



# Vittorio Casella

Laboratorio di Geomatica - DICAR

Università di Pavia

email: [vittorio.casella@unipv.it](mailto:vittorio.casella@unipv.it)



## Introduzione alla Fotogrammetria

### Dispense

# License/Licenza



This document is © 2013 **Vittorio Casella, University of Pavia, vittorio.casella@unipt.it**, available under the **creative commons 3.0 license**.

You are free:

to Share — to copy, distribute and transmit the work

to Remix — to adapt the work

to make commercial use of the work.

Under the following conditions:

**Attribution** — You must attribute the work in the manner specified by the author (see the red text above) or licensor (but not in any way that suggests that they endorse you or your use of the work).

**Share Alike** — If you alter, transform, or build upon this work, you may distribute the resulting work only under the same or similar license to this one.

See <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/> for details.



Questo documento è @2013 **Vittorio Casella, Università di Pavia, vittorio.casella@unipv.it**, disponibile sotto la **licenza creative commons 3.0**.

Tu sei libero:

di riprodurre, distribuire, comunicare al pubblico, esporre in pubblico, rappresentare, eseguire e recitare quest'opera

di modificare quest'opera

di usare quest'opera per fini commerciali

Alle seguenti condizioni:

**Attribuzione** — Devi attribuire la paternità dell'opera nei modi indicati dall'autore (vedo testo in rosso sopra) o da chi ti ha dato l'opera in licenza e in modo tale da non suggerire che essi avallino te o il modo in cui tu usi l'opera.

**Condividi allo stesso modo** — Se alteri o trasformi quest'opera, o se la usi per crearne un'altra, puoi distribuire l'opera risultante solo con una licenza identica o equivalente a questa.

Per dettagli: <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/deed.it>

# I metodi di rilevamento classificati per rapidità

---

Metodi lenti e precisi: Topografia, GPS

Metodi rapidi e un po' meno precisi: Fotogrammetria

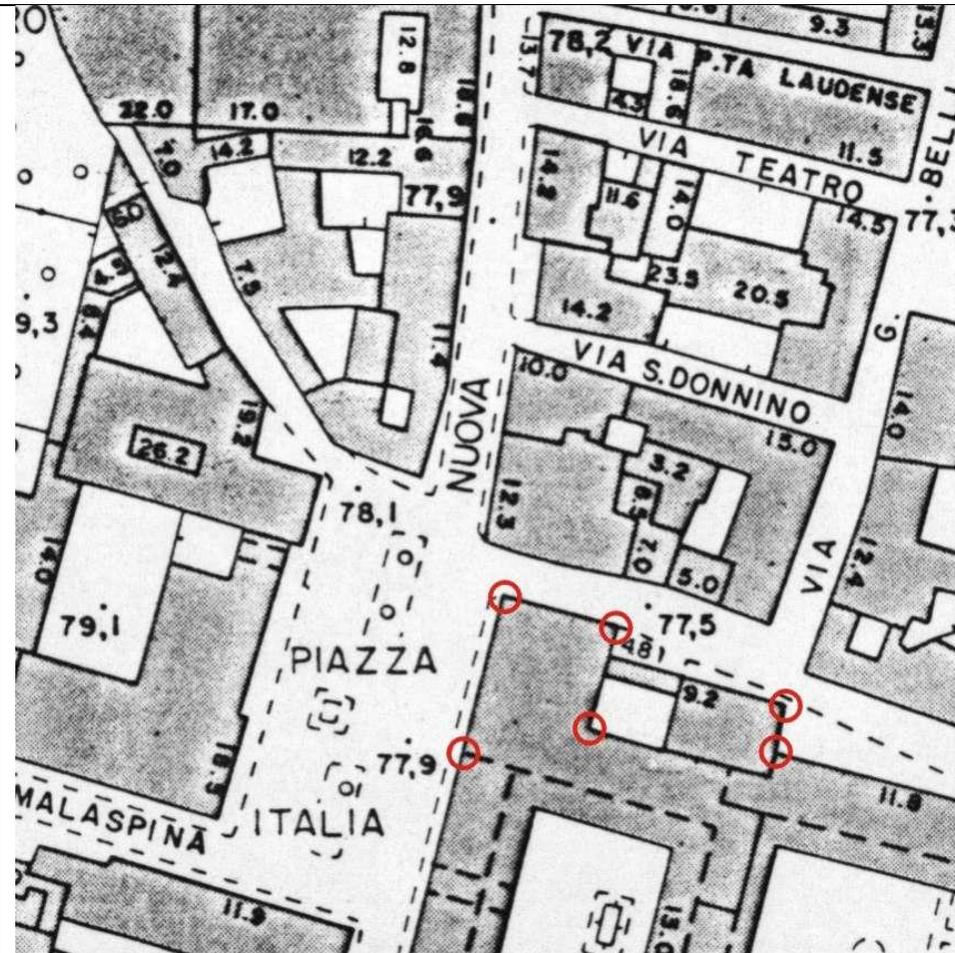
## Come si realizza una carta

Bisogna misurare le coordinate di *tutti* i punti che vi compaiono

Sono evidenziati in rosso alcuni dei punti che sono stati misurati per la realizzazione della carta, ma sono stati ovviamente misurati anche tutti gli altri.

Per realizzare una carta tecnica bisogna misurare le coordinate di decine o centinaia di migliaia di punti.

