
IL RILIEVO

CENNI DI METROLOGIA E METODOLOGIE OPERATIVE



Dipartimento di Ingegneria
Civile, Edile e Ambientale

Università degli Studi di
Napoli Federico II

Dott.ing. Marco Limongiello

Il rilievo: note introduttive

Per supportare il progetto di recupero e ristrutturazione, o di restauro, con tutti gli elementi utili a restituire le intuizioni elaborate in fase di ideazione progettuale e le scelte operate in fase di realizzazione dell'opera, è necessario conoscere i caratteri originari, la storia e l'evoluzione dell'edificio, individuandone anche eventuali aggiunte e manomissioni apportate, indipendentemente dalla sua importanza e dalla sua destinazione funzionale.

Il momento conoscitivo, inteso quale strumento operativo in un processo di ricognizione preventiva, acquista sempre maggior rilevanza anche alla luce dell'evoluzione delle tecnologie informatiche e dell'affinamento della strumentazione tecnologica.

In questo contesto il *rilievo* costituisce un momento di acquisizione di conoscenza del manufatto edilizio e, come tale, presuppone che in ogni sua fase sia curato da operatori consapevoli e sensibili a cogliere i segni, ed i significati, che il progettista-ideatore, prima, ed il tempo e le vicende, poi, vi hanno impresso.

Il rilievo rappresenta lo strumento di base per leggere l'insieme dei valori dimensionali, formali, spaziali e costruttivi propri di un organismo architettonico.

Il rilievo: note introduttive

Il processo di lettura e di trasposizione non ha bisogno solo di grafici ma di voci, di elementi, di dati, molteplici ed interconnessi, ricercati mirando ad una profonda conoscenza della storia e del linguaggio espressivo del manufatto, che conducono alla definizione dell'organismo oggetto della operazione di rilievo.

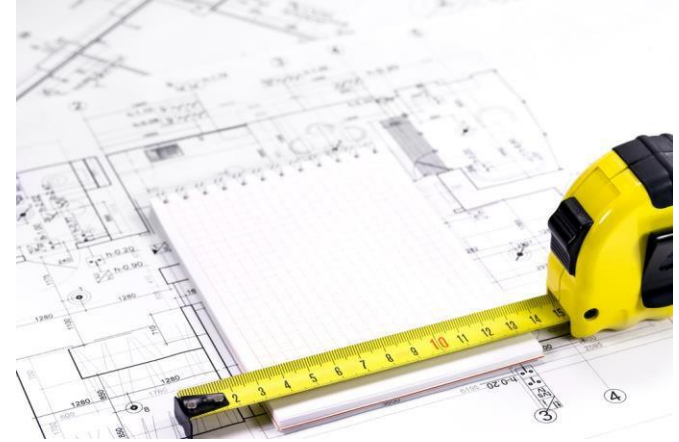
Il metodo di rilievo più idoneo è determinato dalle qualità formali dell'opera e dalle finalità a cui il rilievo è rivolto.

Il punto di partenza per la conoscenza di un edificio è la ricostruzione della sua storia, ricomposta attraverso la ricerca di ogni tipo di documentazione che possa comunicare informazioni sulle origini e sull'evoluzione dell'organismo.

La fase di ricognizione si attuerà attraverso la ricerca e la consultazione di certificati di proprietà, disegni originali, carte catastali, vecchie fotografie, archivi notarili, comunali, statali e quanto altro si ritenga necessario, per rinvenire tutti gli elementi possibili che hanno determinato la configurazione dell'edificio nella sua forma definitiva.

Cosa significa rilievo?

Il rilievo è la raccolta di informazioni necessarie e sufficienti a consentire la ricostruzione di un'opera architettonica con le tecniche originarie.



Le fasi di rilievo sono essenzialmente due:

- **la ripresa**, durante la quale avviene, sul campo, l'acquisizione delle informazioni e può essere: diretta o indiretta.
- **la restituzione**, che riguarda l'utilizzazione delle informazioni raccolte, generalmente finalizzate alla rappresentazione dell'edificio in pianta, prospetto e sezione. Con l'arrivo delle tecniche digitali spesso oggi è possibile disporre di un modello tridimensionale digitale, dal quale ricavare tutte le rappresentazioni piane, prima disegnate a mano.

Il rilievo: i diversi tipi a seconda della finalità

In riferimento alle specifiche esigenze di carattere tecnico-funzionale e alle particolari valenze descrittive si individuano vari tipi di rilievo. Per ciascuno di questi risulta necessario definire un percorso semantico in base al quale individuare i vari segni ed i relativi significati.

I vari tipi di rilievo possono essere sinteticamente così raggruppati:

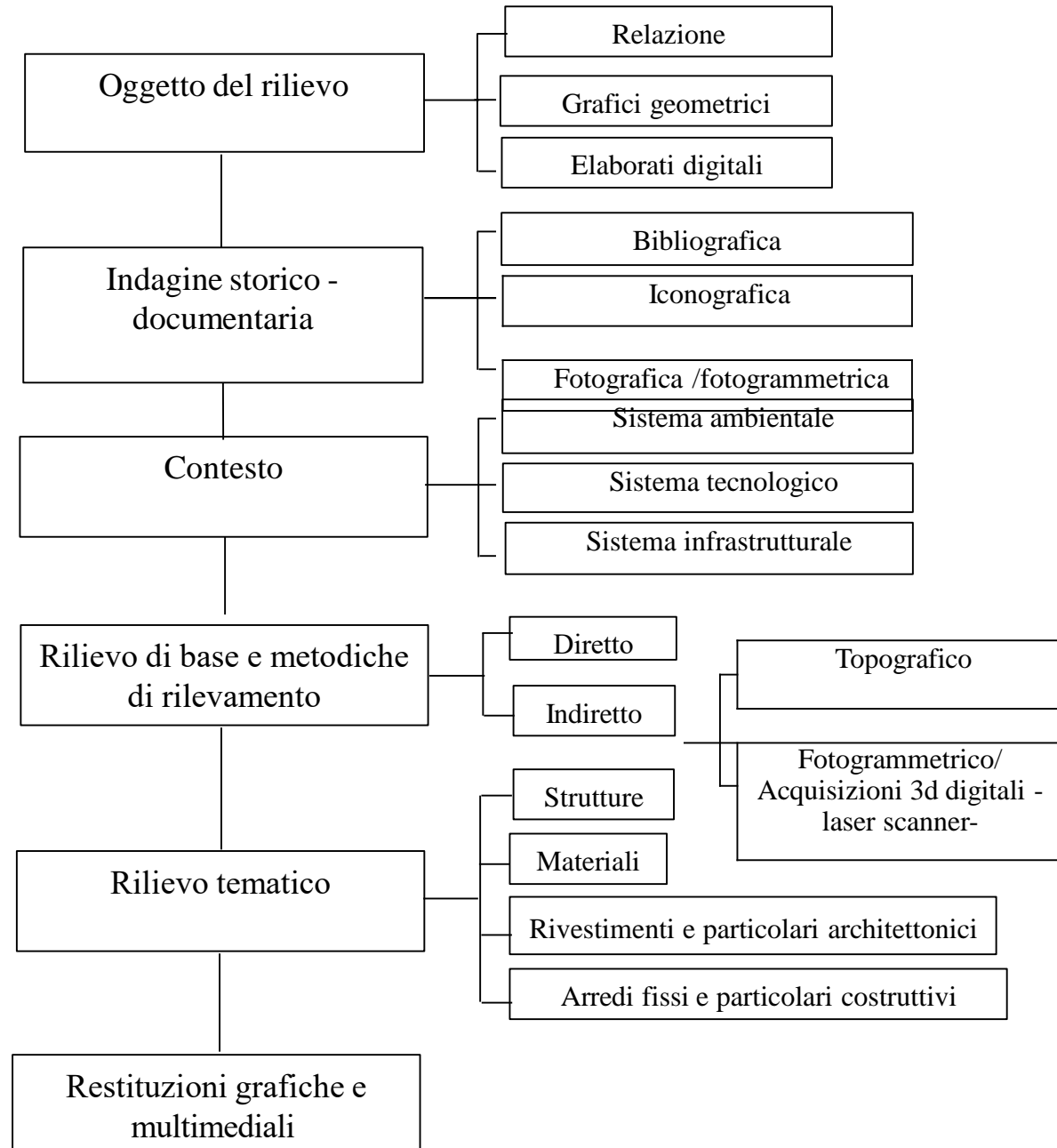
- ***rilievo giuridico o catastale***, il cui obiettivo è documentare la consistenza materiale dell'oggetto del rilievo in relazione al diritto di proprietà anche nel confronto con le proprietà altrui (1:200; 1:2000)

- ***rilievo estimativo***, il cui obiettivo è evidenziare gli elementi utili alla determinazione del valore di una costruzione in riferimento ad ogni aspetto di carattere economico-commerciale;

- ***rilievo architettonico***, di tipo conoscitivo, storico architettonico o archeologico, il cui obiettivo è lo studio di un manufatto attraverso una restituzione grafica in grado di analizzarne gli elementi costitutivi in relazione alle categorie di tempo, luogo, tecniche costruttive ecc. che ne hanno determinato gli aspetti formali e compositivi (1:50-1:100)

- ***rilievo costruttivo***, il cui obiettivo è la conoscenza dell'organismo costruito in riferimento al sistema costruttivo, ai materiali impiegati, agli elementi tecnologici ed alle tecniche di costruzione adottate.

Le indagini preliminari



Il progetto di rilievo

Prima di avviare le operazioni sul campo, è necessario definire il *progetto di rilievo*, vale a dire l'indicazione dei metodi da adottare e delle misure da rilevare e dell'ordine di approssimazione, o di *incertezza*, che si intende accettare al fine di conseguire gli obiettivi fissati.

Innanzitutto bisogna smentire il convincimento che confina l'operazione del misurare nell'ambito di un semplice problema tecnico operativo. Un'opera architettonica non può, evidentemente, essere rilevata in tutti gli infiniti punti che la compongono, ma deve essere ridotta ad un numero limitato di punti, operando delle scelte volte discretizzare il *continuum* della materia.

È necessario, a tal fine, che l'operatore sia in grado di separare il superfluo dall'essenziale, in modo che i punti selezionati, riescano a restituire un modello dell'oggetto che ne rappresenti le reali qualità. Egli dovrà operare una scelta, per così dire, ideologica e/o culturale, che lo porti a separare, a discretizzare, la sequenza ininterrotta dei punti dell'edificio scegliendo solo quelli che ritiene più indicativi ed utili al fine di rappresentare compiutamente il manufatto in tutti i suoi valori e significati.

I sistemi e gli strumenti del rilievo

I sistemi di misurazione possono essere distinti secondo le tecniche usate, individuando due classi di lavoro e di materiale prodotto:

- ***metodi diretti***,
- ***metodi indiretti***.

Rilievo **DIRETTO** = confronto diretto tra unità di misura e l'oggetto = le dimensioni dell'oggetto vengono acquisite direttamente e non calcolate (distanze e non punti).

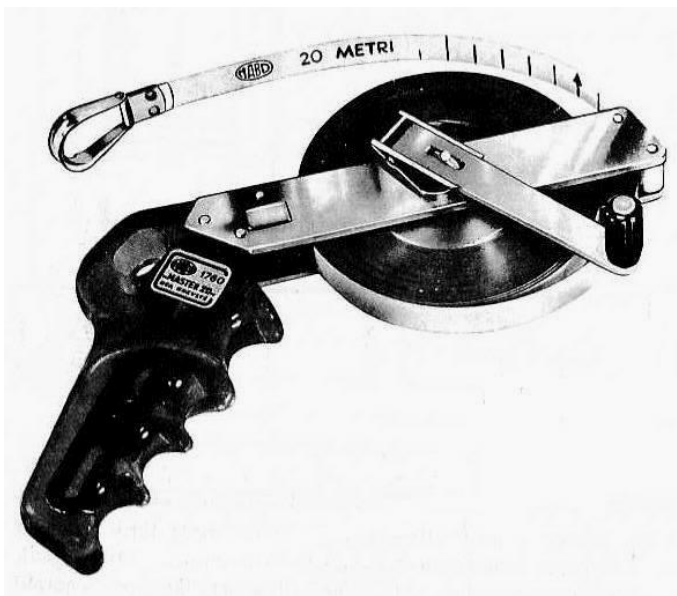
I *metodi diretti* sono quelli in cui il rilevatore è in contatto fisico con l'elemento da rilevare. Nei sistemi di misurazione diretti il rilevatore, nel misurare le singole parti dell'edificio, si serve di strumenti di misura piuttosto semplici quali:

- metro;
- doppio metro;
- nastro metallico o fettuccia (detta comunemente rollina o bindella), da 10, 20 o 50 m;
- livella, livello ad acqua o a bicchiere;
- bussola;
- squadro agrimensorio;
- canna metrica;
- filo a piombo, ecc.

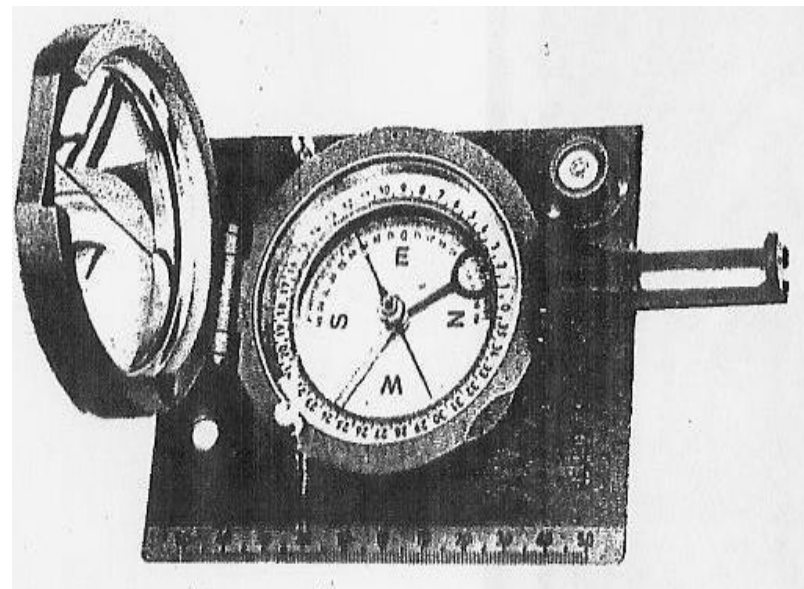
Oltre agli strumenti tradizionali sono ormai di uso comune, e di notevole utilità, apparecchi misuratori a raggio laser (Distolaser), intermedi tra una strumentazione per la misurazione diretta e quella indiretta, con errore di misurazione di ± 2 mm ed una capacità di rilevare misure fino a 30 metri che può giungere fino a 100 metri.



