

# Concorso personale docente

D.L. 59/2017, art. 17, comma 2, lettera b

- Lezione simulata - Classe di concorso **A037 Scienze e tecnologie delle costruzioni, tecnologie e tecniche di rappresentazione grafica**
- **Candidato: Prof.ssa *CLAUDIA SILVANI***
- Data 19/09/2018

**Traccia:**

**COMPETENZE NEL RILIEVO FOTOGRAMMETRICO CON RIFERIMENTO ALLA  
FUNZIONE DELLA SCUOLA NELLA SOCIETÀ CONTEMPORANEA**

# ANALISI DELLA SITUAZIONE INIZIALE

## CONTESTO E COMPOSIZIONE DELLA CLASSE

- ❑ Disciplina di riferimento: TOPOGRAFIA
- ❑ Classe 5° Scuola secondaria di II grado, istituto tecnico a indirizzo tecnologico;
- ❑ Età di riferimento 18-19 anni;
- ❑ Classe formata da 22 alunni di cui un alunno con ***Bisogni Educativi Speciali***;
- ❑ 1 alunno con ***Dislessia*** con Piano Didattico Personalizzato e per il quale si applicano i criteri della Direttiva Ministeriale del 27 Dicembre 2012 e della Legge 170/2010



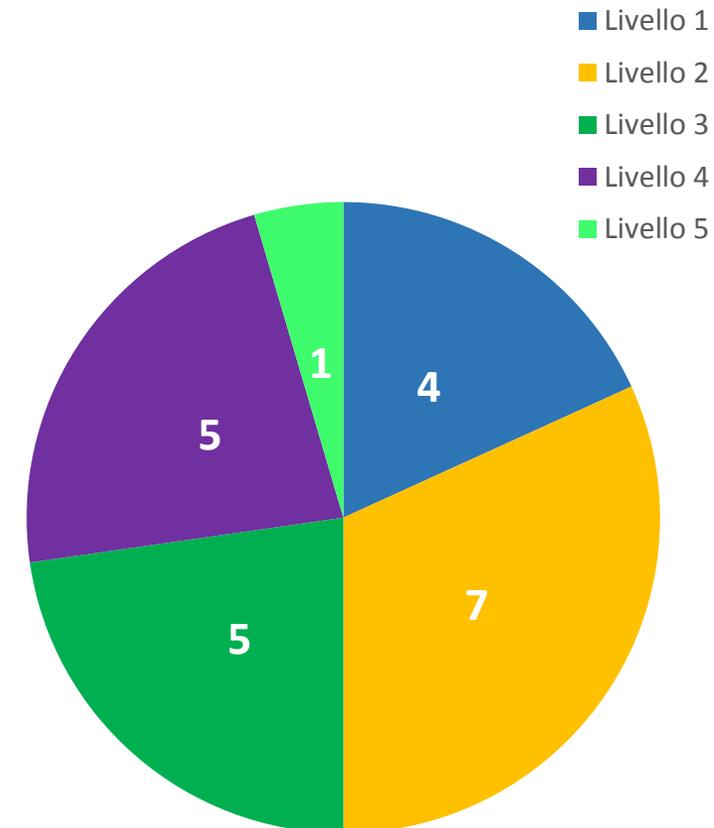
# ANALISI DELLA SITUAZIONE INIZIALE

## LIVELLI DI CONOSCENZA E ABILITÀ

- 1** **Conoscenze approfondite:** abilità sicure, metodo ordinato, affidabili e autonomi nell'impegno
- 2** **Conoscenze e abilità buone:** buon metodo di lavoro, impegno costante.
- 3** **Conoscenze sufficienti ma insicure :** metodo di lavoro e di studio da migliorare e rendere più ordinato, impegno non costante.
- 4** **Conoscenze carenti e abilità insicure:** impegno discontinuo, metodo incerto e ancora da acquisire.
- 5** **Bisogni Educativi Speciali**

Nel complesso le dinamiche relazionali della classe non manifestano particolari difficoltà e **gli alunni hanno raggiunto un buon livello di integrazione e socializzazione.**

## DISTRIBUZIONE ALUNNI PER LIVELLI



# ANALISI DELLA SITUAZIONE INIZIALE

## ALUNNO CON BISOGNI EDUCATIVI SPECIALI

### *La dislessia*

*Disturbo specifico della lettura che si manifesta attraverso una minor correttezza e rapidità della lettura a voce alta .*

**L'intervento per il diritto allo studio previsto dalla legge 170/2010 si focalizza su:**

- **Didattica individualizzata e personalizzata**
- **Uso di strumenti compensativi**
- **Misure dispensative**
- **Adeguate forme di valutazione e verifica.**



# LA DIDATTICA MODERNA



Didattica **indifferenziata**  
Trasmissione del sapere

Didattica **per competenze**  
Costruzione delle conoscenze



STRATEGIE DIDATTICHE ADEGUATE

**SVILUPPO DI ABILITÀ E  
COMPETENZE  
INDIVIDUALI**

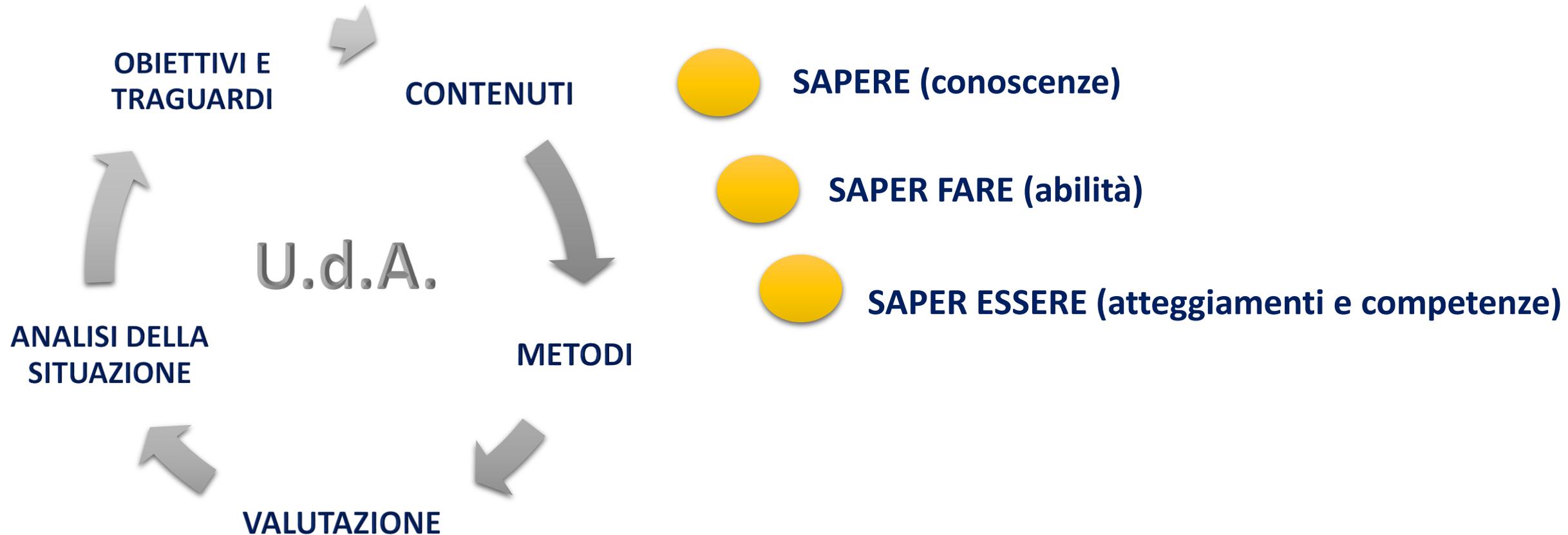
Attraverso le *politiche comunitarie* il ruolo dell'istruzione deve essere indirizzato verso lo sviluppo di **COMPETENZE SPECIFICHE E TRASVERSALI**, da cui i concetti di *lifelong learning* e *didattica orientativa*.

**RACCOMANDAZIONE CONSIGLIO  
EUROPEO 22 MAGGIO 2018**  
Competenze chiave europee



**DM 139/2007**  
Competenze chiave di cittadinanza e  
competenze di base

# LA PROGRAMMAZIONE DIDATTICA PER OBIETTIVI



# **CONTESTUALIZZAZIONE DELL'UNITÀ DIDATTICA**

## **Modulo: FOTOGRAMMETRIA**

**Unità di apprendimento 1: ELEMENTI E PRINCIPI DI FOTOGRAMMETRIA;**

**Unità di apprendimento 2: CENNI AL PROCESSO FOTOGRAFICO E ALLE FOTOCAMERE; VISIONE STEREOSCOPICA;**

**Unità di apprendimento 3: IL RILIEVO FOTOGRAMMETRICO E LA FOTOGRAMMETRIA AEREA.**

**Unità di apprendimento 4: FOTOGRAMMETRIA TERRESTRE;**

**Unità Didattica di Apprendimento trattata : UDA 3:  
IL RILIEVO FOTOGRAMMETRICO E LA FOTOGRAMMETRIA AEREA.**

# CONTENUTI DELLA LEZIONE

---

1. FOTOGRAMMETRIA AEREA E PROGETTO DELLE PRESE (50 minuti)
2. RELAZIONE TRA SCALA DEL FOTOGRAMMA E ALTEZZA DI VOLO (15 min)
3. RELAZIONE TRA SCALA DEL DISEGNO E SCALA DEI FOTOGRAMMI (20 min)
4. PARAMETRI DEL VOLO (40 min)
5. GESTIONE DEL VOLO (50 min)
6. CENNI SULLA RESTITUZIONE (15 min)
7. APPLICAZIONI DELL'AEROFOTOGRAMMETRIA: MAPPE CTR E ORTOFOTOCARTE (20 min)
8. EVOLUZIONE DELL'AEROFOTOGRAMMETRIA (10 min)
9. ASPETTI PRATICI: LETTURA DELLE FOTO AEREE (20 min)



# TEMPI DI SVOLGIMENTO DELL'UNITÀ DI APPRENDIMENTO

L'U.d.A. sarà trattata durante il Secondo quadrimestre



**Durata totale della lezione (8 h)**

**Nota: Topografia ore settimanali 3 (secondo il DM 88/2010)**

# COMPETENZE CHIAVE ATTIVATE DAL MODULO



## Competenze-chiave per l'apprendimento permanente attivate dal modulo

(Raccomandazioni Consiglio Europeo 22/5/2018)

- **Comunicazione nella madrelingua:** Padroneggiare gli strumenti argomentativi indispensabili per gestire l'interazione verbale;
- **Competenza matematica:** abilità di sviluppare e applicare il pensiero matematico per risolvere una serie di problemi in situazioni quotidiane. La competenza matematica comporta la capacità e la disponibilità a usare modelli matematici di pensiero e di presentazione.
- **Competenze digitale:** utilizzare le reti e gli strumenti informatici nelle attività di studio, ricerca e approfondimento disciplinare;
- **Imparare ad imparare:** individuare collegamenti e relazioni, acquisire ed interpretare le informazioni;
- **Spirito d'iniziativa e imprenditorialità:** progettare, risolvere problemi.

