



Analisi del livello dell'acqua della diga di acqua potabile e della sicurezza del bacino

CENTRO RISORSE FLIGHT

Amministrazione idrica e fognaria di Gaziantep - TURCHIA



**Co-funded by
the European Union**

Sommario

1. INTRODUZIONE	2
2. DESTINATARI	2
3. SETTORE DI APPLICAZIONE	2
4. TIPO	2
5. DRONE UTILIZZATO	2
6. DURATA	3
7. OBIETTIVI DI APPRENDIMENTO	3
8. COMPETENZE CHIAVE SVILUPPATE	3
1. Comunicazione e lingue	3
2. Competenze matematiche, scientifiche, tecniche e professionali	3
3. Competenze digitali	3
4. Competenze personali, sociali e professionali	3
5. Sicurezza, qualità e sostenibilità	4
6. Cittadinanza e competenza culturale.....	4
7. Creatività, capacità di risoluzione dei problemi e spirito imprenditoriale.....	4
8. Apprendimento basato sul lavoro e integrazione nel mondo del lavoro	4
9. PREREQUISITI	4
10. SCHEMA DELLA LEZIONE	5
Fase 1 – Introduzione (Coinvolgimento e Contestualizzazione).....	5
Fase 2 – Esplorazione (Indagine e Confronto)	6
Fase 3 – Applicazione (Esercitazioni pratiche)	7
Fase 4 – Riflessione e Consolidamento (Presentazione).....	8
11. CRITERI DI VALUTAZIONE (Focus sulla protezione del bacino e sulla sicurezza delle dighe).....	10
12. MATERIALI DIDATTICI	11



1.INTRODUZIONE

Gli studenti eseguiranno missioni periodiche di "ispezione visiva e atmosferica" su dighe di acqua potabile e bacini di protezione utilizzando droni per monitorare i cambiamenti nei livelli dell'acqua e rilevare strutture illegali o attività agricole.

2.DESTINATARI

- ☐ 15
- ☐ 16
- ☒ 17
- ☐ 18
- ☐ Oltre 18 anni

3.SETTORE DI APPLICAZIONE

- ☐ Agricoltura
- ☒ Risposta alle emergenze
- ☐ Costruzioni
- ☐ Gestione delle acque
- ☐ Protezione ambientale
- ☐ Altro

4.TIPO

- ☐ Piano di lezione
- ☒ Progetto
- ☐ Attività

5.DRONE UTILIZZATO

- ☒ Drone Personalizzato
- ☐ Drone Commerciale (DJI)



6.DURATA

- ☐ 1 lezione da 45 minuti
- ☐ 1 lezione da 60 minuti
- ☐ 1 blocco da 90 minuti
- ☐ 2 lezioni da 45 minuti
- ✓ 2 lezioni da 60 minuti
- ☐ Doppia sessione (2 × 60 minuti) con compiti a casa facoltativi basati su progetti.

7.OBIETTIVI DI APPRENDIMENTO

Gli studenti monitoreranno la distanza tra la superficie dell'acqua e la cresta della diga (freeboard) ed eseguiranno il "monitoraggio del livello dell'acqua" tramite telecamera drone. Gli studenti analizzeranno i dati microclimatici (umidità, tasso di evaporazione) forniti dal sensore BME680 sul bacino della diga. Gli studenti rileveranno attività agricole non autorizzate o fonti di inquinamento nelle zone di protezione del bacino (1° e 2° grado) attraverso la ricognizione aerea.

8.COMPETENZE CHIAVE SVILUPPATE

1. Comunicazione e lingue

- ✓ Competenza di alfabetizzazione (comprensione e produzione di testi scritti/orali)
- ✓ La comunicazione in contesti professionali
- ☐ Competenza multilingue

2. Competenze matematiche, scientifiche, tecniche e professionali

- ✓ Competenza matematica
- ☐ Competenza scientifica, tecnologica e ingegneristica (STEM)
- ☐ Competenze numeriche applicate ai compiti lavorativi
- ☐ Interpretazione di informazioni tecniche (manuali, diagrammi, norme)
- ☐ Competenze professionali/tecniche
- ☐ Esecuzione di compiti pratici

3. Competenze digitali

- ✓ Competenza digitale (alfabetizzazione digitale generale)
- ☐ Utilizzo di strumenti digitali in ambito lavorativo

4. Competenze personali, sociali e professionali

- ✓ Competenza personale, sociale e di apprendimento
- ☐ Lavoro di squadra e collaborazione
- ☐ Autonomia e responsabilità
- ☐ Etica del lavoro e comportamento professionale