Strumenti per il rilievo diretto



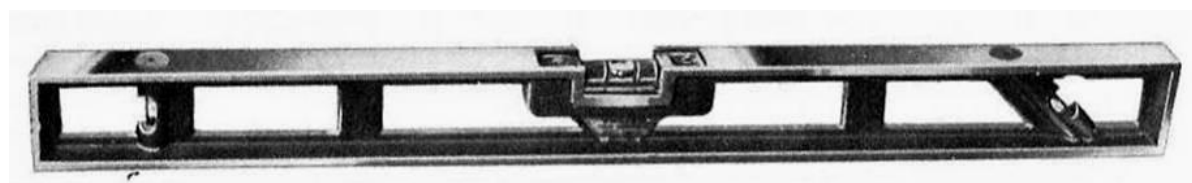
Fettuccia metrica (rollina) da 20 metri.



Bussola topografica.



Filo a piombo



Livella di precisione per muratori.

Il rilievo indiretto

I *metodi indiretti* sono quelli nei quali l'operatore non interviene direttamente sul manufatto, ma ricorre all'uso di uno strumento azionato a distanza per le rilevazioni prefissate:

- ***Topografici***, sono quelli effettuati con l'ausilio di strumenti topografici. Nel rilevamento architettonico, più che come un vero e proprio metodo autonomo, deve essere considerato come complementare al metodo diretto. È tuttavia necessario quando si vuole collegare l'opera rilevata al suo ambito territoriale (Georeferenziarlo in un sistema di riferimento).

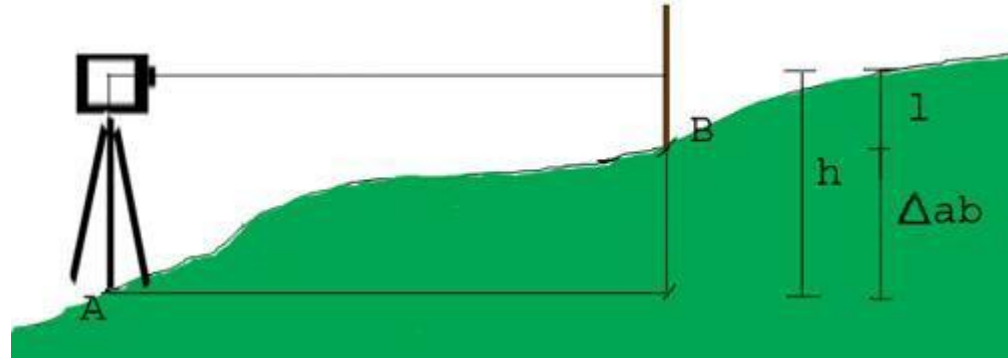
- ***Fotogrammetria Monoscopica*** effettuati con l'ausilio di fotocamere, ottiche ed elaborazione delle immagini con software di gestione che consentono di ottenere delle immagini «raddrizzate» atte a tracciare direttamente grafici dell'oggetto rilevato

- ***Fotogrammetria Multi-View***, sono quelli effettuati con fotocamere che si basano su principi di visione dell'oggetto da più punti di vista (come la vista umana) e da algoritmi matematici per la ricostruzione 3D.

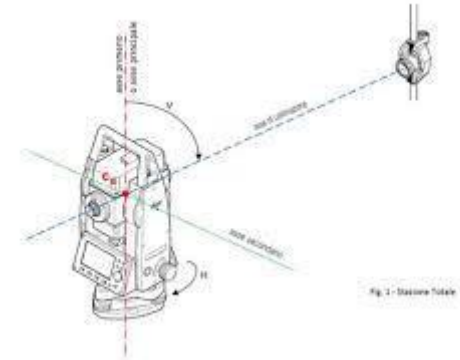
Strumenti per il rilievo topografico



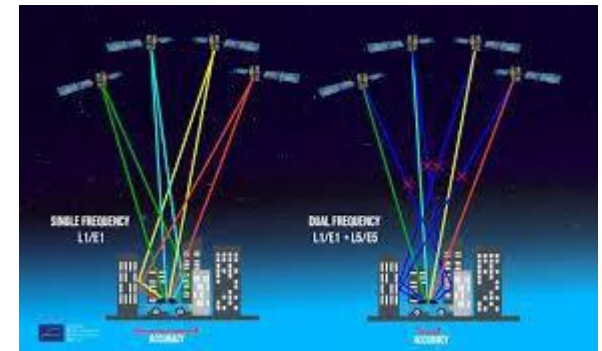
Livello digitale con stadia



Stazione totale con prisma



GPS



Strumenti per il rilievo topografico: il Laser Scanner



Rilievo fotogrammetrico

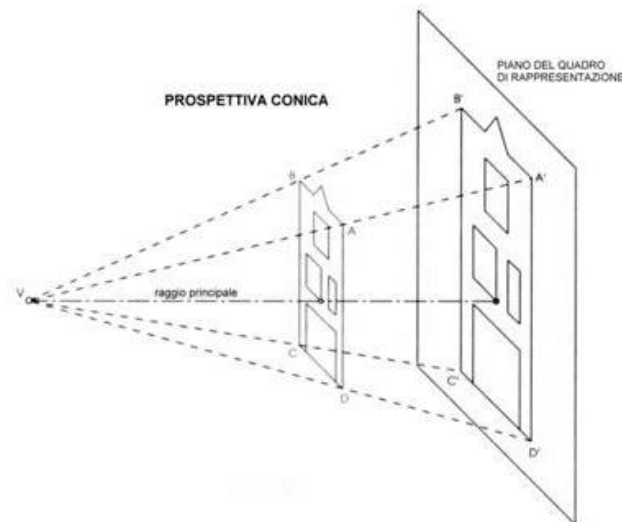
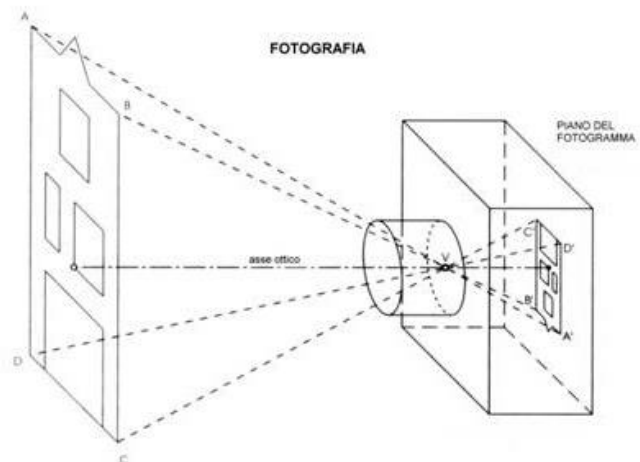
La fotografia riveste un ruolo fondamentale per il rilievo. Può considerarsi come:

- mezzo per disporre di un archivio o di un catalogo;
- documentazione complementare ai grafici di rilievo;
- strumento ausiliario nelle operazioni di rilievo;
- base per la fotogrammetria elementare

La fotografia ha gli stessi principi geometrici della prospettiva conica.

La fotografia è una vista prospettica della realtà.

Le innovazioni infografiche nel campo del rilievo stanno modificando le relazioni tra la presa dei dati e il relativo risultato grafico. Principale conseguenza di ciò è la diminuzione delle misure necessarie per effettuare un rilievo.



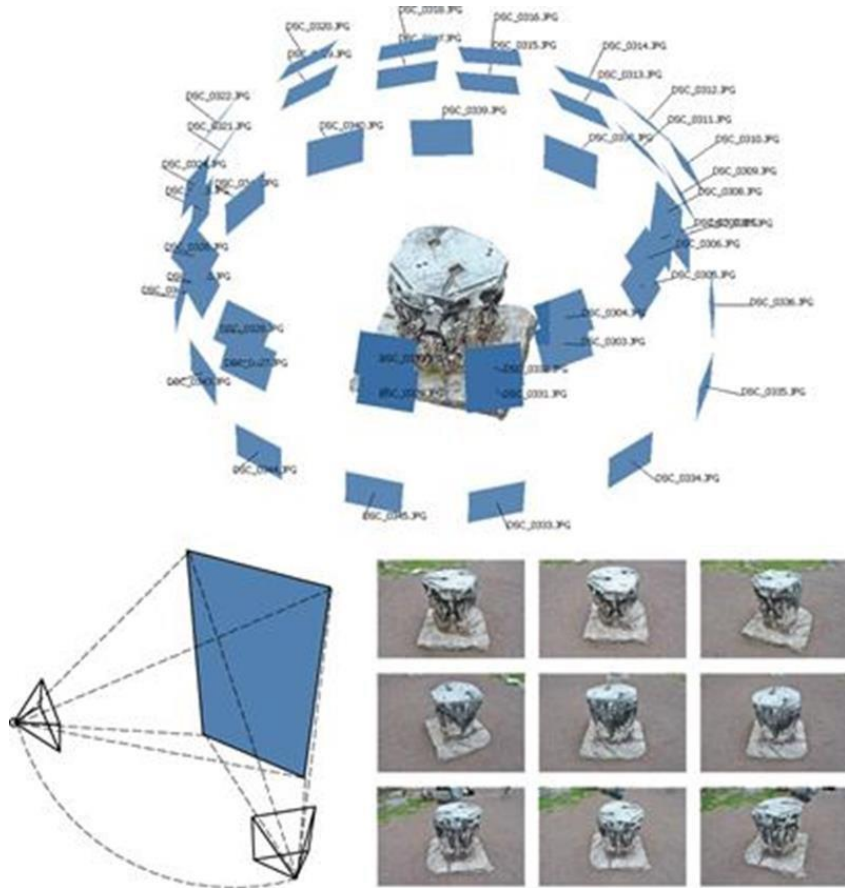
Rilievo fotogrammetrico : MONOSCOPIA

Definiamo tutte le procedure che utilizzano immagini fotografiche per ricavarne dimensioni come *fotogrammetria*

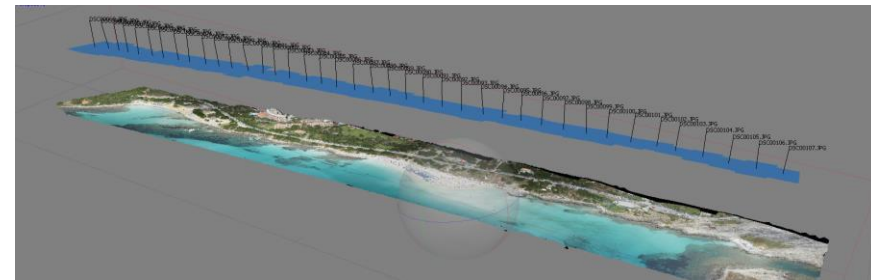


FOTOGRAMMETRIA MONOSCOPICA O FOTORADDRIZZAMENTO: 1 sola immagine fotografica, ma parallela alla parete da rilevare.

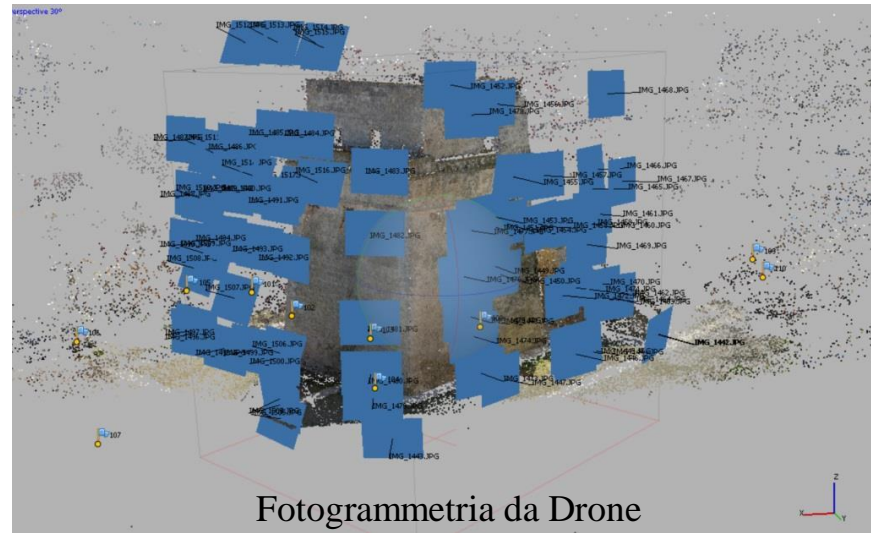
Rilievo fotogrammetrico: MULTI STEREO VIEW



Fotogrammetria Close Range



Aerofotogrammetria



Fotogrammetria da Drone

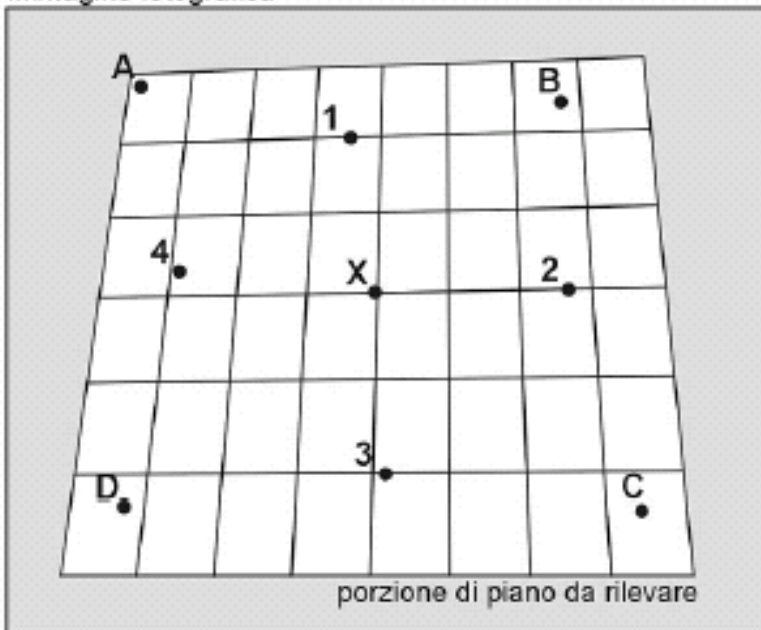
MULTI STEREO VIEW: Modello Tridimensionale da più immagini (almeno 2) con overlap elevato.

