

Informatica grafica e tecniche di rilievo architettonico ad alta definizione



Ing. Simone Garagnani, Ph. D.

UNA BREVE INTRODUZIONE



COMPUTER GRAPHICS

disciplina che studia le tecniche e gli algoritmi per la visualizzazione di informazioni numeriche prodotte da un calcolatore

da: R. Scateni, P. Cignoni, C. Montani, R. Scopigno. Fondamenti di Grafica Tridimensionale Interattiva, 2005, McGraw Hill

UNA BREVE INTRODUZIONE



COMPUTER VISION

disciplina che studia le tecniche e gli algoritmi per costruire apparati o sistemi in grado di acquisire informazioni dalle immagini.

da: R. Scateni, P. Cignoni, C. Montani, R. Scopigno. Fondamenti di Grafica Tridimensionale Interattiva, 2005, McGraw Hill

UNA BREVE INTRODUZIONE

Computer Graphics e Computer Vision sono moderne discipline che in architettura permettono di rappresentare lo spazio o trarne informazioni.

Lo spazio può essere reale o immaginato:

nel primo caso si parla di

RILIEVO DELL'ESISTENTE,

nel secondo di

PROGETTAZIONE EX-NOVO

RILIEVO DELL'ESISTENTE



RILIEVO DELL'ESISTENTE

Alcune tecniche di rilievo digitale per raccontare l'architettura con livelli crescenti di precisione.



RILIEVO DELL'ESISTENTE:

TECNICHE DI MISURAZIONE DERIVATE DALLA COMPUTER VISION

Passive



Topografia

Fotogrammetria

Microscopia confocale

Attive



Scansioni laser



Triangolazione

Tempo di volo (TOF)

Differenza di fase (Phase shift)

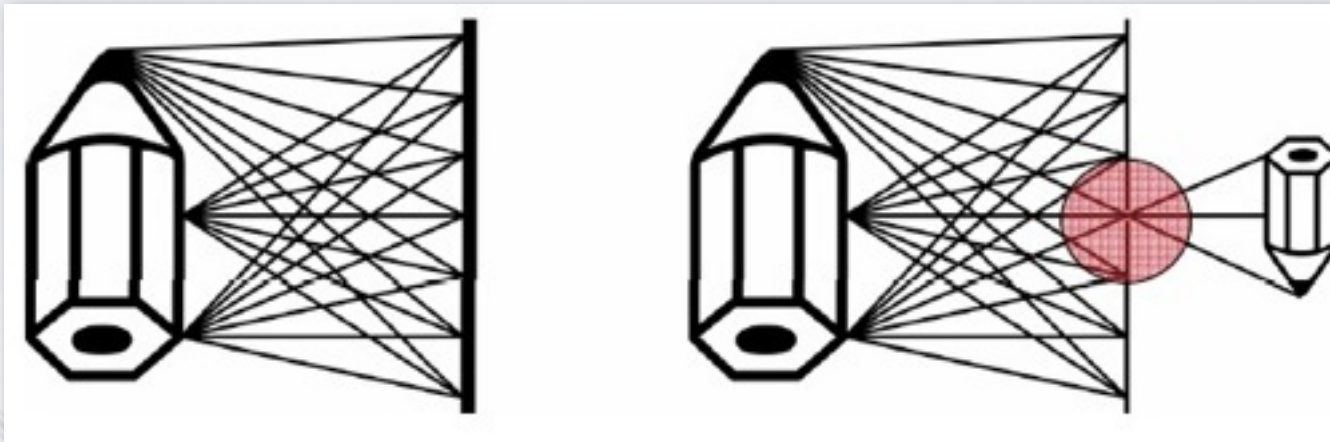
RILIEVO DELL'ESISTENTE: LA FOTOGRAMMETRIA DIGITALE

La **fotogrammetria** è la scienza che permette di ottenere una misura accurata delle caratteristiche geometriche di un oggetto, attraverso l'impiego congiunto di fotografie che lo ritraggono da posizioni differenti.



