità con i concetti di base attraverso la piattaforma MOOC e successivamente applicano le conoscenze acquisite in attività pratiche guidate. Queste attività possono includere esercizi di programmazione, pianificazione di missioni semplici, interpretazione di dati da droni, attività GIS o scenari di simulazione. Il livello di implementazione pratica può essere adattato alle attrezzature disponibili, agli strumenti digitali e alle condizioni didattiche di ciascun ente di formazione professionale.

Gruppo target

Il kit sperimentale è destinato principalmente a:

- Studenti di istruzione e formazione professionale in settori quali l'aviazione, le tecnologie dell'informazione e della comunicazione, l'elettronica, l'agricoltura, le tecnologie agroalimentari o discipline tecniche affini;
- insegnanti e formatori che desiderano includere attività legate ai droni e alla programmazione nei loro corsi;
- Operatori di droni principianti che necessitano di una formazione introduttiva strutturata;
- Studenti e professionisti del settore agroalimentare interessati all'utilizzo pratico dei droni e delle tecnologie digitali.

Livello introduttivo per studenti

Per iniziare a utilizzare il kit sperimentale non sono richieste conoscenze tecniche avanzate o competenze specifiche sui droni. Le attività sono progettate per essere accessibili a studenti con diversi livelli di conoscenza pregressa.

Per le attività introduttive, gli studenti dovrebbero essere in grado di comprendere istruzioni di base, seguire una procedura passo passo e utilizzare semplici strumenti digitali. Per le attività di programmazione, un pensiero logico di base è sufficiente per iniziare. Compiti più avanzati, soprattutto quelli relativi a Python o ai sistemi informativi geografici (GIS), potrebbero richiedere una conoscenza di base della sintassi di programmazione, della manipolazione dei dati o degli strumenti basati su mappe.



Gli insegnanti possono adattare la difficoltà delle attività al profilo degli studenti. Per i principianti, si consigliano esercizi basati su simulazioni e programmazione a blocchi. Per gli studenti più avanzati, gli stessi compiti possono essere ampliati includendo scripting in Python, analisi dei dati o pianificazione di missioni più complesse.

Durata consigliata dell'attività

La serie di esperimenti può essere implementata in modo flessibile a seconda della struttura del corso e del tempo disponibile. In generale, si raccomanda che l'intero insieme di attività richieda circa 80-100 ore, inclusa la preparazione teorica tramite il MOOC e il relativo lavoro pratico.

Questo può essere suddiviso in circa 15-20 ore per modulo del corso, a seconda del numero di attività selezionate e della profondità di implementazione. Gli enti di formazione professionale possono anche utilizzare solo alcune attività del kit come brevi esercizi pratici, compiti di progetto o attività integrative all'interno di materie già esistenti.

Modello di implementazione didattica

Il modello didattico raccomandato è il blended learning. La parte teorica viene erogata tramite la piattaforma MOOC AVICO Moodle, mentre il Kit Sperimentale supporta l'applicazione pratica delle conoscenze acquisite.

La parte pratica può essere organizzata in diversi formati:

- attività in classe che utilizzano schede di lavoro, set di dati o esercizi guidati;
- Attività basate sulla simulazione utilizzando gli strumenti software disponibili;
- sessioni di laboratorio con droni didattici programmabili o altre attrezzature disponibili;
- Lavoro di gruppo basato su progetti, incentrato sulla risoluzione di un compito definito relativo a un veicolo aereo senza pilota (UAV);
- Esercizi individuali di programmazione, GIS o interpretazione.

Lavoro di gruppo e attività individuali

Il set sperimentale combina apprendimento individuale e collaborativo. Le attività, che includono pianificazione, discussione, verifiche di sicurezza, progettazione di missioni o lavoro sull'hardware, sono adatte a piccoli gruppi di 2-3 studenti. Ciò incoraggia il lavoro di squadra, la comunicazione e la condivisione dei ruoli.

Le attività di programmazione, GIS e analisi dei dati possono essere svolte individualmente, soprattutto se l'obiettivo è valutare la comprensione e i progressi tecnici di ogni studente. Tuttavia, si raccomanda la discussione tra pari e il confronto dei risultati, in quanto aiutano gli studenti a riflettere su approcci diversi e a migliorare le proprie soluzioni.

Questa struttura consente l'utilizzo del kit sperimentale in una varietà di contesti educativi, da

brevi dimostrazioni in classe a corsi di formazione pratica più complessi integrati nei programmi di istruzione e formazione professionale.

3.3 Specifiche tecniche

Questa sezione definisce l'infrastruttura tecnologica di base necessaria per implementare e gestire efficacemente la suite sperimentale AVICO. Descrive gli ambienti software, i componenti hardware e i benchmark computazionali che costituiscono la spina dorsale operativa del corso. Queste specifiche sono progettate per garantire che studenti e docenti dispongano degli strumenti necessari per simulare, programmare e analizzare dati spaziali, mantenendo al contempo elevati standard di compatibilità hardware e affidabilità del sistema in tutte le attività sperimentali.

3.3.1 Requisiti software

Gli strumenti digitali elencati di seguito rappresentano una suite software integrata necessaria per le fasi di sviluppo, simulazione e analisi del corso AVICO. Queste applicazioni spaziano da ambienti di programmazione visuale a blocchi di livello base a distribuzioni Python professionali e sistemi informativi geografici (GIS). Una corretta configurazione di questi requisiti è essenziale per creare un flusso di lavoro senza soluzione di continuità tra il laboratorio virtuale e l'aeromobile fisico.