Rilievo fotogrammetrico

In tutte le applicazioni i risultati dipenderanno da:

- qualità dell'immagine fotografica;
- scansione;
- idoneità della scelta dei punti di riferimento.

Immagine fotografica



X = verifica l'errore

1,2,3,4 = non indispensabili, migliore determinazione dell'omografia

A,B,C,D = punti di controllo, sono essenziali (ben disposti, agli estremi ma non troppo prossimi ai bordi)

Fasi operative del rilievo: indagini preliminari

- Procurarsi una planimetria per impostare l'eidotipo in pianta;
- Individuare una scala presumibile dello schizzo in funzione delle dimensioni;
- Valutare le dimensioni principali e la complessità dell'oggetto;
- Scegliere la quota a cui si intende rappresentare la pianta e operare il rilievo in funzione di una raffigurazione che contenga il massimo numero informazioni - la quota deve essere tale da rappresentare tutte le aperture (di 100 - 150 cm), e dovrebbe essere posta tra la soglia e l'architrave; affinché sia ben chiara nella memoria farla coincidere con qualche elemento leggibile in facciata;
- annotare tutte le operazioni effettuate sul luogo e tutte le informazioni dimensionali e costruttive.

Schizzo in pianta: esempio

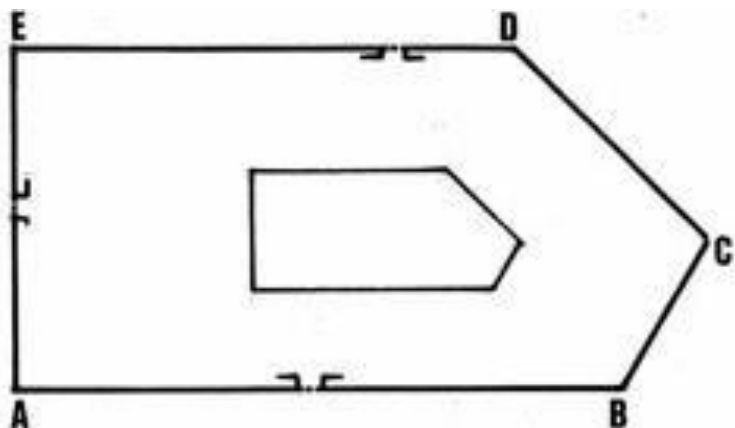
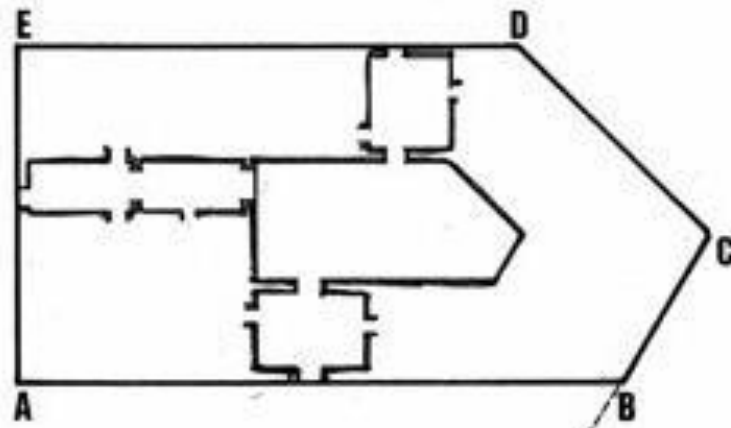
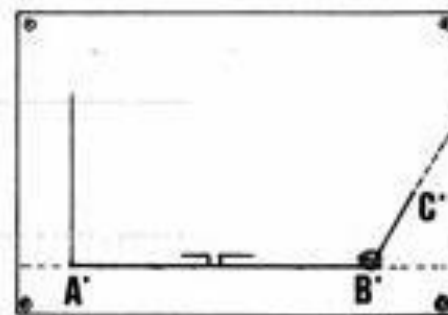


Fig. 88 Metodologia per eseguire lo schizzo della pianta del piano terra di un edificio. L'operazione grafica inizia con il posizionamento della linea A'B' riproducendo un lato del perimetro esterno della facciata principale AB.



LINEA A VISTA



SPILLO

Fig. 89 Valutazione a vista dell'angolo formato tra i lati AB e BC per eseguire lo schizzo della pianta. L'uso di uno spillo, fissato nel punto B' del disegno, consente di travedere la facciata BC e, mantenendo il foglio del disegno con la linea A'B', precedentemente tracciata, in posizione parallela alla facciata principale, di tracciare la retta B'C'.

Fasi del rilievo diretto

1. Progetto
2. Eidotipi
3. Tracciamento della fondamentale orizzontale
4. Rilievo delle piante
5. Rilievo degli alzati
6. Eventuale integrazione con altre tecniche di rilievo
7. Restituzione

Il PROGETTO in cui si prevede sia l'organizzazione delle operazioni da svolgere, in relazione al prodotto da ottenere, sia la suddivisione dell'oggetto da rilevare in parti. In particolare negli edifici con una notevole complessità dal punto di vista morfologico e distributivo, è necessaria la suddivisione in sottoparti e la contemporanea visione dell'insieme. *La regola generale, per il rilievo diretto, ma condivisibile da tutte le forme di rilievo, è di procedere sempre dal generale al particolare.*

Fasi del rilievo diretto: Progetto

Dovendo rilevare un appartamento, si possono considerare le stanze come elementi singoli da rilevare isolatamente, ma ancorate per esempio agli stipiti del corridoio che porta alle camere.

Nella pratica è molto difficile con gli strumenti del rilievo diretto rilevare contemporaneamente l'intero edificio; *se ad esempio è necessario misurare distanze molte lunghe, si osserva una notevole freccia nella cordella metrica che devia la misura finale.*

Ma soprattutto, dal punto di vista teorico, lavorando sulle singole parti, per poi riunirle, **si evita di commettere errori rilevanti e di accumularli l'uno con l'altro.** Si ha quindi un controllo maggiore sulla precisione del proprio rilievo, in quanto si possono commettere solo errori locali (legati quindi ad una singola parte dell'edificio) e non errori che inficiano l'intero rilievo.

Nella fase di progetto di ogni rilievo vanno inoltre pensati i prodotti finali da realizzare. Il primo elemento da considerare è la scala nominale del rilievo.

Il grado di risoluzione del disegno

Fissata la scala S di una rappresentazione grafica resta fissata la più piccola dimensione lineare della realtà oggettiva che, con gli strumenti adoperati per il disegno, è possibile rappresentare.

Detto s lo spessore minimo delle linee che vengono tracciate tale dimensione risulta uguale al prodotto $s \times S$ espresso, ovviamente, nella stessa unità di misura adottata per indicare la scala .

A tale dimensione si dà il nome di **G grado di definizione o grado di risoluzione** del disegno fattore determinante della rappresentazione, in quanto tutti gli elementi lineari della realtà con dimensione $<$ al grado di definizione non possono essere rappresentati (la loro misura, in scala, è inferiore allo spessore della linea più sottile del disegno)

Il grado di definizione vale, quindi, **$G = 0,2 \text{ mm} \times S$** .

In un disegno redatto in scala 1:100 il grado di definizione è di 20 mm tutti gli elementi di dimensioni inferiori ai 2 cm non possono essere rappresentati. Il valore così determinato, per il grado di definizione, deriva solo dallo spessore s può essere pertanto ritenuto come **grado di definizione assoluta**.

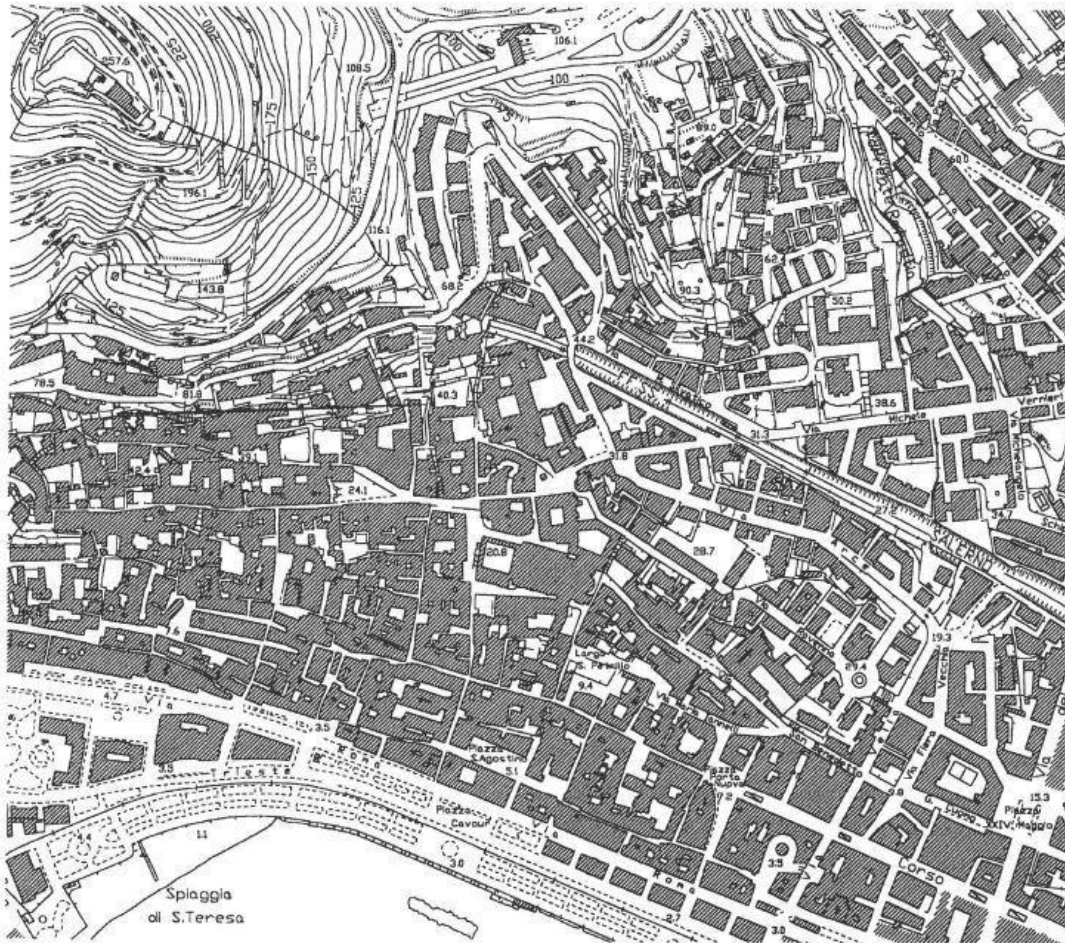
Il grado di risoluzione del disegno

Per tener conto di imprecisioni connesse agli strumenti da disegno e al loro uso anche in relazione alla capacità di risoluzione della vista dell'uomo (errori di graficismo), nelle rappresentazioni grafiche si accetta una tolleranza dimensionale di $\pm 0,3$ mm. La dimensione minima (oggettiva) rappresentabile assuma il valore di $G = 0,5 \times S$ che può essere assunto come grado di definizione relativa del disegno.

È l'elemento chiave di ogni rappresentazione grafica: perché distingue le cose che è possibile rappresentare (quelle che hanno dimensioni $> G$) e le cose delle quali, invece, non è assolutamente possibile una rappresentazione con immagine ottenuta mediante proiezioni (quelle di dimensioni $< G$).

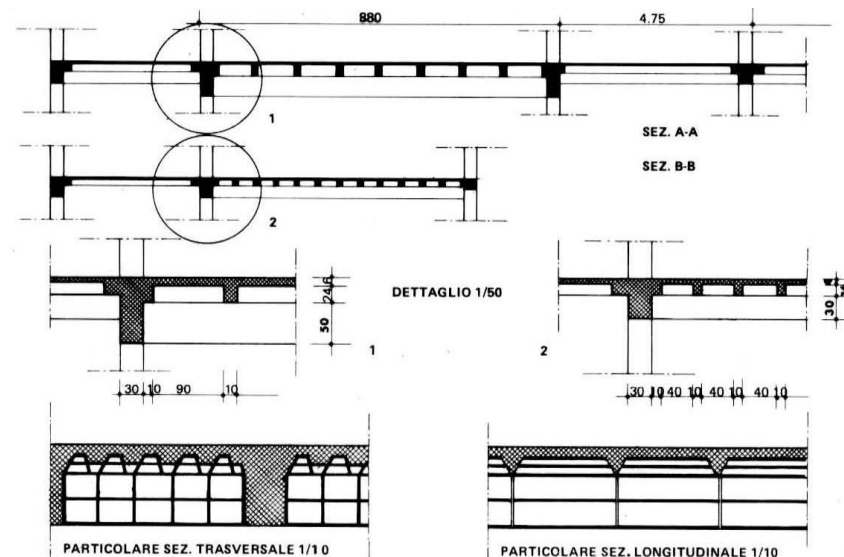
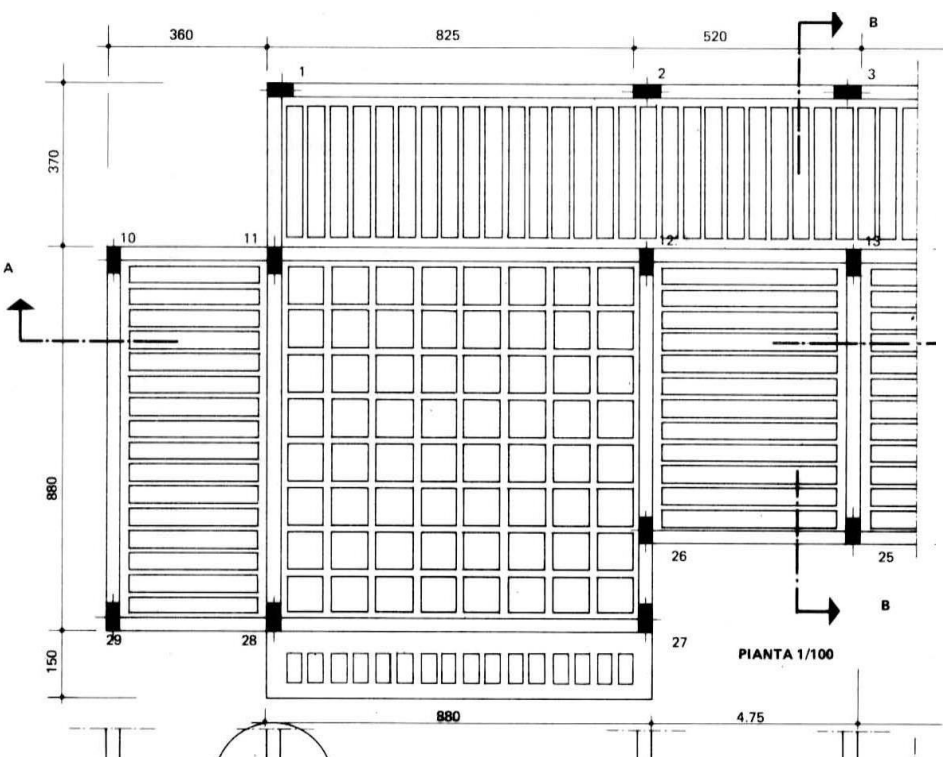
Ciò incide già sul modello geometrico di un oggetto: la stessa rappresentazione morfologica sconta, quindi, l'introduzione della scala.

