

---

# INDICE GENERALE

<b>PREFAZIONE</b> .....	17
-------------------------	----

## **CAPITOLO 1**

<b>NOZIONI DI GEODESIA</b> .....	19
1.1 Cenni storici sulla determinazione della forma della Terra .....	19
1.2 Distinzione tra geodesia, geografia e topografia .....	27
1.3 Superficie di riferimento .....	27
1.4 Il geoide .....	28
1.5 L'ellissoide di rotazione .....	33
1.6 Gli ellipsoidi in uso in Italia e in Europa .....	35
1.7 Differenze tra i vari ellipsoidi; parametri di trasformazione .....	37
1.8 Linee geodetiche .....	38
1.9 La sfera locale .....	40
1.10 L'eccesso sferico .....	45
1.11 Il piano ed il campo topografico .....	47
1.12 Errore di sfericità nella determinazione delle distanze .....	48
1.13 Errore di sfericità nella determinazione delle quote .....	49
1.14 Quota geoidica e quota ortometrica .....	51
1.15 Errore di parallelismo delle verticali locali .....	53
1.16 Riduzione delle distanze alla superficie di riferimento .....	54
1.17 Riepilogo delle superfici di riferimento ed estensione del campo topografico per le diverse operatività .....	56

## **CAPITOLO 2**

<b>SISTEMI DI RIFERIMENTO</b> .....	57
2.1 Coordinate astronomiche o geoidiche .....	57
2.2 Determinazione della latitudine e della longitudine astronomiche .....	58
2.3 Le tre coordinate ellissoidiche o geodetiche; le coordinate geocentriche .....	62
2.4 Differenze tra geoide ed ellissoide; coordinate geografiche .....	63
2.5 Sistemi di riferimento .....	65
2.5.1 Sistemi Locali .....	65
2.5.2 Sistemi Geocentrici ECEF fissati alla Terra .....	66
2.5.3 Sistemi Cartesiani / Ellissoidici .....	66
2.6 Il DATUM come riferimento per le operatività topografiche .....	68
2.7 Trasformazioni di DATUM .....	69
2.7.1 Trasformazione di Helmert .....	69

## TOPOGRAFIA DI BASE

---

2.7.2	Trasformazione standard di Molodensky .....	70
2.7.3	Equazioni di Regressione Multipla .....	71

### CAPITOLO 3

<b>PROIEZIONI CARTOGRAFICHE E COORDINATE CARTESIANE .....</b>		<b>73</b>
<b>3.1</b>	<b>Sistemi di proiezione .....</b>	<b>73</b>
<b>3.2</b>	<b>Il sistema cartografico di Gauss .....</b>	<b>76</b>
<b>3.3</b>	<b>Dalle coordinate geografiche alle coordinate piane .....</b>	<b>79</b>
<b>3.4</b>	<b>Il sistema cartografico Gauss – Boaga .....</b>	<b>83</b>
<b>3.5</b>	<b>Proiezione di Gauss – Boaga e non Carta di Gauss - Boaga .....</b>	<b>86</b>
<b>3.6</b>	<b>Orientamento dell’ellissoide di riferimento .....</b>	<b>86</b>
3.6.1	Orientamento geocentrico o globale .....	87
3.6.2	Orientamento locale .....	88
3.6.3	Orientamento medio .....	89
<b>3.7</b>	<b>Sistemi cartografici in uso in italia .....</b>	<b>90</b>
3.7.1	Sistema di riferimento italiano: Monte Mario - Roma 40 .....	90
3.7.2	Sistema di riferimento Europeo: ED50 (European Datum 1950) .....	90
3.7.3	Sistema di coordinate ETRF89 (WGS84) .....	90
3.7.4	Passaggio tra i sistemi di coordinate .....	91
<b>3.8</b>	<b>Servizio di trasformazione di coordinate del Geoportale Nazionale .....</b>	<b>94</b>
3.8.1	Visione complessiva delle conversioni .....	95
<b>3.9</b>	<b>Il reticolo chilometrico .....</b>	<b>96</b>