- **Piattaforme di simulazione:**

- **Simulatore DJI Tello EDU:** Un ambiente leggero per principianti, specificamente progettato per scopi didattici. È lo strumento principale per testare la logica a blocchi (corso 1) e i comandi Python di base. Fornisce un feedback visivo immediato sulle traiettorie di volo, consentendo agli studenti di visualizzare un "quadrato perfetto" (ST-01) o una navigazione di base tramite waypoint senza il rischio di danneggiare l'hardware.
- **Gazebo:** Un simulatore fisico professionale ad alta fedeltà, spesso abbinato a un Robot Operating System (ROS). Consente la simulazione di complesse dinamiche di corpi rigidi, elemento chiave per il Corso 3 (Meccanica del Volo). Gli studenti possono utilizzare Gazebo per testare l'impatto del rumore dei sensori sull'hub di fusione sensoriale (ST-11) o per modellare l'effetto della densità dell'aria sulla portanza.
- **AirSim:** Sviluppato da Microsoft e basato su Unreal Engine, AirSim offre rendering fotorealistici e funzionalità avanzate di intelligenza artificiale. È l'ambiente di simulazione preferito per il Corso 1, Modulo 12 (Tracciamento con IA) e per il Corso 5 (Applicazioni agricole). La sua elevata fedeltà visiva consente l'addestramento di modelli di visione artificiale utilizzati negli scenari

"Tracciamento con IA" (ST-08) e "Conduuttore di bestiame" (ST-12).

- **Ambienti di sviluppo:**

Il pacchetto di programmazione è progettato per adattarsi al livello dello studente, passando dalla logica visiva alla programmazione professionale:

- **Python 3.x (distribuzione Anaconda):** La distribuzione Anaconda è stata scelta per la sua diffusione predominante nei settori dei droni e della scienza dei dati. La distribuzione Anaconda è consigliata perché include librerie di base come NumPy, Pandas e Matplotlib, semplificando la gestione dell'ambiente. Ciò consente agli studenti di concentrarsi immediatamente sul Corso 2 (Python per droni) e sul Corso 3 (Programmazione) senza dover affrontare complessi conflitti di dipendenza.
- **Notebook di Jupyter:** Funge da piattaforma principale per l'analisi dei dati e la sperimentazione. Il suo approccio di "programmazione letterata" consente agli studenti di combinare codice eseguibile con equazioni (LaTeX) e visualizzazioni in un unico documento. Ciò è essenziale per registrare le ipotesi della missione (Fase A) e generare output visivi durante l'elaborazione dei dati (Fase D).
- **Scratch & DroneBlocks:** Utilizzati nei moduli introduttivi (Corso 1, Modulo 11), questi linguaggi a blocchi consentono agli studenti di padroneggiare i concetti computazionali di base, come cicli, istruzioni condizionali e variabili, attraverso un'interfaccia drag-and-drop. Ciò garantisce che gli studenti possano implementare la logica di compiti come "Quadrato Perfetto" (ST-01), indipendentemente dalle loro conoscenze di programmazione iniziali.

- **GIS e cartografia:**

QGIS (open source) per l'analisi spaziale: QGIS, in quanto sistema informativo geografico open source standard, è il principale strumento di analisi per i Corsi 4 e 5. La sua inclusione nella suite consente agli studenti di elaborare dati aerei grezzi e trasformarli in informazioni utilizzabili, senza vincoli di licenza.

- **Gestione dell'output fotogrammetrico:** QGIS viene utilizzato per importare e visualizzare ortomosaici (mappe ad alta risoluzione create unendo foto scattate da droni). Gli studenti imparano a georeferenziare queste mappe per assicurarsi che corrispondano perfettamente alle coordinate del mondo reale.
- **Modellazione del terreno e dell'altitudine:** Consente la generazione di modelli digitali di elevazione (DEM) e modelli digitali di superficie (DSM). Questi sono essenziali per il "cartografo digitale" (ST-03) e per il calcolo del volume o della pendenza nelle attività di "ripristino forestale" (ST-09).
- **Strumenti per l'agricoltura di precisione:** Utilizzando una calcolatrice raster, gli studenti implementano formule di indici spettrali, come l'NDVI (Normalized Difference Vegetation Index). Questo è il punto chiave dello strumento "Crop Stress Hunter" (ST-04), che consente di identificare i problemi fitosanitari delle piante a partire da dati simulati multispettrali.

- **Interoperabilità spaziale:** QGIS supporta l'integrazione in tempo reale di immagini satellitari, dati vettoriali (confini catastali) e telemetria dei droni, fornendo una visione olistica di attività come "Cattle Guardian" (ST-12).
- **Software della stazione di controllo a terra (GCS):**

Il software GCS, che funge da interfaccia centrale di comando e controllo, stabilisce una comunicazione bidirezionale tra l'operatore e il drone tramite il protocollo MAVLink. Questo è lo strumento principale per il Modulo 4 del Corso 1 (Volo autonomo e stazioni di terra).

 - **Pianificatore della missione:** Una stazione di terra avanzata basata su Windows per l'ecosistema ArduPilot. Offre il set più completo di strumenti per la configurazione hardware approfondita, la regolazione dei PID, la pianificazione di waypoint 3D e l'analisi forense dei registri di volo. È essenziale per le attività che richiedono modifiche dettagliate alla meccanica di volo (ST-11).
 - **QGroundControl:** Una moderna stazione di controllo a terra (GCS) multiplatforma progettata per un'elevata usabilità e interfacce ottimizzate per il touch. Offre un'esperienza standardizzata sia per i sistemi PX4 che per ArduPilot. Nel kit, QGroundControl viene utilizzato per progettare rilievi di rete automatizzati e monitorare la telemetria dei sensori in tempo reale durante scenari di simulazione agricola (ST-04, ST-09, ST-12).