- ☐ Adattabilità e flessibilità
- ✓ Collaborazione con supervisori e colleghi

5. Sicurezza, qualità e sostenibilità

- ☐ Applicazione delle norme in materia di salute e sicurezza (OHS/SST)
- ☐ Procedure di qualità e norme sul luogo di lavoro
- ✓ Consapevolezza ambientale e di sostenibilità

6. Cittadinanza e competenza culturale

- ✓ Competenza di cittadinanza
- ☐ Consapevolezza culturale e competenza espressiva

7. Creatività, capacità di risoluzione dei problemi e spirito imprenditoriale

- ✓ Risoluzione dei problemi e pensiero critico
- ☐ Competenza imprenditoriale
- ☐ Iniziativa e creatività
- ☐ Il processo decisionale in situazioni lavorative reali

8. Apprendimento basato sul lavoro e integrazione nel mondo del lavoro

- ☐ Integrazione nelle routine lavorative
- ☐ Seguendo le istruzioni e le procedure professionali
- ✓ Utilizzo di strumenti, attrezzature e tecnologie

This checklist merges the EU Key Competences for Lifelong Learning with the core competences expected in European Vocational Education and Training (VET).

9. PREREQUISITI

Ci si aspetta che gli studenti acquisiscano una conoscenza di base di Arduino/MicroPython e delle norme fondamentali in materia di salute e sicurezza sul lavoro.

Per quanto riguarda l'uso della tecnologia, gli studenti devono avere familiarità con i principi fondamentali della sicurezza del volo dei droni, tra cui i controlli pre-volo, le procedure di decollo e atterraggio sicuri, la gestione della batteria e il mantenimento della linea visiva. Competenze digitali di base, come l'utilizzo di un dispositivo mobile o di un tablet per il controllo del volo e la revisione delle immagini acquisite, favoriranno una partecipazione efficace alla lezione.



10. SCHEMA DELLA LEZIONE

Fase 1 – Introduzione (Coinvolgimento e Contestualizzazione)

Fase 1: Importanza della protezione del bacino e del monitoraggio ambientale

Parte 1: *Zone di protezione legale e rischi ambientali*

Questa sezione si concentra sugli impatti ambientali invisibili all'interno delle zone di protezione assoluta, a breve, medio e lungo raggio dei bacini delle dighe di acqua potabile e sui loro effetti sulle infrastrutture e sulla sicurezza idrica:

- **Zone di protezione e restrizioni legali:** un briefing tecnico sulle restrizioni legali all'interno delle aree di protezione dei bacini (assoluto, breve, medio, lungo raggio) e sull'impatto delle attività umane sulla qualità dell'acqua in queste regioni.
- **Fattori fisici nelle infrastrutture del bacino:** analisi del modo in cui le variazioni estreme di calore e pressione atmosferica portano alla deformazione fisica, all'espansione e al cedimento delle strutture del bacino.
- **Umidità e integrità strutturale:** una valutazione tecnica dell'impatto dell'elevata umidità sulle apparecchiature di protezione del bacino e sugli isolanti e delle conseguenti perdite di energia (come la formazione di archi).

Parte 2: *Logica operativa di BME680 per il monitoraggio del bacino*

Una discussione tecnica su come il sensore BME680 rende "visibili" le minacce ambientali all'interno delle zone di protezione del bacino:

- **Logica di misurazione multiparametrica:** spiegazione di come il sensore converte i dati di umidità, temperatura e pressione provenienti dall'ambiente in segnali elettrici tramite il suo strato di ossido metallico. Valori soglia per la sicurezza del bacino:
- **TWA (media ponderata nel tempo):** limiti per l'esposizione ambientale a lungo termine all'interno dell'ambiente del bacino.
- **Soglie critiche:** livelli critici di temperatura e umidità in cui inizia la deformazione dell'infrastruttura o la perdita di energia.
- **Sensibilità incrociata nei dati sul campo:** analisi del modo in cui i fattori ambientali si influenzano a vicenda e degli effetti della sensibilità incrociata sull'accuratezza complessiva dei dati.

Parte 3: *Introduzione alla calibrazione dei sensori*

Verifica dei sensori prima dell'implementazione in tutto il bacino per garantire una raccolta dati affidabile:

- **Calibrazione zero:** impostazione dei valori di temperatura e pressione di riferimento in un ambiente controllato.
- **Calibrazione della campata:** verifica della precisione della misurazione utilizzando valori di riferimento ambientali noti.
- **Avvelenamento del sensore ambientale:** spiegazione dei rischi di perdita di sensibilità del sensore a causa di inquinamento estremo o esposizione chimica nelle aree del bacino.