## Competenze-chiave di cittadinanza

(Dm n. 139, 2 agosto 2007)

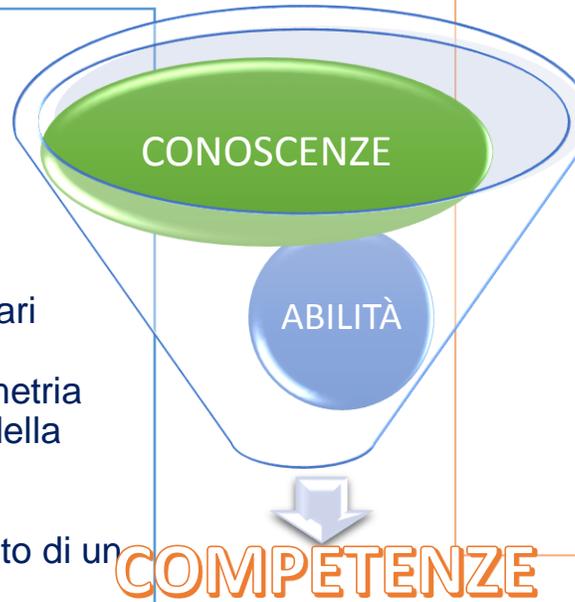
- **Imparare ad imparare:** organizzare il proprio apprendimento, individuando, scegliendo e utilizzando varie fonti e varie modalità di informazione, anche in funzione dei tempi disponibili, delle proprie strategie e del proprio metodo di studio e di lavoro;
- **Comunicare:** comprendere messaggi di genere diverso e di complessità diversa utilizzando diversi linguaggi; rappresentare eventi, fenomeni e concetti utilizzando linguaggi diversi e mediante diversi supporti; rappresentare eventi, fenomeni, principi, concetti, norme, procedure, ecc. utilizzando linguaggi diversi e diverse conoscenze disciplinari,
- **Risolvere problemi:** affrontare situazioni problematiche costruendo e verificando ipotesi e proponendo soluzioni.



# OBIETTIVI SPECIFICI DELL'UNITÀ DIDATTICA

## Conoscenze/sapere (assimilazione di informazioni)

- Nel corso della lezione gli alunni impareranno:
- impieghi dell' aerofotogrammetria nella progettazione
- Impieghi della strumentazione topografica per particolari applicazioni
- Conoscere i principali parametri di una aerofotogrammetria
- Conoscere la relazione tra scala del disegno e scala della presa
- Conoscere i termini specifici dell'argomento
- Conoscere i principali parametri che influenzano il costo di un rilievo aerofotogrammetrico



## Abilità/saper fare (capacità di applicare le conoscenze)

- Determinare i parametri principali del rilievo aerofotogrammetrico a partire da dati noti;
  - Riconoscere i contesti per l'impiego della fotogrammetria aerea;
    - Gestione del volo fotogrammetrico
  - Risolvere problemi di aerofotogrammetria
- Stimare i costi di un rilievo aereofotogrammetrico;

## Competenze/(saper essere)

(capacità di utilizzare in un determinato contesto conoscenze e abilità)

- Comprendere le finalità e le possibilità offerte dalla fotogrammetria aerea
- Progettare un volo aerofotogrammetrico a partire dalla conoscenza di alcuni parametri;
- Determinare il numero di fotogrammi necessari per un rilievo data la scala finale della cartografia
  - Determinare la dimensione dell'area rappresentata in un fotogramma
- Saper leggere e interpretare foto aeree al fine di acquisire informazioni sul territorio
  - Saper lavorare in gruppo



# OBIETTIVI EDUCATIVI E TRASVERSALI

---

- Saper lavorare in gruppo;
- Avere un atteggiamento propositivo e partecipativo durante le lezioni
- Interagire positivamente con i compagni e l'insegnante
- Capacità di concentrazione durante lo svolgimento della lezione e delle esercitazioni;
- Riconoscere gli aspetti geografici, ecologici, territoriali, dell'ambiente naturale ed antropico, le connessioni con le strutture demografiche, economiche e le trasformazioni intervenute nel tempo;
- Cogliere l'importanza dell'orientamento al risultato e del lavoro per obiettivi.

## Prerequisiti

---

- Ottica geometrica;
- Macchine fotografiche e loro parametri;
- Le prospettive centrali;
- Riferimenti e sistemi di coordinate; .

## Spunti di attualità:

---

Aerofotogrammetria con l'utilizzo di droni (cenni i visione di un video).

# IMPOSTAZIONE METODOLOGICO-DIDATTICO-ORGANIZZATIVA

## Metodo

- Didattica laboratoriale;
- Lezione frontale dialogata;
- Domande stimolo alla classe;
- Tutoring per attività di recupero;
- Uso del linguaggio iconografico oltreché parlato

## Sussidi didattici

- Schede predisposte (sintesi e schemi, mappe concettuali )
- Lavagna;
- libro di testo;
- LIM. per visualizzare foto e video

## Spazi e tempi

- Aula
- Il quadrimestre

## ADATTAMENTO DIDATTICO PER ALUNNO CON DISLESSIA:

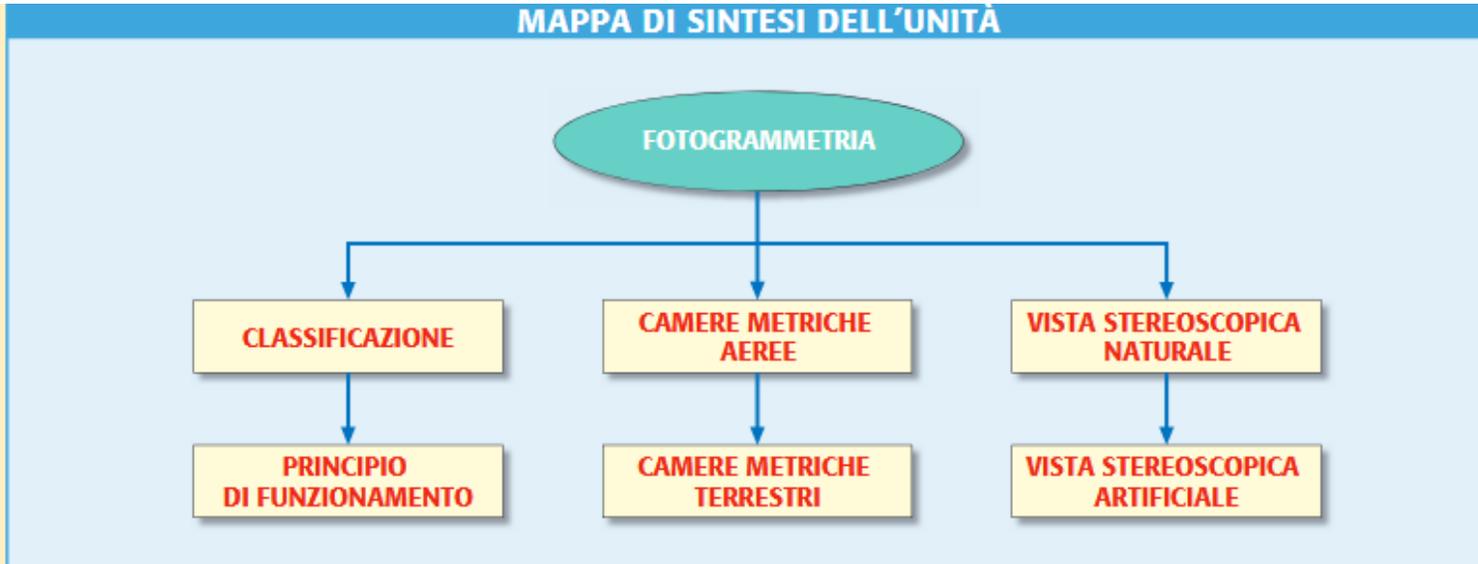
**MISURE COMPENASATIVE:** mappe concettuali, schemi riassuntivi, formulario, esercizi guidati, programma di videoscrittura, sintesi vocale.

**MISURE DISPENSATIVE:** Si prevedono tempi più lunghi per lo svolgimento delle prove scritte, riduzione del carico di lavoro; l'alunno è dispensato dal leggere lunghi testi a voce alta.



# FASI DELLA LEZIONE

## 1. Verifica dei prerequisiti e ripasso guidato dell'Uda precedente



Breve test strutturato per la verifica del possesso dei prerequisiti. Eventuali chiarimenti anche con la partecipazione degli alunni.

Richiamo dei concetti appresi dell'UdA precedenti (principi di fotogrammetria, stereoscopia...).



## 2. Presentazione degli argomenti

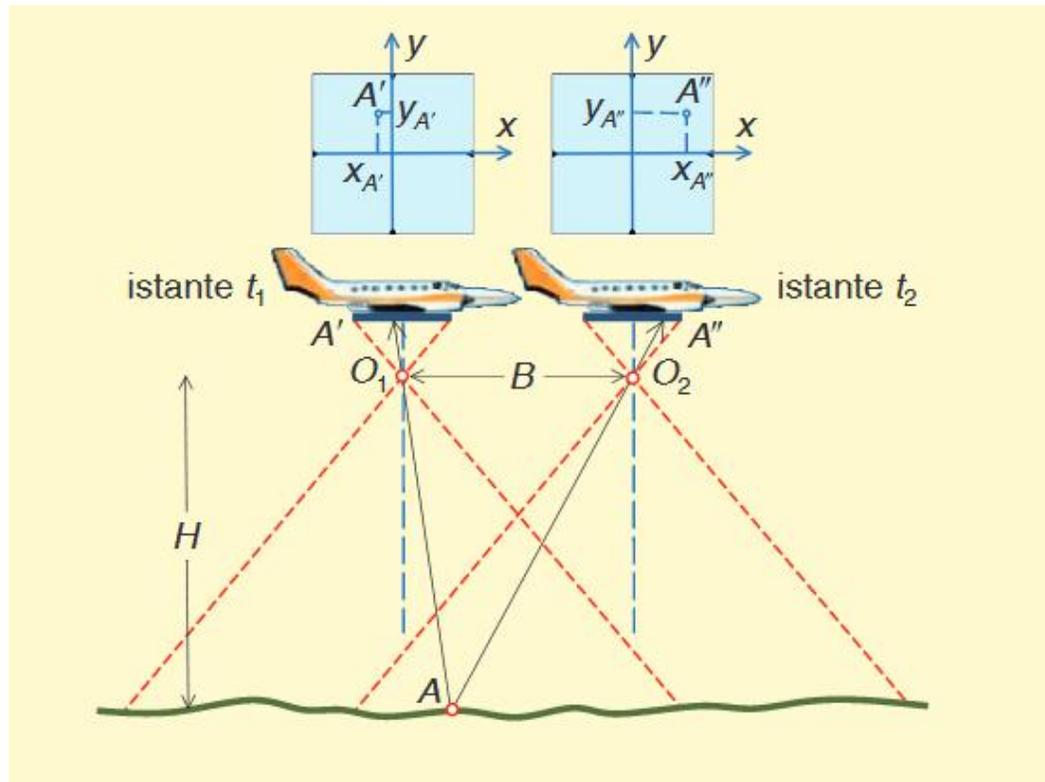
Presentazione degli argomenti tramite un video sulla fotogrammetria.

## 3. Esposizione chiara degli obiettivi dell'UdA.

# CONTENUTI DELLA LEZIONE

## 1. FOTOGRAMMETRIA AEREA E PROGETTO DELLE PRESE

La fotogrammetria aerea è l'unico strumento per la produzione cartografica di medio-grandi estensioni del territorio. La presa avviene con camere sofisticate (UdA1). Queste vengono collocate sul pavimento dell'aereo in modo che il loro asse si mantenga il più possibile verticale e rivolto verso il basso per riprendere il terreno (**presa nadirale**).