3.3.2 Componenti hardware

I componenti fisici del set sperimentale sono progettati per fornire una piattaforma tangibile per testare i concetti teorici e il codice sviluppati durante il corso. Questa selezione di hardware porta lo studente dalla sicurezza virtuale del simulatore alla complessità della fisica, dell'aerodinamica e della raccolta dati dei sensori nel mondo reale. Assemblare, calibrare e utilizzare questi moduli specifici consentirà agli studenti di acquisire un'esperienza pratica essenziale nella manutenzione di veicoli aerei senza pilota (UAV), nella meccanica del volo e nei sistemi elettronici di precisione.

- **Sistemi di veicoli aerei senza pilota (UAV):**

Il kit comprende due piattaforme aeree distinte che coprono l'intero spettro del programma di studi AviCo:

 - **Mini drone programmabile (stile Tello EDU):** Questa piattaforma è progettata per i moduli di sviluppo software (Corso 1, Modulo 11; Corso 2). Include un SDK open source che consente agli studenti di eseguire comandi direttamente tramite Python o programmazione a blocchi. Grazie alla stabilizzazione e alle funzionalità di sicurezza integrate, è uno strumento ideale per esercitarsi nella logica di missione, nella navigazione autonoma e nelle attività di base di visione artificiale, senza la necessità di complesse regole di volo.
 - **Kit per quadricottero fai-da-te (telaio da 5 pollici):** Un kit di assemblaggio

professionale incentrato su hardware e moduli tecnici (Corso 1, Moduli 1, 2, 8; Corso 3). Questo kit "Barebone" richiede agli studenti di assemblare fisicamente un drone e offre loro un'esperienza pratica con regolatori elettronici di velocità (ESC), motori brushless, controllori di volo (FC) e schede di distribuzione dell'alimentazione (PDB). È lo strumento principale per apprendere la manutenzione, la riparazione e l'elettronica di base dei sistemi UAV professionali.

- **Pacchetto di sensori avanzati:**

Il kit include una serie di sensori ad alta precisione che consentono la navigazione autonoma e la raccolta di dati specializzati. Questi sensori sono gli "occhi e le orecchie" del drone, e padroneggiarne l'integrazione è un obiettivo di apprendimento fondamentale:

- **Modulo GPS (Sistema di Posizionamento Globale):** Essenziale per la navigazione tramite waypoint e la georeferenziazione di immagini aeree. Consente al drone di mantenere la posizione in presenza di vento e garantisce un ritorno sicuro alla base (RTH). Nel Corso 4, i dati GPS costituiscono la base per la mappatura GIS e la cartografia digitale.
- **IMU (Unità di Misura Inerziale):** È costituito da un accelerometro a 3 assi e un giroscopio a 3 assi. Rappresenta il cuore del sistema di stabilizzazione del volo. L'IMU misura beccheggio, accelerazione e rotazione a centinaia di cicli al secondo. Gli studenti analizzano le registrazioni dell'IMU nel Corso 3 per comprendere la dinamica del volo e lo smorzamento delle vibrazioni.
- **Barometro (sensore di pressione atmosferica):** Viene utilizzato per il mantenimento preciso dell'altitudine. Rilevando piccole variazioni di pressione atmosferica, il barometro consente al drone di mantenere un'altitudine costante rispetto al punto di decollo. Questo è fondamentale per la realizzazione di ortomosaici (corso 4), dove è necessaria un'altitudine costante per un allineamento accurato.
- **Telecamera NoIR (infrarosso vicino):** Una fotocamera specializzata senza filtro a infrarossi che permette di catturare lunghezze d'onda nella regione del vicino infrarosso (NIR). Combinata con i dati della luce visibile, consente il calcolo dell'indice NDVI. Questo sensore è lo strumento principale del Corso 5, Modulo 2, che permette agli studenti di simulare ed eseguire il monitoraggio dell'agricoltura di precisione.

- **Requisiti di elaborazione per workstation:** La potenza di calcolo richiesta per questo set è determinata dalla necessità di simulazioni fisiche a bassa latenza e da complesse elaborazioni di dati spaziali:

- **Processore (minimo Intel i5 o equivalente):** È necessario un processore multi-core per gestire i thread simultanei provenienti dalla stazione di controllo a terra, dal simulatore di volo (Gazebo/AirSim) e dallo script Python. Un

processore i5 (di decima generazione o successivo) garantisce che i dati di telemetria ad alta frequenza non causino latenza di sistema che potrebbe portare a scenari critici di "perdita di controllo" durante i test.