Domande guida / Discussione in classe:

- Perché la "deformazione fisica" causata dal calore e dall'umidità estremi nelle strutture all'interno delle zone di protezione dei bacini rappresenta un rischio critico per la continuità idrica ed energetica?
- In che modo il processo di calibrazione del sensore condotto in un ambiente controllato garantisce l'affidabilità dei dati raccolti durante le ispezioni del bacino?
- Perché è obbligatorio per il drone librarsi su una coordinata fissa per 30 secondi per garantire la registrazione accurata di parametri variabili come umidità e calore.

Fase 2 – Esplorazione (Indagine e Confronto)

Fase 2: Monitoraggio del livello dell'acqua assistito da drone e descrizione

dell'interazione BME680: In questa fase, gli studenti studiano come utilizzare l'altitudine del drone e i dati della telecamera per eseguire un'analisi in tempo reale della distanza tra la cresta della diga e la superficie dell'acqua (freeboard). Si concentrano sul ruolo dei dati di pressione e temperatura BME680 nella correzione dell'altitudine e affrontano le “tre grandi minacce”: deriva dei dati, analisi imprecisa della distanza e vincoli di accesso.

Parte 1: Processo di calibrazione e verifica tecnica

Regolazione pre-volo dei sensori e dei sistemi di analisi visiva in base ai fattori ambientali sulla superficie della diga.

- **Calibrazione della linea di base zero:** impostazione della cresta della diga come altitudine di riferimento e azzeramento dei valori di base del sensore al livello dell'aria pulita.
- **Regolazione della distanza e dell'altitudine:** verifica se le informazioni sulla distanza ottenute dai dati sull'altitudine dei droni e dalle immagini delle telecamere corrispondono a riferimenti fisici noti.
- **Analisi della deriva dei sensori e delle immagini:** analisi dell'impatto dell'umidità estrema sul serbatoio o di improvvisi cambiamenti di pressione sulla precisione di volo stazionario del drone e sulle letture dei sensori.

Parte 2: Profilazione verticale e osservazione dei dati

Analisi del bordo libero (sgombero) durante l'avvicinamento verticale del drone alla superficie dell'acqua:

Simulazione dell'analisi del bordo libero:

- **Livello della cresta:** monitoraggio dei dati di riferimento sull'altitudine e sulla densità dell'aria nel punto più alto della diga.
- **Livello medio (zona di bordo libero):** osservazione dei cambiamenti di altitudine e delle variazioni della densità dell'aria durante la discesa verso la superficie dell'acqua.
- **Livello della superficie dell'acqua:** il punto più critico in cui viene misurata la distanza netta dall'acqua (freeboard) utilizzando i dati visivi della telecamera.
- **Correzione della densità dell'aria e dell'altitudine:** calcolo della densità dell'aria utilizzando dati di pressione e temperatura per correggere errori nelle misurazioni barometriche dell'altitudine.



- **Tempo di risposta (90):** misurazione del tempo necessario al sensore per raggiungere letture stabili nell'ambiente umido vicino alla superficie dell'acqua.

Parte 3: Rischi di calibrazione impropria nel monitoraggio del livello dell'acqua

- **Pericolo di letture imprecise del bordo libero:** analisi del rischio di calcolare in modo errato il tasso di occupazione della diga a causa di letture errate dell'altitudine o della pressione, che potrebbero nascondere potenziali rischi di inondazioni.
- **Falsi allarmi e sicurezza delle dighe:** discussione su come una calibrazione scadente possa portare a "falsi allarmi di occupazione", con conseguenti decisioni errate nei protocolli operativi delle dighe.

Domande guida / Discussione in classe:

- Anche se i dati sulla cresta della diga sembrano normali, perché potrebbe verificarsi una deriva dei dati causata dall'umidità a livelli prossimi alla superficie dell'acqua (la fine del bordo libero)?
- In che modo la capacità del BME680 di misurare la pressione atmosferica migliora l'affidabilità dell'analisi "freeboard" condotta utilizzando i dati barometrici dell'altitudine?
- Quale livello (cresta, media o superficie dell'acqua) rappresenta la sfida più grande per la stabilità del drone e per la nitidezza delle immagini delle telecamere?