Non è possibile eseguire meccanicamente l'ingrandimento di una rappresentazione passando da un disegno in scala minore a un disegno in scala maggiore. Il primo grafico, infatti, è privo di una serie di informazioni che il secondo deve invece contenere. È possibile invece l'operazione inversa, condotta selezionando gli elementi da rappresentare in base al grado di definizione della tavola da redigere.



Il grado di risoluzione del disegno

In una sezione in scala 1:100 ($G = 5$ cm) gli elementi di un solaio a struttura mista in calcestruzzo di c.a. e laterizio, di dimensioni ordinarie (soletta da 4 cm, travetti da 10 cm e pignatte da 40 cm) sarebbero rappresentabili. Ne risulterebbe, però, un grafico sovraccarico di linee a piccolissima distanza inutilmente laborioso da eseguire senza alcun arricchimento dell'informazione che può essere data in maniera simbolica (un tratto convenzionale, ad esempio 'tutto nero', per indicare il tipo di solaio) rinviando ad altra tavola di dettaglio (in scala 1:50 in architettonico; 1:20 in disegno strutturale) per fornire l'informazione completa.



Il grado di risoluzione del disegno

Scala NOMINALE	INCERTEZZA	Campo applicazione
1:1000	20 cm	Inquadramento topografico
1:500	10 cm	Planimetrie di centri urbani e porzioni di territori
1:200	4 cm	Piante di insieme di edifici e di porzioni urbane
1:100	2 cm	Piante di insieme di edifici
1:50	1 cm	Piante e sezioni di edifici o di aree di scavo
1:20	0,4 cm (4 mm)	
1:10	0,2 cm (2 mm)	Dettagli architettonici, particolari, decorazioni
1:5	0,1 cm (1 mm)	

N.B. la tolleranza di scala non deve superare l'errore di graficismo.

Esecuzione degli eidotipi

Il primo momento conoscitivo richiede l'elaborazione di un *eidotipo*. L'eidotipo, altrimenti detto anche schizzo di campagna, rappresenta la base per organizzare la campagna di misurazioni sulla quale riportare il progetto di rilievo.

Gli schizzi di campagna si possono suddividere in tre categorie:

- *schizzi d'insieme*;
- *schizzi di settori di particolare interesse*;
- *schizzi di dettagli*.

Gli schizzi saranno tanti quanti il rilevatore riterrà necessario per annotare non solo le misure, ma ogni elemento che ritiene utile evidenziare e ricordare. Essi rappresentano sinteticamente l'oggetto del rilievo e pertanto devono essere disegnati con precisione, rispettando il più possibile le proporzioni reciproche tra i diversi elementi, in modo da poter fornire un riferimento per evidenziare eventuali errori grossolani nelle misure.

L'eidotipo costituisce un elemento fondamentale del rilievo e, come tale, deve essere realizzato con estrema chiarezza, riportando non solo le misure ma anche informazioni costruttive.

Esecuzione degli eidotipi

Quando bisogna rilevare edifici a più piani, si inizierà dallo schizzo schematico del piano terra, essendo questo indicativo per le strutture portanti ai piani superiori. Inoltre la prima pianta rappresenterà uno schema per riferire le altre parti dell'edificio.

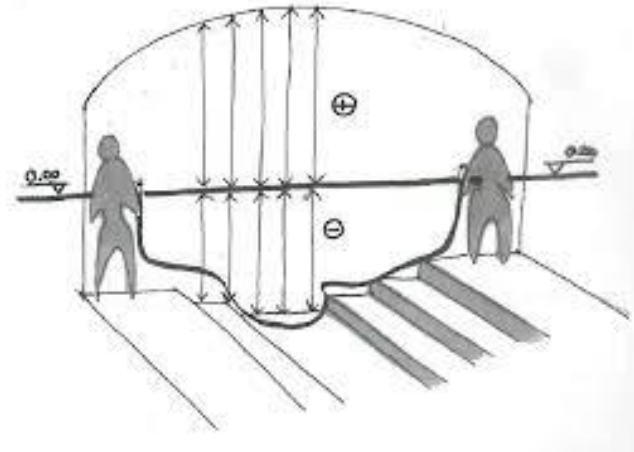
Un normale programma di lavoro ben organizzato, prevede le seguenti fasi come base del rilievo:

- schizzo piano terra, prelievo delle misure,
- schizzo piani superiori, prelievo delle misure,
- schizzo sezioni, prelievo delle misure,
- schizzo prospetti, prelievo delle misure,
- schizzo particolari architettonici, prelievo delle misure.

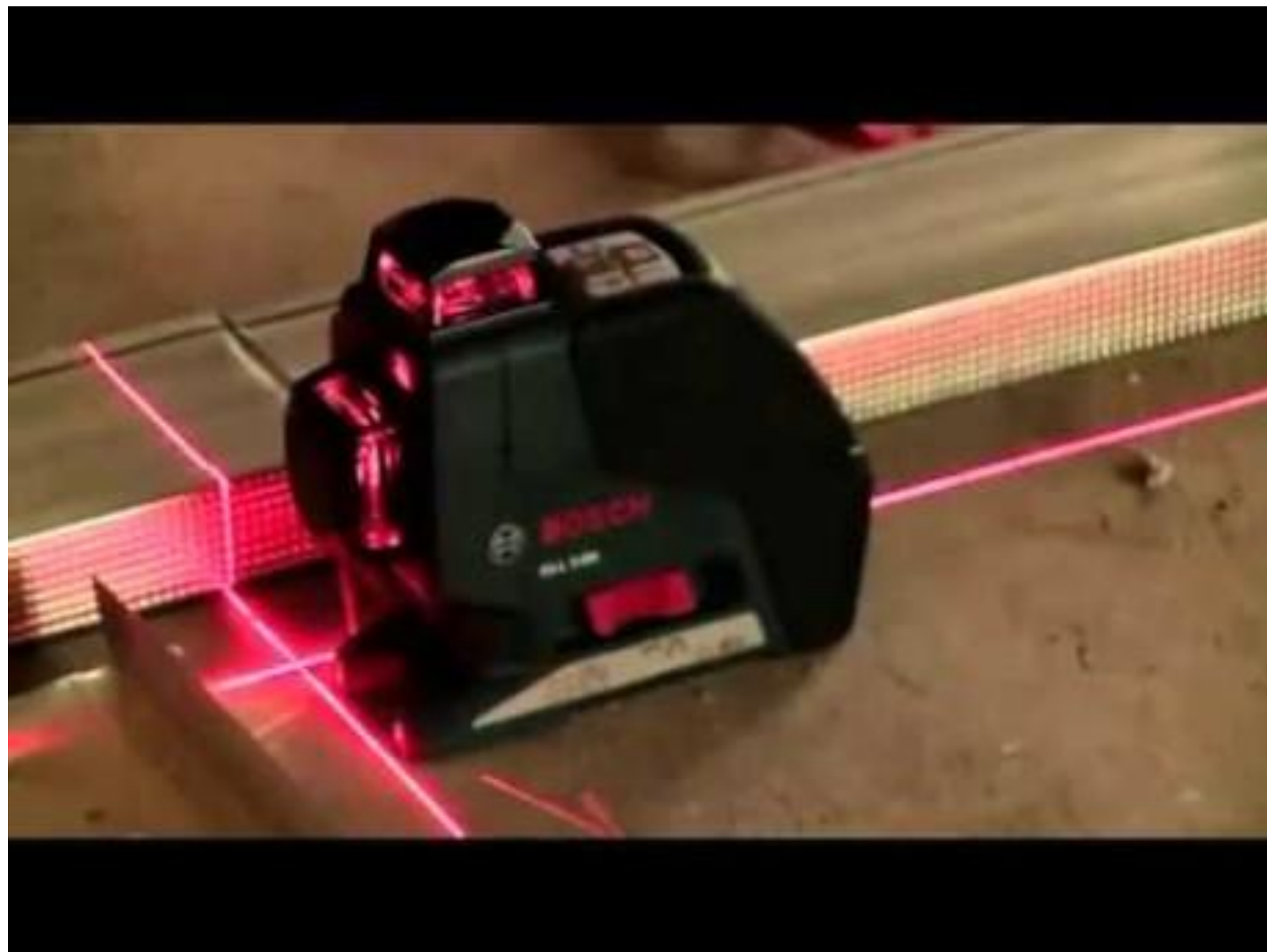
Tracciamento della fondamentale

Con questa operazione si intende la materializzazione di una linea orizzontale, di quota costante, che percorre tutto l'edificio. Non è corretto supporre piani di calpestio orizzontali, muri a piombo o angoli retti tra due pareti se non vi sono delle misure a comprovare tutto ciò oppure altre valide motivazioni. *Questa operazione è assolutamente indispensabile quando gli edifici da rilevare hanno un sistema distributivo complesso, magari disposto su più livelli, oppure fanno parte di complessi storici per cui le pavimentazioni possono avere subito deformazioni o trasformazioni.*

I vecchi testi di rilievo suggerivano di utilizzare una **livella ad acqua** che per il principio dei vasi comunicanti ha la superficie dell'acqua allo stesso livello in entrambe le estremità del tubo. Questo sistema è ormai in disuso, ed è stato sostituito dall'utilizzo di un livello laser - un puntatore laser rotante, attraverso un sistema di autolivellazione, emette un raggio individuando una quota costante che servirà da traccia per l'identificazione di piani orizzontali o verticali.



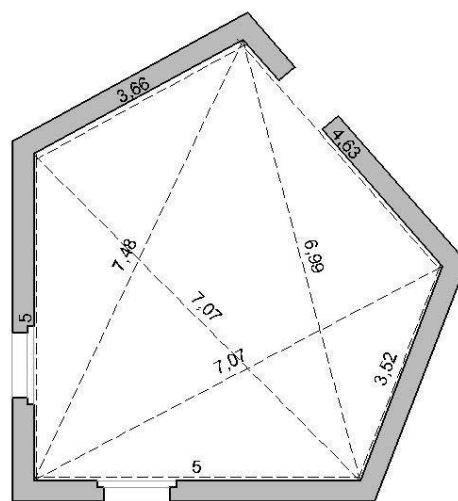
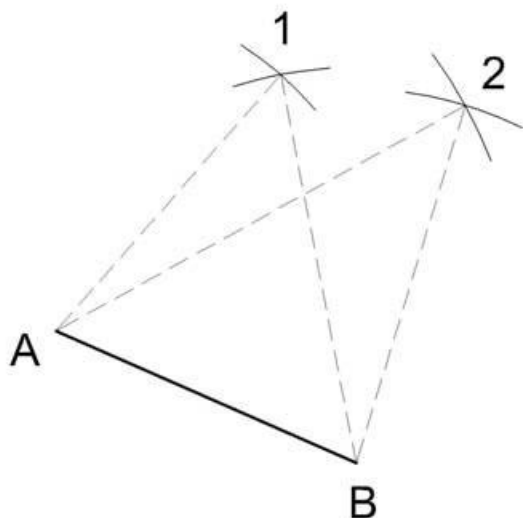
Livello Laser



Rilievo delle piante

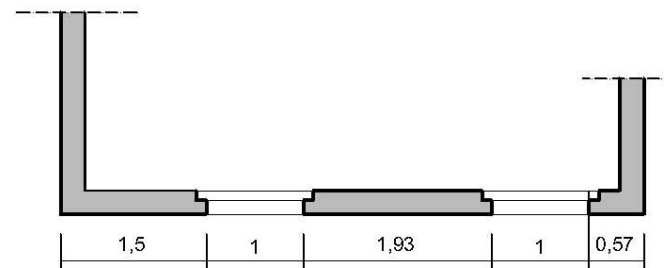
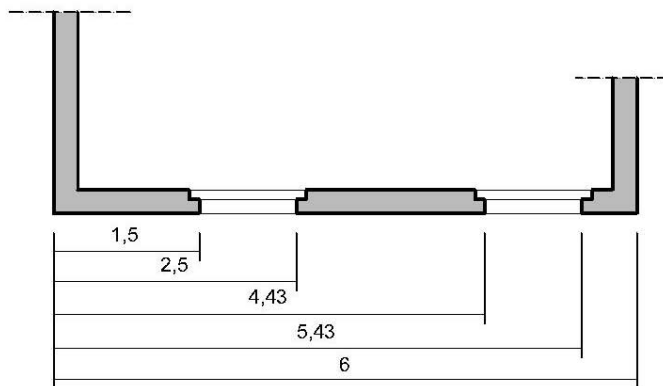
Per quanto riguarda il rilievo planimetrico gli schemi principali di rilevamento sono per **Trilaterazione** e per **Coordinate Cartesiane**.