- **Memoria (minimo 8 GB di RAM, 16 GB consigliati):** 8 GB è il requisito minimo di memoria per eseguire i simulatori di base e l'IDE di programmazione. Tuttavia, 16 GB sono fortemente consigliati per il Corso 4 (GIS) e il Corso 5 (Agricoltura). Le attività di fotogrammetria, come l'unione di centinaia di fotografie aeree per creare un ortomosaico ad alta risoluzione, richiedono una quantità di memoria estremamente elevata.
- **Sistema operativo (Windows 10/11 o Linux Ubuntu 20.04+):*** Windows: Necessario per gli strumenti GCS professionali come Mission Planner e DJI Tello EDU SDK, che offrono il miglior supporto driver per la maggior parte dell'hardware commerciale.
 - **Linux (Ubuntu):** Lo standard di settore per la ricerca avanzata sui veicoli aerei senza pilota (UAV). Ubuntu è essenziale per gli studenti che passano al terzo anno, in quanto fornisce supporto nativo per ROS (Robot Operating System) e Gazebo, consentendo lo sviluppo di logiche autonome più complesse.
- **Grafica (si consiglia una scheda grafica dedicata):** Sebbene la grafica integrata possa essere sufficiente per attività semplici, una scheda grafica dedicata (ad esempio, una scheda della serie NVIDIA GTX/RTX) velocizza notevolmente il rendering delle mappe 3D in QGIS e migliora la fedeltà della fisica in AirSim.

3.4 Struttura dei compiti sperimentali

Ciascuna attività all'interno del kit segue un protocollo standardizzato in 5 fasi, progettato per rispecchiare i flussi di lavoro ingegneristici professionali:

1. Fase A: Concetto – Definizione del problema e basi teoriche

- **Identificazione del problema:** Gli studenti passano da una domanda generale (ad esempio, "Come stabilizziamo il volo?") a una specifica sfida tecnica. Ciò implica l'identificazione delle variabili che entrano in gioco, come la resistenza del vento, il rumore dei sensori o il ritardo della batteria.
- **Collegamento teorico:** Gli studenti devono collegare il problema a specifici moduli di AviCo. Ad esempio, la stabilizzazione si applica al Corso 1: Aerodinamica e al Corso 3: Meccanica del volo.
- **Sviluppo dell'ipotesi:** In base al programma di studi, gli studenti prevedono il risultato. ("Se aumentiamo il guadagno derivativo nel controllore PID, il drone reagirà più velocemente alle raffiche di vento improvvise").
- **Definizione dei vincoli:** Identificare i limiti del dispositivo (ad esempio, la frequenza di aggiornamento del sensore o i limiti di tempo di volo) per garantire

una soluzione realistica.

2. Fase B: Configurazione – Sicurezza e configurazione dell'ambiente

- **Lista di controllo dell'hardware pre-volo:** Ispezione fisica dell'aeromobile. Questa include la verifica dell'integrità strutturale (bulloni e telaio), il controllo della fluidità di rotazione del motore e la verifica del corretto montaggio delle eliche in senso orario (CW/CCW). La tensione della batteria deve essere verificata tramite multimetro o telemetria.
- **Inizializzazione dell'ambiente software:** Preparazione dell'ambiente di lavoro digitale. Ciò include l'apertura dell'IDE necessario (ad esempio Jupyter Notebook), l'importazione delle librerie (NumPy, Matplotlib) e la creazione di una connessione seriale o Wi-Fi stabile tra la workstation e il drone/simulatore.
- **Calibrazione del sensore:** Esecuzione delle procedure di calibrazione per IMU (livellamento) e bussola (escludendo le interferenze magnetiche). Per le attività GIS, ciò include l'impostazione del corretto sistema di riferimento delle coordinate (CRS) in QGIS.
- **Zona di sicurezza operativa:** Definizione del "volume di volo". Per i test in ambienti chiusi, impostazione di reti o confini di sicurezza; per i test in ambienti esterni, verifica del numero di satelliti GPS (> 6) e controllo delle restrizioni locali relative alle "zone di divieto di volo".
- **Autenticazione sicura:** Conferma che i trigger "Ritorno a casa" (RTH) o "Atterraggio automatico" siano correttamente codificati e attivi in caso di perdita di segnale o batteria estremamente scarica.

3. Fase C: Azione – Attuazione ed esecuzione della missione

- **Flusso di lavoro di codifica iterativa:** Sviluppo di script in piccoli blocchi testabili. Gli studenti implementano la logica (ad esempio, traiettoria di volo o ciclo di elaborazione dati) e la distribuiscono prima in un simulatore. In caso di successo, il codice viene caricato sul drone fisico.
- **Inizio missione:** Esecuzione della sequenza di "accensione" e avvio del volo. Per le attività autonome, si tratta dell'attivazione dello script; per le attività manuali, dell'inizio di un'esercitazione di pilotaggio.
- **Monitoraggio telemetrico in tempo reale:** Monitorare attivamente il flusso di dati di volo "in tempo reale" verso la stazione di terra. Gli studenti devono monitorare beccheggio, rollio, imbardata, altitudine e consumo di potenza. Questo è fondamentale per rilevare in tempo reale le deviazioni dall'ipotesi della Fase A.
- **Impostazione dinamica:** Identificare e correggere gli errori "al volo". Se il drone si comporta in modo imprevisto, gli studenti devono decidere se continuare la missione con un comando manuale o avviare un atterraggio di emergenza.
- **Raccolta dati:** Assicurarsi che tutti i sensori (telecamera, GPS, IMU) registrino correttamente i dati su una scheda SD interna o su un server di telemetria

connesso al cloud per l'intera durata dell'"Evento".

