

## Topografia

**Obiettivi formativi:** Il corso di topografia fornisce le basi per la conoscenza e la gestione dei dati territoriali. Vengono definite le superfici di riferimento planimetrico ed altimetrico nazionali; i sistemi di riferimento globali e locali su di esse realizzabili e le trasformazioni, nel piano e nello spazio, fra tali sistemi. Viene introdotta la rappresentazione cartografica di Gauss e vengono studiati gli strumenti per il suo utilizzo geodetico. Si presentano i principali strumenti topografici e le misure che con essi è possibile realizzare: misure di angoli di distanze, misure GNSS e vengono forniti gli elementi per la loro elaborazione.

**Risultati di apprendimento attesi:** Lo studente deve acquisire familiarità con tutti i sistemi di riferimento (Datum) definiti nel territorio nazionale con particolare riguardo ai problemi di trasformazione tra Datum ed all'utilizzo di sistemi di coordinate globali e locali. Deve essere in grado di gestire e riconoscere un dato geodetico cartografico e deve saper svolgere operazioni elementari su di esso (misura di distanze e di azimut). Lo studente deve conoscere gli strumenti moderni di misura in termini di precisioni e limiti di applicabilità oltre che ovviamente la corretta modalità operativa. Infine deve essere in grado di derivare dalle osservazioni realizzate le grandezze di interesse con le relative precisioni.

### Descrizione del Corso

Il corso di topografia deve fornire le basi per la conoscenza e la gestione dei dati territoriali. A tale fine è fondamentale la conoscenza delle superfici di riferimento planimetrico ed altimetrico utilizzate a livello nazionali rispetto alle quali sono espressi i dati territoriali e devono essere ben chiari i sistemi di riferimento globali e locali su di esse realizzabili, fra questi i 3 Datum presenti nel nostro territorio nazionale (Roma40, ED50 e WGS84). Particolare attenzione viene inoltre data al delicato passaggio delle trasformazioni fra Datum che viene introdotta anzitutto nel piano (2D) e successivamente estesa allo spazio (3D) ed anche all'utilizzo dei sistemi di coordinate globali e locali. Tale operazione viene studiata teoricamente e realizzata con software gratuiti i cui risultati sono confrontati con il software Verto dell'IGMI (organo ufficiale cartografico italiano) che deve essere il riferimento professionale per tali trasformazioni. Infine è necessario definire i sistemi cartografici istituiti sui suddetti Datum; viene perciò introdotta la rappresentazione cartografica di Gauss e vengono forniti gli strumenti per il suo utilizzo a fini geodetici. Durante il corso viene spiegata la lettura della carta topografica di scala 1:25000 sia planimetrica che altimetrica, l'estrazione delle coordinate di un punto utilizzando il corrispondente reticolato e l'analisi dell'andamento del territorio.

Il corso si conclude illustrando i metodi di rilievo tridimensionale del territorio con metodologie classiche, ovvero stazione totale e stazione laser scanner ed anche con la moderna tecnologia GNSS. L'uso sempre più diffuso di metodi GNSS richiede inoltre l'integrazione fra misure classiche e satellitari per questo motivo si studiano le trasformazioni necessarie per realizzare tale integrazioni. Si forniscono infine gli strumenti statistici matematici per l'elaborazione dei dati territoriali.

### Programma dettagliato

**Geodesia :** Le superfici di riferimento del rilievo topografico: geoide, ellissoide, campo geodetico, campo topografico. La quota ortometrica, la quota ellissoidica e l'ondulazione del geoide. Sistemi di riferimento geodetici locali (Roma40, ED50) e globali (WGS84) e loro realizzazioni. Sistemi di riferimento locali (terna euleriana). Trasformazioni tra sistemi di riferimento: rototraslazioni con

variazione di scala nel piano e nello spazio. Coordinate cartesiane, coordinate geografiche ellissoidiche, coordinate polari. Trasformazioni di coordinate.

**Cartografia:** I tipi di rappresentazione cartografica, modulo di deformazione lineare, angolare e superficiale, la rappresentazione di Gauss, la cartografia italiana di Gauss-Boaga ed UTM-WGS84, la Carta Tecnica regionale (CTR). L'azimut di una geodetica. Angolo di anomalia. Convergenza dei meridiani. Correzione alla corda. Uso geodetico della carta di Gauss. Cenni di cartografia numerica e di cartografia catastale.

**Tecniche di rilievo GNSS:** Il sistema di posizionamento globale GPS. La struttura del segnale. Misure di fase e di pseudorange. Modalità di acquisizione: assoluta, relativa e differenziale. Tecniche di acquisizione del posizionamento relativo : statico, rapido statico cinematico. Tecniche di acquisizione differenziale: di fase (RTK) e di codice (DGPS).

**Tecniche di rilievo classiche:** Il teodolite. Le condizioni di rettifica del teodolite. Verticalità dell'asse primario. Angolo di orientamento di una stazione, regola di Bessel per la misura di un angolo azimutale. Il livello: condizioni operative del livello. La livellazione geometrica e trigonometrica. Precisione della livellazione geometrica e trigonometrica. Misura della distanza: il distanziometro ad onde elettromagnetiche. Distanziometri ad impulsi ed a fase. Portata del distanziometro. Precisione del distanziometro. Costante del prisma.

**Rilievo Topografico:** Le osservabili topografiche: angoli azimutali e zenitali, distanze, dislivelli, basi GPS. Reti di inquadramento e di raffittimento. Rete geodetica nazionale, rete catastale. Inquadramento di una rete. Schemi di rilievo. Simulazione e compensazione di una rete. Operazioni topografiche per le opere di ingegneria civile. Operazioni di tracciamento. Collaudo e controllo di strutture. Integrazione misure GNSS e misure classiche.

**Compensazione delle osservazioni :** Teoria degli errori e della compensazione. Tipo di errori (grossolani, sistematici, casuali). Comportamento degli errori casuali, misure dell'errore casuale (accuratezza, precisione, varianza). Variabile campionaria (inferenza statistica). Stima del valor medio, stima della varianza. Intervallo di confidenza. Test statistici. Funzione di Densità di Probabilità (PDF). Curva standard della PDF di Gauss. Statistica uni variata e multivariata, matrice di varianza-covarianza, coefficiente di correlazione. Componenti di un modello: osservazioni, costanti, incognite. Definizione del Modello: modello matematico, modello stocastico; modello diretto, modello indiretto. Legge di propagazione del valor medio e della covarianza: legge di propagazione della matrice di varianza-covarianza. Definizione di ridondanza.

Sono previste esercitazioni di carattere numerico e strumentale.

**Testi di riferimento:**

Dispense distribuite durante il corso e disponibili su [elearning2.uniroma1.it](http://elearning2.uniroma1.it).