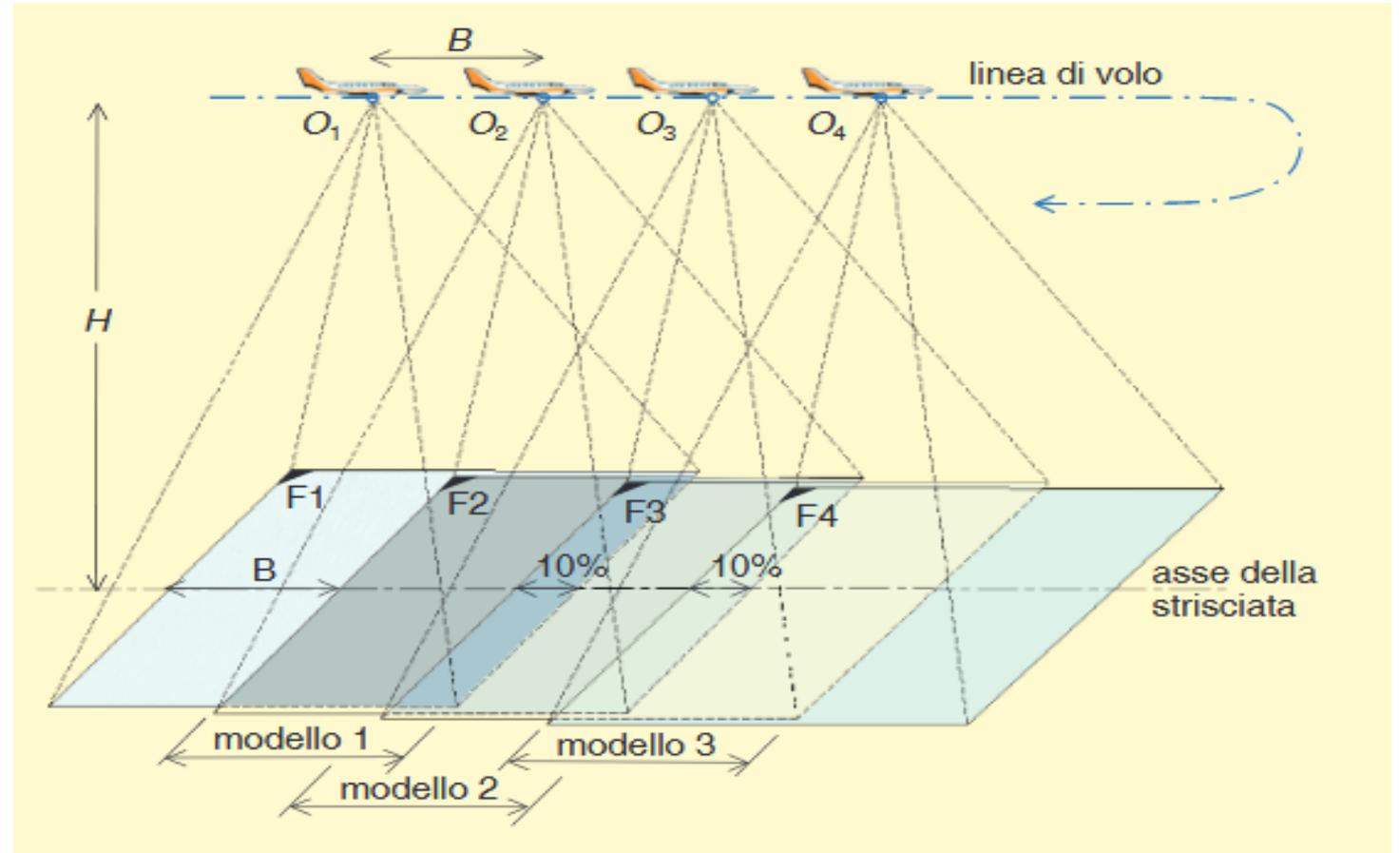
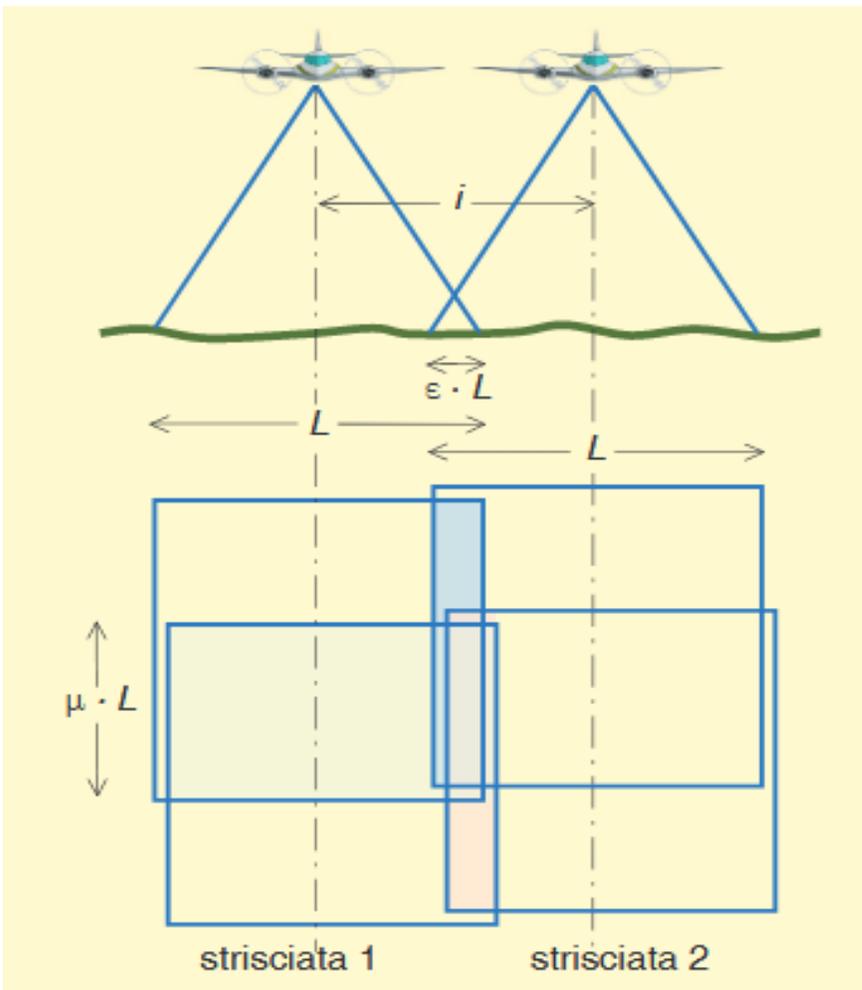
Le riprese delle fotografie del terreno devono avvenire in modo che tutta la superficie da rilevare sia scomposta in modelli stereoscopici, ovvero **ogni punto del terreno deve comparire su due fotogrammi successivi**.

In figura si vede l'aereo che segue una **traiettoria rettilinea** a **velocità costante** ad una certa **altezza media H** dal terreno. O1 e O2 sono detti centri di presa rispettivamente al tempo T1 e T2.

**Domanda stimolo alla classe:**  
**Secondo voi quali sono i vantaggi della tecnica fotogrammetrica rispetto alle tecniche topografiche tradizionali?**

# CONTENUTI DELLA LEZIONE

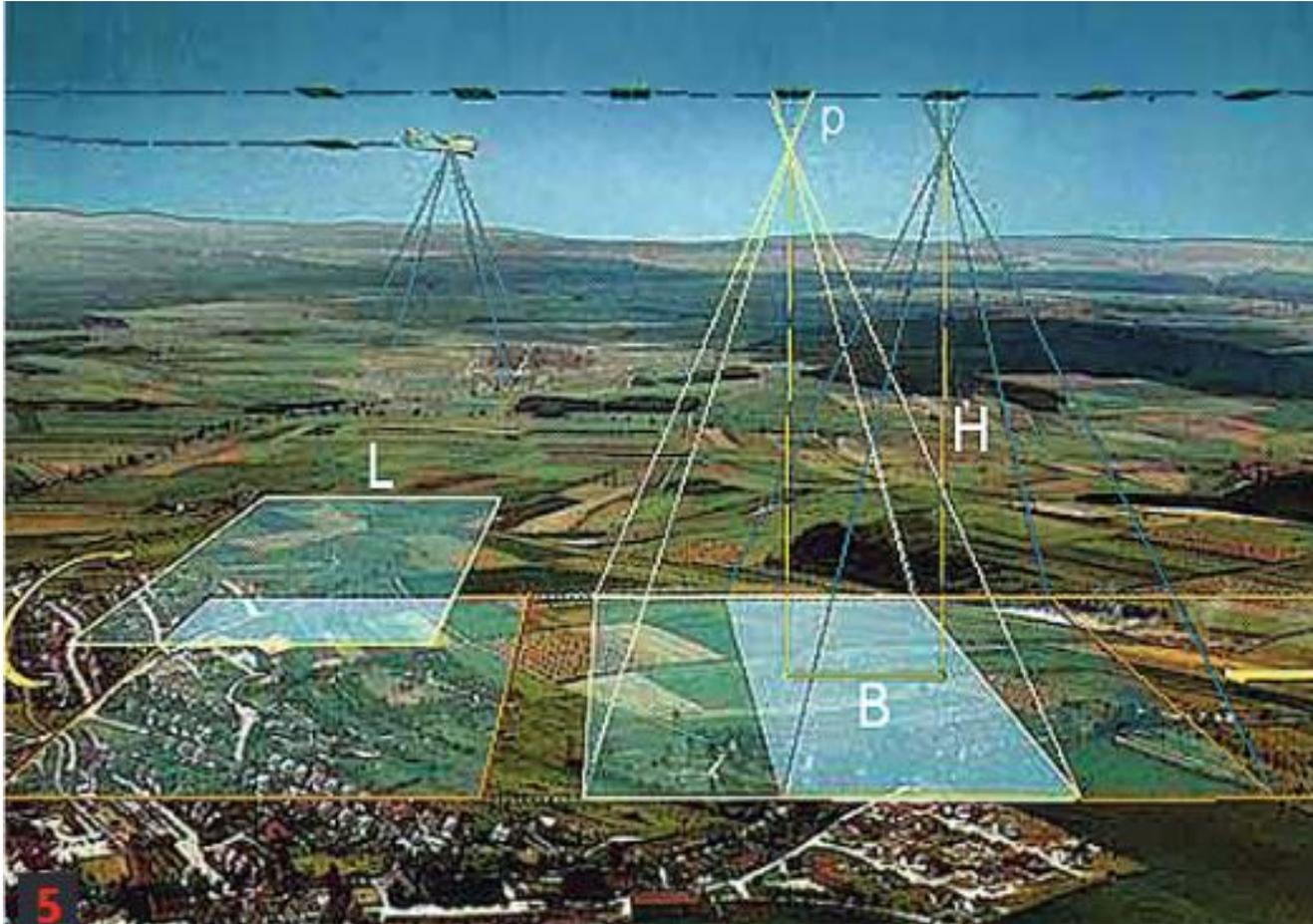
Oltre al **ricoprimento longitudinale  $\mu$**  (in generale il 60%), è necessario che l'interasse  $i$  tra due strisciate adiacenti venga stabilito in modo che ci sia un **ricoprimento laterale  $\varepsilon$**  del 10%-20% **dell'abbracciamento  $L$**  del fotogramma per evitare buchi nella copertura del territorio. .



# CONTENUTI DELLA LEZIONE

**Domanda stimolo alla classe:**

**Secondo voi quali sono le condizioni alle quali si può effettuare un volo fotogrammetrico?**



Vista schematica della presa aerea.