Breve lettura / Infografica:

Analisi e sicurezza del bordo libero: una guida visiva che spiega perché la distanza tra la cresta della diga e la superficie dell'acqua è critica e come i dati di altitudine supportati da BME680 verificano questa distanza con precisione millimetrica.

Attività di lavoro di gruppo:

Piccoli gruppi analizzano i registri di volo verticali e le immagini delle telecamere per identificare a quale altitudine la distanza di bordo libero scende al di sotto del limite critico di sicurezza e preparano un rapporto tecnico sullo stato attuale di occupazione della diga.

Fase 3 – Applicazione (Esercitazioni pratiche)

Fase 3: Volo di sorveglianza per il rilevamento dell'inquinamento (applicazione sul campo e protocolli di sorveglianza)

Descrizione: Questa fase riguarda i protocolli operativi per condurre voli di scoperta sul bacino della diga utilizzando i sistemi di sensori e telecamere BME680 montati. Gli studenti analizzeranno la sicurezza del bacino identificando le attività che rappresentano un rischio per la qualità dell'acqua, come l'edilizia illegale, l'uso di fertilizzanti chimici e lo scarico di rifiuti, e classificheranno le zone a rischio risultanti.

Parte 1: Preparazione pre-volo e protocolli di sicurezza

- **Pianificazione della missione per la sorveglianza del bacino:** mappatura dei punti all'interno delle aree di protezione del bacino (zone assolute e a corto raggio) in cui



sono più previste attività illegali e inquinamento chimico.

- **Valutazione ambientale e legale:** valutazione dell'impatto della velocità del vento e della potenza del segnale GPS, nonché dei divieti di volo e delle restrizioni legali sul bacino, sulla sicurezza del volo.
- **Prontezza dei sensori e delle immagini:** verifica del montaggio del sensore calibrato e del sistema di telecamere ad alta risoluzione; garanzia che le apparecchiature ottiche necessarie per il rilevamento dell'inquinamento siano pronte.

Parte 2: Esecuzione operativa e raccolta dati

- **Regola di sospensione di 30 secondi (mappatura dell'inquinamento):** mantenimento di una posizione stabile su ciascuna coordinata per 30 secondi nei siti sospetti di inquinamento o nelle aree di costruzione illegali per stabilizzare i dati sulla qualità dell'aria (COV, umidità e resistenza ai gas) e acquisire prove visive.
- **Gestione dell'altitudine per la scoperta:** volare a diverse altitudini in base alla topografia del bacino per osservare l'evaporazione chimica dalle attività agricole o le emissioni di polvere lungo tutto il profilo verticale.
- **Registrazione dati sincronizzata:** registrazione simultanea dei dati dei sensori e delle immagini delle telecamere con coordinate GPS per preservare l'integrità spaziale della fonte di inquinamento.

Parte 3: Classificazione del rischio e classificazione della gestione dei rischi di inquinamento:

- **Rischio basso/moderato:** identificazione di attività conformi alle normative o di aree agricole a bassa intensità.
- **Rischio elevato:** classificazione delle "zone rosse" in cui vengono rilevate strutture illegali in aree di protezione assoluta, uso di fertilizzanti chimici vicino a fonti d'acqua o scarico di rifiuti.
- **Protocolli di navigazione e di emergenza:** garantire la sicurezza del volo attorno agli ostacoli e ai pendii ripidi del bacino; implementare protocolli di "ritorno a casa" (RTH) in caso di guasto tecnico.



Fase 4 – Riflessione e Consolidamento (Presentazione)

Fase 4: Segnalazione della sicurezza e dell'ambiente delle dighe (mappatura dell'integrità del bacino)

Descrizione: Questa fase prevede l'elaborazione di dati grezzi sul campo in un ambiente digitale combinando prove visive con dati del sensore BME680 (come tendenze di umidità

ed evaporazione). L'obiettivo è creare una "Mappa completa dell'integrità del bacino" per documentare la salute tecnica e la sicurezza del bacino della diga.