4. Fase D: Elaborazione dei dati – Analisi e visualizzazione

- **Ricerca e analisi dei dati:** Estrazione dei file di log grezzi (CSV, BIN o TLOG) dalla scheda SD o dal software della stazione di terra del controllore di volo. Le immagini acquisite durante la missione vengono inviate per l'elaborazione fotogrammetrica.
- **Pulizia e preparazione dei dati:** Utilizzo di Python (libreria Pandas) per filtrare il rumore, gestire i dati mancanti (ad esempio, cali di segnale GPS) e sincronizzare i timestamp tra diversi sensori (IMU e GPS).
- **Analisi avanzata (ingegneria degli elementi):** Trasformazione delle metriche grezze in indicatori tecnici. Ciò comporta il calcolo del coefficiente di pendenza (C_L), trovare la "polarizzazione di trazione" (corso 2, modulo 8) o calcolare l'indice di vegetazione a differenza normalizzata (NDVI) da immagini multispettrali per i compiti del corso 5.
- **Visualizzazione professionale:** Generazione di grafici e mappe informative. Gli studenti utilizzano Matplotlib per creare grafici di serie temporali sull'efficienza dei motori o QGIS per elaborare foto grezze e trasformarle in nuvole di punti 3D, modelli digitali di elevazione (DEM) e ortomosaici.
- **Verifica dei risultati:** Confronto dei dati elaborati con l'ipotesi della Fase A. Gli studenti determinano se il comportamento fisico osservato corrisponde al modello matematico previsto.

5. Fase E: Conclusione – Debriefing riflessivo e ottimizzazione

- **Confronto tecnico:** Un confronto strutturato tra i "Risultati attesi" (ipotesi della Fase A) e i "Dati effettivamente osservati" (risultati della Fase D). Gli studenti devono quantificare gli errori o le discrepanze.
- **Analisi delle cause profonde (RCA):** Se il comportamento del drone si discosta dal modello (ad esempio, volo instabile, punti GPS imprecisi), gli studenti ne indagano le cause. Le cause più comuni includono rumore ambientale, deriva dei sensori o latenza nel ciclo di esecuzione di Python.
- **Revisione tra pari e presentazione:** Condivisione dei risultati con la classe. Gli studenti spiegano la metodologia utilizzata e difendono le interpretazioni dei dati, simulando una riunione di debriefing professionale in ambito ingegneristico.
- **Suggerimenti per l'ottimizzazione del sistema:** Sulla base dell'analisi, gli studenti propongono modifiche specifiche al codice o all'hardware per migliorare le prestazioni nelle missioni future (ad esempio, "Regolare il guadagno di integrazione del controllore PID per ridurre l'errore a regime").
- **Documentazione finale di laboratorio:** Raccolta del lavoro in un rapporto standardizzato (vedi appendice) che include il codice finale, le visualizzazioni

principali e una checklist firmata che conferma la corretta conservazione del set sperimentale.

3.5 Scenari di simulazione pratici

Questa sezione presenta una raccolta accuratamente selezionata di simulazioni pratiche ed esperimenti sul campo. Questi scenari sono progettati per colmare il divario tra i moduli teorici e le applicazioni professionali sul campo. Attraverso lo svolgimento di queste diverse attività, che spaziano dalla meccanica di volo di base al monitoraggio avanzato basato sull'intelligenza artificiale, gli studenti sviluppano il pensiero critico e le competenze tecniche necessarie nel settore emergente dei veicoli aerei senza pilota (UAV). Ogni scenario è collegato a specifici moduli del curriculum per garantire un percorso di apprendimento coerente che traduca la logica di programmazione in movimento fisico e dati ambientali.

Link ai moduli del programma di studi AVICO:

ID lavoro	Nome	Link al corso	Obiettivo	Risultato atteso
ST-01	Quadrato perfetto	Corso 1 / Modulo 11	Logica basata su blocchi principali per il controllo della traiettoria.	Decollo automatico, volo di lunga distanza e atterraggio di precisione.
ST-02	Inseguitore polare aerodinamico	Corso 2 / Modulo 8	Utilizzare Python (Matplotlib) per tracciare e rappresentare graficamente la polare aerodinamica (Cl vs. Cd).	Grafico polare della resistenza aerodinamica che mostra l'efficienza aerodinamica e i punti di stallo.
ST-03	Cartografo digitale	Corso 4 / Modulo 1	Crea un modello tridimensionale del terreno a partire da immagini aeree simulate.	File DEM (modello digitale di elevazione) in QGIS.
ST-04	cacciatore di stress delle colture	Corso 5 / Modulo 2	Identifica le "zone gialle" in un campo	Schema delle normative per l'irrigazione

			utilizzando dati NDVI simulati.	mirata.
ST-05	Servizio di emergenza	Corso 6 / Modulo 1	Attiva la funzione "Ritorno alla base" (RTH) in caso di batteria scarica.	Il drone tornerà automaticamente alla base quando la batteria sarà carica al di sotto del 20%.
ST-06	Calcolatore di galleggiamento e resistenza	Corso 1 / Modulo 1	Applicare l'equazione di Bernoulli per modellare le prestazioni di volo.	Uno script Python che calcola la portanza in tempo reale in base alla superficie alare.
ST-07	Manutenzione dei DPI	Corso 2 / Modulo 3	Utilizzare la programmazione e orientata agli oggetti per monitorare lo stato dell'hardware.	Un sistema basato su classi che avvisa l'utente dell'usura del motore.
ST-08	Tracciamento di oggetti basato sull'intelligenza artificiale	Corso 1 / Modulo 12	Implementare la visione artificiale (OpenCV) per il tracciamento degli obiettivi.	Un video di simulazione che mostra un drone che segue un'auto in movimento.
ST-09	Ripristino forestale	Corso 5 / Modulo 2	Pianifica una missione di semina aerea nelle aree colpite dagli incendi.	Piano di volo ottimizzato in base all'altitudine del terreno e alle ombre.
ST-10	revisore normativo	Corso 6 / Modulo 1	Creare un audit digitale per	Lista di controllo del software con

			verificare la conformità della Slovacchia/UE alle normative sui droni.	riferimenti incrociati alla legge sull'aviazione.
ST-11	Centro di fusione sensoriale	Corso 1 / Modulo 4	Combinazione di dati GPS, IMU e barometro per la determinazione della posizione.	Un set di dati unificato che mostra una stima dell'altitudine estremamente precisa.
ST-12	Guardia del bestiame	Corso 5 / Modulo 2	Simulazione del monitoraggio degli animali tramite logica di imaging termico.	Visualizzazione tramite mappa termica che identifica la posizione degli animali.