**Come si misurano le coordinate di tutti questi punti?**



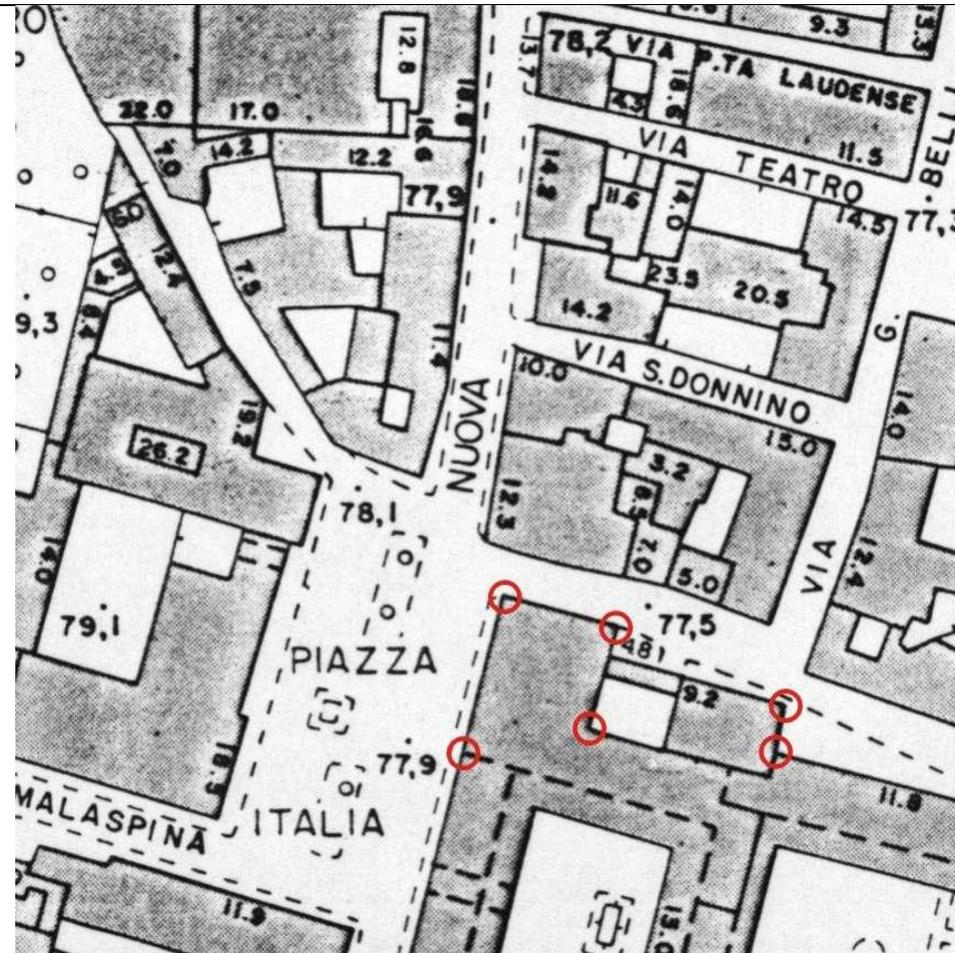
La CTC 1:2000 di Pavia

# Onerosità del rilevamento topografico - 1

Con i metodi topografici classici e GPS è necessario visitare ogni punto che si vuole misurare: si tratta di un **metodo molto oneroso**

Ma vi sono eccezioni:

- intersezione in avanti
- teodoliti reflectorless, che consentono di misurare punti senza entrare in contatto con essi

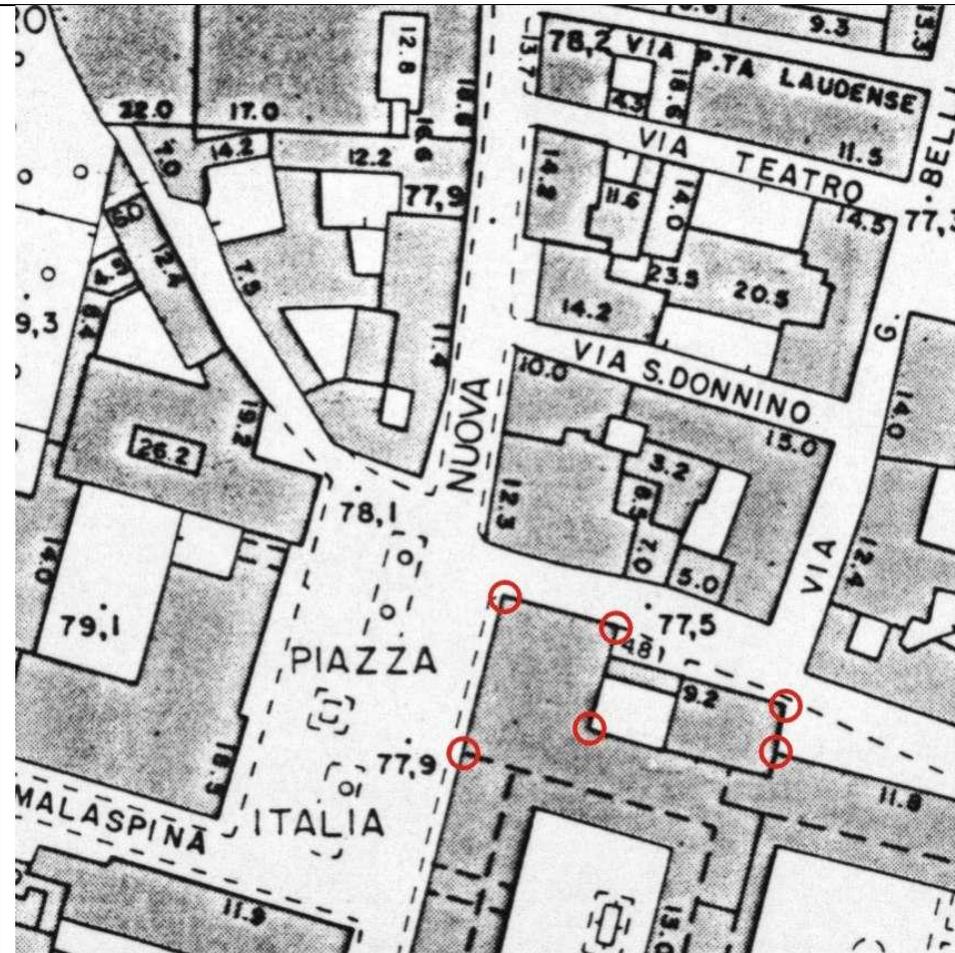


La CTC 1:2000 di Pavia

## Onerosità del rilevamento topografico - 2

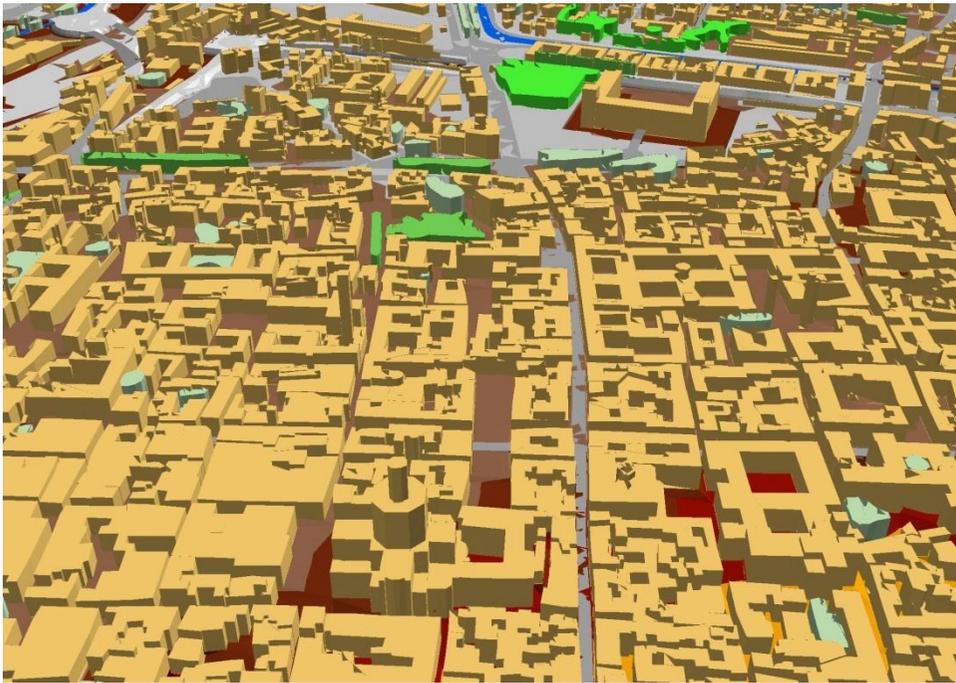
Tuttavia...

...usare i metodi topografici per realizzare una carta produrrebbe un risultato di qualità eccezionale, ma richiederebbe tempi lunghissimi e costerebbe moltissimo.