RILIEVO DELL'ESISTENTE: LA FOTOGRAMMETRIA DIGITALE

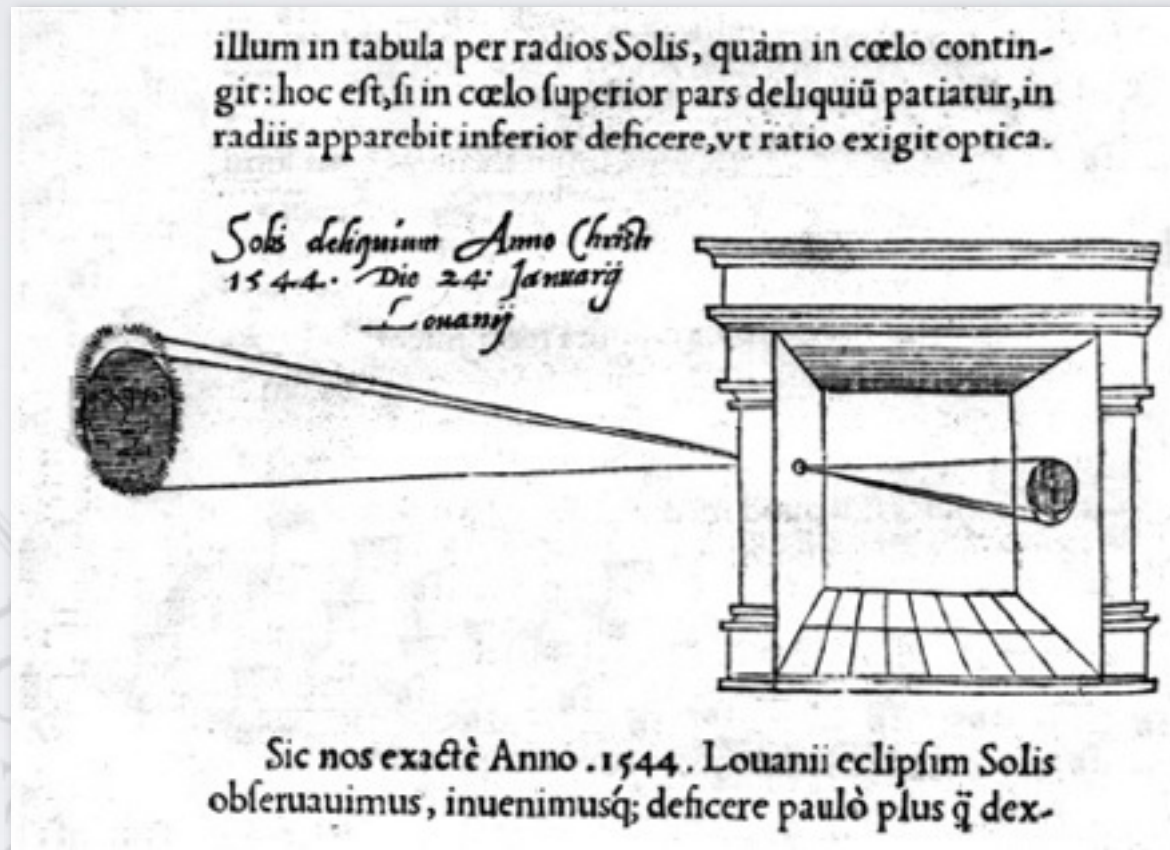
Per comprendere come sia possibile definire quantità metriche da una immagine si può iniziare considerando un modello molto semplice: la **Pinhole Camera!**



Il foro stenopeico seleziona tra gli infiniti raggi solo uno per ogni punto del soggetto, consentendo la formazione di una immagine proiettata su un piano retrostante il foro.

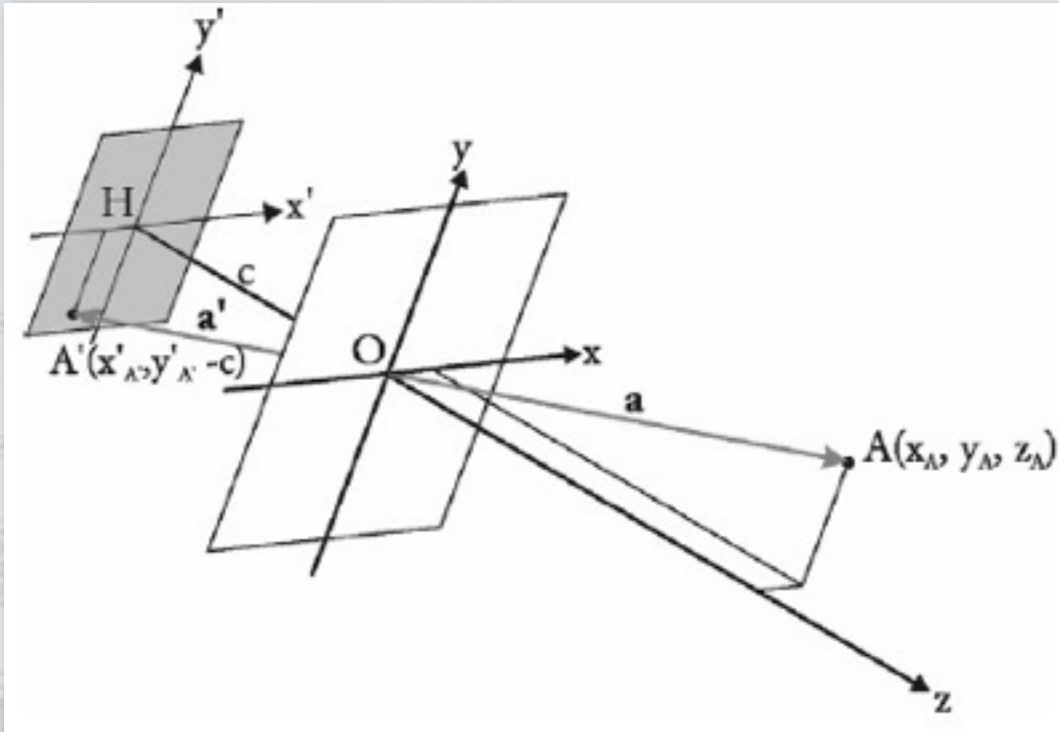
RILIEVO DELL'ESISTENTE: LA FOTOGRAMMETRIA DIGITALE

Il primo schema di “*camera obscura*”, termine coniato da Giovanni Keplero, compare in un testo di astronomia di Reinerus Gemma-Frisius che la utilizza per analizzare l’eclisse solare nel 1544.