Trilaterazione La definizione della posizione di un punto nello spazio è nota solo quando sono individuate le sue tre coordinate cartesiane; nel caso della rappresentazione planimetrica, tuttavia, sono sufficienti le due coordinate X e Y, mentre la terza, relativa all'altezza del punto, può essere omessa. Il triangolo è l'unica delle figure geometriche elementari ad essere indeformabile e, pertanto, facilmente rappresentabile sul foglio di disegno utilizzando semplicemente le misure dei tre lati. Questa caratteristica fa sì che questa figura geometrica sia particolarmente comoda nel rilievo anche di forme complesse, in quanto si procede suddividendo l'oggetto da rilevare in triangoli, possibilmente equilateri, di cui andranno misurati tutti i lati.



Rilievo delle piante

Coordinate cartesiane Questo schema di misurazione parte dalla conoscenza del sistema di coordinate cartesiane, in cui l'asse delle ordinate e delle ascisse sono ortogonali tra loro. Questo metodo consiste nel fissare una retta (ascissa), detta base, possibilmente parallela ad uno dei lati. Su questa retta, considerata come asse delle ascisse, si proiettano perpendicolarmente tutti i punti da rilevare, ottenendo i corrispondenti punti proiettati. Per effettuare la proiezione dei punti sulla base, è necessario accertarsi che essa avvenga perpendicolarmente; **pertanto la retta proiettante e la base devono formare un angolo retto**. La perpendicolarità può essere assicurata con l'uso di una squadra da muratore oppure più semplicemente incrociando la cordella metrica, che funge da ascissa di riferimento, con un metro rigido e valutandone l'ortogonalità. Si andranno a leggere quindi le misure sulla cordella metrica che fornirà la X e sul metro rigido che fornirà la Y.



Prelievo delle misure

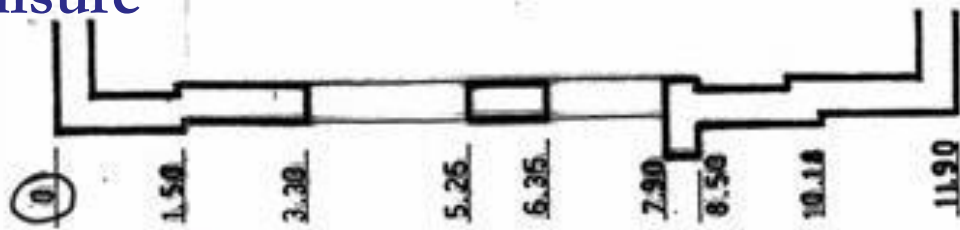
Per la misura delle lunghezze ci si avvale del metodo delle *misure parziali* integrato da quello delle *misure progressive*. **Buona regola è quella rilevare sia le misure parziali, sia per verifica quelle progressive a partire da uno 0 fissato.**

Con il metodo delle *misure progressive* per ogni parte da misurare viene letta la distanza sulla rollina da un punto O detto origine. Operativamente: posto lo zero della rollina ad un estremo della parte da misurare, leggere i valori metrici progressivamente. Questo metodo comporta i seguenti vantaggi:

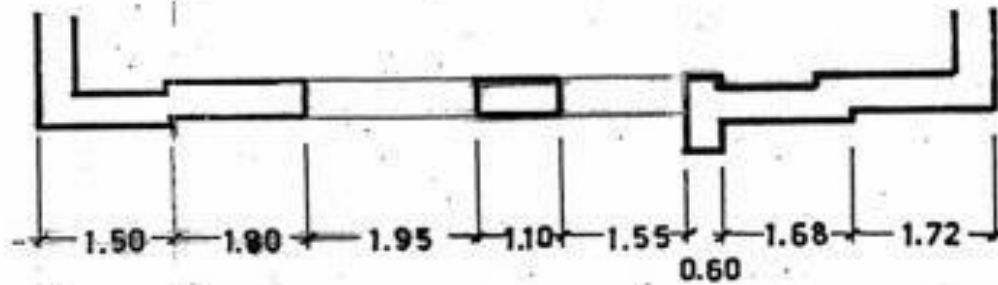
- 1) speditezza nella ripresa delle misure,
- 2) riduzione dell'errore. Comporta invece l'inconveniente di non riportare il valore metrico della singola parte, che necessariamente deve essere indicato nella rappresentazione.

Con il metodo delle *misure parziali* invece si misura la distanza relativa per ogni coppia di punti. Il metodo delle misure parziali comporta la lettura della distanza reciproca dei punti, dunque il valore metrico di ogni singola parte. Va in ogni caso rilevata anche la misura totale.

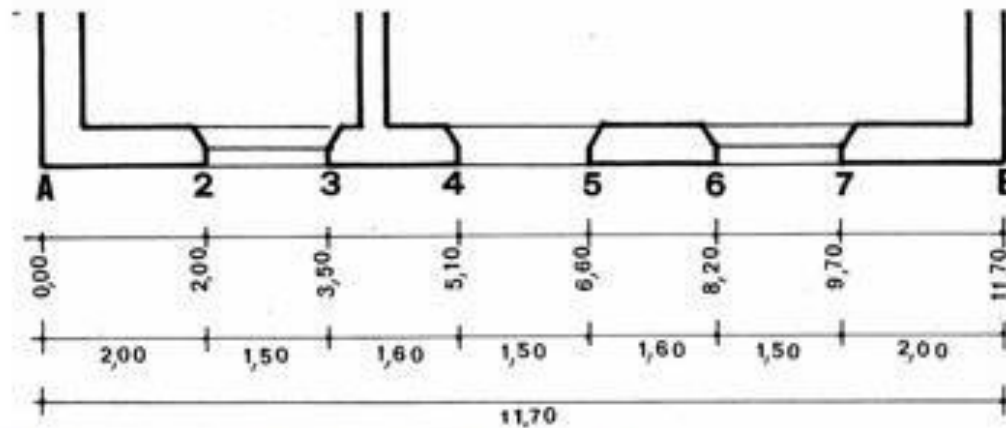
Prelievo delle misure



Misure progressive

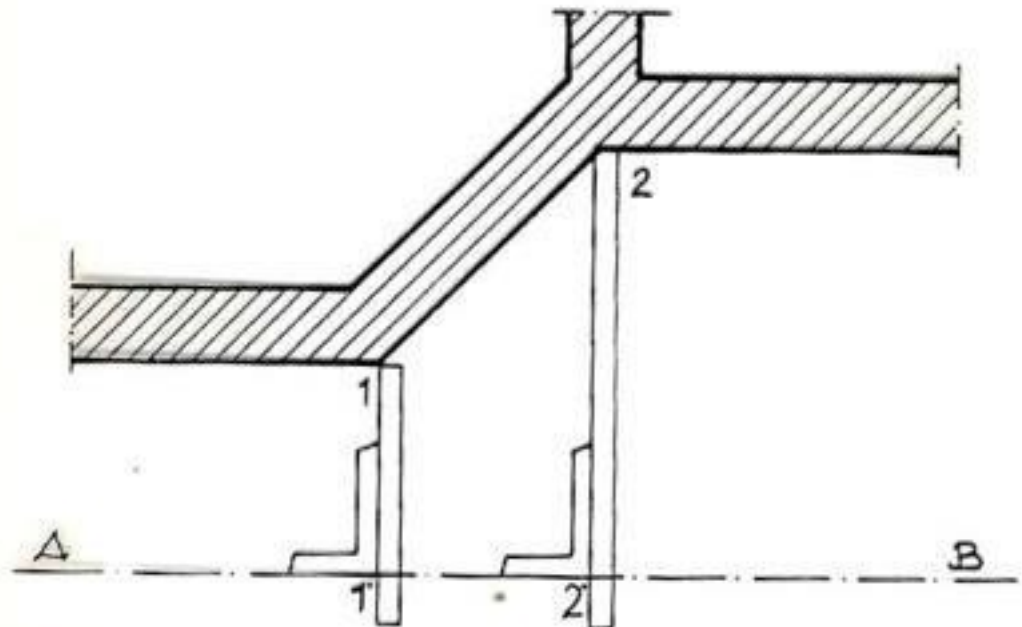
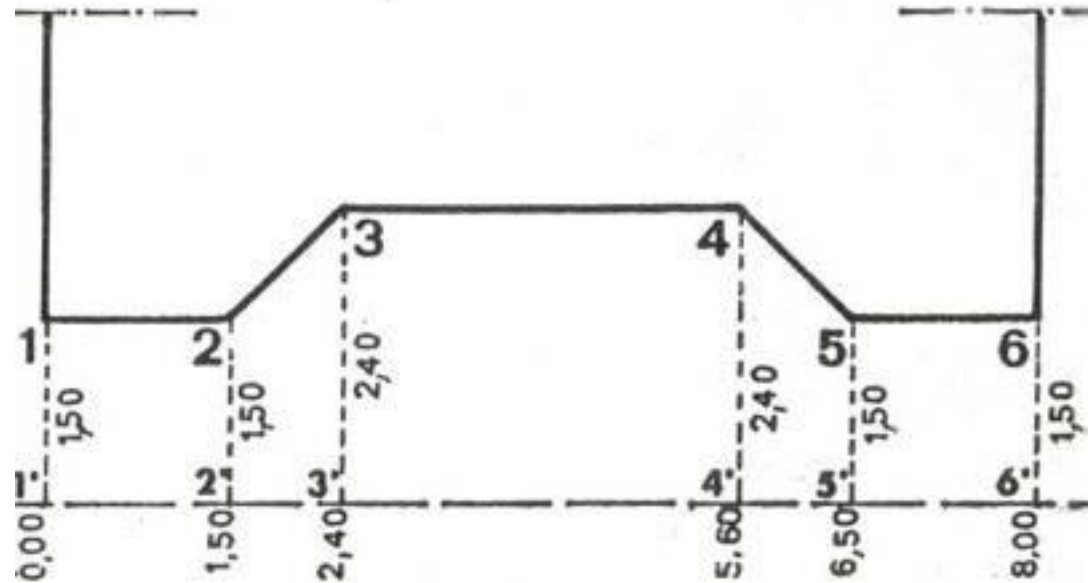


Misure parziali



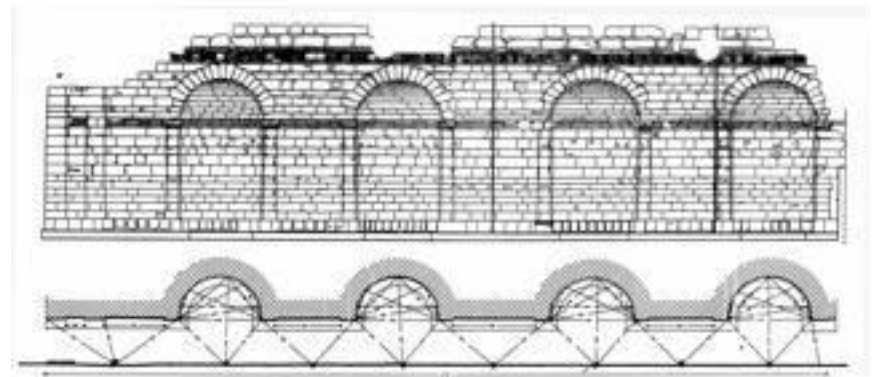
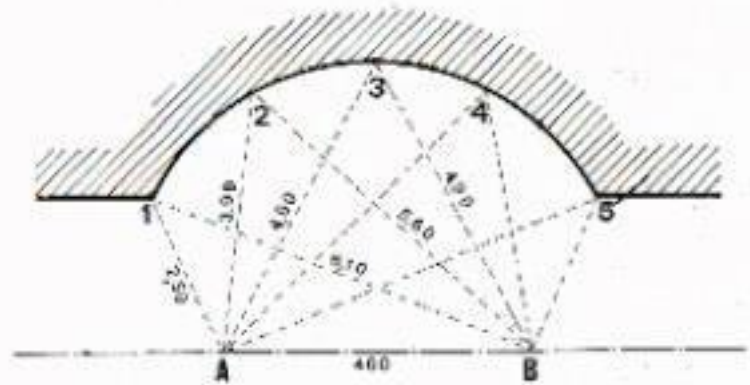
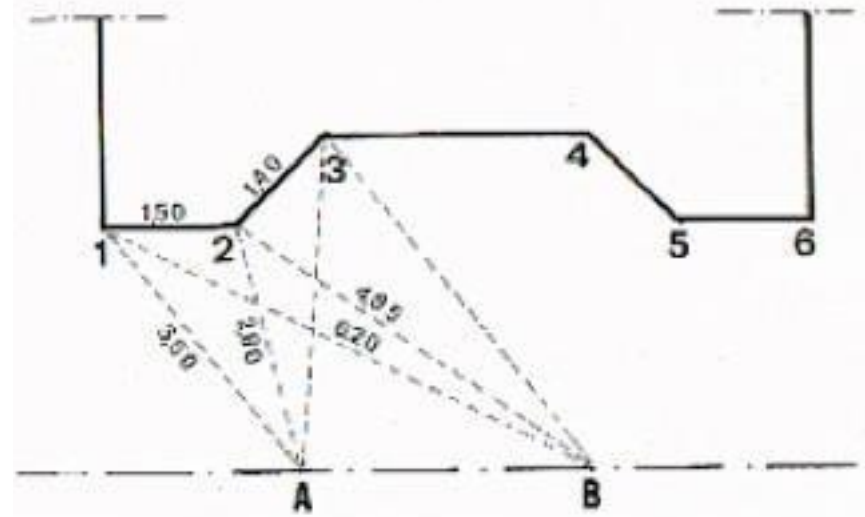
Misure progressive, misure parziali, misura totale

Rilievo Planimetrico



Rilievo Planimetrico

Nel caso del rilievo di una nicchia è sufficiente stabilire un allineamento su cui individuare due punti, nell'esempio A e B misurandone la distanza relativa. Da A e B successivamente si misurano le distanze A1 A2 A3 A4 A5 e B1 B2 B3 B4 B5 che ne definiscono opportunamente l'andamento.