### CAPITOLO 4

<b>LE RETI PLANIMETRICHE DI INQUADRAMENTO E DI RAFFITTIMENTO E I SISTEMI DI RIFERIMENTO .....</b>		<b>99</b>
<b>4.1</b>	<b>Premessa .....</b>	<b>99</b>
<b>4.2</b>	<b>La rete planimetrica d’inquadramento italiana. Orientamento dell’ellissoide .....</b>	<b>100</b>
4.2.1	Le reti di triangolazione .....	101
<b>4.3</b>	<b>La rete italiana dei vertici di triangolazione del I ordine .....</b>	<b>102</b>
<b>4.4</b>	<b>Le reti trigonometriche di raffittimento del II, III e IV ordine .....</b>	<b>111</b>
<b>4.5</b>	<b>Le reti ufficiali di raffittimento .....</b>	<b>113</b>
4.5.1	La rete catastale .....	113
4.5.2	La rete dei Punti Fiduciali .....	114
4.5.3	Altre reti tecniche di raffittimento .....	119
<i>Stazioni o segnali fuori centro .....</i>		<i>120</i>
<i>Apparati storici per la misura delle basi .....</i>		<i>122</i>

**CAPITOLO 5**

**IL RAFFITTIMENTO DELLE RETI PLANIMETRICHE**

**TRAMITE TRIANGOLAZIONI** ..... 127

**5.1 Premessa** ..... 127

**5.2 Procedure topografiche tradizionali per le reti di raffittimento planimetriche** ..... 128

**5.3 Le triangolazioni** ..... 128

    5.3.1 Intersezione inversa o vertice di piramide  
         (problema di Snellius – Pothenot) ..... 128

    5.3.2 Vertice di piramide multiplo ..... 142

    5.3.3 Suggerimenti operativi per il problema del vertice di piramide ..... 143

    5.3.4 Intersezione in avanti ..... 144

    5.3.5 Intersezione in avanti multipla ..... 147

    5.3.6 Intersezione laterale ..... 147

    5.3.7 Suggerimenti operativi per l'intersezione in avanti ..... 148

    5.3.8 Problema di Hansen ..... 148

**5.4 Calcolo delle coordinate dei vertici istituiti con la media pesata** ..... 157

**5.5 Cenno alle trilaterazioni** ..... 158

*Il centramento forzato* ..... 160

**CAPITOLO 6**

**IL RAFFITTIMENTO DELLE RETI PLANIMETRICHE**

**TRAMITE POLIGONAZIONI** ..... 163

**6.1 Premessa** ..... 163

**6.2 Le poligonali** ..... 164

    6.2.1 Concetti di base e classificazione delle poligonali ..... 164

    6.2.2 Formula per la propagazione degli azimut ..... 166

    6.2.3 Poligonale topografica aperta orientata ad estremi vincolati ..... 168

    6.2.4 Poligonale topografica chiusa orientata ..... 177

    6.2.5 Poligonale topografica aperta orientata ..... 179

    6.2.6 Poligonale topografica orientata chiusa solo angolarmente ..... 180

**6.3 Nodo di poligonali** ..... 184

**6.4 Indicazioni per l'esecuzione di poligonali planimetriche** ..... 185

**6.5 Tolleranza angolare e tolleranza lineare** ..... 188

    6.5.1 Tolleranze per reti di raffittimento sottoposte a calcolo  
         di compensazione rigorosa ..... 189

    6.5.2 Tolleranze per poligonali sottoposte a compensazione empirica ..... 191

**6.6 Progettazione della rete di raffittimento** ..... 192

**6.7 Materializzazione dei vertici e redazione delle monografie** ..... 193

    6.7.1 Materializzazione stabile dei vertici ..... 193

    6.7.2 Segnalizzazione provvisoria di visualizzazione ..... 194

## TOPOGRAFIA DI BASE

---

6.7.3	Materializzazione provvisoria dei vertici .....	195
6.7.4	Monografie .....	196
<b>6.8</b>	<b>Quaderno di campagna</b> .....	<b>200</b>