RILIEVO DELL'ESISTENTE: LA FOTOGRAMMETRIA DIGITALE

Nel rispetto della condizione di collinearità, la misura di punti reali a partire da proiezioni fotografiche avviene mediante la soluzione delle equazioni di collinearità:



$$\begin{cases} x_{A'} = -c \frac{r_{11}(X_O - X_A) + r_{21}(Y_O - Y_A) + r_{31}(Z_O - Z_A)}{r_{13}(X_O - X_A) + r_{23}(Y_O - Y_A) + r_{33}(Z_O - Z_A)} \\ y_{A'} = -c \frac{r_{12}(X_O - X_A) + r_{22}(Y_O - Y_A) + r_{32}(Z_O - Z_A)}{r_{13}(X_O - X_A) + r_{23}(Y_O - Y_A) + r_{33}(Z_O - Z_A)} \end{cases}$$

Mediante la soluzione di tali equazioni, gli algoritmi di calcolo “catturano” nello spazio geometrico punti di misura ricavati da fotografie.

Mars Phoenix Lander & PhotoModeler Scanner

Fotogrammetria digitale: sulla base di alcune immagini, gli algoritmi sono in grado di estrarre geometrie tridimensionali anche complesse.

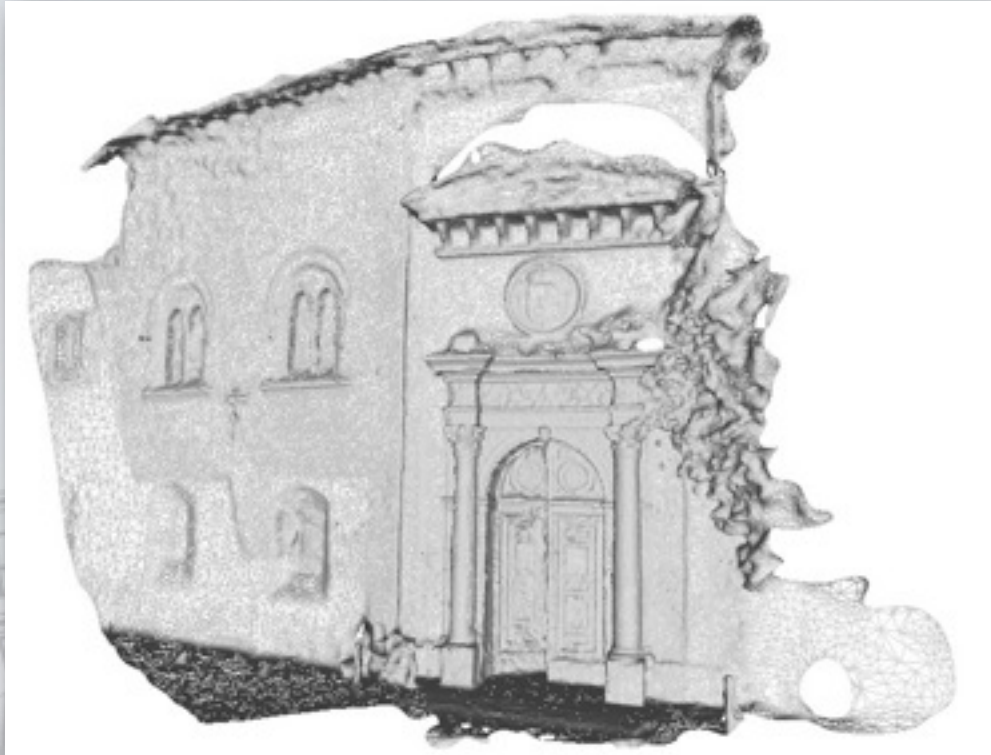
Filmato on-line: <http://www.youtube.com/watch?v=zMOgD30ZsZQ>