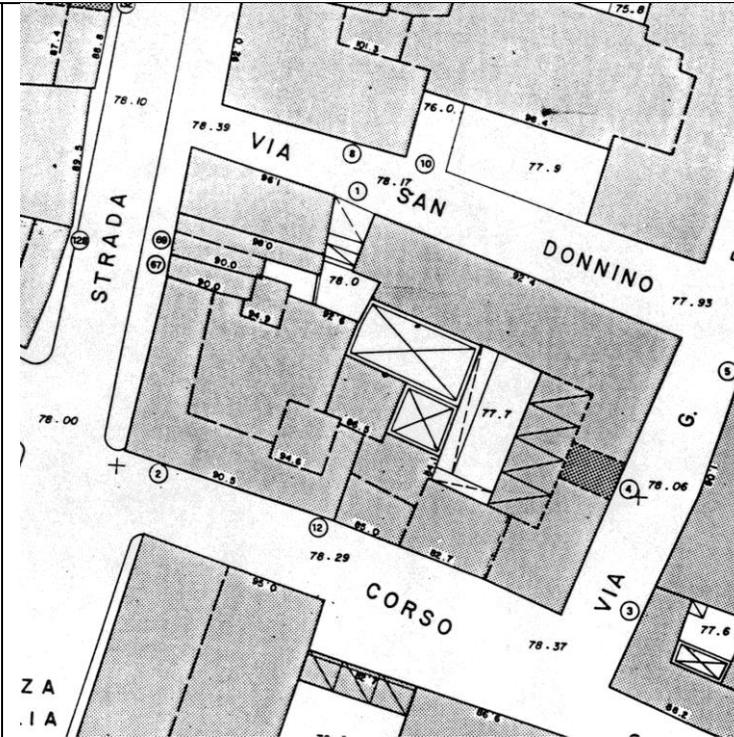


La CTC 1:2000 di Pavia

## Onerosità del rilevamento topografico - 3



Carta 3D di Pavia



La CTC 1:500 di Pavia

Esistono tra l'altro anche cartografie più complesse:

- cartografie 3D
- cartografie estremamente dettagliate, alla scala 1:500, (solo per i centri storici)

# Potenzialità delle fotografie per il rilevamento

I rilevatori hanno immediatamente compreso il potenziale delle fotografie per il rilevamento: **una fotografia cattura in un attimo la posizione di innumerevoli punti**

E' possibile ricostruire le coordinate-oggetto (la posizione nel mondo) di punti (punti-oggetto) a partire dalla posizione occupata dalle loro immagini (punti-immagine) su fotografie? **Nasce la Fotogrammetria.**



# Etimologia di Fotogrammetria

---

Fotogrammetria: uso metrico delle immagini

Si usa in termine *fotogrammi*, invece che fotografie, per sottolineare l'uso metrico che si fa delle immagini.

# Storia della Fotogrammetria

## La Fotogrammetria ha una storia lunga e gloriosa

### What is ISPRS?

The International Society for Photogrammetry and Remote Sensing is a non-governmental organisation devoted to the development of international cooperation for the advancement of photogrammetry, remote sensing and spatial information sciences and their applications. The Society operates without any discrimination on grounds of race, religion, nationality, or political philosophy. Established in 1910 by Professor Dolezal from the Technical University of Vienna, Austria, ISPRS is the oldest international umbrella organisation in its fields, which may be summarized as addressing "information from imagery."

Except for interruptions during World Wars I and II, the Society has carried on its activities continuously since its foundation. These activities culminate every four years at the International Congress on Photogrammetry and Remote Sensing. The Congress includes the presentation of scientific and technical papers, technical tours, scientific and commercial exhibits, meetings to conduct the business of the Society, and a social programme.



Prof. Dolezal founded the ISPRS in Vienna on 4th July 1910

### International Society for Photogrammetry and Remote Sensing



July 2-7, 2010

Vienna University of Technology  
Vienna, Austria

The **Headquarters** of ISPRS are at the address of the Secretary General:  
Professor Chen Jun, National Geomatics Centre of China  
No. 1 Baishengcun, Zizhuyuan, Beijing 100048, PR CHINA  
Tel: +86 10 6842 4072; Fax: +86 10 6842 4101  
email: chenjun@nsdi.gov.cn and chenjun\_isprs@263.net

Content: ISPRS Council 2010 [2008-2012]  
Layout: Gerhard Kemper / GGS Germany  
General Copyright: ISPRS 2010

For more information on ISPRS go to the ISPRS website: [www.isprs.org](http://www.isprs.org)  
[www.isprs100vienna.org](http://www.isprs100vienna.org)

### Platinum Sponsors



[www.isprs100vienna.org](http://www.isprs100vienna.org)

# Storia della Fotogrammetria - 2

---

## What is ISPRS?

The International Society for Photogrammetry and Remote Sensing is a non-governmental organisation devoted to the development of international cooperation for the advancement of photogrammetry, remote sensing and spatial information sciences and their applications. The Society operates without any discrimination on grounds of race, religion, nationality, or political philosophy. Established in 1910 by Professor Dolezal from the Technical University of Vienna, Austria, ISPRS is the oldest international umbrella organisation in its fields, which may be summarized as addressing “information from imagery.”

Except for interruptions during World Wars I and II, the Society has carried on its activities continuously since its foundation. These activities culminate every four years at the International Congress on Photogrammetry and Remote Sensing. The Congress includes the presentation of scientific and technical papers, technical tours, scientific and commercial exhibits, meetings to conduct the business of the Society, and a social programme.



*Prof. Dolezal founded the ISPRS  
in Vienna on 4th July 1910*

***The Centenary Celebrations of the International Society for Photogrammetry and Remote Sensing (ISPRS) will take place at its birthplace, Vienna Austria, from 2 July 2010 to 7 July 2010, to celebrate its founding by Eduard Dolezal on 4 July 1910, and the major contributions of the many professionals who have played a role in its development over the past 100 years. You are welcome to Vienna, Austria to celebrate the Centenary and the extraordinary achievements of ISPRS over the past 100 years.***

## Ulteriori vantaggi delle immagini

Consentono di effettuare la fotointerpretazione:

- riconoscere particolari
- valutare il tipo di edificio
- valutare il tipo di terreno
- ....

Non richiedono il contatto con il terreno e gli oggetti misurati: evitano interferenze con il traffico, per esempio

Il tipo di dettaglio visibile:

- tombini
- persone
- automobili

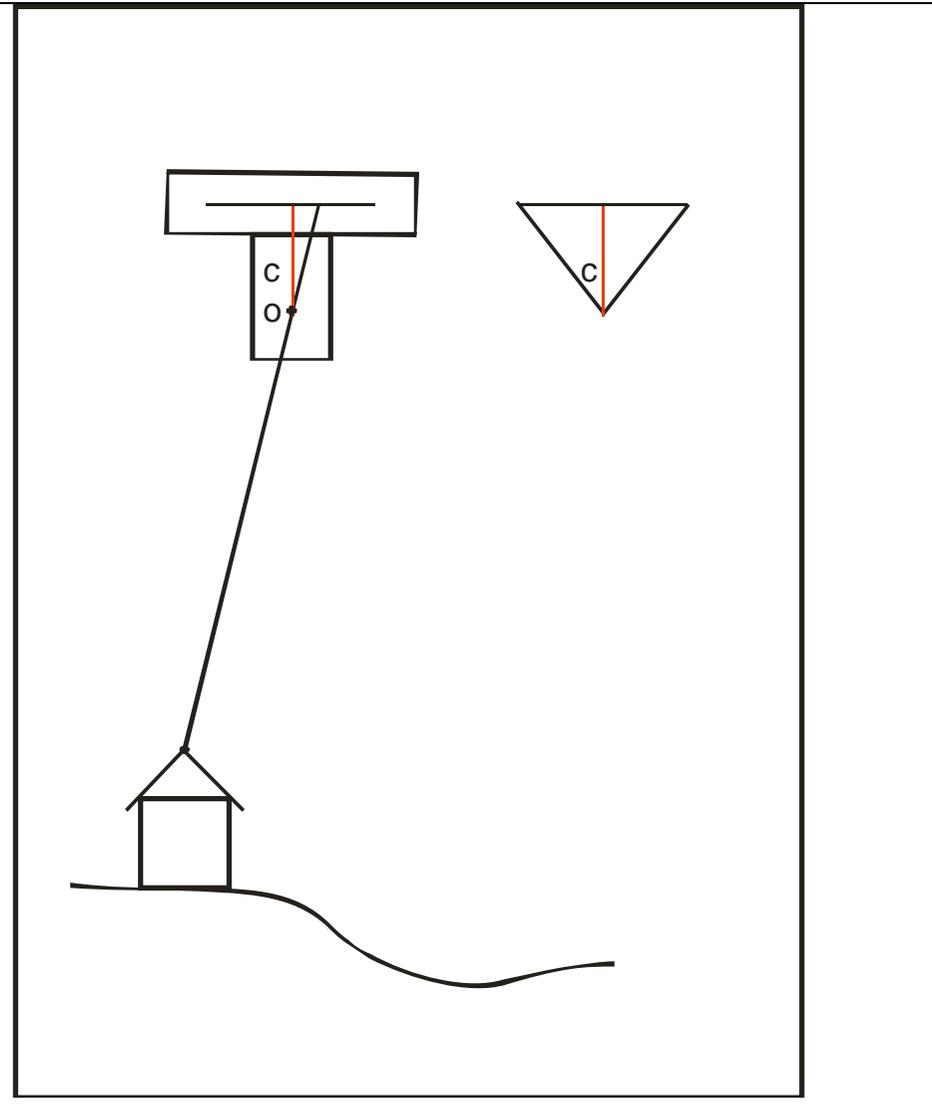


DZ=750 metri

# Come si schematizza una camera fotogrammetrica

Ai fini geometrici, la camera (macchina fotografica) può essere schematizzata con un triangolo avente come parametri significativi

- dimensione dell'area sensibile (del negativo) /
- lunghezza focale (distanza fra il centro dell'obiettivo e il piano dell'immagine):  $c$
- angolo di apertura

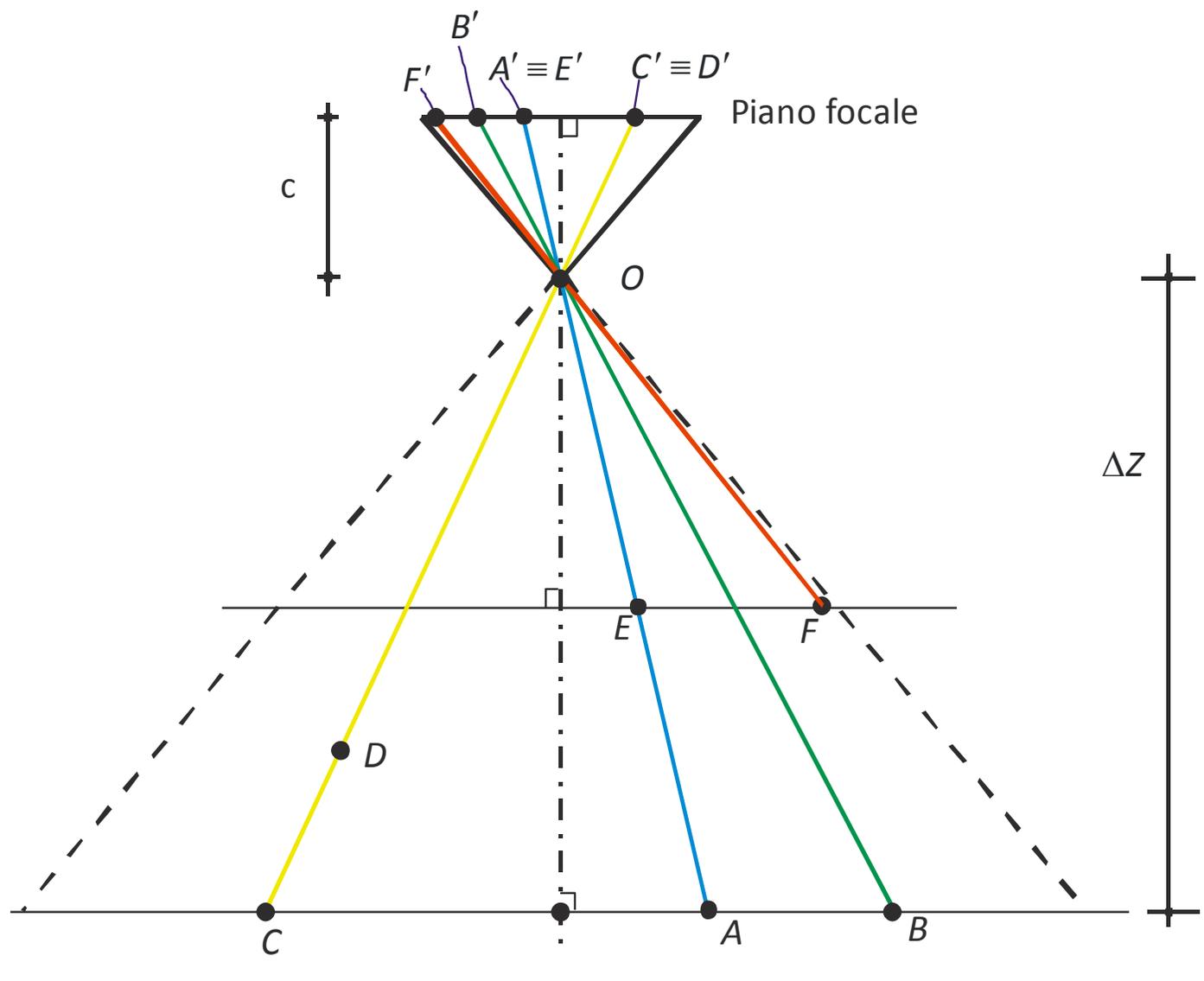


# L'equazione della fotografia

Idea: piazco una camera in cielo, in un certo punto e con un certo assetto; scatto una foto

I punti-oggetto generano per proiezione i punti-immagine (sull'immagine)

Valgono le leggi dell'ottica geometrica, cioè vi è **collinearità** fra il punto-oggetto  $A$ , il centro dell'obiettivo  $O$  e il punto-immagine  $A'$