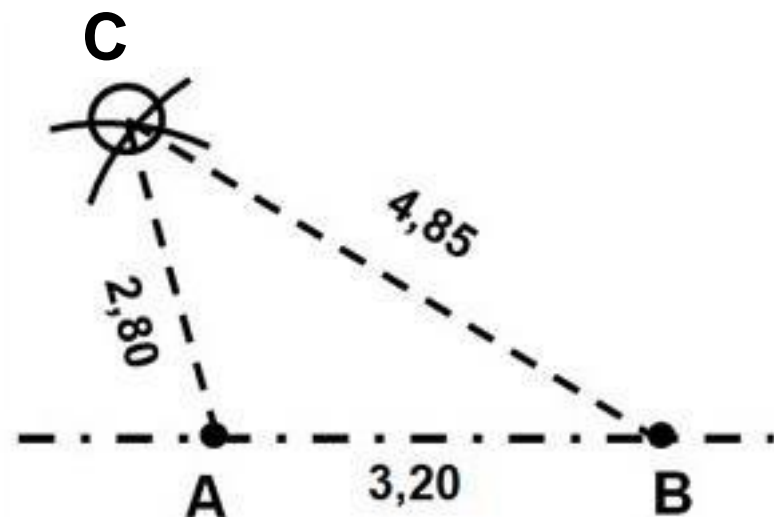
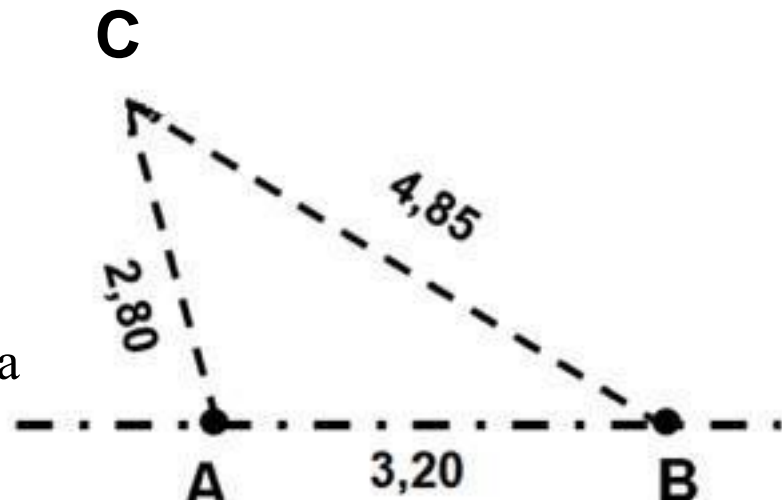
Rilievo Planimetrico

I due punti fissi (in figura i punti A e B) devono essere riferiti ad un asse di appoggio quanto più parallelo al l'oggetto da misurare.

Una volta misurata la distanza relativa tra i due punti fissi A e B, si procede a misurare con una rollina la distanza del punto da rilevare (in figura il punto C) dai due punti fissi A e B. Si misura dunque la distanza AC e poi la distanza BC.

Nella fase di restituzione si tratterà di riportare in scala opportuna il segmento AB che rappresenta la distanza tra i due punti fissi e con un compasso tracciare nei due estremi A e B due circonferenze di raggio pari alle distanze del punto da rilevare dai punti fissi. L'intersezione delle due circonferenze darà la posizione del punto C cercato.

E' opportuno scomporre la superficie da rilevare in triangoli facendo in modo tale che ogni punto da rilevare risulti saldamente ancorato agli altri.



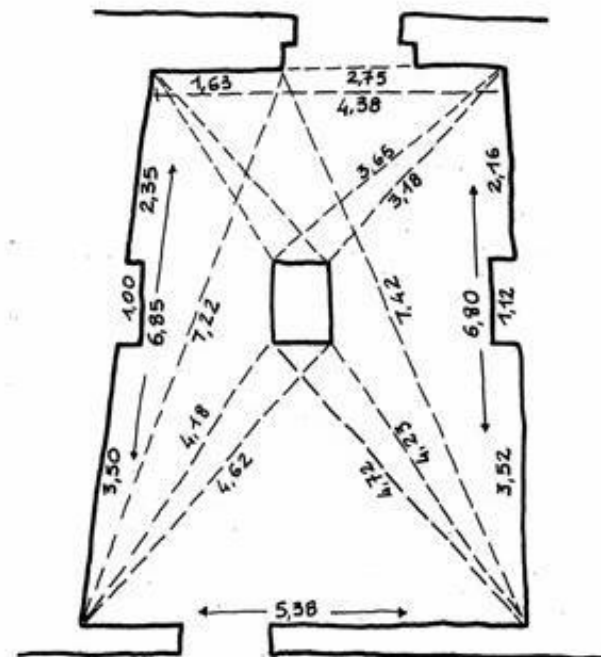
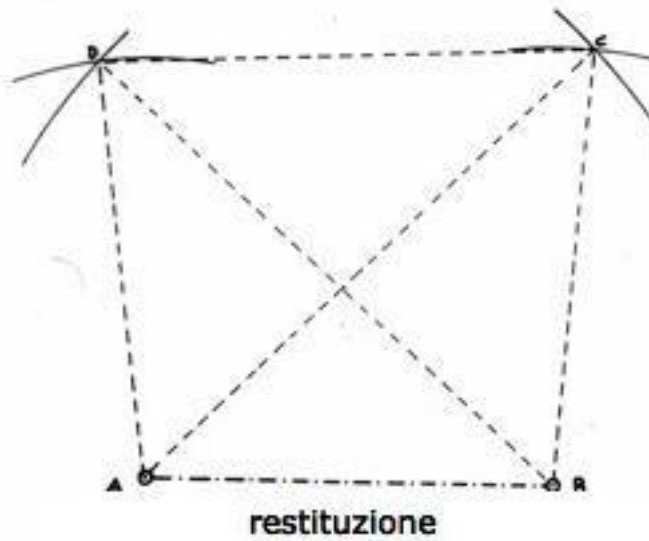
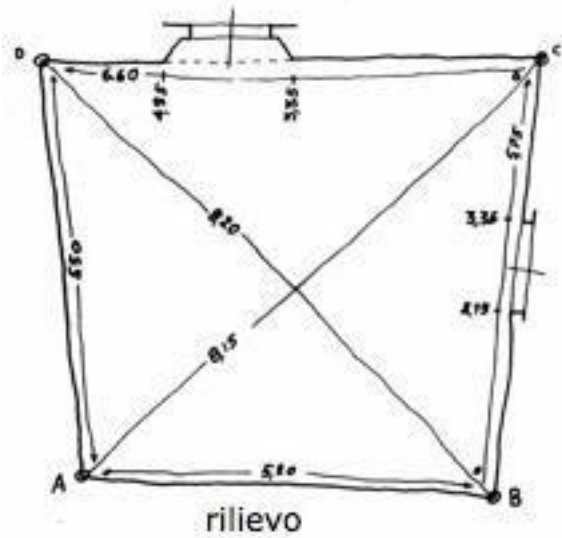
Rilievo Planimetrico: caso pratico

Nel caso del rilievo di un ambiente singolo è necessario rilevare tutte le misure perimetrali e le diagonali restituendo le misure in riferimento ad uno dei lati individuato come asse di appoggio AB. Successivamente si procede al rilievo del dettaglio. Qualora invece non fosse possibile rilevare le diagonali, sarà opportuno dividere l'ambiente in triangoli minori. Nella figura il pilastro centrale è stato relazionato alle pareti mediante trilaterazioni. In alcuni casi può rivelarsi opportuno integrare il metodo della trilaterazione con quello per ascisse e ordinate.

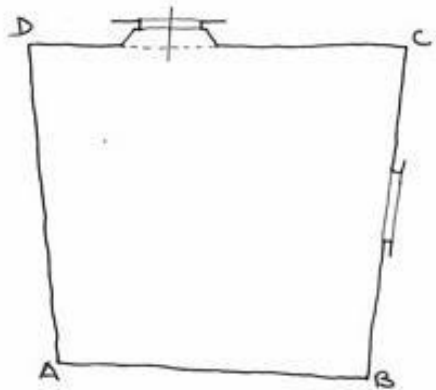
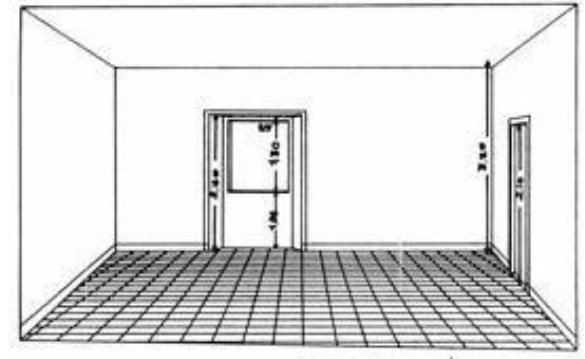
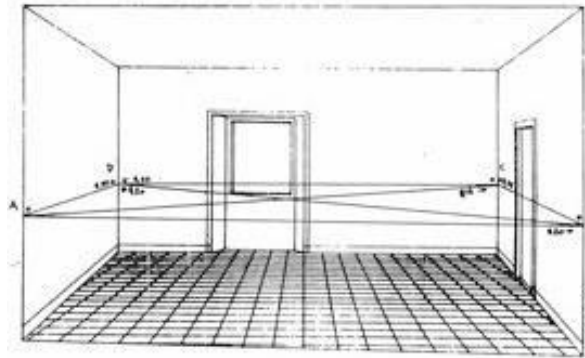
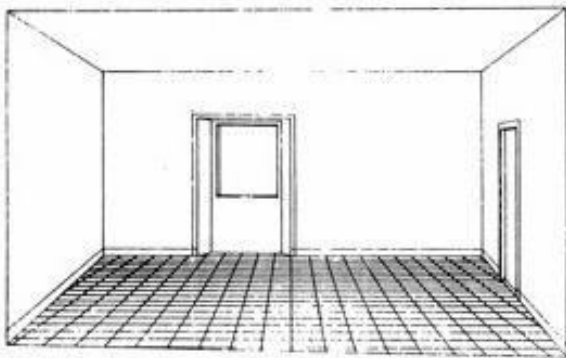
E' importante ricordare che:

- *i punti da rilevare dovranno essere visibili dai due punti fissi;*
- *le misure devono essere rigorosamente prese in orizzontale (verificando tale condizione attraverso una livella torica);*
- *il triangolo che si verrà a formare dovrà essere quanto più equilatero possibile onde evitare errori di tangenza.*

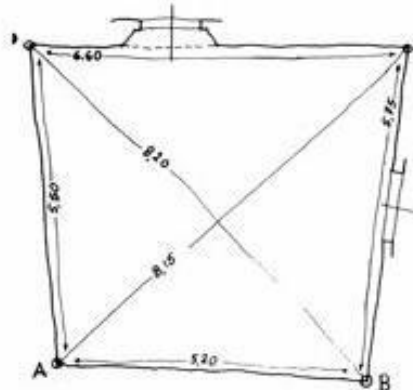
Rilievo Planimetrico



Rilievo Planimetrico: caso pratico

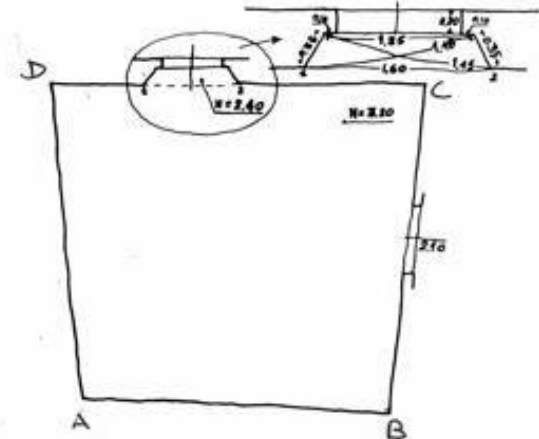


SCHIZZO PRELIMINARE



RILIEVO PER TRIANGOLAZIONE

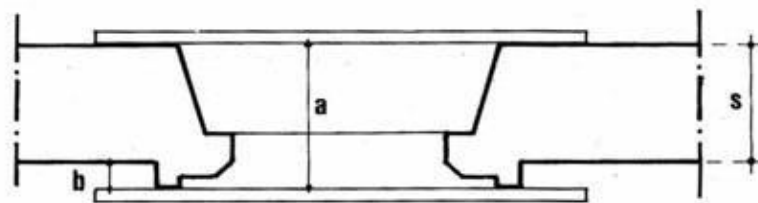
Rilievo planimetrico tramite la triangolazione



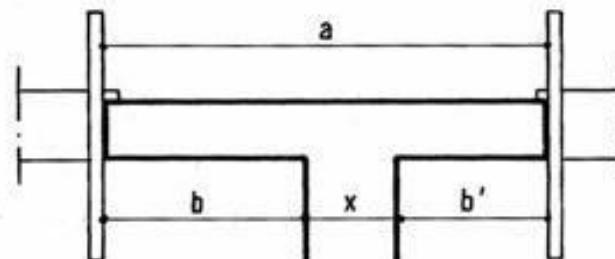
Calcolo dello spessore murario

Molto spesso, quando ci si trova in presenza di edifici storici, una delle operazioni più frequenti può essere il rilievo dello spessore interno o esterno dei maschi murari, per il quale bisogna munirsi di opportuni strumenti, a volte anche molto semplici come ad esempio dei regoli; la seconda operazione è quella di avvalersi dell'allineamento dei due regoli per la determinazione dello spessore «s» del muro che avviene per sottrazione tra la misura complessiva e quello che potrebbe essere l'aggetto di una eventuale cornice.

$$s = a \text{ (distanza tra i regoli) } - b \text{ (aggetto della cornice)}$$
$$S = a - b$$