### CAPITOLO 7

<b>RETI ALTIMETRICHE</b> .....	<b>203</b>
<b>7.1 Premessa</b> .....	<b>203</b>
7.1.1 Quota ortometrica e quota dinamica .....	203
<b>7.2 La rete italiana di livellazione di alta precisione</b> .....	<b>207</b>
7.2.1 La rete storica .....	207
7.2.2 La rete GEOTRAV .....	212
<b>7.3 Reti di livellazione geometrica di altri enti</b> .....	<b>213</b>
<b>7.4 Misurazione dei dislivelli</b> .....	<b>217</b>
7.4.1 Misurazione dei dislivelli con le livellazioni geometriche .....	217
7.4.2 La livellazione geometrica reciproca .....	221
7.4.3 Misurazione dei dislivelli con le livellazioni trigonometriche .....	225
<b>7.5 La realizzazione di una rete di raffittimento altimetrica</b> .....	<b>232</b>
7.5.1 Procedura topografica .....	232
7.5.2 Classificazione delle livellazioni e indicazioni operative relative .....	233
7.5.3 Livellazioni aperte tra punti di quota nota e livellazioni ad anello .....	234
7.5.4 Il quaderno di campagna per le livellazioni e rappresentazione cartografica della linea di livellazione .....	237
7.5.5 Materializzazione di caposaldi e monografie .....	239
7.5.6 Compensazione empirica di una livellazione di raffittimento .....	240
<b>7.6 Batimetria</b> .....	<b>248</b>
<i>La rifrazione atmosferica</i> .....	252
<i>Il coefficiente K</i> .....	255
<i>Il mareografo e caposaldo fondamentale della rete italiana</i> .....	256
<i>Il livello del mare</i> .....	259

### CAPITOLO 8

<b>IL CALCOLO E LA COMPENSAZIONE DELLE RETI DI INQUADRAMENTO</b> .....	<b>265</b>
<b>8.1 Misure condizionate e calcolo di compensazione</b> .....	<b>265</b>
<b>8.2 Compensazione con il metodo delle osservazioni condizionate</b> .....	<b>266</b>
<b>8.3 Compensazione con il metodo della variazione di coordinate</b> .....	<b>269</b>
8.3.1 Linearizzazione dell'equazione generatrice dell'angolo di direzione .....	273
8.3.2 Linearizzazione dell'equazione generatrice della distanza .....	274
8.3.3 Linearizzazione dell'equazione generatrice dell'angolo orizzontale .....	275
<b>8.4 Considerazioni topografiche sulla compensazione rigorosa per variazione di coordinate</b> .....	<b>280</b>

**CAPITOLO 9**

<b>IL SISTEMA DI POSIZIONAMENTO SATELLITARE</b>	283
<b>9.1 I sistemi satellitari di posizionamento</b>	283
<b>9.2 Il sistema GPS</b>	283
9.2.1 Scopo	283
9.2.2 Descrizione	284
9.2.3 La geometria del rilievo satellitare	289
9.2.4 I segnali satellitari e la loro ricezione	291
9.2.5 Condizioni d'uso e principi di posizionamento	294
9.2.6 Altre cause di errore nel posizionamento satellitare	301
9.2.7 Indicatori di qualità della sessione di rilievo	303
9.2.8 Tipi di ricevitori GPS per la topografia	306
9.2.9 Il software di elaborazione dati	307
<b>9.3 Uso dei ricevitori satellitari</b>	308
9.3.1 Scelta della posizione dei punti da rilevare – diagramma degli ostacoli e scelta della finestra di acquisizione	308
9.3.2 Impostazione dei parametri della sessione	311
9.3.3 Messa in stazione	312
<b>9.4 Il sistema GLONASS</b>	312
9.4.1 Il segnale di navigazione	313
9.4.2 La determinazione della posizione dell'antenna ricevente	314
9.4.3 Precisioni del sistema GLONASS	314
<b>9.5 L'uso combinato dei sistemi GPS e GLONASS</b>	314
<b>9.6 Il sistema europeo Galileo</b>	315
<b>9.7 Le reti planimetriche realizzate con posizionamento satellitare</b>	318
9.7.1 Premessa	318
9.7.2 La rete IGM95	319
9.7.3 Il quasi-geoide Italgeo 95	327
9.7.4 Stabilità della rete IGM95	328
9.7.5 Gli elementi del sistema di posizionamento satellitare che concorrono a definire la geometria della rete	329
9.7.6 I dati registrati durante le sessioni	343
9.7.7 Reti di Stazioni permanenti GNSS italiane	344
9.7.8 Tolleranze	351
<i>Indicazioni per la lettura di un file rinex</i>	353