Condizioni metereologiche perfette (assenza nubi, foschia, vento forte) e negli orari centrali della giornata per sfruttare la massima illuminazione e per minimizzare l'influenza delle ombre (ca 20-40 g/anno).

Significato dei simboli:

- **H**: altezza media dal suolo mantenuta dall'aereo durante le strisciate ;
- **L**: abbracciamento, cioè lato del quadrato di terreno contenuto in un fotogramma;
- **B**: base di presa, distanza tra due centri di presa O1 e O2 consecutivi;
- **l**: lato effettivo utile del fotogramma (circa 230 mm);
- **P**: distanza principale della camera, ritenuta uguale alla distanza focale dell'obiettivo;
- **$\mu$** : ricoprimento longitudinale (overlap), sovrapposizione di due fotogrammi consecutivi (60% di L);
- **$\varepsilon$** : ricoprimento laterale (overside), sovrapposizione di due strisciate adiacenti (20% di L);
- **i**: interasse delle strisciate

# CONTENUTI DELLA LEZIONE

## 2 RELAZIONE TRA SCALA DEI FOTOGRAMMI E ALTEZZA DI VOLO

**Domanda stimolo alla classe:**

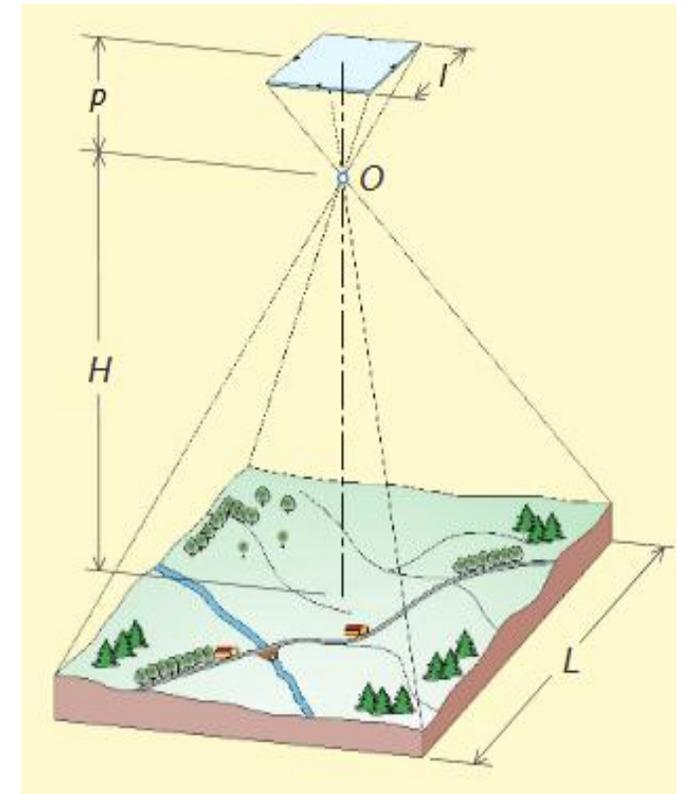
**Come si ottiene la scala desiderata per i fotogrammi della presa aerea?**

$$\text{Scala media} = \frac{1}{n} = \frac{l}{L} \quad \begin{array}{l} l = \text{lato effettivo utile del fotograma (230 mm)} \\ L = \text{lato del terreno contenuto nel fotogramma} \end{array}$$

Hp: **terreno pianeggiante e regolare e presa nadirale**

Allora il rapporto  $l/L$  può essere sostituito con il rapporto equivalente tra la distanza principale  $P$  della camera (uguale alla distanza focale dell'obiettivo) e

l'altezza media  $H$  del centro di presa  $O$  dal terreno:  $\frac{l}{L} = \frac{P}{H}$  quindi  $\frac{1}{N} = \frac{P}{H}$



Dalla relazione si vede che per ottenere il valore desiderato per la **scala dei fotogrammi** (usando una camera con una data  $p$ ), occorre variare l'**altezza di volo H** dell'aereo dal terreno.

Per ottenere fotogrammi alla scala desiderata  $1/N$  l'altezza di volo dovrà essere:

$$H = p \cdot N$$

Ad esempio la scala media di un fotogramma ripreso con una camera di focale 150 mm da un'altezza di volo di 1200 m sarà pari a  $1/n = 0,15/1200$ , ovvero 1:8.000

# CONTENUTI DELLA LEZIONE

## 3 RELAZIONE TRA SCALA DEL DISEGNO E SCALA DEI FOTOGRAMMI

Assegnata la scala del disegno (risultato finale del rilievo), occorre stabilire in primo luogo l'adeguata scala dei fotogrammi. Tanto più è grande la scala del disegno  $1/N_{dis}$  tanto meglio dovranno essere riconoscibili i particolari topografici sull'immagine e ciò si ottiene aumentando la scala media dei fotogrammi.

L'esperienza ci ha insegnato a mettere in relazione ottimale la scala del disegno  $1/N_{dis}$  a cui dovrà essere costruita la carta topografica e la corrispondente scala dei fotogrammi  $1/N$ .

N viene ricavato da una relazione empirica:

$$N = k \cdot \sqrt{N_{dis}}$$

Dove K:

- 200 ÷ 300 per scale di disegno  $1/N_{dis}$  inferiori a 1:5000
- 150 ÷ 200 per scale di disegno  $1/N_{dis}$  superiori a 1:2000

TABELLA ALTERNATIVA elaborata dalla  
commissione Geodetica Italiana

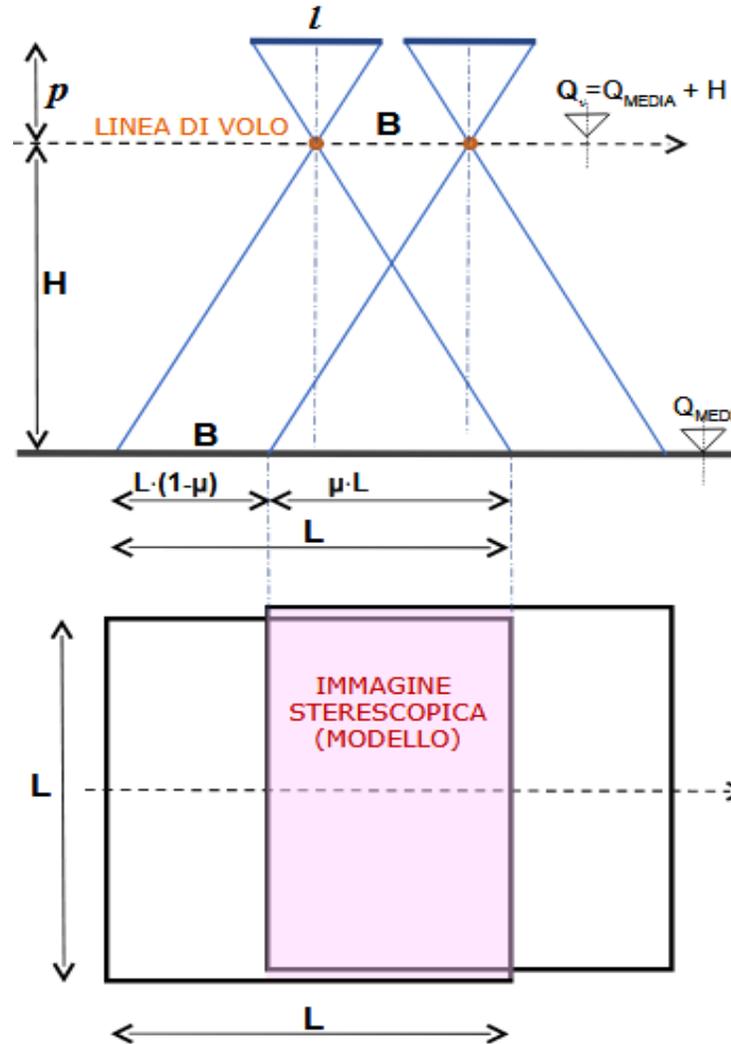
SCALA CARTA	SCALA FOTOGRAMMI	
	MIN.	MAX.
1:500	1:3.000	1:2.000
1:1.000	1:5.000	1:3.500
1:2.000	1:8.000	1:6.500
1:5.000	1:18.000	1:12.000
1:10.000	1:27.000	1:20.000
1:25.000	1:50.000	1:40.000
1:50.000	1:70.000	1:60.000
1:100.000	1:90000	1:80.000

# CONTENUTI DELLA LEZIONE

## 4 PARAMETRI DEL VOLO

Prima di effettuare il volo è necessario definire alcuni **parametri** affinché i fotogrammi ripresi durante il volo abbiano le caratteristiche attese e siano funzionali alle esigenze della successiva restituzione.

**Domande stimolo alla classe:**  
 La quota del volo fotogrammetrico deve essere definita con grande precisione?  
 in quale modo, nella presa aerea, è possibile ottenere la corretta lunghezza della base di presa?



• Scala **media** fotogramma  $N = k \sqrt{N_{DIS}}$   
 ( $N =$  coeff. di scala)

• Altezza relativa di volo (rispetto al terreno)

• Larghezza del quadro contenuto nel fotogramma (dalla proporzione:  $l/L = p/H$ )

• Lunghezza base di presa (dalla  $B = L \cdot [1 - \mu]$ )

• Intervallo tra due scatti in sec. con  $v$  in m/sec (dalla  $t = B/v$ )

• **CONTROLLO CHE  $B/H \geq 1/4$  (0,25)**

• Interasse tra le strisciate

$$i = \frac{l \cdot H}{p} \cdot (1 - \epsilon)$$

$$i = l \cdot N \cdot (1 - \epsilon)$$

$$H = N \cdot p$$

$$L = \frac{l \cdot H}{p}$$

$$B = \frac{\lambda \cdot H}{\pi} \cdot (1 - \epsilon)$$

$$\Delta T = \frac{\lambda \cdot H}{\pi \cdot v} \cdot (1 - \epsilon)$$

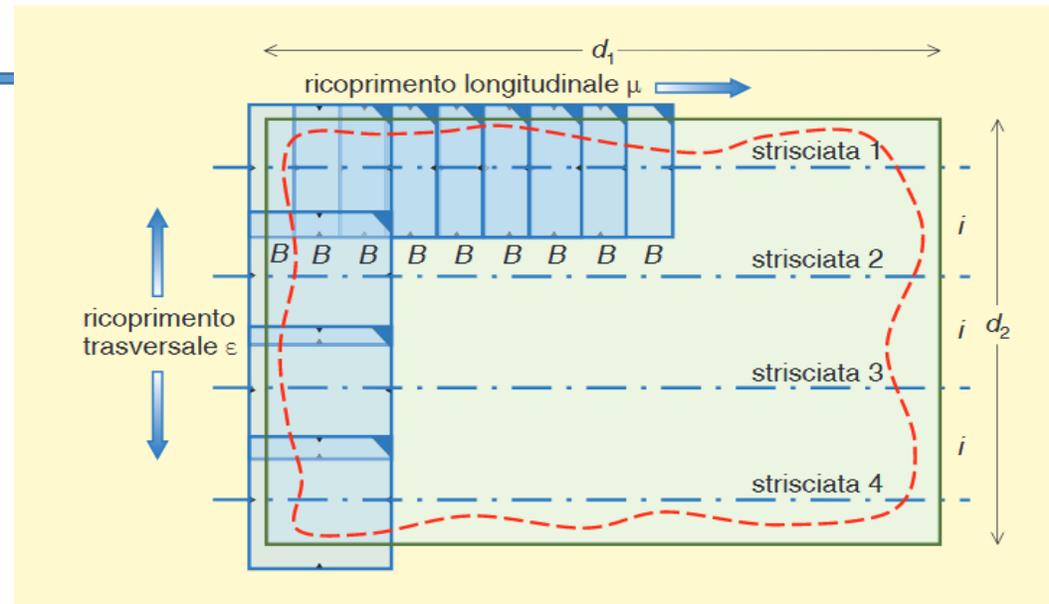
# CONTENUTI DELLA LEZIONE

## 4.1 NUMERO DI FOTOGRAMMI DEL RILIEVO

Al fine di **stimare i costi del rilievo**, e di programmarne l'esecuzione, è necessario valutare con attendibilità, sia il numero  $nf$  dei fotogrammi costituenti le singole strisciate, sia il loro numero  $ns$  delle strisciate stesse. Il prodotto dei valori precedenti costituisce il numero complessivo  $ntot$  dei fotogrammi necessari a coprire stereoscopicamente tutto il territorio da rilevare.