Parte 1: Trasferimento e integrazione dei dati

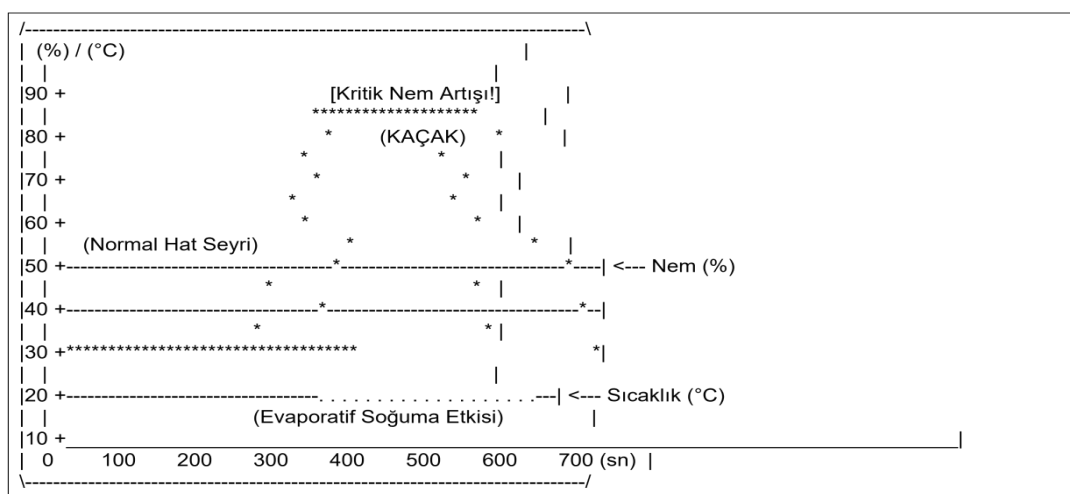
- **Scarico dati:** trasferimento dei dati del sensore .csv con timestamp (umidità, pressione, COV) e delle immagini ad alta risoluzione dalla memoria del drone a un computer.
- **Pulizia dei dati:** filtraggio dei dati rumorosi provenienti dalle fasi di decollo e atterraggio per concentrarsi esclusivamente sulle finestre di "hovering" di 30 secondi alle coordinate di misurazione.
- **Sincronizzazione spaziale:** garantire che le tendenze dell'evaporazione e dell'umidità siano accuratamente abbinate a prove visive (ad esempio, strutture illegali o siti di inquinamento) utilizzando le coordinate GPS.

Parte 2: Analisi delle tendenze di evaporazione e della sicurezza

- **Definizione delle soglie ambientali:** integrazione di standard di sicurezza delle dighe per stabilire livelli "sicuri", "di allerta" e "critici" per umidità ed evaporazione.
- **Identificazione dei punti di rischio:** utilizzo dell'analisi matematica per individuare aree con elevata perdita d'acqua (evaporazione) o anomalie ambientali che minacciano la qualità dell'acqua.
- **Analisi statistica (media vs. picco):** calcolo dei valori medi per filtrare le fluttuazioni temporanee, identificando al contempo i "valori di picco" per individuare con precisione le fonti di inquinamento o gli scarichi illegali.

Parte 3: Visualizzazione e mappatura dell'integrità

- **Creazione di una "Mappa dell'integrità del bacino":** sovrapposizione di prove visive e dati dei sensori BME680 (tendenze di umidità/evaporazione) per generare una mappa tematica che mostri lo stato di salute generale del bacino.
- **Redazione del Rapporto sulla Sicurezza:** preparazione di un documento formale che delinei le violazioni legali e i rischi ambientali nelle zone di protezione per supportare gli interventi amministrativi.
- **Risultati del supporto decisionale:** finalizzazione dei rapporti che identificano le "zone rosse" che richiedono un'ispezione immediata o un accesso limitato per le autorità di gestione delle dighe.



Attività di riflessione/Domande guida:

- **Protezione del bacino e valutazione del rischio ambientale:** cosa hai imparato sul processo tecnico di utilizzo della tecnologia dei droni per ispezionare le zone di protezione "a raggio assoluto, breve, medio e lungo" e identificare violazioni legali (costruzione illegale, uso di sostanze chimiche, ecc.) all'interno di queste aree?
- **Processo decisionale operativo:** in che modo pilotare un drone con un carico utile con sensore BME680 per monitorare l'umidità, le tendenze di evaporazione e i valori di COV sulla diga e sul suo bacino ha influenzato il tuo approccio alla sicurezza del volo e al rilevamento dell'inquinamento?
- **La regola dei 30 secondi:** perché la regola del "hovering" di 30 secondi è fondamentale per l'accuratezza dei dati di evaporazione e umidità raccolti sulla superficie dell'acqua o su siti sospetti e in che modo influisce sull'affidabilità della "Basin Integrity Map"?
- **Ruolo dell'accuratezza e della calibrazione dei dati:** qual è il ruolo fondamentale di una pianificazione meticolosa e della calibrazione dei sensori nel rilevare con successo "pericoli invisibili" (perdite chimiche o anomalie dei gas) che potrebbero avere un impatto sulla qualità dell'acqua nel bacino?
- **Gestione del bacino basata sui dati:** sulla base della "Basin Integrity Map" e dell'analisi dei dati da voi preparata, in che modo i protocolli basati sui dati migliorano le decisioni sulla sicurezza delle dighe e le strategie di protezione del bacino?