**CAPITOLO 10**

<b>AEROFOTOGRAMMETRIA E CENNI DI TELERILEVAMENTO</b>	359
<b>10.1 Premessa all'aerofotogrammetria</b>	359
<b>10.2 Visione stereoscopica</b>	361
<b>10.3 La geometria della fotogrammetria</b>	363

---

**TOPOGRAFIA DI BASE**

---

<b>10.4</b>	<b>Gli orientamenti interno ed esterno</b> .....	365
<b>10.5</b>	<b>Il passaggio analitico-analogico-digitale</b> .....	367
<b>10.6</b>	<b>Gli strumenti dell'aerofotogrammetria</b> .....	369
10.6.1	Il vettore aereo .....	369
10.6.2	La camera da presa .....	370
10.6.3	La pellicola fotosensibile .....	376
10.6.4	Il "data strip" .....	378
<b>10.7</b>	<b>Le fasi del rilievo aerofotogrammetrico</b> .....	379
10.7.1	Il piano di volo: la quota .....	379
10.7.2	Il piano di volo: le strisciate .....	385
10.7.3	Determinazione del numero dei fotogrammi .....	387
10.7.4	Epoca di volo ed illuminazione del terreno. ....	389
10.7.5	Scelta delle rotte .....	391
10.7.6	Metodi di navigazione .....	392
10.7.7	Effetti del trascinamento .....	393
<b>10.8</b>	<b>Concetti preliminari alla restituzione</b> .....	394
10.8.1	La coppia stereoscopica e l'orientamento interno .....	394
10.8.2	Rotazioni nel piano e nello spazio .....	395
10.8.3	Relazione tra coordinate lastra e coordinate reali .....	397
10.8.4	Caso in cui l'oggetto rilevato è approssimativamente assimilabile ad un piano .....	399
10.8.5	Orientamento relativo e assoluto di una coppia di fotogrammi .....	401
10.8.6	Determinazione dei punti di inquadramento e appoggio .....	404
10.8.7	La triangolazione aerea .....	406
<b>10.9</b>	<b>Il restitutore analitico</b> .....	409
<b>10.10</b>	<b>Il raddrizzamento e l'ortoproiezione</b> .....	411
10.10.1	Il raddrizzamento .....	411
10.10.2	I fotopiani .....	412
10.10.3	L'ortoproiezione e gli ortoproiettori .....	412
<b>10.11</b>	<b>La fotocamera e lo scanner digitali</b> .....	414
<b>10.12</b>	<b>La fotogrammetria digitale</b> .....	418
10.12.1	L'immagine digitale .....	418
10.12.2	Metodi per la visione stereoscopica .....	420
10.12.3	La restituzione digitale .....	422
<b>10.13</b>	<b>La restituzione degli elementi territoriali</b> .....	428
<b>10.14</b>	<b>La topografia per il completamento dei dati: la post-ricognizione</b> .....	430
<b>10.15</b>	<b>Il telerilevamento</b> .....	431
10.15.1	Introduzione .....	431
10.15.2	Principi fisici del telerilevamento .....	432
10.15.3	Sensori attivi e passivi .....	435
10.15.4	I dati nel telerilevamento .....	436