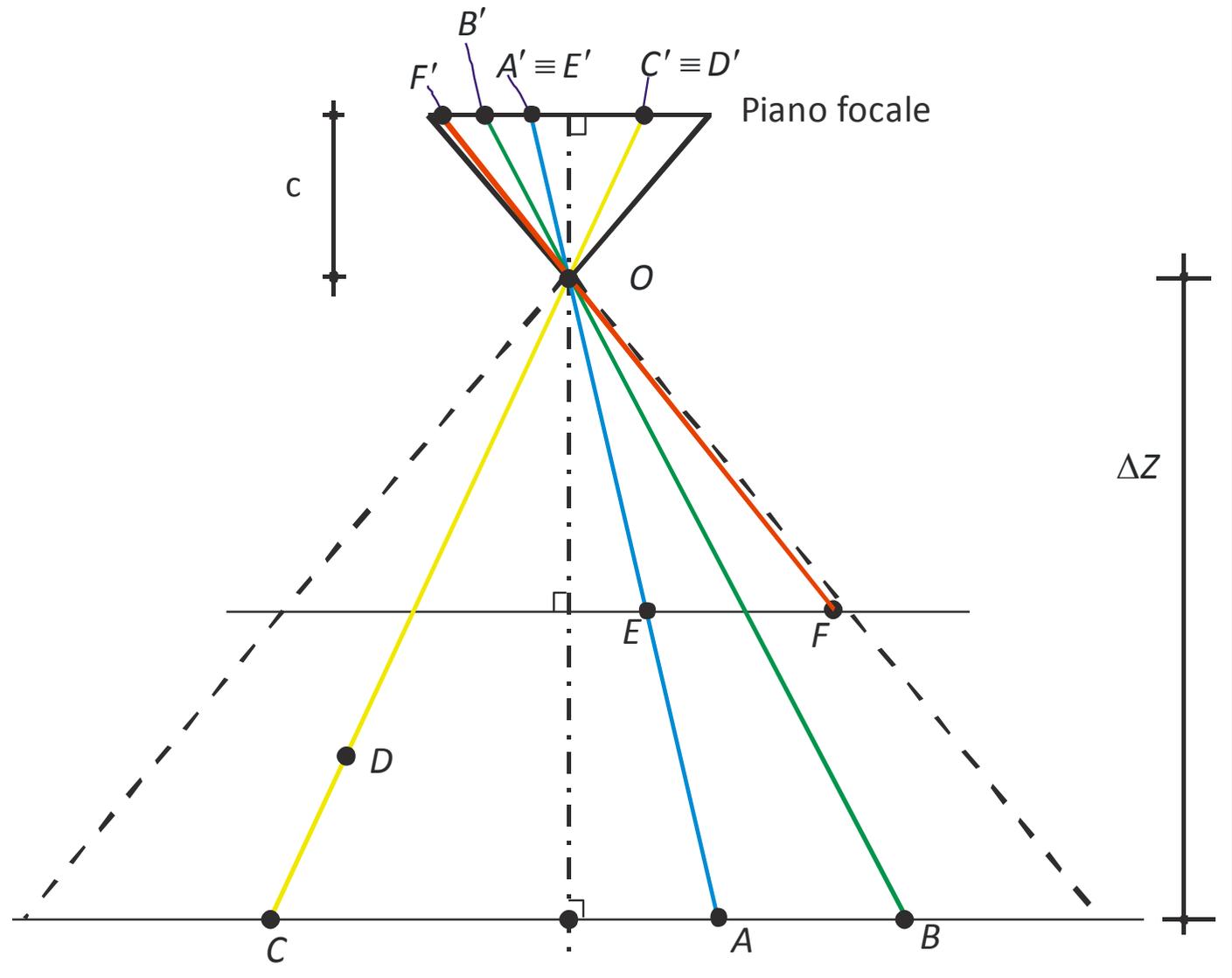


[presa\_fotogrammetrica\_1.cdr]

# Idee per la misura fotogrammetrica (restituzione)

Ricostruisco virtualmente, con il calcolo, posizione e assetto della camera al momento dello scatto  
Conosco il centro  $O$ ; posso misurare la posizione del punti-immagine ( $A'$ )  
Cerco di ricostruire la posizione del punto-oggetto  $A$