11. CRITERI DI VALUTAZIONE (Focus sulla protezione del bacino e sulla sicurezza delle dighe)

- **Quiz sulle zone di protezione dei bacini e sulla tecnologia dei sensori:** vengono somministrati brevi quiz per misurare le conoscenze tecniche degli studenti in merito alle restrizioni legali all'interno delle zone di protezione assoluta, a breve, medio e lungo raggio e alla sicurezza delle dighe di acqua potabile. Le domande chiuse valutano il modo in cui il sensore BME680 analizza la salute ambientale utilizzando le tendenze dell'umidità e dell'evaporazione, mentre le domande aperte esplorano l'importanza critica dei voli di sorveglianza basati su droni per il rilevamento dell'inquinamento.
- **Identificazione delle anomalie del bacino e delle attività ad alto rischio:** gli studenti vengono valutati in base alla loro capacità di identificare costruzioni illegali, uso di fertilizzanti chimici e cambiamenti nel bordo libero della superficie dell'acqua (sgombero). La valutazione comprende l'analisi delle immagini di scoperta dei bacini e la marcatura accurata dei punti "ad alto rischio" (aree che rappresentano una minaccia per la qualità dell'acqua) all'interno dei set di dati Excel.



- **Autovalutazione per l'ispezione delle dighe e la rendicontazione ambientale:** gli studenti compilano liste di controllo di autovalutazione per valutare la loro competenza nel monitoraggio del livello dell'acqua assistito da droni, nell'analisi della distanza tra la cresta della diga e la superficie dell'acqua e nell'interpretazione dei dati dei sensori. Il processo di riflessione si concentra sulle strategie di protezione del bacino e sull'uso responsabile della tecnologia dei droni per la sicurezza delle dighe.
- **Protocolli operativi e revisione paritaria:** durante le attività di gruppo, gli studenti valutano la sicurezza del piano di volo di sorveglianza sul bacino, l'accuratezza dei dati di analisi a bordo libero e il coordinamento tecnico all'interno del team attraverso protocolli di revisione paritaria.
- **Portfolio "Integrità e sicurezza del bacino":** ciascun gruppo invia un portfolio contenente note di misurazione del bacino, tabelle di dati del profilo verticale (Excel/Google Sheets), "Mappe di integrità del bacino" combinate con prove visive e rapporti ambientali ufficiali.
- **Raccolta dati e documentazione delle immagini sul campo:** la valutazione riguarda l'aderenza del drone alla regola del volo stazionario di 30 secondi nei punti di inquinamento sospetto o a livello della cresta, l'allineamento delle coordinate di misurazione selezionate con le aree ad alto rischio e la capacità dei dati visivi acquisiti di supportare le decisioni amministrative.

12. MATERIALI DIDATTICI

1-

Risorse	Link
1. DJI Mini 4 Pro with DJI RC 2 remote controller Handbook_V4	https://docs.google.com/document/d/1fFIa cOn Kl3LNpETiJVGhhQkoenCvt5ct/edit?usp=drive _link&ouid=110204741178376447896&rt pof=t rue&sd=true
2.2.1. Getting Started with NodeMCU	https://docs.google.com/document/d/1k QgIg5 33Jtssm3LG2PeQFb5h1b1OKwSLQl- dx8GvcHM/edit?usp=drive_link
2.2.2. Environmental Sensing Modules	https://docs.google.com/document/d/1Ta EKu4 fmXjR0nPVU_rB5BKxXWu_I- oj9cHaotPzbTBc/edit?usp=drive_link
2.2.3 Data Acquisition, Logging and Field Operations	https://docs.google.com/document/d/19S 4BqS k_Rdi75qzwWkpkeVnbttc9otIEB- O9kfYv9Ww/edit?usp=drive_link

2- FLIGHT Kit utilizzato (componenti del drone personalizzato):



- BME680 – Temperature, Humidity, Pressure,
- VOCs Laser PM2.5 Sensor – Particulate Matter
- MQ7 Gas Sensor – CO Detection.
- GUVVA-S12SD – UV Intensity