RILIEVO DELL'ESISTENTE: LA FOTOGRAMMETRIA DIGITALE FREE PER TUTTI



Il software free Autodesk 123D Catch

RILIEVO DELL'ESISTENTE: LA FOTOGRAMMETRIA DIGITALE FREE PER TUTTI



Il software free Autodesk 123D Catch

RILIEVO DELL'ESISTENTE: LA FOTOGRAMMETRIA DIGITALE FREE PER TUTTI

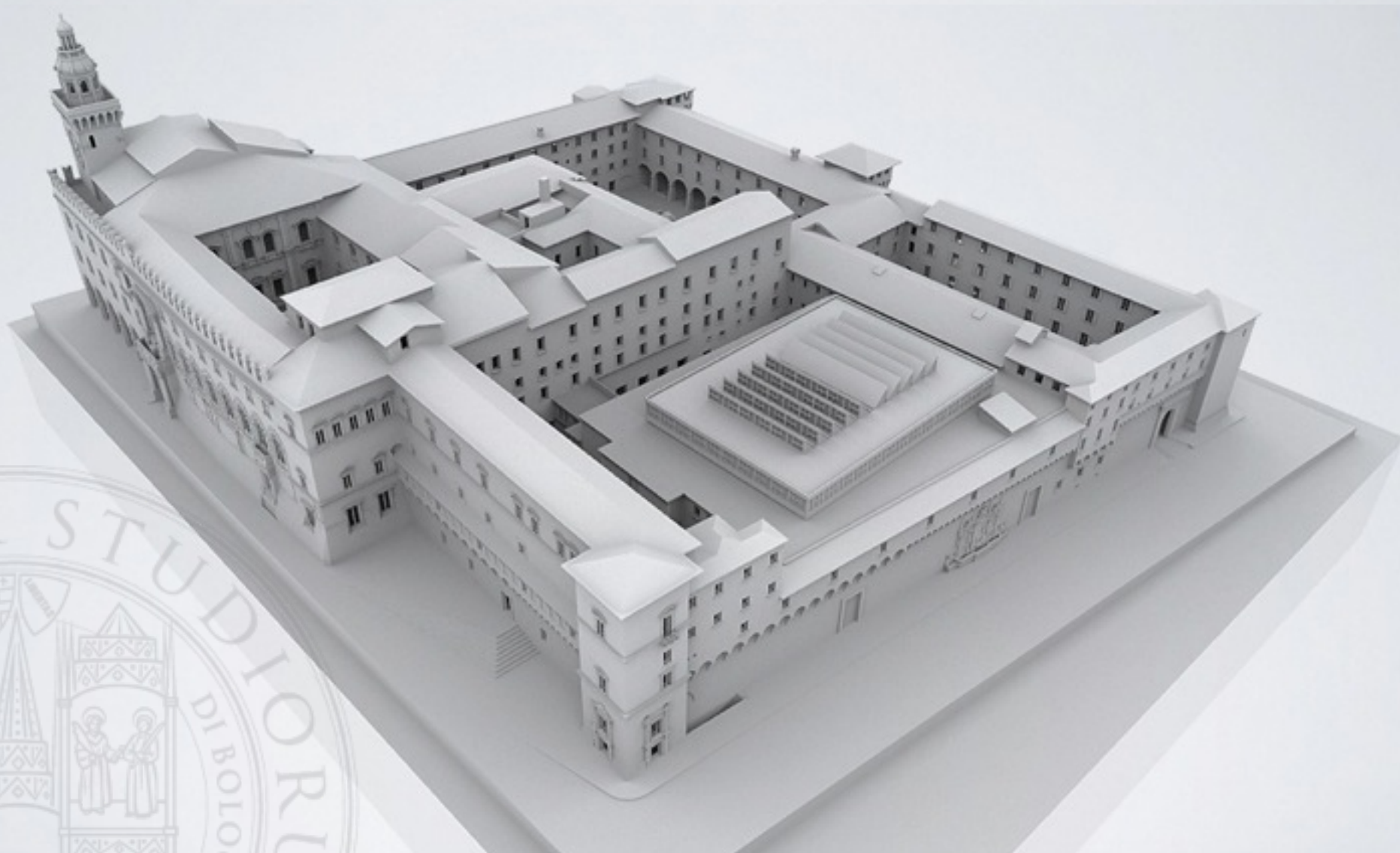


Il software free Autodesk 123D Catch

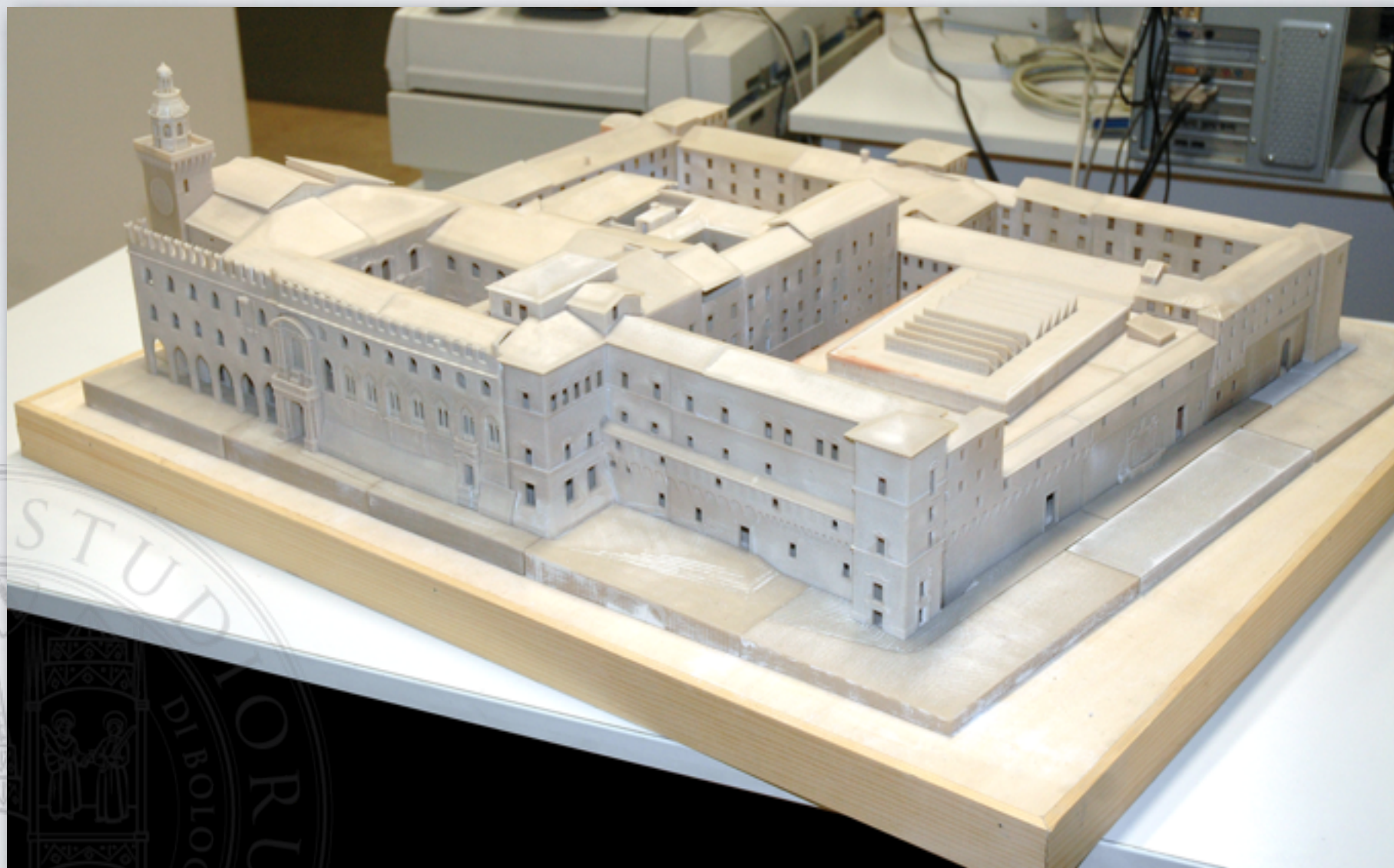
RILIEVO DELL'ESISTENTE: LA FOTOGRAMMETRIA DIGITALE PER LA MODELLAZIONE 3D