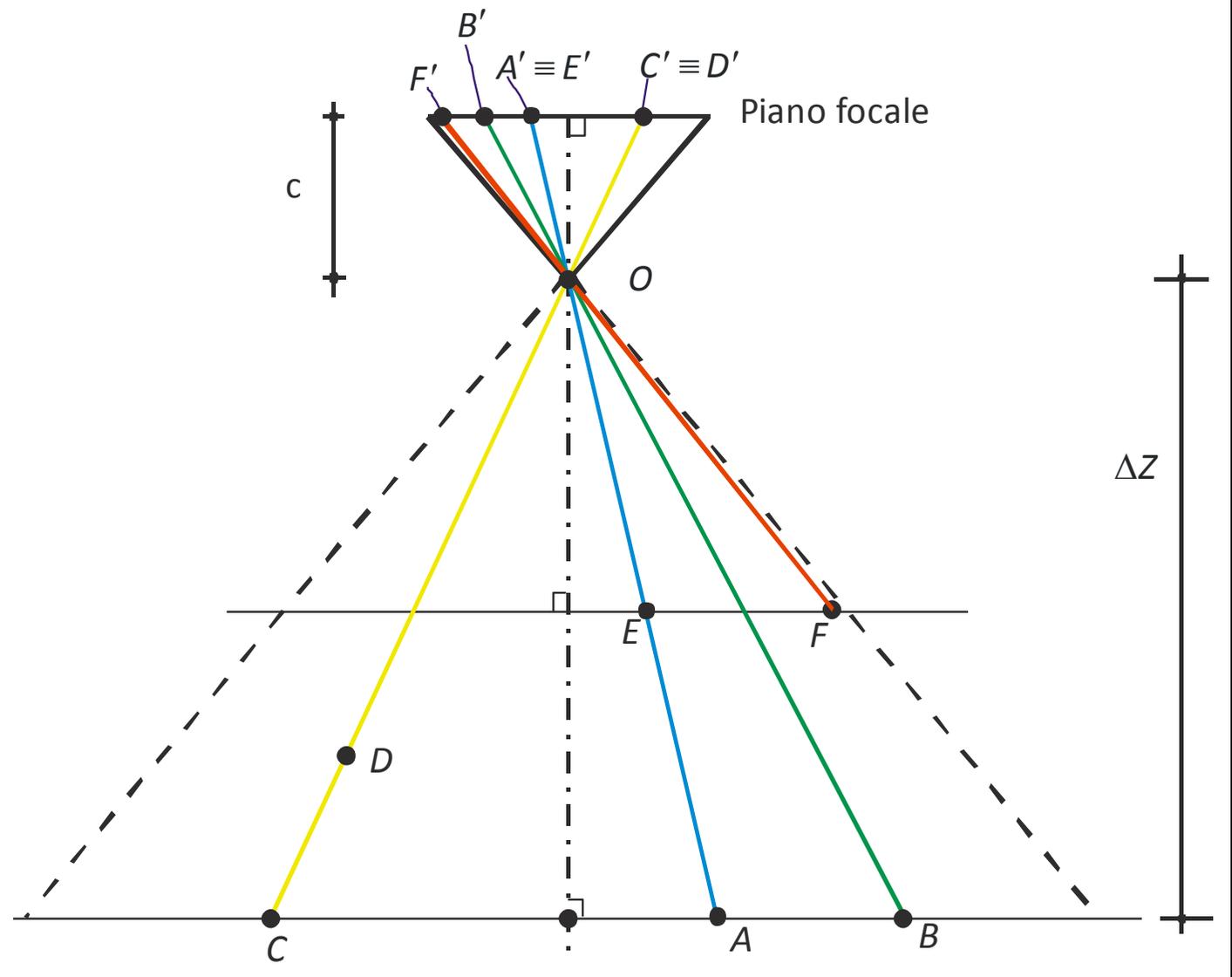
A



# Una sola immagine non è sufficiente - 1

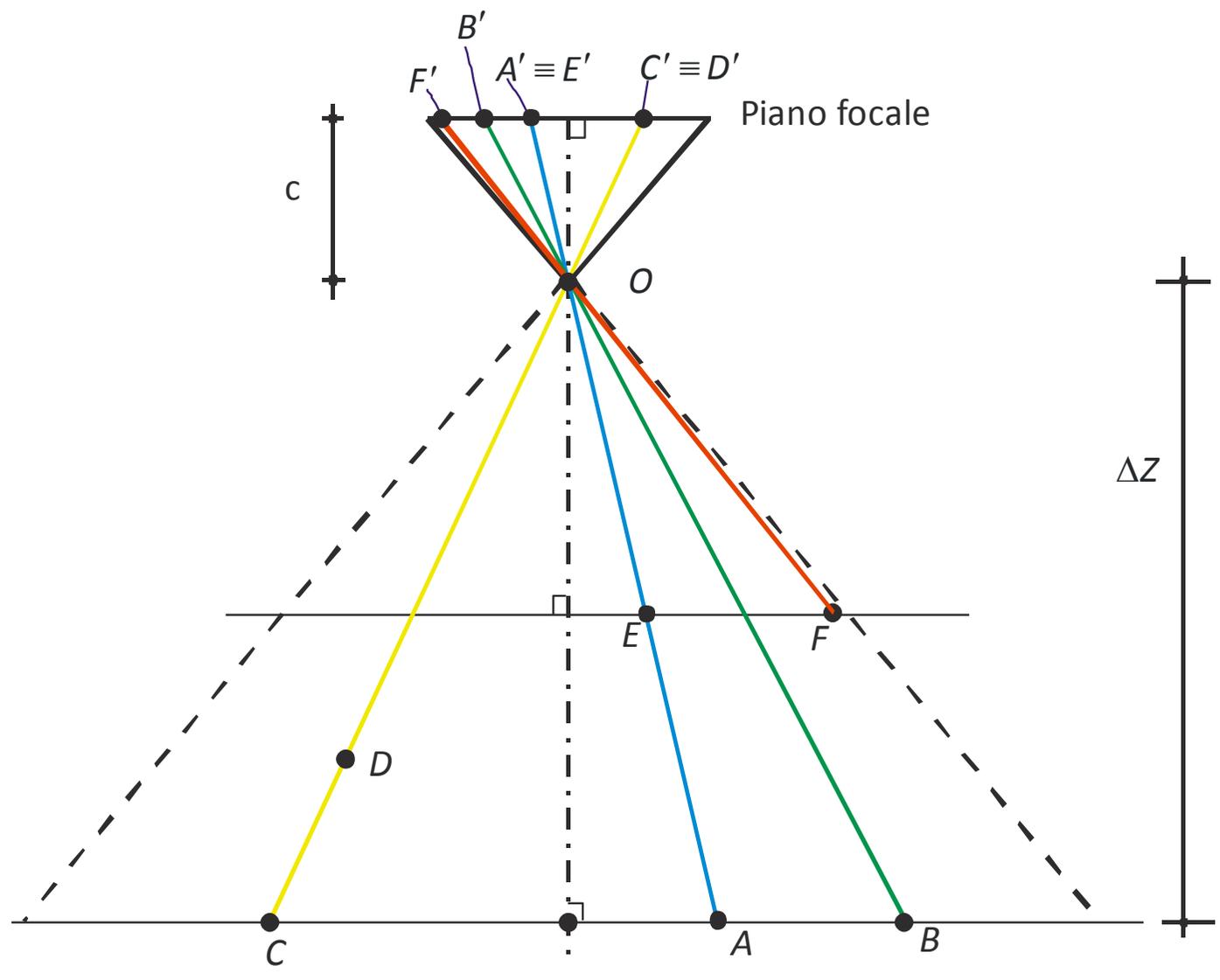
Perché al momento dello scatto il mondo 3D viene *appiattito* su una superficie 2D e ciò provoca una perdita di informazione

Perché i punti A ed E, per esempio, hanno la stessa immagine dunque sono indistinguibili



## Una sola immagine non è sufficiente - 2

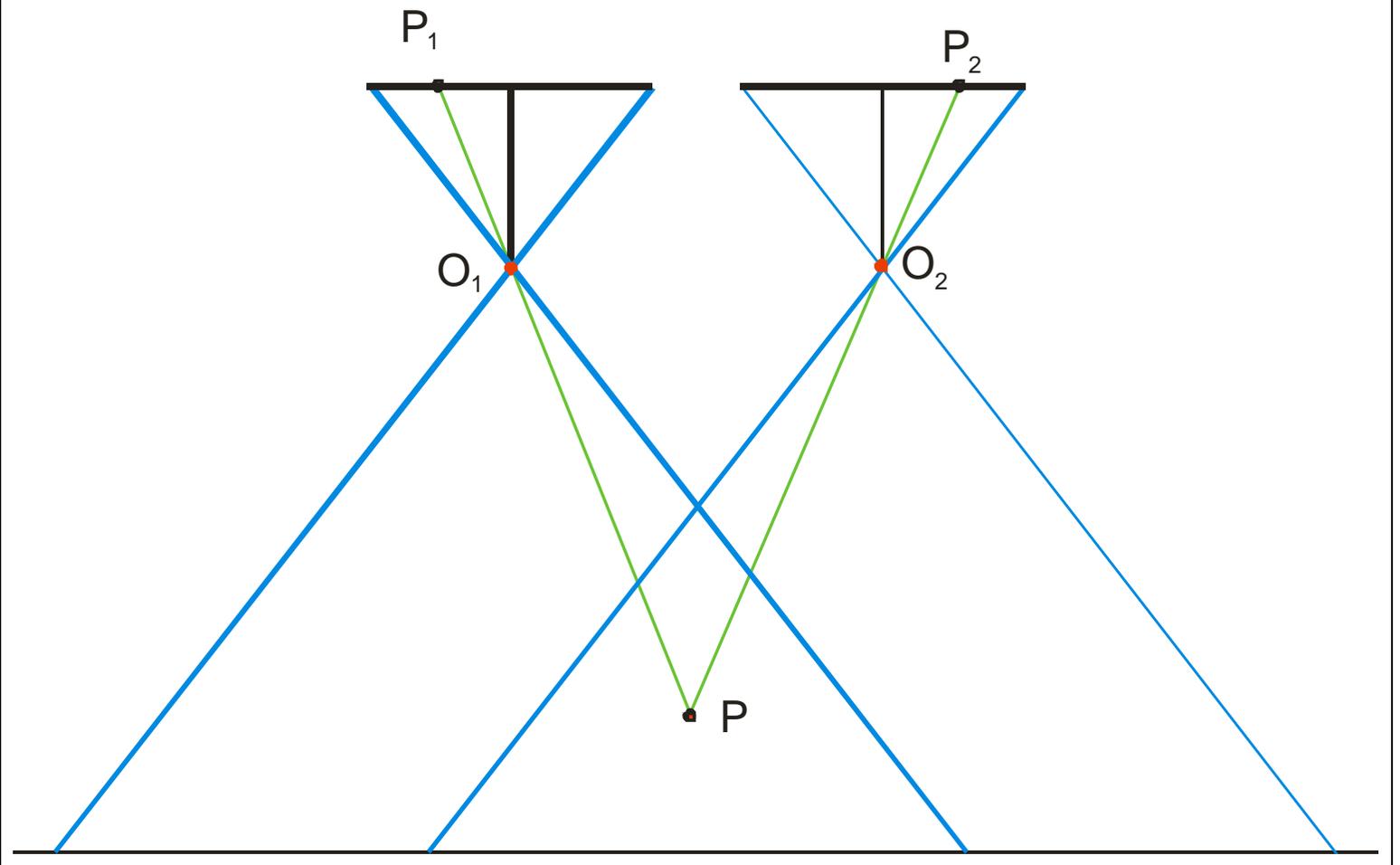
Perché il punto-immagine  $A'$  e  $O$  consentono di individuare la retta su cui si trova  $A$ , ma non so quando fermarmi