3.6 Valutazione

I risultati ottenuti vengono misurati utilizzando un criterio multidimensionale:

- **Sicurezza (30%):** Rispetto delle liste di controllo pre-volo e dei protocolli di gestione delle batterie.
- **Accuratezza tecnica (30%):** Il codice viene eseguito senza errori? L'assemblaggio del drone è strutturalmente solido?
- **Profondità analitica (20%):** Capacità di interpretare correttamente mappe GIS o record di dati in Python.
- **Documentazione (20%):** Qualità del rapporto di missione e delle voci del registro di volo.

3.6.1 Rubriche di valutazione specifiche per scenario

I seguenti criteri si applicano a ciascuno scenario in base alle percentuali ponderate sopra indicate:

ID lavoro	Sicurezza (30%)	Accuratezza tecnica (30%)	Profondità analitica (20%)	Documentazione (20%)
ST-01	Procedure di decollo/atterraggi	La logica della pista quadrata è	Identificazione delle cause della	Screenshot completo con

	o corrette; nessuna collisione.	corretta; atterraggio preciso.	deriva (vento/sensori).	codice di blocco e registro di volo.
ST-02	Esportazione sicura dei dati; corretta gestione dei file del simulatore.	Sintassi corretta del grafico Matplotlib; calcolo accurato del rapporto CI/Cd.	Interpretazione del rapporto tra "punto di arresto" e "planata ottimale".	Analisi comparativa di diversi tipi di profili alari.
ST-03	Controlli di sicurezza nell'area di missione; pianificazione dell'altitudine di sicurezza.	Qualità della sovrapposizione dell'ortomosaico (> 70%); accuratezza della configurazione di QGIS.	Precisione delle misurazioni dell'altezza del terreno.	Report DEM e mappa topografica esportati.
ST-04	Sicurezza nella verifica dell'autenticità del terreno; controlli di calibrazione dei sensori.	Corretta implementazione della formula NDVI; allineamento spettrale.	Correlazione tra i valori NDVI e la salute delle piante.	Mappa delle normative con raccomandazioni per l'irrigazione.
ST-05	Efficacia del meccanismo di attivazione RTH; evitamento degli ostacoli.	Logica del codice per il rilevamento della batteria scarica; precisione del segnale GPS.	Giustificazione della soglia di sicurezza del 20%.	Video del rientro autonomo riuscito e dati della registrazione.
ST-06	Validazione dei limiti matematici; coerenza delle unità di misura.	Corretto utilizzo della formula di Bernoulli nel codice.	Analisi della sensibilità alla galleggiabilità in funzione della densità dell'aria.	Tabella dei risultati per diverse condizioni di volo.
ST-10	Accuratezza dei dati normativi; verifica della conformità al GDPR.	Completezza dello strumento di audit; logica del database.	Interpretazione legale delle "zone di divieto di volo" e dei relativi permessi.	Rapporto finale di conformità per uno specifico scenario di volo.

ST-11	Monitoraggio del segnale IMU/GPS; verifica dello stato dei sensori.	Algoritmo di fusione logica (Kalman/complementare); correzione della deriva.	Confronto della qualità dei dati grezzi e dei dati uniti.	L'analisi dei dati mostra una riduzione dell'errore di altitudine.
ST-12	Distanza di sicurezza dagli animali; calibrazione del sensore di temperatura.	Logica dell'algoritmo di rilevamento termico; generazione della mappa termica.	Identificazione precisa dei "punti critici" rispetto all'ambiente.	Visualizzazione della distribuzione della mandria e dei rapporti sul benessere degli animali.

3.7 Manuale per l'insegnante e supporto didattico

Questa sezione fornisce indicazioni di base per docenti e formatori responsabili dell'implementazione del curriculum AVICO. Descrive strategie pedagogiche progettate per massimizzare il coinvolgimento degli studenti e il pensiero critico, gestendo al contempo le complessità tecniche del volo dei droni e della programmazione. Il manuale funge da modello per facilitare le esercitazioni pratiche e garantisce che gli istruttori possano passare dall'essere semplici fonti di informazione a guide attive nel percorso degli studenti verso la risoluzione dei problemi.

3.7.1 Strategie di facilitazione

Le strategie di facilitazione si concentrano sul cambiamento del ruolo dell'istruttore, che da principale fornitore di informazioni si trasforma in quello di mentore e catalizzatore della scoperta. Utilizzando il metodo socratico, gli insegnanti sfidano gli studenti ad articolare la fisica e la logica del comportamento del loro drone, anziché fornire soluzioni tecniche immediate. Inoltre, la rotazione dei ruoli garantisce che ogni studente sperimenti le diverse responsabilità di un team di droni professionisti, dalla precisione di un pilota al rigore analitico di un data scientist, promuovendo un ambiente collaborativo in cui competenze tecniche e trasversali vengono sviluppate simultaneamente.