RILIEVO DELL'ESISTENTE: LA FOTOGRAMMETRIA DIGITALE PER LA MODELLAZIONE 3D

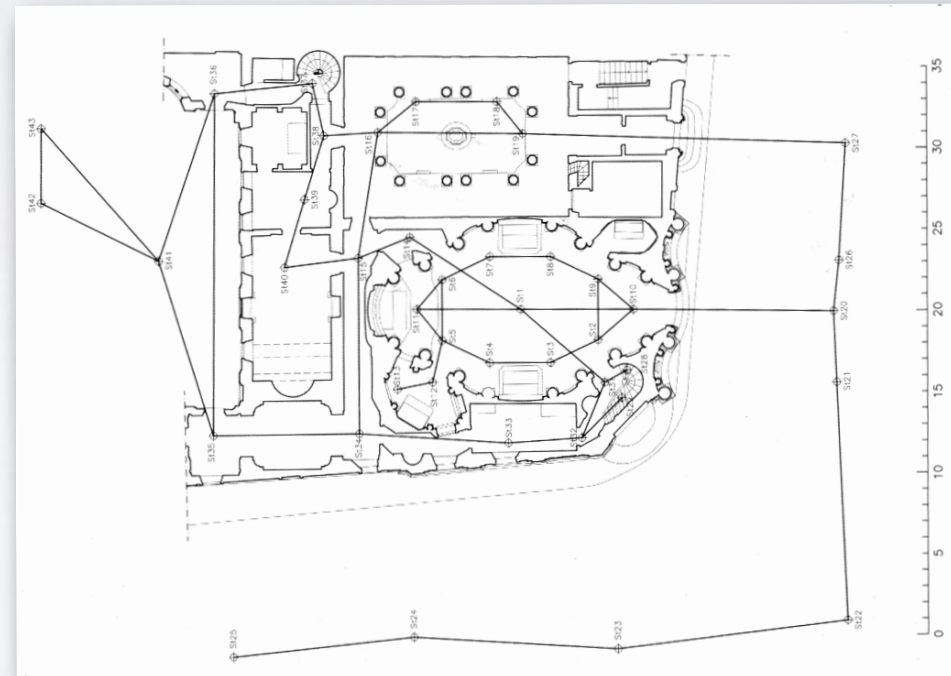


RILIEVO DELL'ESISTENTE: LA MODELLAZIONE 3D E LA STAMPA TRIDIMENSIONALE



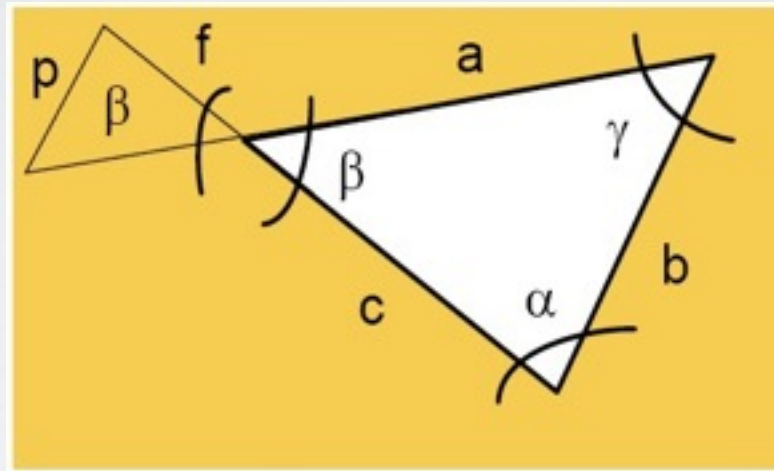
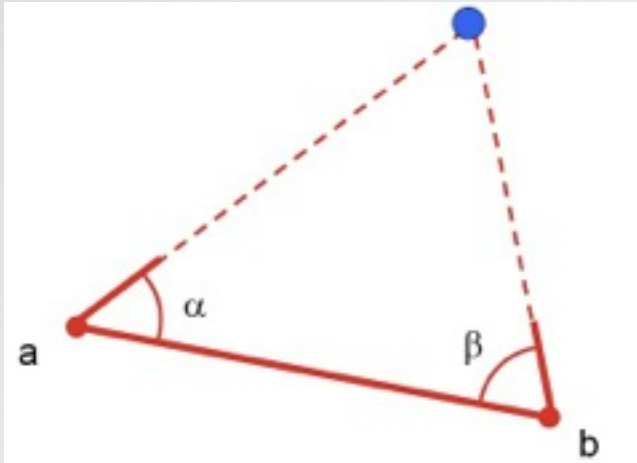
RILIEVO DELL'ESISTENTE: IL LASER SCANNING AMBIENTALE

Analogamente alla fotogrammetria digitale, anche un rilievo con stazioni totali permette di definire la posizione spaziale di punti nelle tre coordinate cartesiane