## Servono almeno due immagini

Il punto-oggetto è individuato come l'intersezione delle due rette omologhe, individuate per collinearità

La fotogrammetria è possibile

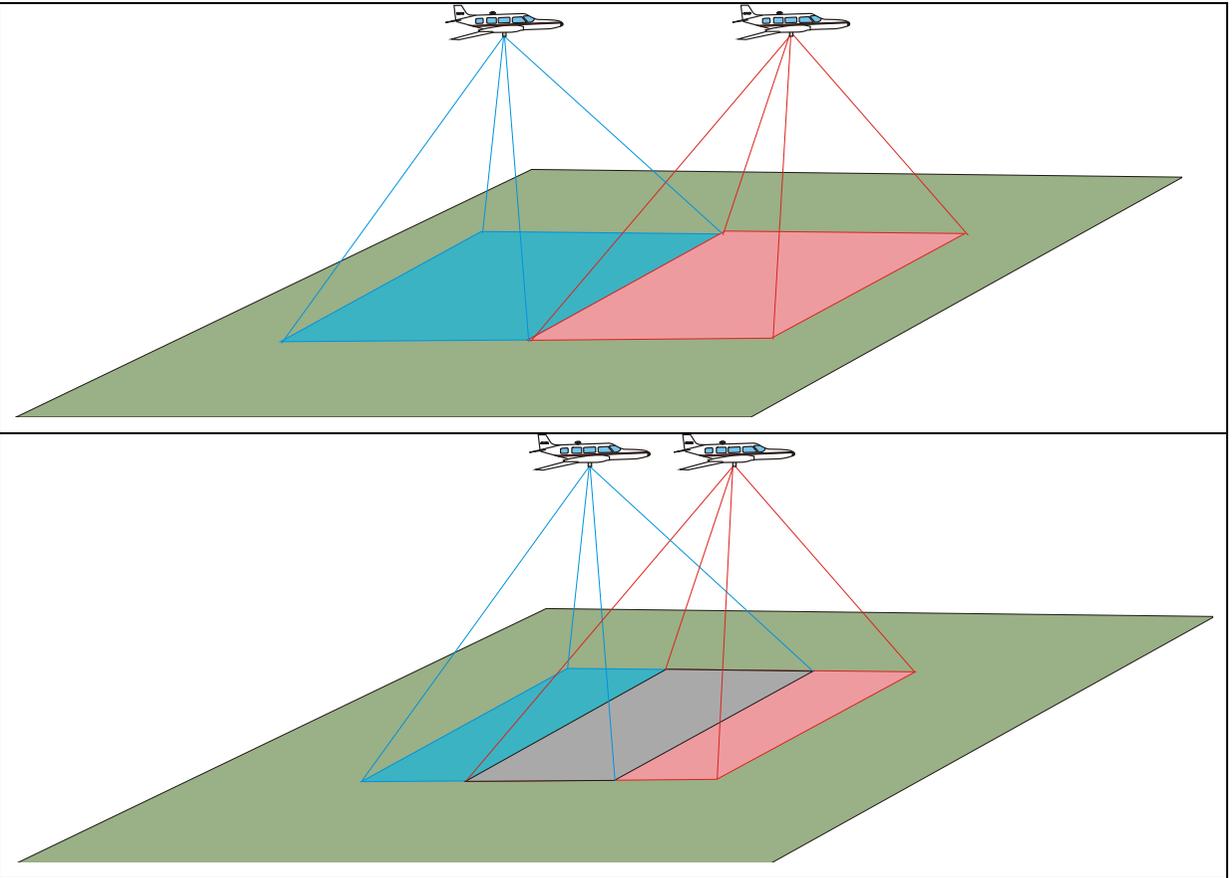


# Il volo fotogrammetrico: fotogrammi ricoperti – 1

Per fare misure fotogrammetriche è necessario che ogni punto del territorio che si vuole misurare compaia in almeno due fotogrammi. Come si fa?

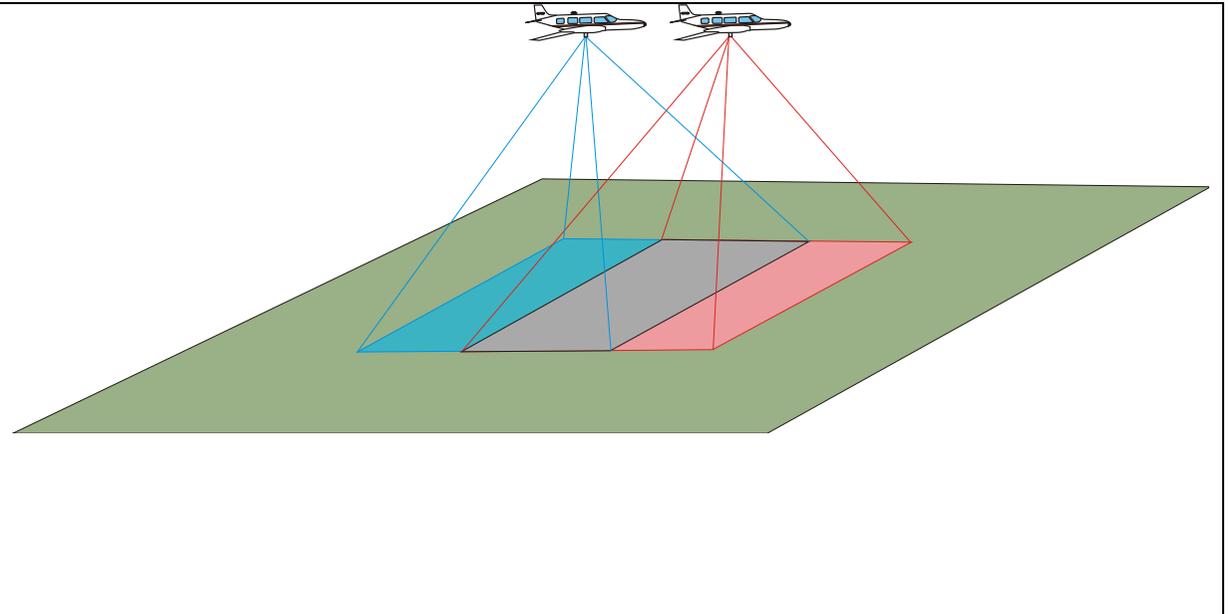
Sopra: fotogrammi giustapposti

Sotto: fotogrammi ricoperti



## Il volo fotogrammetrico: fotogrammi ricoperti - 2

Si deve fare in modo che le impronte a terra (proiezione dei bordi del fotogramma sul terreno) di due fotogrammi acquisiti in successione siano sovrapposte longitudinalmente, cioè nel senso della direzione di volo.