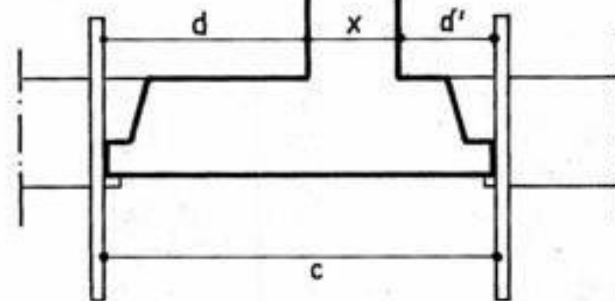


$$x = c \text{ (distanza tra i regoli) } - (d + d')$$



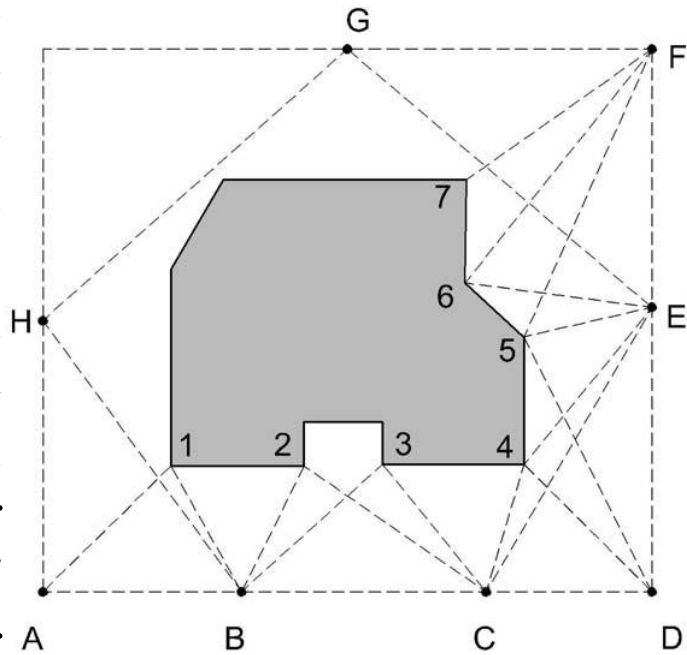
$$x = a - (b + b')$$

$$x = c - (d + d')$$



Unione delle singole parti dell'edificio

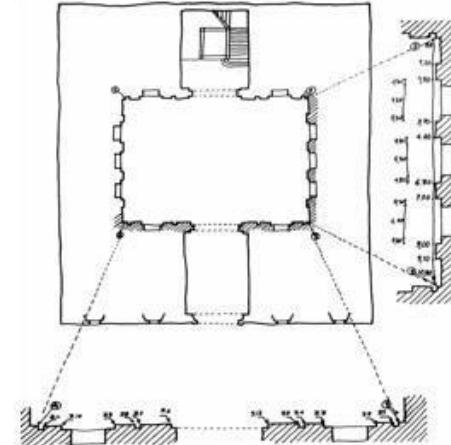
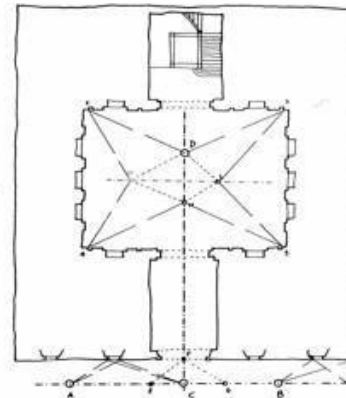
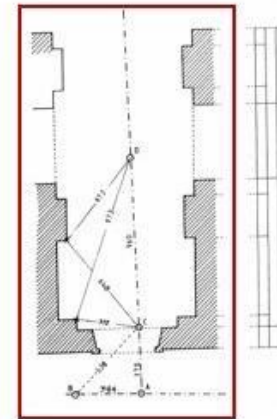
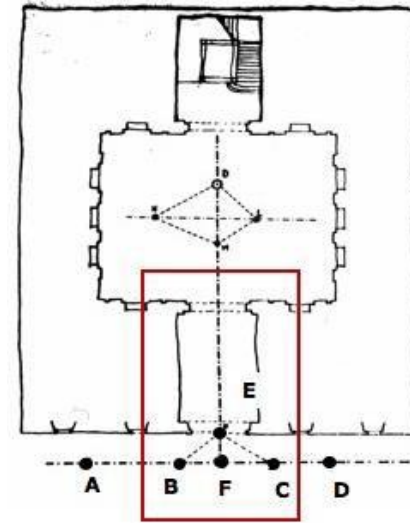
Resta il problema di collegare tra loro le parti rilevate singolarmente in dettaglio (i diversi ambienti di un edificio, i diversi piani, i diversi isolati,..) seguendo un procedimento che eviti il propagarsi dell'errore di un singolo tratto a tutto il rilievo. Questo metodo di procedere viene detto **inquadramento del rilievo**, e consiste nella determinazione, particolarmente accurata della posizione di alcuni punti (detti caposaldi) in relazione ad un sistema di riferimento generale, a cui eventualmente connettere i necessari sistemi locali. I rilievi dimensionali delle singole parti saranno via via agganciati ai caposaldi e riferiti ai sistemi di assi o alle singole direzioni. *Per condurre con particolare precisione le operazioni preliminari di inquadramento è opportuno far ricorso a metodi e a strumentazioni topografiche.* Qualora ciò non fosse praticabile, o non fossero richieste particolari precisioni, è possibile procedere anche con il metodo diretto. **La tecnica più utilizzata è la trilaterazione.**



E' necessario inoltre rapportare il rilievo ad un asse di trilaterazione esterno, facendo attenzione al raccordo tra i due assi. Per determinane la reciproca posizione è opportuno riferirsi sempre alla trilaterazione.

In particolare: una volta tracciato l'asse di appoggio esterno per il rilievo della facciata, si individuano su di esso i punti fissi ad esempio B e C. Dai punti fissi B e C si procede alla trilaterazione del punto E. Si individua poi sull'asse di appoggio esterno un altro punto fisso compreso tra B e C, ad esempio il punto F.

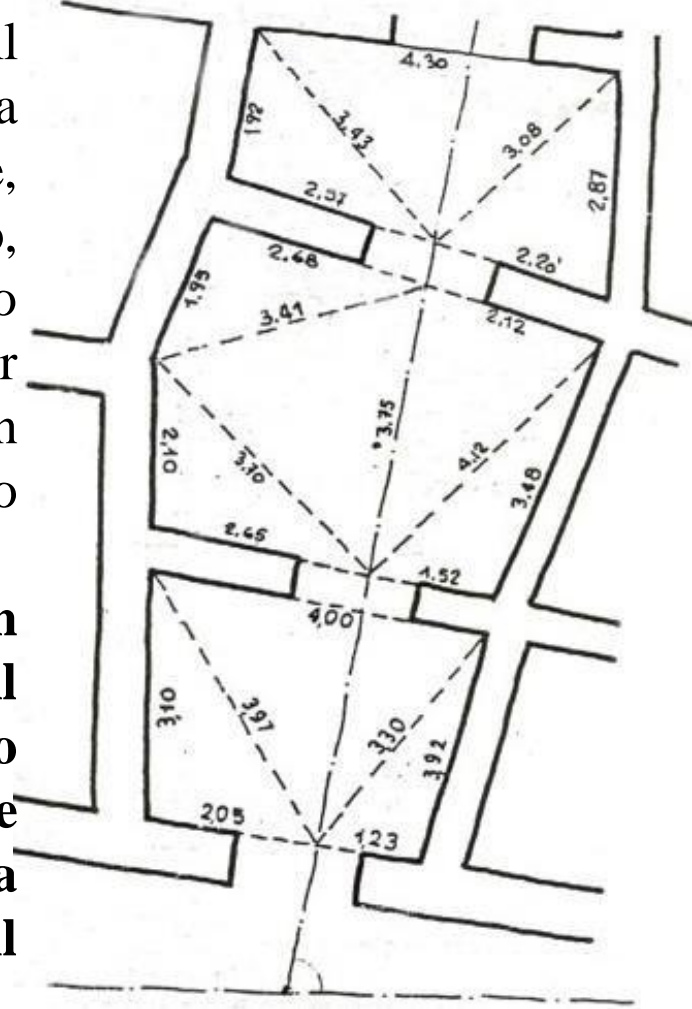
Congiungendo (sul posto e poi sul grafico) i punti F ed E si avrà la direzione del nuovo asse di appoggio interno collegato a quello esterno. Sull'asse di appoggio interno andranno individuati nuovi punti fissi per il rilievo.



Rilievo per trilaterazione con asse principale di appoggio interno

Nel caso di spazi aperti o spazi chiusi ove sono presenti più ambienti in successione è opportuno riferire il rilievo ad un asse principale di appoggio interno. La suddivisione in triangoli della superficie da rilevare, infatti, non è sufficiente a garantire un rilievo corretto, in quanto, qualora si verificasse un errore, esso verrebbe “trasportato” attraverso la rete di triangoli per tutto il rilievo. Inoltre la trilaterazione a rete non consente agevoli verifiche di controllo essendo caratterizzata da trilaterazioni in successione.

E' necessario dunque creare un allineamento con una lenza da muratore che metta in collegamento il primo e l'ultimo ambiente. Una volta tracciato l'allineamento si individuano su quest'asse (asse principale di appoggio o asse principale della trilaterazione) i punti fissi da cui prenderà avvio il rilievo.

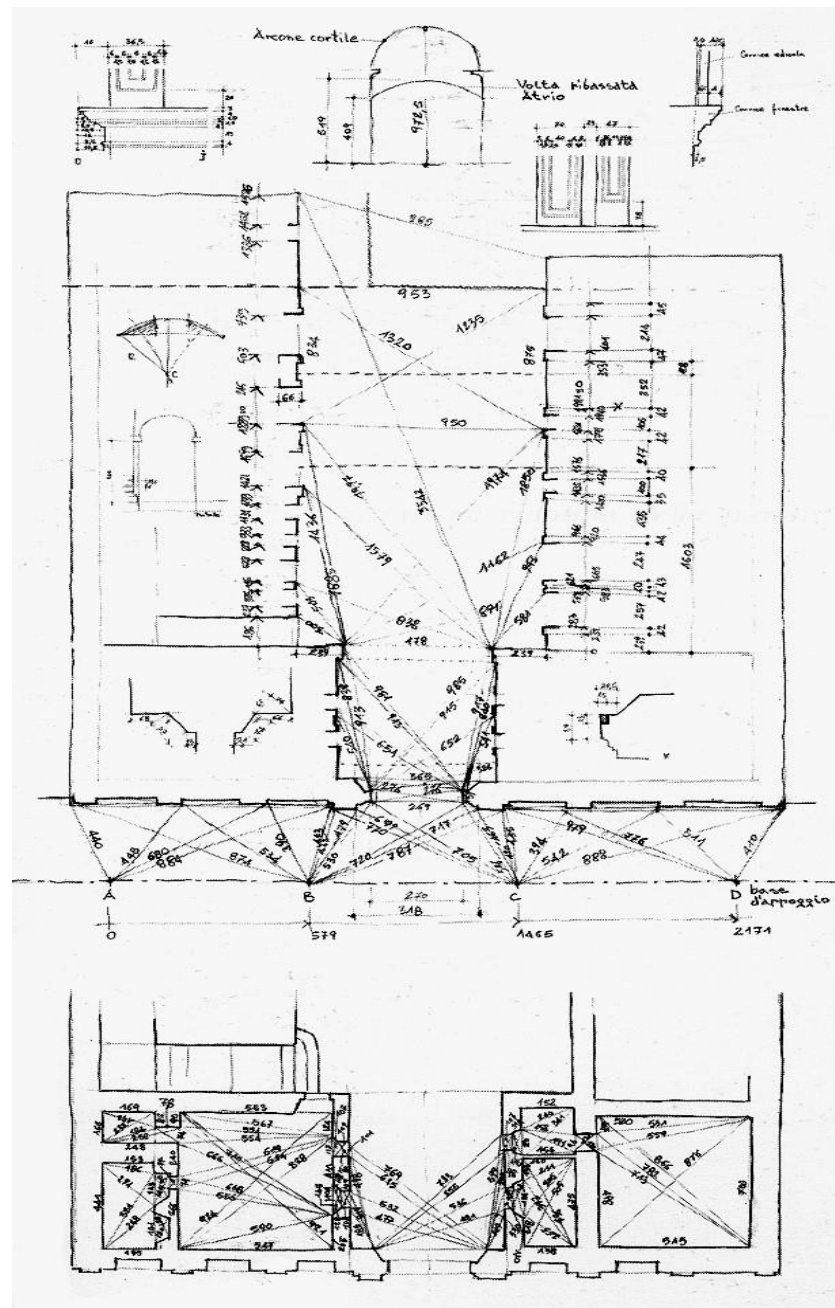


Hand-drawn architectural floor plan of a building. The plan shows a complex layout with multiple rooms and corridors. Key dimensions and features include:

- Overall Dimensions:** The plan is approximately 14.65m wide and 21.21m deep.
- Rooms and Features:**
 - A large central hall with a staircase (labeled "base d'appoggio").
 - Several smaller rooms, some with specific dimensions like 4.2m, 3.2m, 2.4m, 2.0m, 1.8m, 1.6m, 1.4m, 1.2m, 1.0m, 0.8m, 0.6m, 0.4m, 0.2m.
 - A large rectangular area on the left, possibly a parking lot or a large room, with dimensions like 18.2m, 16.2m, 14.2m, 12.2m, 10.2m, 8.2m, 6.2m, 4.2m, 2.2m, 0.2m.
 - A large rectangular area on the right, possibly a parking lot or a large room, with dimensions like 18.2m, 16.2m, 14.2m, 12.2m, 10.2m, 8.2m, 6.2m, 4.2m, 2.2m, 0.2m.
- Dimensions:** Numerous dimensions are provided throughout the plan, including room widths, room depths, and overall building dimensions. Examples include 14.65, 21.21, 18.2, 16.2, 14.2, 12.2, 10.2, 8.2, 6.2, 4.2, 2.2, 0.2, 1.8, 1.6, 1.4, 1.2, 1.0, 0.8, 0.6, 0.4, 0.2.
- Orientation:** A north arrow is located in the top right corner, pointing towards the top right.
- Labels:** The plan is labeled "base d'appoggio" at the bottom right.

Eidotipo piano terra

Esempio di Eidotipo



Rilevamento effettuato mediante il metodo della trilaterazione appoggiata ad una base esterna A - D

Sullo schizzo della pianta andranno indicati i punti in cui si eseguiranno le sezioni verticali, i punti che saranno oggetto di un rilevamento di dettaglio e tutti quegli altri punti per i quali si rende necessario un successivo approfondimento mediante schizzi specifici, come ad esempio, particolari costruttivi, cromie, tipologia di infissi, lesene ecc.

Le quote degli schizzi saranno riportate sulle abituali linee riferimento del disegno ponendo attenzione a che risultino rigorosamente collegate tra loro, ma oltre queste sarà necessario disporre anche delle linee di partenza per le quote denominate *linee fondamentali* o, più semplicemente, *fondamentali*.