- **Metodo socratico:** Quando il drone di uno studente si sposta a sinistra, invece di rispondere, chiedigli: "Perché pensi che il drone si stia spostando a sinistra?".
- **Rotazione dei ruoli:** Fate in modo che gli studenti si alternino nei ruoli di pilota, osservatore della sicurezza e analista dei dati.
- **Incoraggiamento a "fallire in fretta":** Crea una cultura in cui gli studenti siano

incoraggiati a fallire prima nel simulatore. Usa i crash come sessioni di debug per comprendere i limiti del tuo codice.

- **Revisione del codice tra pari:**Prima del volo vero e proprio, fate in modo che gli studenti si scambino gli script Python. Se uno studente non riesce a spiegare la logica a un altro, lo script non è pronto per essere utilizzato.
- **Validazione della simulazione e della realtà:**Ordinare che nessun codice possa essere caricato sul drone finché non avrà completato con successo una missione in un simulatore di volo per tre volte consecutive.
- **Promuovere l'etica della sicurezza:**È fondamentale collegare costantemente gli aspetti tecnici con le implicazioni legali/etiche (ad esempio, "Se l'IA del vostro sistema di protezione del bestiame identifica erroneamente un bersaglio, qual è la responsabilità legale ai sensi del Corso 6?").

3.7.2 Risoluzione dei problemi ed errori comuni

Questa sezione funge da guida diagnostica pratica per aiutare gli utenti a gestire i problemi tecnici che possono sorgere durante l'assemblaggio hardware, lo sviluppo software o le operazioni sul campo. Identificando e classificando i punti di guasto più comuni, questa risorsa mira a semplificare il processo di risoluzione dei problemi, consentendo agli studenti di imparare dagli errori più frequenti e di mantenere un'elevata prontezza operativa.

- **Hardware:**
 - **Eliche invertite:**Causa n. 1 dei decolli falliti. Controllare i segni di orientamento orario/antiorario.
 - **Malfunzionamenti del blocco GPS:**Assicurati di essere all'aperto con una visuale libera del cielo; evita di effettuare i test sotto alberi fitti o vicino a grattacieli alti.
 - **Interferenze della bussola:**Non calibrare il drone in prossimità di oggetti metallici di grandi dimensioni (automobili, cemento armato) o linee ad alta tensione.
 - **Caduta di tensione della batteria LiPo:**Se il drone si comporta in modo anomalo ad alta velocità, verificare se la batteria è scarica o se la sua tensione è bassa.
- **Software:**
 - **Indentazione in Python:**Fondamentale per il Corso 2. Utilizzare un linter o un IDE che evidenzia visivamente le tabulazioni rispetto agli spazi.
 - **Conflitti di porte/indirizzi IP:**Se lo script non riesce a trovare il drone, assicurarsi che nessun altro processo in background stia utilizzando la stessa porta di comunicazione.
 - **Dipendenze mancanti:**L'errore "ModuleNotFoundError" di solito indica che è necessario installare NumPy, Pandas o OpenCV tramite pip.
 - **SDK per cicli infiniti:**È sempre necessario includere le condizioni di "interruzione" o "timeout" negli script autonomi per prevenire scenari di

"controllo incontrollato".

- **GIS:**
 - **Discrepanze nel sistema CRS:**Sistemi di riferimento di coordinate non corrispondenti causano un disallineamento dei livelli della mappa. Verificare sempre i codici EPSG nelle impostazioni del progetto QGIS.
 - **Aperture fotogrammetriche:**Ciò è solitamente causato da una sovrapposizione insufficiente (<70%). Ripetere la missione con una rete di traiettorie di volo più fitta.
 - **Dati Z mancanti:**Prima di tentare di renderizzare il terreno in 3D, assicurarsi che il layer raster contenga i valori di elevazione.

3.8 Materiali pronti all'uso

L'appendice fornisce una serie di moduli, modelli e schede di osservazione standardizzati, progettati per supportare i requisiti pedagogici e operativi del corso AVICO. Questi materiali fungono da strumento "pronto all'uso" per insegnanti e studenti, garantendo uniformità nella raccolta dei dati, nella gestione della sicurezza e nella valutazione delle prestazioni. Utilizzando queste risorse standardizzate, gli istituti professionali possono mantenere elevati standard professionali, semplificando al contempo gli aspetti amministrativi delle attività di laboratorio e sul campo.

3.8.1 Modello di lista di controllo: Sicurezza pre-volo

- ✓ Ispezione visiva del telaio e delle eliche.
- ✓ Tensione della batteria verificata (> 3,8 V per cella).
- ✓ Intensità del segnale radio confermata.
- ✓ Stato verificato della zona di divieto di volo (modulo legislativo).
- ✓ Calibrazione della bussola riuscita.

3.8.2 Scheda di osservazione: analisi dei dati

- **Nome dello studente:** _____
- **Compito:**ST-02 (Tracciatore polare aerodinamico)
- **Comportamento osservato:** _____
- **Risultato:**[Riuscito / Fallito]



4 Metodologia per l'adozione e la replicazione

4.1 Scopo e approccio strategico

Lo scopo di questa metodologia è supportare gli enti di istruzione e formazione professionale (IFP) nell'adozione, nell'adattamento e nell'implementazione efficaci dell'approccio di apprendimento AVICO nel proprio contesto istituzionale. Il framework AVICO non è concepito come un modello di implementazione rigido, bensì come una metodologia flessibile e trasferibile in grado di rispondere alle diverse esigenze di studenti, insegnanti e sistemi educativi in tutta Europa.