È sempre possibile racchiudere il territorio da rilevare (che ha contorni irregolari) in un rettangolo ideale le cui dimensioni  $d_1$  e  $d_2$  corrispondano a quelle dell'ingombro massimo dello stesso territorio.

$$ntot = ns \cdot nf$$



# CONTENUTI DELLA LEZIONE

Al fine di facilitare la classe nel suo lavoro di apprendimento proporrò una **sintesi dei parametri progettuali** con i quali viene pianificato il volo aereo fotogrammetrico. Si considerano noti la scala del disegno  $1/N_{dis}$ , i parametri della camera  $l$  (lato effettivo utile del fotogramma) e  $p$ , i parametri di ricoprimento  $\varepsilon$  e  $\mu$ , e la quota media del terreno  $Q_m$ .

Verrà poi proposta una **applicazione numerica** con passaggi sequenziali che portano alla definizione dei suddetti parametri, da svolgere a gruppi di due persone.

Fase	Parametro	Espressioni di calcolo		Rif. formule
		Estesa	Sintetica	
1	Denominatore della scala dei fotogrammi	$N = k \cdot \sqrt{N_{dis}}$		(3)
2	Altezza del volo	$H = p \cdot N$		(2)
3	Quota del volo	$Q_V = Q_M + H$		(4)
4	Abbracciamento	$L = \frac{l \cdot H}{p}$	$L = l \cdot N$	(5)
5	Base di presa	$B = \frac{l \cdot H}{p} \cdot (1 - \mu)$	$B = l \cdot N \cdot (1 - \mu)$	(6)
6	Intervallo di scatto	$\Delta t = \frac{l \cdot H}{v \cdot p} \cdot (1 - \mu)$	$\Delta t = \frac{l \cdot N}{v} \cdot (1 - \mu)$	(7)
7	Interasse delle strisciate	$i = \frac{l \cdot H}{p} \cdot (1 - \varepsilon)$	$i = l \cdot N \cdot (1 - \varepsilon)$	(8)
8	Numero di strisciate	$n_s = \text{int} \left[ \frac{d_2}{L \cdot (1 - \varepsilon)} \right] + 1$		(9')
9	Numero di fotogrammi per strisciata	$n_f = \text{int} \left[ \frac{d_1}{L \cdot (1 - \mu)} + 1 \right] + 1$	$n_f = \text{int} \left[ \frac{d_1}{B} + 1 \right] + 1$	(9'')
10	Numero di fotogrammi complessivi	$n_{tot} = n_s \cdot n_f$		(10)

## APPLICAZIONE NUMERICA

Un alunno sarà poi chiamato alla lavagna a svolgere il problema con l'aiuto delle formule che definiscono i principali parametri del progetto aereo fotogrammetrico.

**Problema** Per il rilievo in scala 1:2000 del territorio pianeggiante di un piccolo Comune, posto a una quota media di 23 m s.l.m., le cui dimensioni sono contenute in un rettangolo ideale di 35 × 20 km, deve essere programmato un volo fotogrammetrico con un aereo la cui velocità di crociera ottimale è di 250 km/h. Sull'aereo è montata una camera con obiettivo grandangolare di distanza focale 152,85 mm e pellicola con formato utile di 228 × 228 mm. Si vogliono determinare i parametri del volo facendo riferimento ai ricoprimenti longitudinale e laterale rispettivamente del 60% e del 20%.

### Soluzione

Applicando in sequenza le formule sintetizzate nella precedente tabella, e adottando il valore 180 per il coefficiente  $k$  della formula empirica (3), otteniamo:

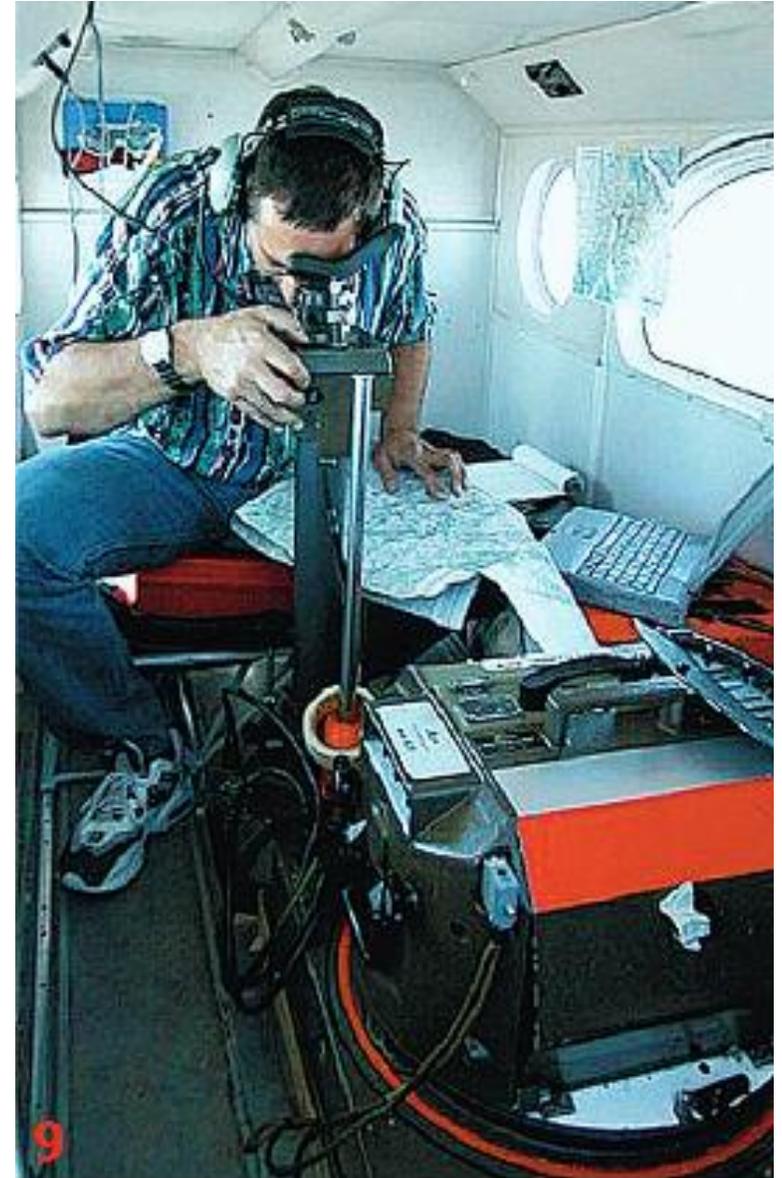
- denominatore della scala dei fotogrammi  $N = 180 \cdot \sqrt{2000} = 8050$  (scala 1:8050)
- altezza del volo dal suolo  $H = 0,15285 \cdot 8050 = 1230$  m
- quota assoluta del volo  $Q_v = 23 + 1230 = 1253$  m
- abbracciamento  $L = \frac{0,228 \cdot 1230}{0,15285} = 1835$  m
- base di presa  $B = \frac{0,228 \cdot 1230}{0,15285} \cdot (1 - 0,60) = 734$  m
- intervallo di scatto  $\Delta t = \frac{0,228 \cdot 1230}{0,15285 \cdot 69,44} \cdot (1 - 0,6) = 10,6$  s
- interasse delle strisciate  $i = \frac{0,228 \cdot 1230}{0,15285} \cdot (1 - 0,20) = 1468$  m
- numero di strisciate  $n_s = \text{int} \left[ \frac{20\,000}{1835 \cdot (1 - 0,20)} \right] + 1 = 14$
- numero di fotogrammi per strisciata  $n_f = \text{int} \left[ \frac{35\,000}{1835 \cdot (1 - 0,6)} + 1 \right] + 1 = 49$
- numero di fotogrammi complessivi  $n_{\text{tot}} = 14 \cdot 49 = 686$

## 5. GESTIONE DEL VOLO

I parametri del volo devono essere considerati come una **programmazione di massima** dello stesso volo.

In effetti, non è possibile prevedere l'esatto svolgersi degli eventi per tutto il tempo del volo, sia a causa delle particolarità del terreno, che potrebbero fare variare la scala del fotogramma, sia per le piccole ma inevitabili variazioni della velocità dell'aereo, sia ancora per i movimenti impressi all'aereo dai venti.

In conseguenza non è possibile affidare completamente l'operazione di presa agli automatismi di cui sono dotate le camere per la presa aerea, ma è necessaria la presenza, a bordo dell'aereo, di **personale specializzato** che gestisca la presa controllando, ed eventualmente correggendo, alcuni aspetti critici che di seguito verranno accennati.





# CONTENUTI DELLA LEZIONE

## 5.2 Variazione dei tempi di scatto

L'intervallo  $\Delta t$  di **apertura dell'otturatore** è un valore di riferimento calcolato immaginando che l'aereo mantenga idealmente una **velocità costante**  $v$  lungo le sue traiettorie. In realtà, le azioni del vento (pur limitate) causano **variazioni della velocità** dell'aereo. Pertanto, se si mantenesse per tutto il volo l'intervallo di scatto  $\Delta t$  calcolato, si otterrebbero delle basi di presa  $B$  diverse da quelle programmate, e con esse la percentuale di **ricoprimento longitudinale** necessaria alla formazione dei modelli stereoscopici. Dunque è necessario controllare, ed eventualmente **variare**, gli intervalli di scatto  $\Delta t$  durante il volo a mezzo di uno strumento semiautomatico detto **cinderivometro**, spesso incorporato al **periscopio di navigazione**; con esso vengono anche corretti gli effetti della deriva (da cui il nome derivometro).



**FIGURA 11** Camera aerea Wild RC30; in primo piano il periscopio di navigazione con incorporato il cinderivometro. La parte inferiore rettangolare della camera rimane fissa alla fusoliera; a quella superiore, che contiene la lastra, possono essere impresse rotazioni per eliminare gli effetti della deriva.

## 5.2 Variazione dei tempi di scatto

Il **cinederivometro** è uno strumento, separato dalla camera ma cablato con essa, e provvisto di un visore sul quale appare la stessa immagine del terreno ripresa dalla camera, a cui viene sovrapposta l'immagine di un **reticolo** che opera come indice mobile. Per effetto del movimento ell'aereo è possibile osservare un apparente **movimento relativo** del terreno rispetto al **reticolo**. All'operatore che controlla la presa viene richiesto di variare progressivamente la velocità del reticolo fino a **annullare il movimento relativo** rispetto al terreno sottostante. A questo punto gli automatismi della camera imporranno i corretti intervalli di scatto, per mantenere il **ricoprimento longitudinale** programmato.