Le fondamentali saranno almeno due: una longitudinale coincidente con il filo esterno del fronte che si sta rilevando, da cui partono le quote orizzontali, ed una trasversale passante per l'asse, o per il punto più significativo della costruzione, che costituisce la linea di partenza per le misure verticali. Il punto di intersezione delle due fondamentali costituisce il caposaldo da cui far partire le misure mano a mano che si prelevano.

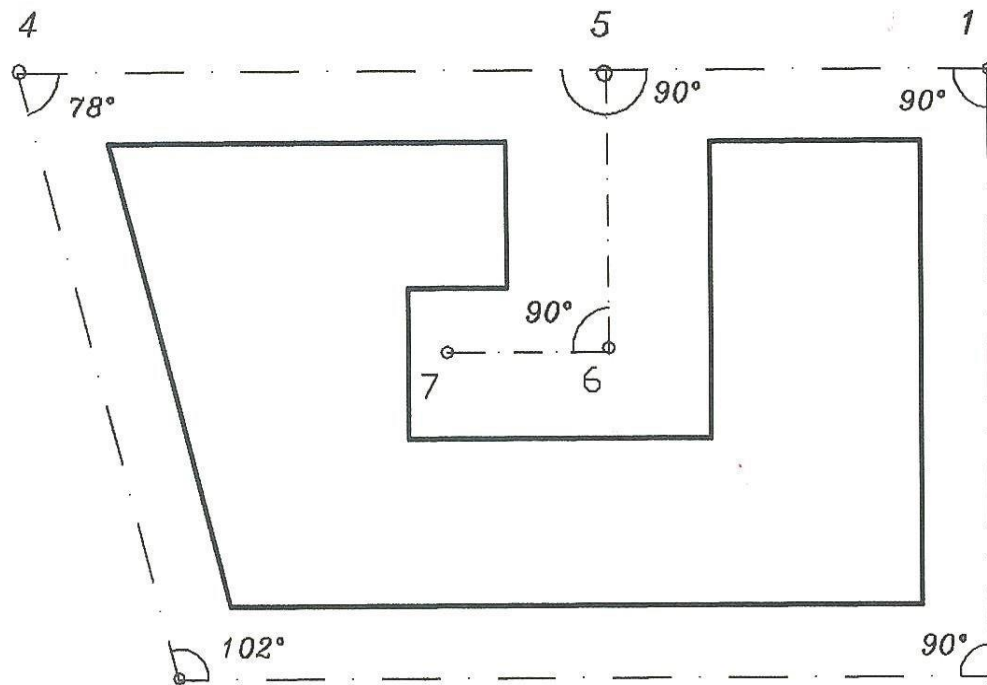
Rilievo Planimetrico: caso pratico

Al rilievo topografico è demandato, in prima istanza, il compito di costruire la rete geometrica di riferimento alla quale collegare le operazioni di rilevamento. Tutte le misurazioni vanno riferite ad un unico sistema di riferimento, convenientemente prescelto nell'ambito delle operazioni del rilievo topografico. L'operazione topografica fondamentale è costituita dall'impianto di una poligonale con la quale fissare una serie di capisaldi di riferimento.

La poligonale consiste in una linea spezzata che può tornare al punto di partenza e chiudersi su se stessa, e siamo allora in presenza di una *poligonale chiusa*, o può arrestarsi in un punto scelto opportunamente, nel qual caso la linea non si chiude e siamo in presenza di una *poligonale aperta*. Le poligonali, aperte o chiuse, formano la rete topografica di appoggio per tutte le operazioni di rilievo, siano esse dirette, trilaterazioni o indirette strumentali.

Gli strumenti utilizzati sono essenzialmente quelli topografici di misura di angoli e distanze quali tacheometri, teodoliti, livelli, distanziometri ottici ed elettronici ecc., oltre a quelli fotogrammetrici.

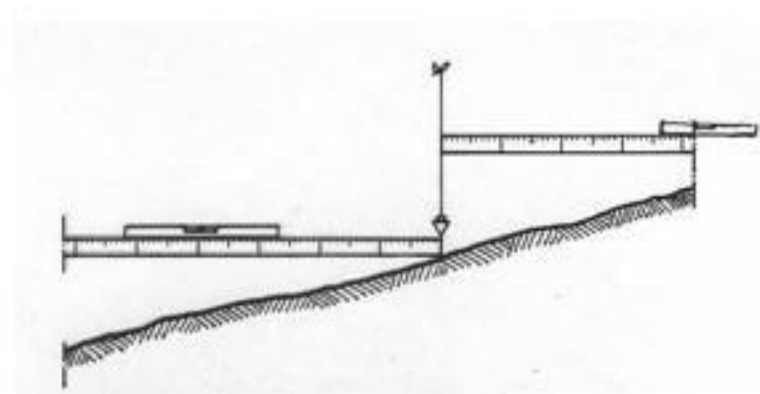
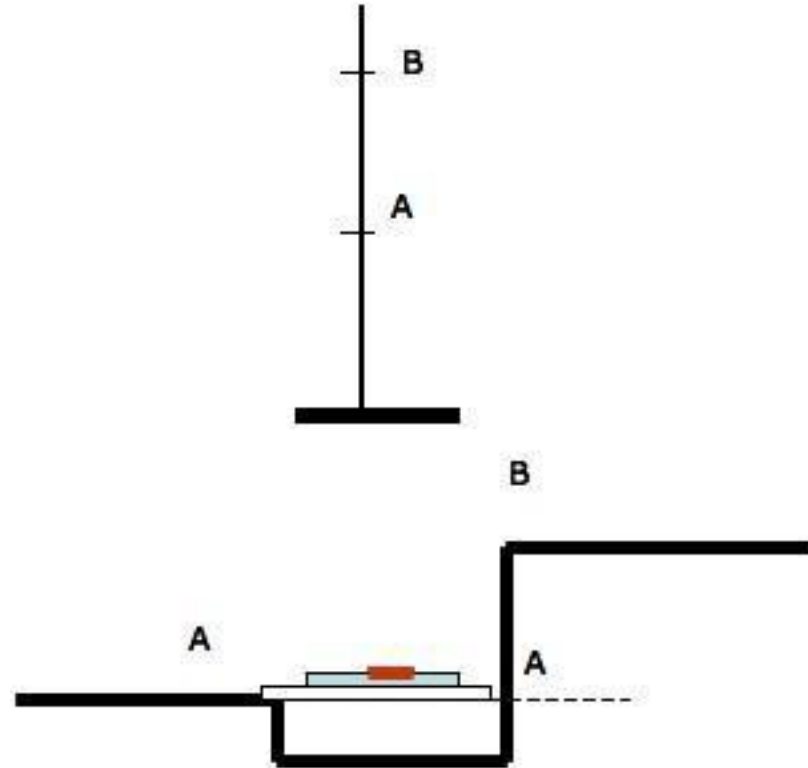
Individuata la poligonale di appoggio, andranno assunti i punti fondamentali a cui riferire le misure successive. È importante, per una corretta valutazione di tali punti, che l'osservazione avvenga da una posizione che consenta di abbracciare l'intera costruzione per scegliere il piano orizzontale di sezione sul quale è possibile proiettare il maggior numero di punti significativi ai fini degli obiettivi da conseguire con il rilievo.



Collegamento del rilevamento interno alla poligonale perimetrale esterna. Le basi 5 - 6 - 7 consentono il collegamento delle misurazioni interne alla poligonale esterna grazie al punto comune 5

Il rilievo delle altezze

Dopo aver tracciato, come indicato in precedenza la fondamentale orizzontale, il rilievo degli alzati consiste nel riferire le quote dei singoli punti alla quota della linea fondamentale, misurando le distanze verticali da questo, con segno positivo verso l'alto e negativo se verso il basso, secondo la tecnica già vista delle coordinate cartesiane. La verticalità rispetto alla linea fondamentale deve essere assicurata mediante l'uso del filo a piombo.



Il rilievo delle altezze

Prima di dare avvio alle operazioni di rilievo delle altezze è opportuno predisporre lo schizzo delle sezioni longitudinale e trasversale, facendo attenzione a far sì che il piano di sezione intercetti porte e finestre, scale e quant'altro possa restituire un alto numero di informazioni sullo spazio interno.

Le misure altimetriche devono essere sempre riferite ad un caposaldo metrico, inteso quale piano orizzontale a quota zero, rispetto al quale misurare le altezze dei punti, che possono trovarsi situati al di sopra o al di sotto di detto piano: nel primo caso, vengono rappresentati con il segno positivo, nel secondo, con il segno negativo.

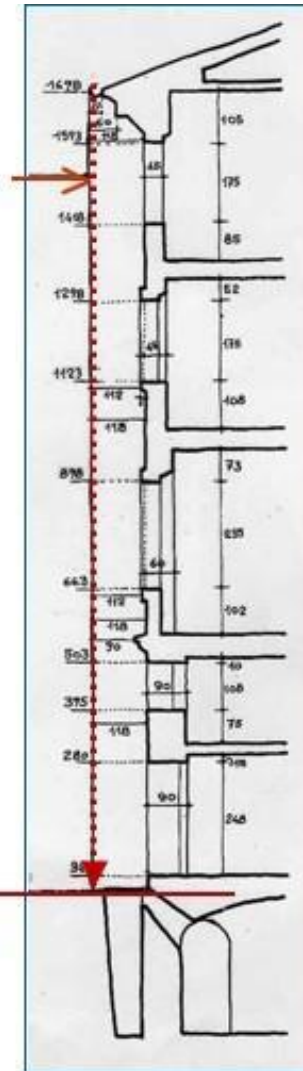
Il riferimento verticale può essere costituito da un filo a piombo che costituisce la fondamentale a cui devono far capo tutte le distanze orizzontali delle varie sporgenze della facciata stessa.

Le sezioni

Misurate tutte le distanze intercorrenti tra il filo a piombo e i punti che caratterizzano la facciata, si passa al prelievo delle misure verticali e cioè le soglie, gli architravi delle finestre, i marcapiani, le cornici, il cornicione di copertura, eventuali riseghe, ecc. La misurazione può essere effettuata direttamente sulla facciata, con un doppio decametro ben teso e disposto verticalmente; se le sporgenze della facciata non consentono questo tipo di misurazione, l'operazione va eseguita in corrispondenza del filo a piombo. In questo caso, i punti da rilevare situati sulla facciata vengono riportati orizzontalmente, con un regolo munito di livella, sul filo a piombo, dove possono essere misurati. Le misure verticali possono essere rilevate con il sistema delle misure progressive o con quello delle misure parziali, nel qual caso si ricorda che sarà indispensabile rilevare l'altezza complessiva dell'edificio, per avere un termine di controllo.

Linea di riferimento
verticale costituita da un
filo a piombo

Caposaldo
altimetrico di



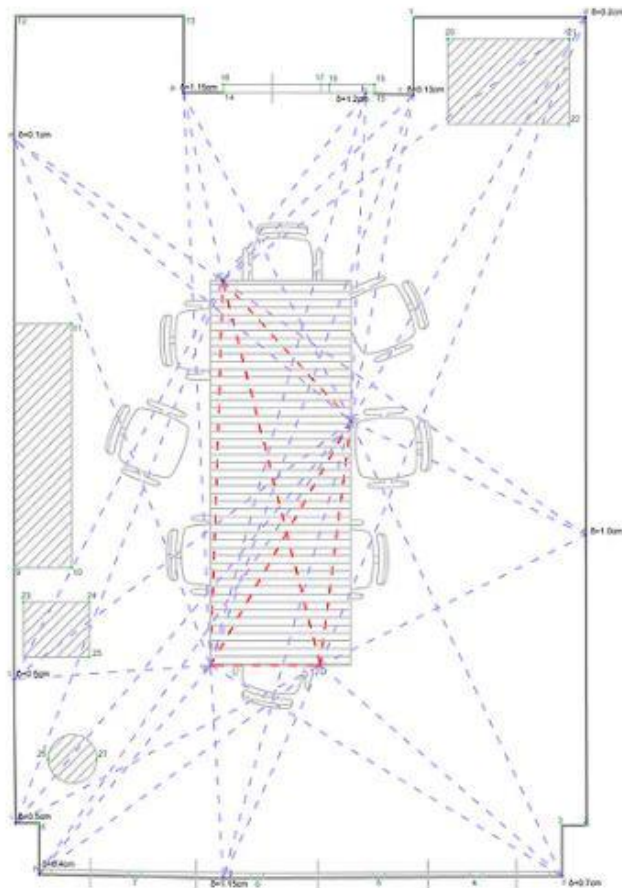
Il rilievo dei prospetti

Per il rilievo dei prospetti occorre predisporre come sempre uno schizzo congruente con l'oggetto di studio. A tal fine è opportuno preventivamente studiarne le geometrie, i rapporti proporzionali, la griglia di facciata, configurando una struttura grafica capace di accogliere le determinazioni metriche del manufatto.

La rappresentazione del prospetto consiste nel disegnarne gli elementi salienti in particolare:

- il contorno, verificandone il rapporto altezza /lunghezza in riferimento a figure geometriche semplici;*
- la scansione delle parti fondamentali in riferimento alla tripartizione del fronte in basamento, fronte, copertura;*
- le delimitazioni pieni/vuoti in riferimento al ritmo compositivo; gli elementi decorativi*

ESERCITAZIONE



	Misure (cm)
A-B	315,4
A-C	155,9
A-D	325,2
B-C	230,8
B-D	90,0
C-D	201,6

	Misure (cm)
a-A	157,1
a-B	469,5
a-C	302,0
b-A	193,0
b-B	485,5
b-C	268,8
c-A	218,0
c-B	495,9
c-C	272,0
d-A	367,5
d-C	382,6
d-D	573,6
e-A	363,5
e-C	214,1
e-D	242,6
f-B	336,0
f-C	411,0
f-D	262,9
g-B	174,4
m-C	359,6

	Misure (cm)
1-d	141,4
e-2	237,7
2-3	20,5
3-f	41,9
f-4	70,0
4-5	80,0
5-6	100,0
6-7	100,0
h-8	42,4
i-9	209,0
9-10	47,1
10-11	200,0
m-12	101,4
12-13	138,2
a-14	32,9
14-15	124,0
14-16	7,0
16-17	80,0
17-18	7,0
18-19	37,0
20-21	100,0
21-22	70,0
23-24	54,0
24-25	45,0
26-27	40,0