## TOPOGRAFIA DI BASE

---

10.15.5	Dispositivi di acquisizione dati .....	438
10.15.6	Errori geometrici della ripresa .....	444
10.15.7	Georeferenziazione e geocodifica .....	445
10.15.8	Colori, enfattizzazione e rapporti tra bande .....	446
10.15.9	Stereoscopia satellitare .....	447
10.15.10	I satelliti per telerilevamento .....	448
<b>10.16</b>	<b>Telerilevamento radar o radargrammetria .....</b>	<b>448</b>
10.16.1	Introduzione .....	448
10.16.2	Principi generali e geometria del telerilevamento radar .....	448
10.16.3	SAR: Synthetic Aperture Radar .....	452
10.16.4	Interferometria InSAR .....	453
10.16.5	Correzione degli errori di radargrammetria .....	454
10.16.6	Satelliti per radargrammetria .....	455
<b>10.17</b>	<b>Il rilievo aerofotogrammetrico digitale .....</b>	<b>455</b>
<b>10.18</b>	<b>L'integrazione del rilievo aerofotogrammetrico digitale con dati LIDAR .....</b>	<b>460</b>

## CAPITOLO 11

<b>LA PRODUZIONE CARTOGRAFICA UFFICIALE .....</b>	<b>465</b>	
<b>11.1</b>	<b>Cartografia e carta topografica .....</b>	<b>468</b>
<b>11.2</b>	<b>Processo di produzione della carta .....</b>	<b>469</b>
<b>11.3</b>	<b>Classificazione dei prodotti cartografici .....</b>	<b>470</b>
<b>11.4</b>	<b>Precisioni cartografiche planimetriche ed altimetriche .....</b>	<b>474</b>
<b>11.5</b>	<b>La simbologia cartografica .....</b>	<b>478</b>
<b>11.6</b>	<b>La produzione cartografica dell'IGM .....</b>	<b>479</b>
11.6.1	I sistemi di riferimento utilizzati .....	479
11.6.2	Il taglio delle carte .....	482
11.6.3	Le serie dell'IGM .....	483
11.6.4	Le informazioni per la lettura e l'uso .....	485
<b>11.7</b>	<b>La produzione cartografica del Catasto .....</b>	<b>486</b>
11.7.1	Il foglio di mappa catastale .....	488
11.7.2	Il Catasto Terreni numerico .....	490
11.7.3	Precisioni per le maglie primaria e secondaria dei punti fiduciali .....	491
<b>11.8</b>	<b>La produzione cartografica degli altri organismi ufficiali .....</b>	<b>492</b>
<b>11.9</b>	<b>Le Carte Tecniche delle Regioni e Province .....</b>	<b>493</b>
<b>11.10</b>	<b>Le Carte Tecniche Comunali .....</b>	<b>496</b>

## CAPITOLO 12

<b>IL RILIEVO DI DETTAGLIO .....</b>	<b>499</b>	
<b>12.1</b>	<b>Riferimenti concettuali .....</b>	<b>499</b>
<b>12.2</b>	<b>Il rilievo di dettaglio .....</b>	<b>502</b>

## TOPOGRAFIA DI BASE

<b>12.3</b>	<b>Evoluzione del rilievo celerimetrico</b> .....	505
12.3.1	Strumentazione e numeri generatori .....	505
12.3.2	Disorientamento e coordinate totali .....	507
12.3.3	Procedure per il rilievo celerimetrico .....	509
12.3.4	Indicazioni operative per il rilievo celerimetrico .....	511
12.3.5	Registrazione automatica dei dati di misura .....	514
<b>12.4</b>	<b>Il rilievo satellitare di dettaglio</b> .....	515
12.4.1	Modalità cinematica .....	516
12.4.2	Modalità cinematica “al volo” (OTF = On The Fly) .....	516
12.4.3	Modalità Stop & Go .....	517
12.4.4	Modalità RTK (Real Time Kinematic) .....	517
12.4.5	Confronto tra rilievo di dettaglio eseguito con stazione totale e in modalità RTK .....	519
<b>12.5</b>	<b>Rilievo di dettaglio con strumenti semplici</b> .....	521
12.5.1	Misure con squadri secondo allineamenti ortogonali .....	521
12.5.2	Trilaterazioni .....	523