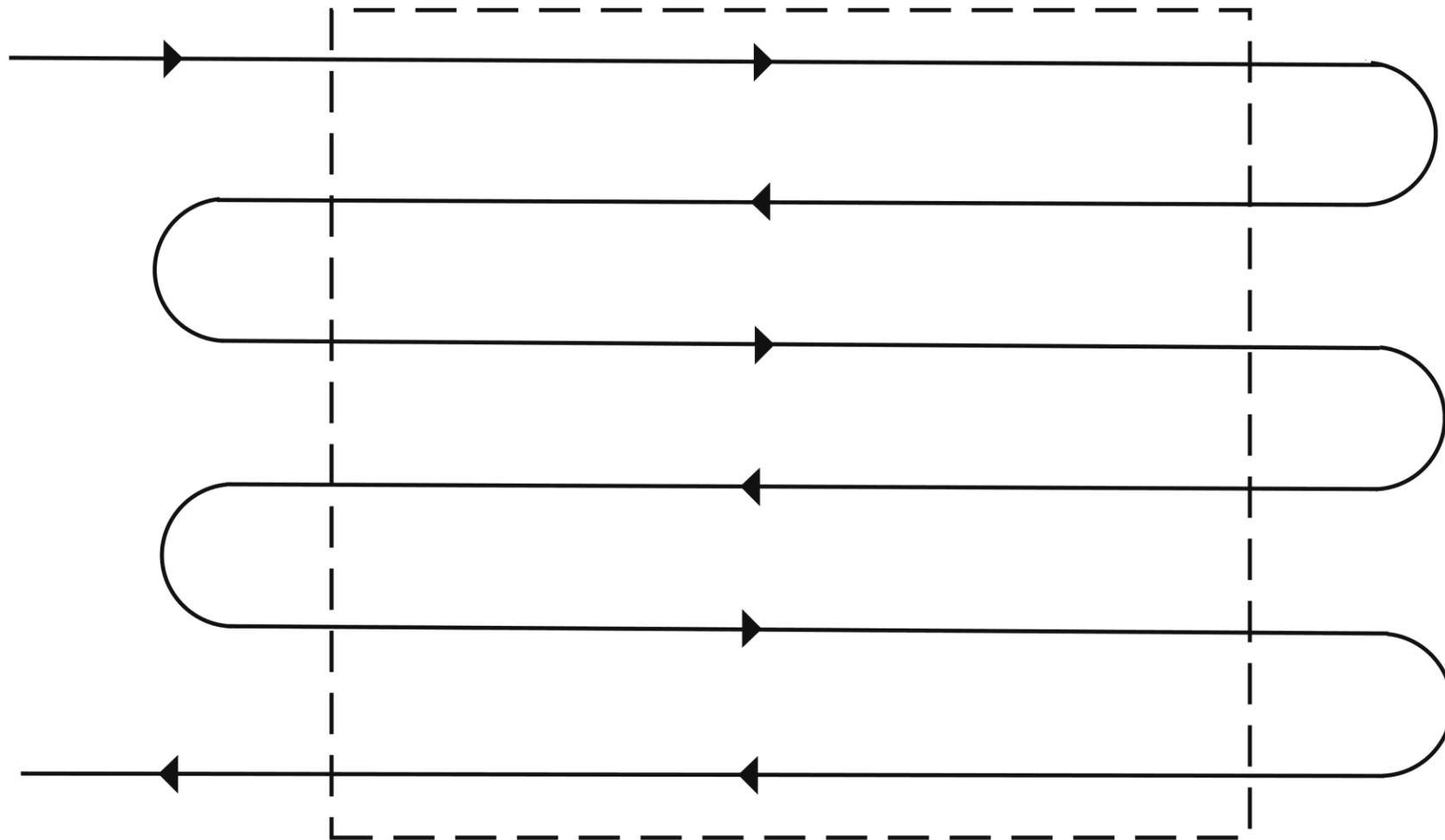


In questo modo si ottiene che la parte di territorio evidenziata in grigio compaia in entrambi i fotogrammi.

Operativamente, si tratta di fissare opportunamente il tempo di scatto fra due fotogrammi successivi.

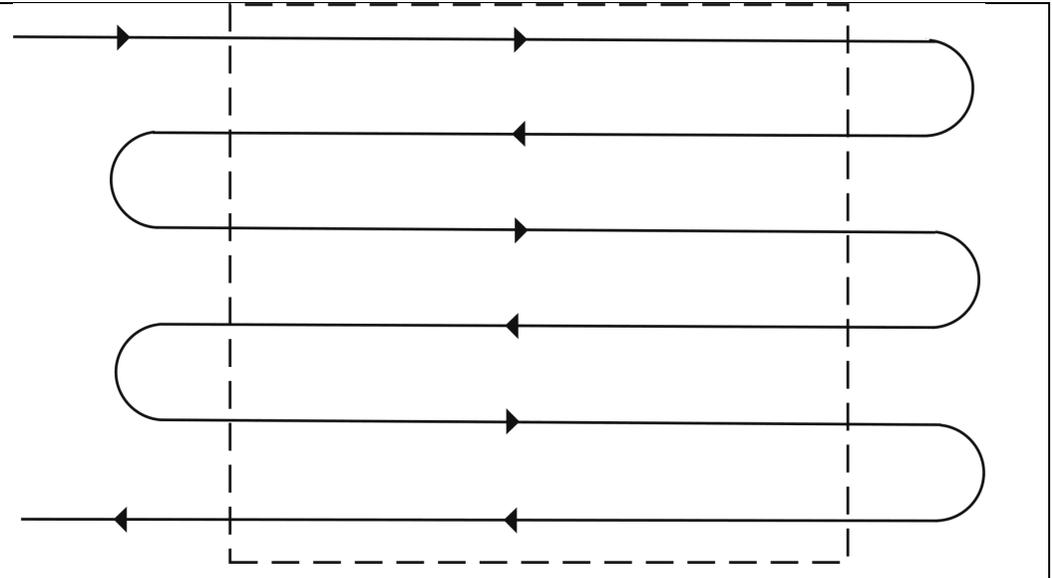
# Il volo fotogrammetrico: blocco e strisciate - 1

---



## Il volo fotogrammetrico: blocco e strisciate – 2

Dovendo riprendere una zona come quella tratteggiata, l'aereo la sorvola percorrendo una rotta rettilinea e acquisendo fotogrammi con l'opportuna frequenza



Una volta sorvolato tutto il territorio, l'aereo vira ed esegue un'altra striscia, parallela alla precedente ma traslata in direzione ortogonale alla direzione di volo.

La cosa prosegue fino a quando tutto il territorio è stato sorvolato.

# NON LEGGERE

fare slide storia fotogrammetria?