Nel contesto di un mercato del lavoro in rapida evoluzione e della trasformazione digitale, gli enti di formazione professionale sono sempre più chiamati a integrare approcci didattici innovativi che combinino conoscenze tecniche con applicazioni pratiche. Il framework AVICO affronta questa sfida offrendo un modello strutturato ma adattabile che unisce la formazione in programmazione ad applicazioni reali con i droni, consentendo agli istituti di modernizzare la propria offerta formativa mantenendo al contempo la coerenza con i programmi di studio esistenti.

Il quadro di riferimento svolge quindi una duplice funzione: fornisce indicazioni pratiche per l'implementazione e al contempo supporta il processo decisionale strategico a livello istituzionale, in particolare in relazione allo sviluppo dei programmi di studio, alla digitalizzazione e all'innovazione delle competenze.

4.2 Il processo di accettazione e integrazione nella pratica dell'istruzione e della formazione professionale

L'adozione dell'approccio AVICO è concepita come un processo progressivo e gestibile che consente agli enti di formazione professionale di integrare la piattaforma MOOC e le attività basate sulla simulazione nelle proprie pratiche didattiche senza la necessità di importanti cambiamenti strutturali.

Gli istituti sono incoraggiati a iniziare esplorando la piattaforma MOOC di AVICO e familiarizzando con i moduli disponibili, i risultati di apprendimento e le risorse. Sulla base di questa esplorazione iniziale, docenti e formatori potranno individuare i componenti più pertinenti in relazione alle esigenze dei propri studenti, al livello di competenza digitale e agli obiettivi specifici dei loro programmi formativi.

Il processo di integrazione prevede in genere una combinazione di apprendimento teorico, fornito tramite MOOC, e attività pratiche supportate da un set di simulazioni sperimentali. Questo approccio combinato consente agli studenti di passare dall'acquisizione di conoscenze all'applicazione, rafforzando così la comprensione e favorendo lo sviluppo di competenze



tecniche e trasversali.

È importante sottolineare che il modello AVICO consente un'implementazione graduale. Gli enti di formazione professionale possono iniziare con moduli selezionati o attività pilota ed espandere progressivamente l'utilizzo degli strumenti man mano che acquisiscono fiducia ed esperienza. Questo approccio graduale riduce gli ostacoli all'adozione e favorisce un'integrazione sostenibile nella pratica didattica quotidiana.

4.3 Adattamento alle esigenze degli studenti e modelli di implementazione

Uno dei principali punti di forza del modello AVICO è la sua adattabilità. La metodologia è stata appositamente concepita per adattarsi a un'ampia gamma di profili di studenti, contesti istituzionali e obiettivi di apprendimento, risultando particolarmente adatta ai diversi ambienti dei sistemi di istruzione e formazione professionale.

Gli enti di formazione professionale possono personalizzare l'approccio AVICO selezionando moduli specifici, adattando il livello di complessità e contestualizzando le attività in modo da rispecchiare le esigenze locali o i requisiti specifici del settore. Ciò garantisce che l'esperienza di apprendimento rimanga pertinente, inclusiva e in linea con le competenze attese dagli studenti.

Il framework supporta molteplici modelli di implementazione, tra cui l'apprendimento in aula, gli ambienti di apprendimento misto e le attività basate su progetti o extracurricolari. Questa flessibilità consente agli istituti di scegliere il formato più appropriato in base alle risorse disponibili, alle infrastrutture e alle preferenze pedagogiche.

Concentrandosi su un approccio centrato sullo studente e offrendo percorsi adattabili, AVICO consente agli enti di formazione professionale di rispondere efficacemente ai diversi livelli di preparazione digitale e stili di apprendimento, mantenendo al contempo un'esperienza di apprendimento coerente e strutturata.

5 Sostenibilità e utilizzo a lungo termine

Il framework AVICO è stato sviluppato con la sostenibilità come principio fondamentale, garantendo che i risultati del progetto rimangano rilevanti e utilizzabili anche dopo la conclusione formale del progetto stesso. La natura aperta e modulare della piattaforma MOOC e degli strumenti di simulazione consente agli enti di formazione professionale di continuare a utilizzare, adattare e integrare le risorse nei propri programmi formativi nel tempo.

La sostenibilità è ulteriormente rafforzata dall'enfasi posta sullo sviluppo delle competenze di insegnanti e formatori, che svolgono un ruolo chiave nell'implementazione della metodologia AVICO nei loro istituti. Approfondendo la conoscenza degli strumenti e degli approcci, i docenti possono continuare ad applicare e sviluppare la metodologia in risposta alle mutevoli esigenze formative e agli sviluppi tecnologici. Inoltre, la strategia di diffusione contribuisce all'impatto a lungo termine sensibilizzando, promuovendo l'adozione della metodologia e favorendo la creazione di una comunità di pratica tra gli enti di formazione professionale e le parti interessate. Questo approccio in rete migliora la condivisione delle conoscenze, supporta il miglioramento continuo e rafforza la scalabilità complessiva dei risultati di AVICO a livello nazionale ed europeo.

Grazie a questa combinazione di flessibilità, accessibilità e integrazione istituzionale, il quadro AVICO garantisce che il suo impatto si estenda oltre il ciclo di vita del progetto e contribuisca alla continua modernizzazione dell'istruzione e della formazione professionale.