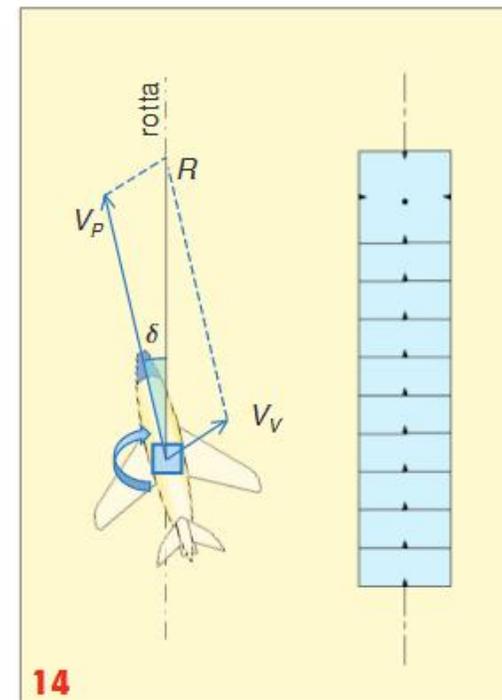
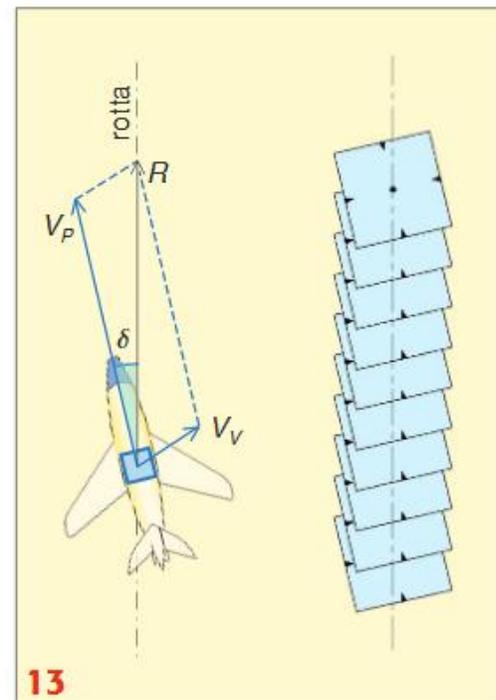
**FIGURA 12** Aspetto del visore del periscopio di navigazione con il reticolo del cinederivometro e l'immagine della livella sferica della camera.

# CONTENUTI DELLA LEZIONE

## 5.3 Deriva

Per effetto del **vento laterale** che preme sulla coda, l'aereo non si muove secondo la direzione dell'asse della fusoliera, ma nella direzione della risultante  $R$  tra la **velocità del vento**  $V_v$  e la **velocità di propulsione** dell'aereo  $V_p$ . La **deriva** è l'angolo  $\delta$ , compreso tra la direzione della risultante  $R$  (cioè la rotta dell'aereo) e l'asse della fusoliera dell'aereo.

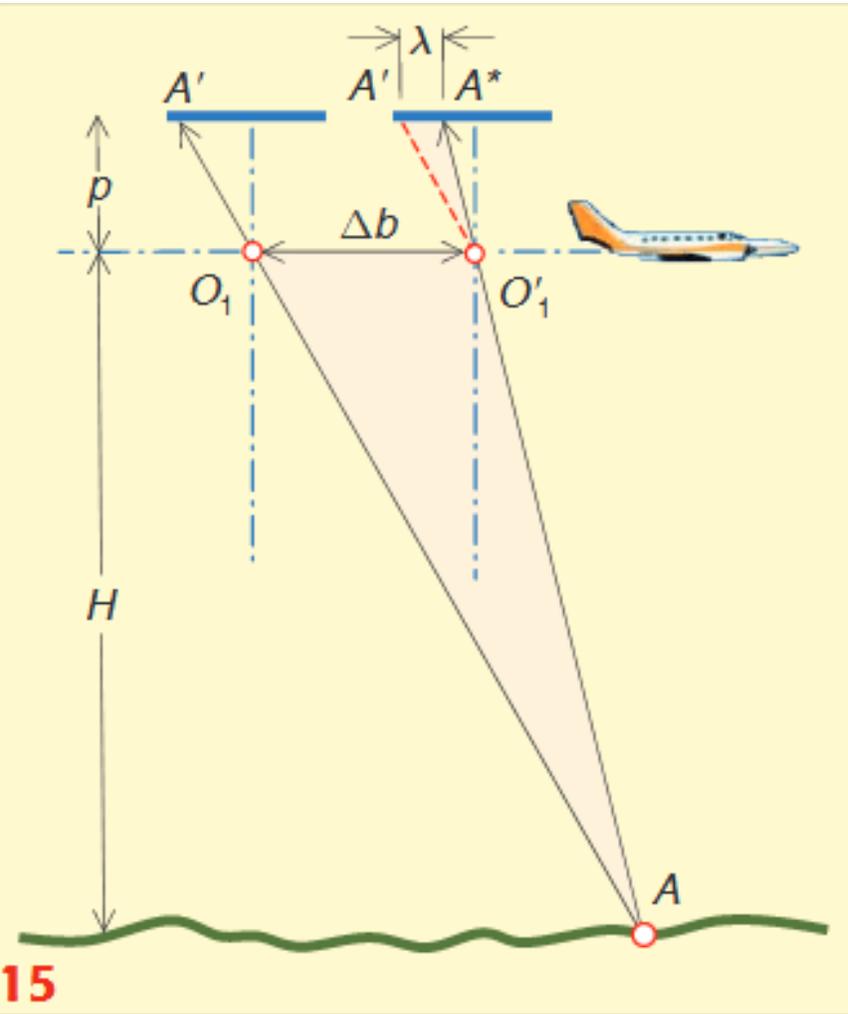
Se la camera fosse tenuta in posizione fissa rispetto alla fusoliera, si otterrebbe una strisciata con fotogrammi male orientati in cui il ricoprimento longitudinale sarebbe errato. La parte superiore della camera (quella che contiene la lastra) però può essere ruotata attorno al suo asse verticale per cui, misurato l'angolo di deriva con il cinederivometro, viene imposta automaticamente la rotazione  $\delta$  alla camera in modo da ottenere la **strisciata corretta**.



**FIGURA 13** Effetto della deriva sui fotogrammi della strisciata senza la correzione della camera.

**FIGURA 14** Gli effetti della deriva vengono corretti con rotazioni impresse alla parte superiore della camera (quella che porta la lastra), ottenendo il giusto posizionamento dei fotogrammi.

## 5.4 Trascinamento



Idealmente l'apertura dell'**otturatore** della camera dovrebbe essere **Istantanea**. In realtà esso deve **rimanere aperto** per un certo intervallo di tempo  $\Delta\tau$  (espresso in frazioni di secondo: es. 1/1.000 di sec) per consentire l'entrata di una **quantità di luce** sufficiente. Per quanto piccolo sia l'intervallo di tempo  $\Delta\tau$  di apertura dell'otturatore, il **moto dell'aereo** produrrà sempre, sul fotogramma, l'effetto di **trascinamento** delle immagini.

Durante l'intervallo di tempo  $\Delta\tau$  in cui l'otturatore rimane aperto, il centro di presa  $O_1$  si sposta nella posizione  $O'_1$  percorrendo il tratto  $\Delta b$ , per cui il aggio di luce ha registrato, non il singolo punto  $A'$ , ma il tratto  $\lambda = A'A^*$ . Quindi sul fotogramma al posto del punto  $A$  verrà registrato il trattino lungo  $\lambda$ . Per la similitudine dei triangoli  $A'A''O'_1$  e  $O_1O'_1A$  si può scrivere:

$$\frac{\lambda}{p} = \frac{\Delta b}{H} \quad \text{quindi} \quad \lambda = p \cdot \frac{\Delta b}{H}$$

Esso è espresso dalla seguente relazione, e non deve superare certi **limiti ammessi** in relazione alla qualità del supporto fotografico:

$$\Delta b = v \cdot \Delta t$$



$$\lambda = \frac{p \cdot v \cdot \Delta\tau}{H}$$

## 5.4 Trascinamento

*Domanda stimolo alla classe: Perché l'otturatore della camera deve rimanere aperto per un certo intervallo di tempo causando così il trascinamento?*

### APPLICAZIONE

Immaginiamo di dover progettare un volo al fine di produrre una carta in scala 1:2000, con una camera avente  $p = 150$  mm. In base alla ►TABELLA 1 la scala media dei fotogrammi dovrà essere 1:8000, da cui deriva un'altezza di volo dal terreno di  $H = 1200$  m. Fissato un tempo di apertura dell'otturatore  $\Delta\tau = 1/200$  di secondo e una velocità di crociera dell'aereo di 250 km/h, pari a circa  $v = 69$  m/s, l'effetto del trascinamento calcolato con la (10) sarà

$$\lambda = \frac{0,150 \cdot 69}{1200 \cdot 200} = 0,000043 \text{ m} = 0,043 \text{ mm}$$

Tenendo conto che le **dimensioni** della «grana» dell'emulsione fotosensibile è di circa 0,01 mm, l'effetto del trascinamento risulta intollerabile. In questo caso è necessario ridurre il tempo di apertura dell'otturatore a  $\Delta\tau = 1/500$  di secondo (ed eseguire la presa in condizioni di **illuminazione** compatibili con questo valore), col quale si avrebbe un valore  $\lambda = 0,017$  mm, dello stesso ordine di grandezza della grana dell'emulsione, e quindi tollerabile.

## 6. LA RESTITUZIONE: cenni

Come accennato all'inizio dell'UdA la fotogrammetria aerea è l'unico strumento per la **produzione cartografica** di medio-grandi estensioni del territorio.

La restituzione è l'insieme delle operazioni ottico meccaniche o analitiche che consentono di passare dal modello stereoscopico dell'oggetto fotografato alla rappresentazione grafica (carta topografica, disegni ecc.) o numerica (file di coordinate).

La restituzione avviene con l'impiego di particolari strumenti detti **restitutori**, oggi in parte sostituiti da computer e congegni ausiliari specificamente dedicati.

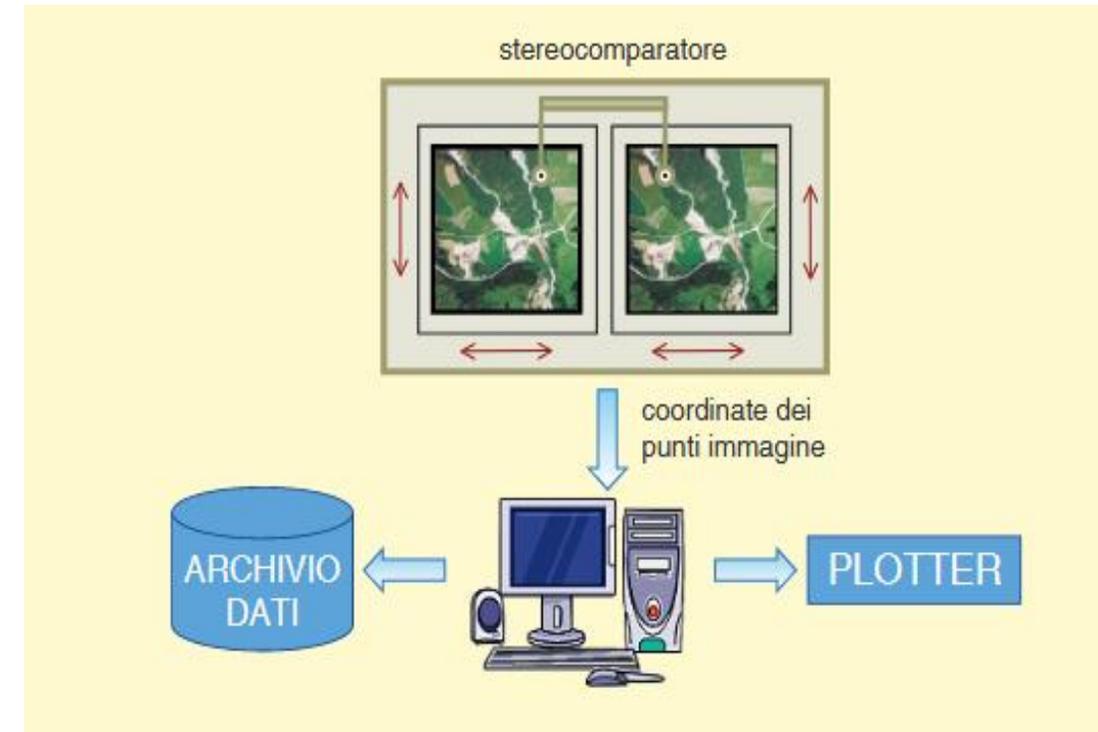
Solo dopo aver orientato i fotogrammi è possibile eseguire la restituzione, che consiste nelle misure effettuate sui fotogrammi (coordinate lastra) in grado di produrre come esito finale un disegno, una carta topografica, un file numerico di coordinate o una immagine orto-proiettata.