RILIEVO DELL'ESISTENTE: LASER SCANNER A TRIANGOLAZIONE



$$\frac{p}{b} = \frac{f}{c}$$

$$\frac{a}{\sin(\alpha)} = \frac{b}{\sin(\beta)} = \frac{c}{\sin(\gamma)}$$

$$a^2 = b^2 + c^2 - 2bc \cos(\alpha)$$

$$c = a \cos(\beta) + b \cos(\alpha)$$

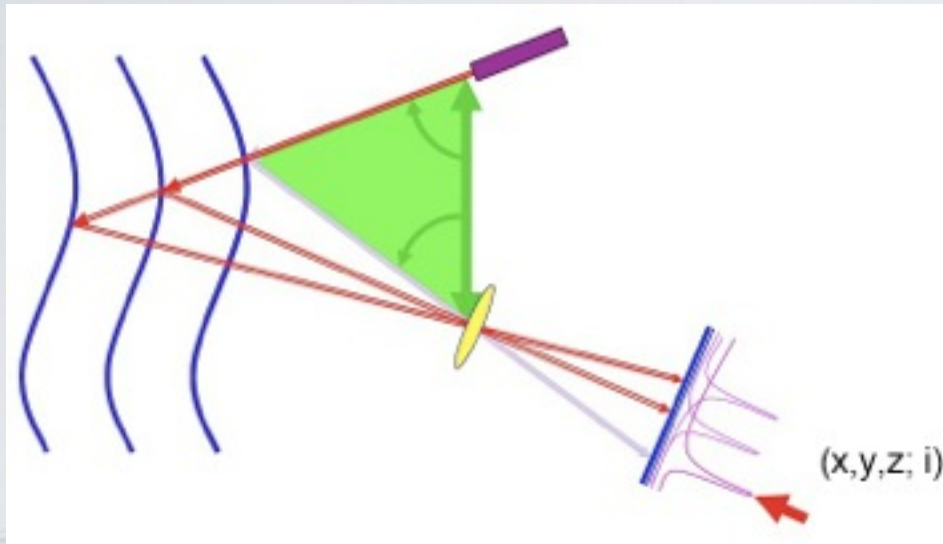
Triangolazione:

*La distanza a - b è nota
gli angoli alfa e beta sono noti*

Triangoli simili:

Teoremi di Talete (VI secolo a.C.)