# CONTENUTI DELLA LEZIONE

## 6.1 I RESTITUTORI ANALITICI

Il restitutore analitico, di fatto, costituisce l'abbinamento tra uno **stereo-comparatore**, un **computer** e un **plotter** a cui sono riservate le seguenti funzioni:

- **stereocomparatore**: dispositivo che consente la misura, in stereoscopia, delle coordinate interne( $x; y$ ) dei punti omologhi dell'oggetto ripreso sui fotogrammi;
- **computer**: su di esso risiede il software di gestione del restitutore; ha il compito di sviluppare i laboriosi calcoli(rototraslazioni, sistemi di equazioni di collinearità) che consentono di determinare la corrispondenza delle coordinate lastra con le corrispondenti coordinate assolute( $X; Y; Z$ ), per ogni punto dell'oggetto ripreso, e memorizzarne i risultati in un archivio elettronico (database);
- **plotter**: ha la funzione di tracciare su carta il risultato della restituzione.



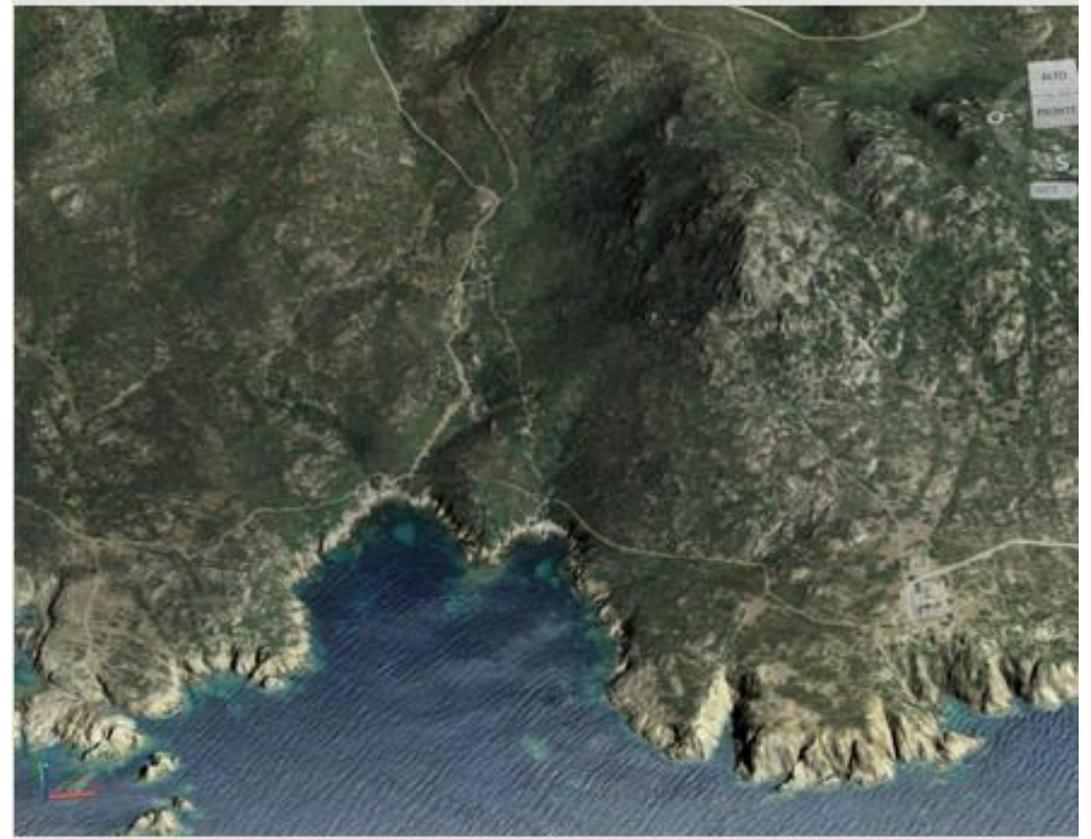
## 6.1 I RESTITUTORI DIGITALE

Il **restitutore digitale** è costituito da un computer e da un software capace di rilevare le coordinate dai fotogrammi e fornire le coordinate spaziali dei punti individuati dalla marca mobile. I dati rilevati possono essere elaborati per ottenere una rappresentazione, in tempo reale, del modello ottenuto con il rilievo.

Con l'arrivo dell'**immagine digitale**, la restituzione fotogrammetrica è divenuta una tecnica alla portata di tutti e questo è, indubbiamente, il più grande vantaggio, soprattutto se si pensa alla possibilità di usufruire di immagini e software presenti in rete.

## 7. APPLICAZIONI DELL'AEROFOTOGRAMMETRIA: CREAZIONE DI MAPPE

Dai rilievi aerofotogrammetrici nascono le **cartografie moderne**, ad esempio le **CTR**, le Carte Tecniche Regionali e le **ortofoto**. Il passaggio al digitale permette inoltre la nascita, sempre a partire dai rilievi aerofotogrammetrici, dei primi **modelli digitali del terreno (DTM)**, e la sovrapposizione delle ortofoto, permettendo di creare i primi **modelli realistici 3D** del territorio. Il DTM è un modello usato per descrivere la superficie del terreno mediante dati numerici (X,Y,Z). Un DTM definisce l'elevazione del terreno per ogni posizione planimetrica.



*DTM rappresentato in AutoCAD Map 3D con sovrapposizione di ortofoto, 2011*

## 8. CENNI EVOLUZIONE DELL'AEROFOTOGRAMMETRIA

In questi anni si va sempre più diffondendo l'uso di apparecchi fotografici digitali, che hanno raggiunto dimensioni tali da poter essere montati su droni sempre più piccoli, pur scattando foto a risoluzioni molto alte: basta guardare agli apparecchi che abbiamo nei nostri smartphone. L'aspetto più interessante, in questo caso, sta nell'evoluzione del software, che dalle fotografie scattate dall'alto permette di ricostruire la mesh tridimensionale.

Infatti tutti questi dati, rilevati da apparecchi fotografici, non potrebbero essere gestiti se non vi fosse il software adatto.

Oggi la gran parte del lavoro di elaborazione dei dati può essere effettuato con un software di facile utilizzo e che permette di rendere disponibili i modelli 3D in AutoCAD, AutoCAD Map 3D. In particolare, permette di trasformare i dati raccolti dagli apparecchi fotografici in nuvole di punti, mesh tridimensionali, Modelli Digitali di Elevazione (DTM) ed ortofoto georeferenziate: ovvero tutto l'occorrente per poter procedere nella progettazione di infrastrutture nuove o della loro manutenzione.



Modello 3D di una cava restituito da foto digitali da drone grazie a Recap Photo, 2013

**Visione di un video dimostrativo sull'utilizzo dei droni per le prese aeree.** [https://www.youtube.com/watch?v=UkEp\\_KoL9I4](https://www.youtube.com/watch?v=UkEp_KoL9I4)

## Riepilogo guidato al termine della lezione

Alla fine della lezione per fissare meglio i concetti principali verrà condotto un riepilogo guidato in cui si porranno domande agli alunni la cui partecipazione sarà valutata positivamente. Si effettuerà la ripetizioni dei principali i passaggi della lezione, fatta dal gruppo attivato e guidato dalle domande del docente.

I partecipanti devono compiere uno sforzo per ricordare le cose ascoltate così da consolidarne il ricordo.

Al fine di evitare che solo alcuni alunni rispondano alle domande si chiederà agli studenti di non rispondere subito a voce ma di scrivere la risposta su un foglio la quale sarà poi esposta successivamente alla classe.

## 9. ASPETTI PRATICI: lettura delle foto aeree

Dalle aerofotogrammetrie si possono dedurre dati sul territorio di prima approssimazione (da meglio definirsi con un rilievo di campagna atto a verificare le deduzioni fatte ) come per esempio l'utilizzazione del suolo o l'evoluzione di un'area nel tempo. Al fine di sviluppare la competenza nella lettura delle foto aerofotogrammetriche per trarre alcuni dati di interesse sottoporro alla classe le foto aeree della stessa zona scattate in epoche diverse.

*Assegnazione di un compito da svolgere a casa anche in gruppi di 2 persone:*

*identificare le **modificazioni del territorio** avvenute nel corso del tempo mediante analisi delle foto aeree.*

*Descriverne alcuni elementi territoriali desunti dalla fotointerpretazione come l'utilizzo del suolo, l'azione antropica etc .  
Riportare le informazioni dedotte su una mappa corredata con opportuna legenda.*