RILIEVO DELL'ESISTENTE: LASER SCANNER A TRIANGOLAZIONE

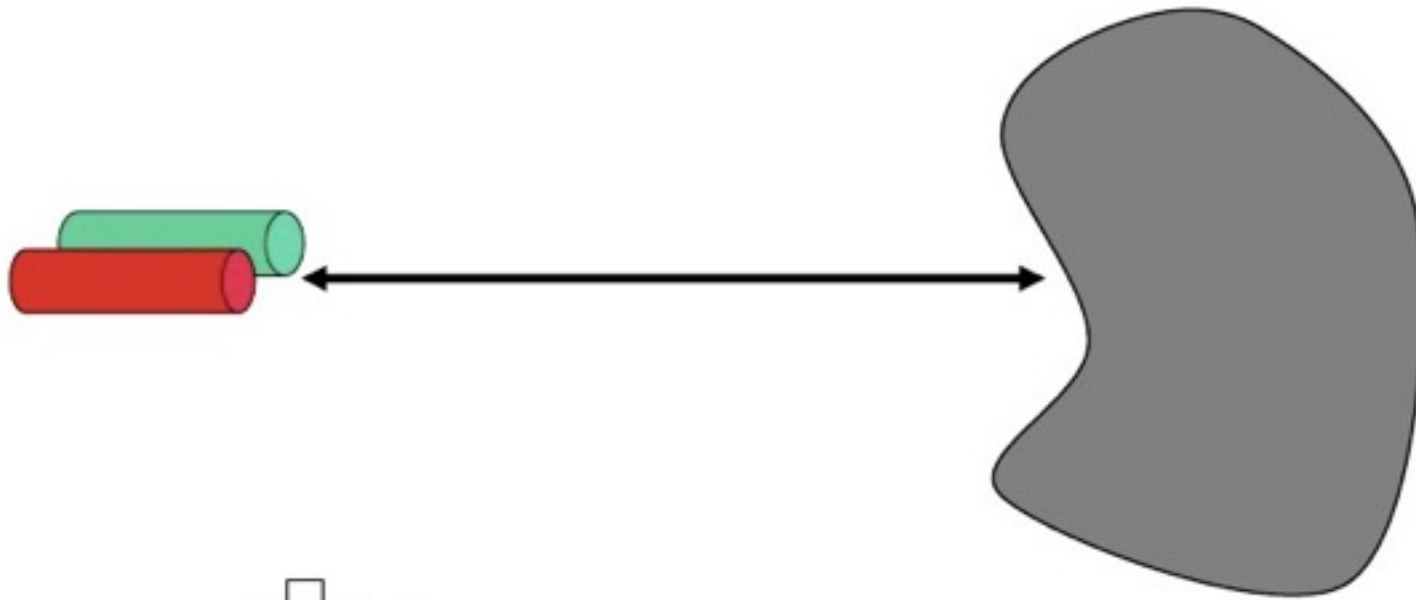


*Triangolazione:
Applicazione ad un sistema di scansione*



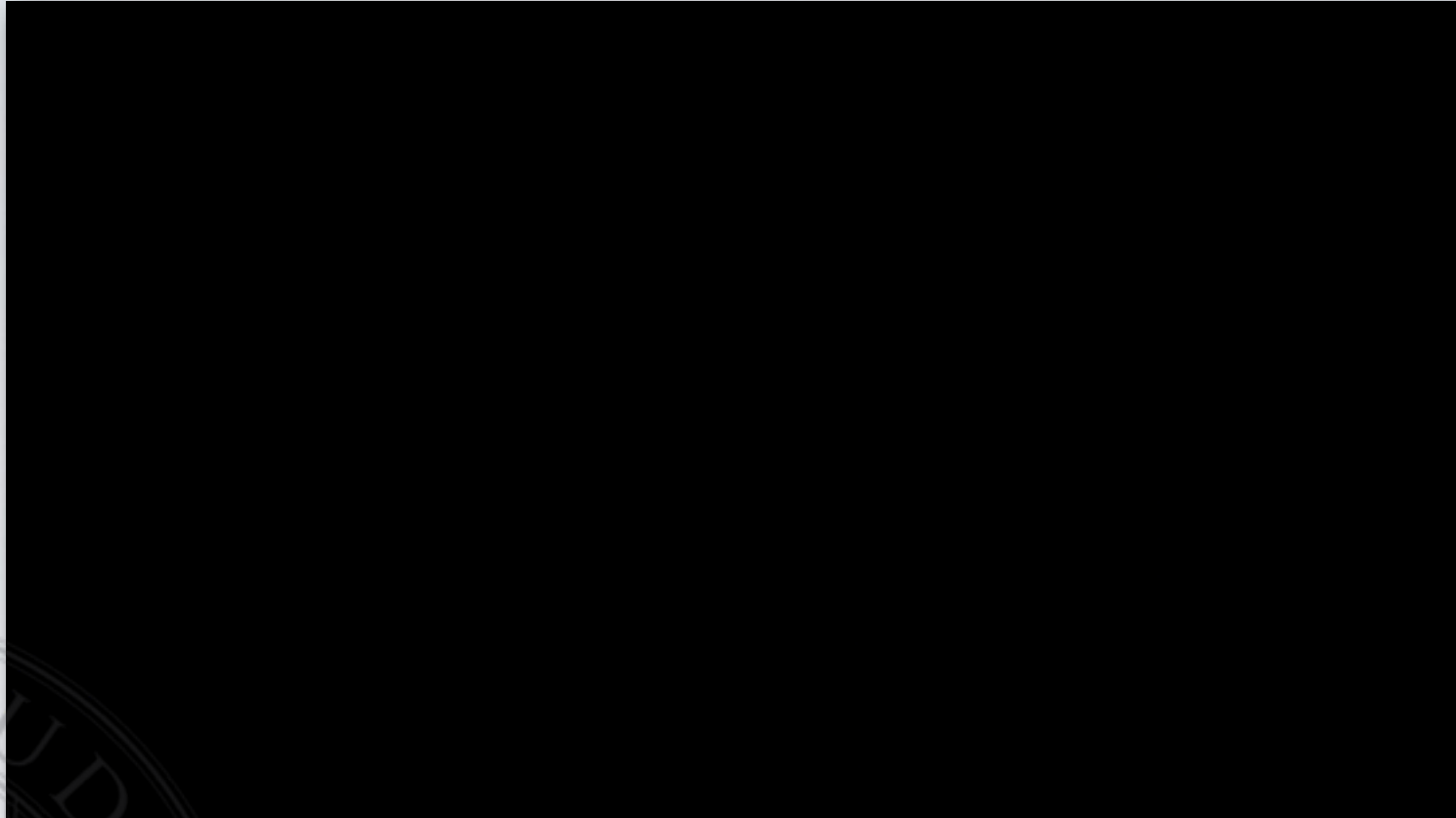
*Konica-Minolta Range 7:
laser scanner a triangolazione*

RILIEVO DELL'ESISTENTE: LASER SCANNER A TEMPO DI VOLO



- Distance = Speed of light X time/2
- For d=1 meter, time = 6.7 nanosec !
 - Resolving 1mm: picosec