## 9. ASPETTI PRATICI: lettura delle foto aeree

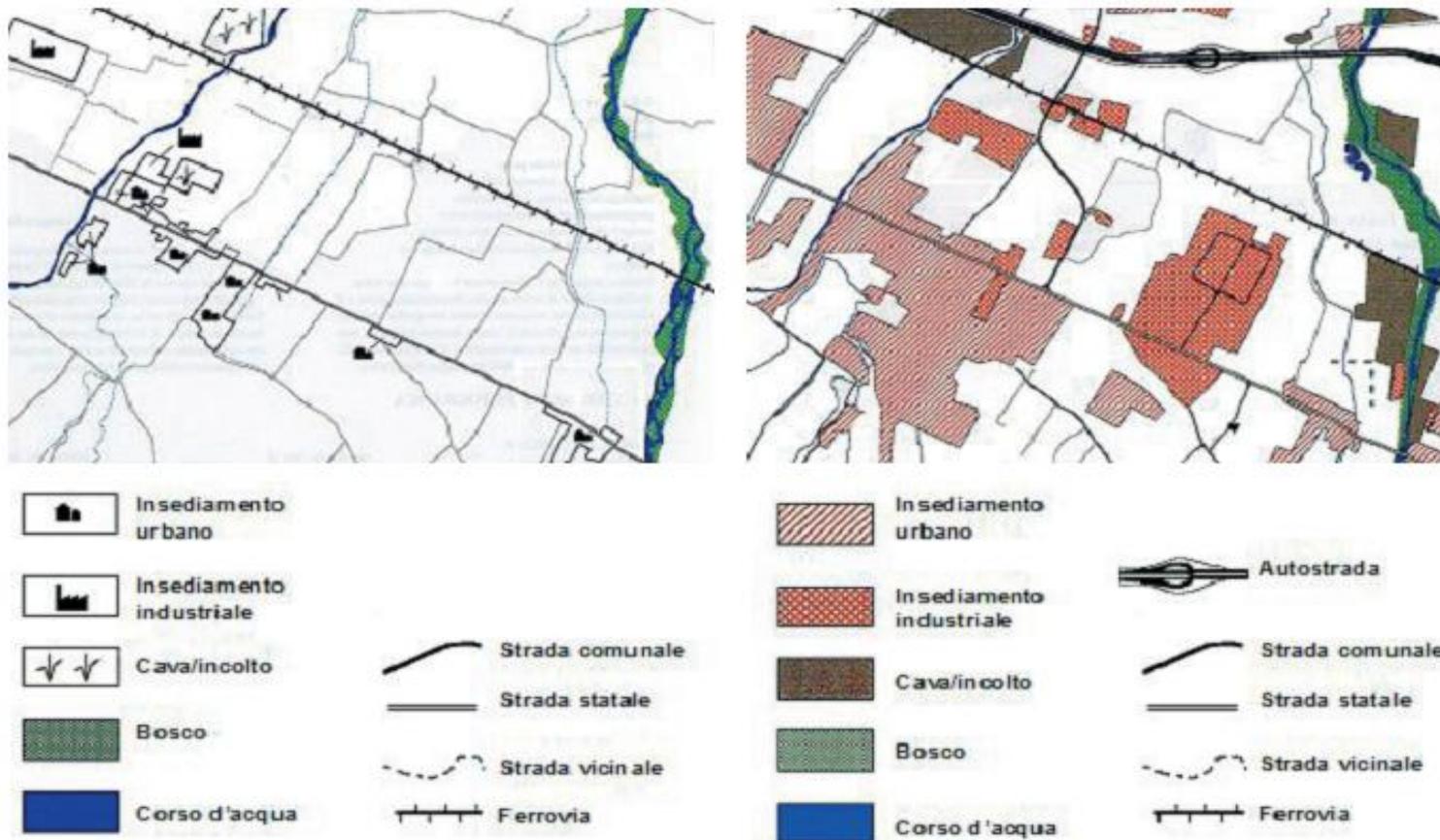


Figura 2.4.7 Esempio di forme e figure dell'utilizzazione reale del suolo individuabili su una fotografia aerea.

Legenda:

(S) Seminativo semplice - (Sa) Seminativo arborato - (U) Oliveto - (Cf) Castagneto da frutto - (P) Prato permanente, pascolo, prato-pascolo - (Zs) Zona cespugliata o con copertura arborea molto carente - (Zr) Zona a prevalente affioramento litoide o in dissesto - (Zc) Zona interessata da attività estrattive - (Iv) Verde pubblico e privato (parchi, giardini, ecc.) - (in nero) aree urbane e viabilità.

## 8. Autovalutazione dello studente (scritta)

Ora prova a valutare ciò che hai fatto e come lo hai fatto per capire quanto hai appreso.

- 1) Descrivi il percorso generale dell'attività.
- 3) Indica quali problemi hai dovuto affrontare e come li hai risolti.
- 4) Che cosa hai imparato da questo lavoro?
- 5) Cosa devi ancora imparare?
- 6) Come valuti il lavoro da te svolto?

# FASI DELLA LEZIONE

## Valutazione dell'apprendimento

### VALUTAZIONE IN ITINERE:

osservazione e monitoraggio, apprendimento dei contenuti.

### VALUTAZIONE FINALE :

- ✓ Esposizione a tutta la classe del compito assegnato per casa;
- ✓ Verifica scritta: prova semistrutturata (test a risposta chiusa: vero/falso, domande a risposta aperta, risoluzione di problemi di fotogrammetria aerea).

### VALUTAZIONE DELL' ALUNNO CON DISLESSIA

#### MISURE COMPENSATIVE DURANTE LA PROVA DI VERIFICA:

1. AUMENTO DEL 30% DEL TEMPO PER LA CONSEGNA DELLA VERIFICA SCRITTA
2. VERIFICA SCRITTA GUIDATA .

#### MISURE DISPENSATIVE

EVENTUALE VERIFICA ORALE CONCORDATA A CUI VERRÀ DATA MAGGIOR CONSIDERAZIONE IN CASO DI SCRITTO NON SODDISFACENTE.

# FASI DELLA LEZIONE

## Valutazione dell'apprendimento

### PROVA SCRITTA SEMISTRUTTURATA:

#### 1. Verifica delle conoscenze (quesiti vero/falso).

1. Le prese aeree si dicono nadirali quando l'asse della camera è verticale  
V  F
2. La scala di un fotogramma non dipende da quello della carta che si vuole ottenere  
V  F
3. I modelli stereoscopici sono generati dal ricoprimento longitudinale  
V  F
4. L'interasse  $i$  tra due strisciate consecutive dipende dal ricoprimento longitudinale  
V  F

#### 2. Quesiti a risposta singola

1. Che cos'è una strisciata e da cosa dipende il suo interasse?
2. Come si ottiene la corretta scala dei fotogrammi?
3. Come viene calcolato il numero dei fotogrammi in un rilievo aereo?
4. Quali parametri controlla l'operatore addetto alla camera per presa aerea?

## Valutazione dell'apprendimento

### Verifica delle competenze

#### 3. Esercizi e problemi

1. Un fotogramma di dimensioni  $230 \times 230$  mm è stato scattato da un aereo alla quota  $H = 1500$  m. Sapendo che la macchina da presa ha la distanza principale  $p = 150$  mm, determinare l'abbracciamento del fotogramma.  $[L = 2300$  m]
2. Di una certa zona di terreno si dispone di una carta in scala 1:25 000 e del corrispondente fotogramma. La distanza tra due punti misurata sulla carta risulta  $d = 137$  mm, mentre quella tra i punti corrispondenti misurata sulla foto risulta  $d_f = 86,5$  mm. Determinare la scala media del fotogramma.  $[s = 1:39\,595]$
3. Una certa zona di terreno di quota media 50 m s.l.m. è rappresentata su un fotogramma preso da un aereo. I valori della distanza principale dell'obiettivo e della quota di volo sul livello del mare, letti sul *data strip*, risultano  $p = 130$  mm e  $Q_v = 3680$  m. Determinare la scala media del fotogramma.  $[s = 1:27\,923]$
4. Deve essere progettato un volo per produrre una carta in scala 1:5000. La camera da presa ha la distanza principale  $p = 115$  mm, i fotogrammi hanno il lato  $l = 230$  mm e si è fissato un ricoprimento longitudinale del 60%. Scelto un opportuno valore per la scala del fotogramma, determinare l'altezza di volo, la distanza a cui devono essere effettuati gli scatti e la superficie del quadrato di terreno rappresentato su ogni fotogramma.  $[H = 1725$  m;  $B = 1380$  m;  $S = 11,90$  km<sup>2</sup>]

# FASI DELLA LEZIONE

## Valutazione dell'apprendimento

### CRITERI DI VALUTAZIONE

LA valutazione sarà effettuata tenendo conto dei livelli di partenza, dei ritmi di apprendimento, delle condizioni fisiche e socio-culturali dell'alunno.

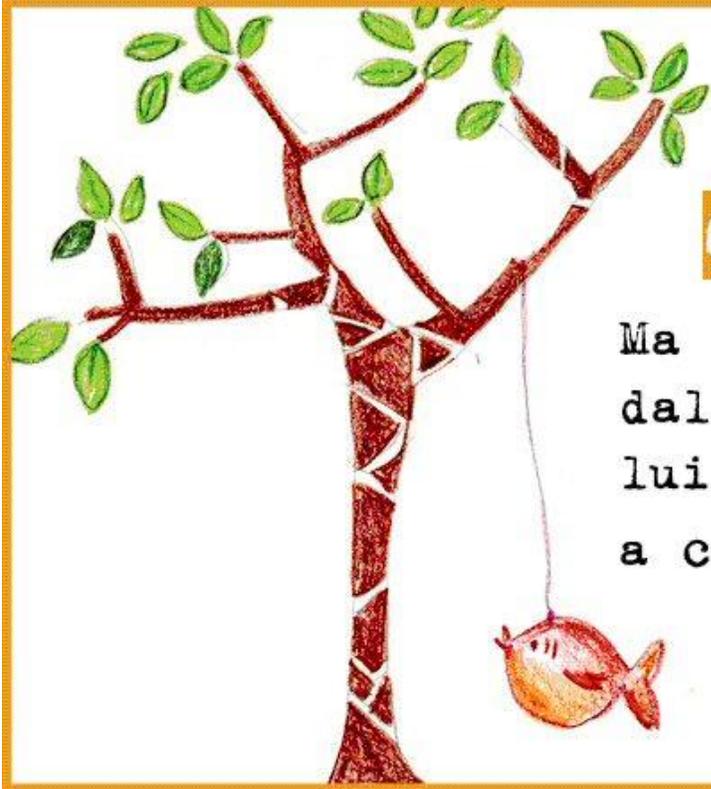
DIMENSIONI	INDICATORI	DESCRITTORI		
		10	6	2
<b>D1_Capacità di organizzare il tempo a disposizione</b>	Organizzazione e pianificazione del lavoro con rispetto dei tempi di consegna.	Organizza correttamente il lavoro in funzione del tempo e delle scadenze.	Organizza sufficientemente il lavoro in funzione del tempo e/o a volte non rispetta le scadenze.	Non organizza correttamente il lavoro in funzione del tempo e senza rispetto delle scadenze.
<b>D2_Capacità di collaborare in gruppo</b>	Responsabilità e disponibilità a collaborare con i coetanei, gli insegnanti e gli adulti	Collabora attivamente e responsabilmente nel gruppo; dimostra solidarietà e rispetto nei confronti del gruppo	E' abbastanza collaborativo e responsabile nei confronti del gruppo; non sempre dimostra solidarietà e rispetto nei confronti del gruppo	Ha un atteggiamento passivo e non sempre responsabile nei confronti del gruppo; in generale è poco collaborativo
<b>D3_Risoluzione dei problemi analitici</b>	Precisione e autonomia nella risoluzione dei problemi analitici;	E' autonomo nella risoluzione dei problemi attuando procedimenti logici e sequenziali	Ha una sufficiente autonomia nella risoluzione di problemi analitici	Non è autonomo nella risoluzione dei problemi e ha difficoltà anche se aiutato dai compagno o dal docente
<b>D4_Acquisizione della corretta terminologia e capacità espositive</b>	Corretto uso dei termini specifici, fluidità e chiarezza nell'esposizione.	Conosce e usa i termini specifici della trattazione, è in grado di esporre l'argomento in maniera chiara ed efficace	Conosce sufficientemente i termini specifici, sa esporre gli argomenti in maniera abbastanza chiara ed efficace	Esponde gli argomenti solo con l'ausilio di domande guida e non sempre conosce e usa la terminologia corretta.

# FASI DELLA LEZIONE

---

## Recupero del debito

- RIPETIZIONE DEGLI ARGOMENTI E SPIEGAZIONI DI APPROFONDIMENTO
- APPUNTI E SCHEDE ESEMPLIFICATIVE
- INTERVENTI INFORMALI DEI COMPAGNI IN GRADO DI FORNIRE SUPPORTO



Ognuno è un genio.

Ma se si giudica un pesce  
dalla sua abilità di arrampicarsi sugli alberi  
lui passerà tutta la sua vita  
a credersi stupido.

Albert Einstein