RILIEVO DELL'ESISTENTE: IL LASER SCANNING AMBIENTALE



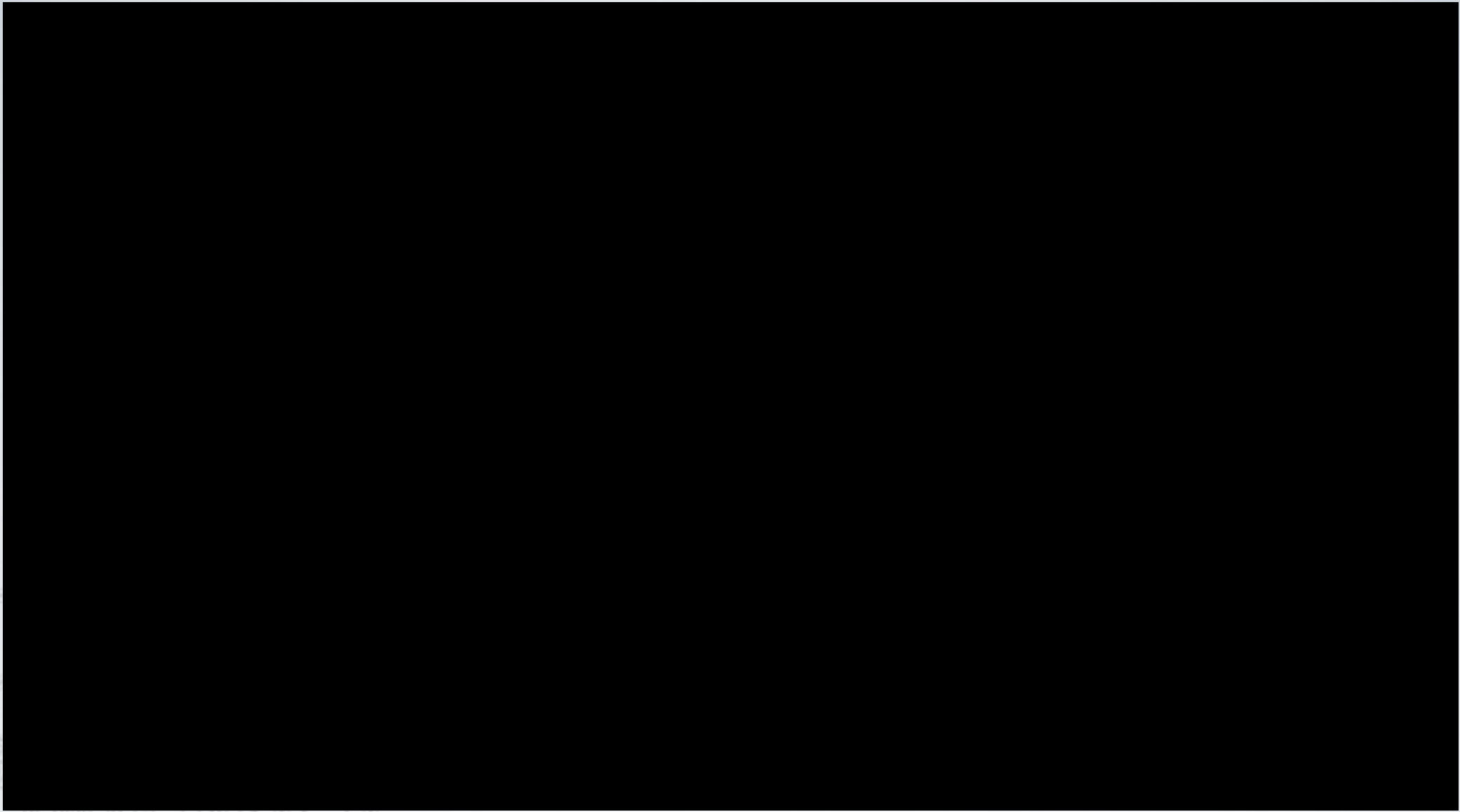
Il rilievo 3D ad alta risoluzione

Filmato on-line: <http://www.youtube.com/watch?v=TD1QOQmxUGk>

RILIEVO DELL'ESISTENTE: LASER SCANNER A DIFFERENZA DI FASE

Viene misurata la fase della lunghezza d'onda di ritorno per il fascio coerente di luce laser e ne vengono stimate le interferenze.

$$\cos(a) \cos(b) = 0.5 (\cos(a-b) + \cos(a+b))$$



Paul E. Debevec, "The Parthenon" - SIGGRAPH 2004

Filmato on-line: <http://vimeo.com/31890599>

RILIEVO DELL'ESISTENTE: LASER SCANNER A DIFFERENZA DI FASE



RILIEVO DELL'ESISTENTE: LASER SCANNER A DIFFERENZA DI FASE



ORIZZONTI FUTURI: TECNOLOGIA SEMPRE PIÙ ACCESSIBILE

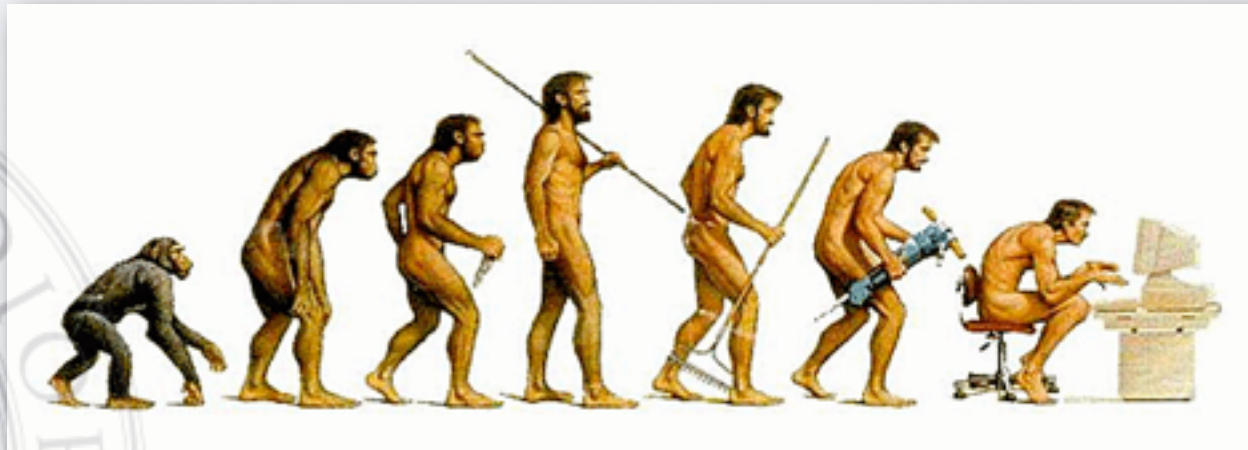


IN CONCLUSIONE

“We shape our tools and they in turn shape us”.

Marshall McLuhan

Understanding Media :The Extensions of Man, 1964



Grazie per l'attenzione!

simone.garagnani@unibo.it