## CAPITOLO 13

<b>DAL RILIEVO ALLA RAPPRESENTAZIONE</b> .....		527
<b>13.1</b>	<b>Ambito di applicazione</b> .....	527
<b>13.2</b>	<b>La rappresentazione cartografica</b> .....	528
<b>13.3</b>	<b>Requisiti generali di una rappresentazione cartografica</b> .....	531
<b>13.4</b>	<b>Dal rilievo alla graficizzazione</b> .....	532
<b>13.5</b>	<b>Il disegno con i software CAD</b> .....	533
<b>13.6</b>	<b>L'organizzazione della restituzione cartografica</b> .....	536
13.6.1	I livelli (o layer) .....	537
13.6.2	Colori .....	538
13.6.3	Campiture .....	538
13.6.4	Tipi di linea .....	538
13.6.5	Discretizzazione delle linee curve .....	539
<b>13.7</b>	<b>Dai dati di rilievo alla graficizzazione</b> .....	541
<b>13.8</b>	<b>Indicazioni tecniche ufficiali per il disegno planimetrico topografico</b> .....	543
13.8.1	Alcuni segni convenzionali per la scala 1:5.000 .....	545
13.8.2	Alcuni segni convenzionali per la scala 1:2.000 e 1:1.000 .....	545
<b>13.9</b>	<b>La rappresentazione dell'altimetria nel disegno topografico</b> .....	556
13.9.1	Convenzioni particolari per la rappresentazione altimetrica .....	563
<b>13.10</b>	<b>La vestizione della cartografia</b> .....	565
<b>13.11</b>	<b>Il foglio di stampa: elementi grafici e dati di completamento</b> .....	566
<b>13.12</b>	<b>Dalla cartografia ai GIS</b> .....	567
13.12.1	Definizione di GIS e di SIT .....	567
13.12.2	Peculiarità della geometria cartografica per un GIS .....	570

## TOPOGRAFIA DI BASE

---

13.12.3	Il data base topografico di un GIS; la topologia .....	573
13.12.4	Dati vettoriali e dati raster .....	579
13.12.5	La gestione dei dati in un GIS .....	579
<b>13.13</b>	<b>Considerazioni sulla costruzione del data base topografico per GIS .....</b>	<b>581</b>

## CAPITOLO 14

<b>FOTOGRAMMETRIA TERRESTRE O DEI VICINI .....</b>	<b>583</b>	
<b>14.1 Modalità di esecuzione .....</b>	<b>584</b>	
14.1.1	La presa normale e le equazioni di Porro .....	584
14.1.2	Procedimento assimilato alla aerofotogrammetria .....	589
14.1.3	La base di presa .....	590
14.1.4	La scala del fotogramma .....	591
<b>14.2 Le camere da presa .....</b>	<b>592</b>	
14.2.1	Camere metriche .....	592
14.2.2	Camere semimetriche .....	595
14.2.3	Camere amatoriali .....	596
14.2.4	Camere digitali .....	598
14.2.5	Il fototeodolite .....	599
14.2.6	La camera stereometrica o bicamera .....	601
<b>14.3 Strumenti per la determinazione delle coordinate lastra .....</b>	<b>601</b>	
14.3.1	Lo stereoscopio e la barra di parallasse .....	601
14.3.2	Il mono-comparatore .....	603
14.3.3	Lo stereo-comparatore .....	604
<b>14.4 Progetto ed esecuzione del rilievo dei vicini .....</b>	<b>605</b>	
14.4.1	Le operatività topografiche nel rilievo dei vicini .....	605
14.4.2	I dati informativi della presa .....	607
14.4.3	Restituzione di un bene architettonico .....	610
14.4.4	Restituzione di altri oggetti .....	613
<b>14.5 La trasformazione omografica o “raddrizzamento” .....</b>	<b>613</b>	
<b>14.6 Cenni sul rilievo laser scanner .....</b>	<b>619</b>	
<b>14.7 Scansione tridimensionale da immagini stereoscopiche .....</b>	<b>625</b>	
14.7.1	Fotogrammetria e nuvole di punti: photo-based 3d scanning .....	625
14.7.2	Alcuni esempi .....	626
14.7.3	Il modello 3D in PDF .....	629

## CAPITOLO 15

<b>TRACCIAMENTO .....</b>	<b>631</b>	
<b>15.1 Operatività per il Catasto Terreni .....</b>	<b>633</b>	
<b>15.2 Tracciamento delle infrastrutture lineari .....</b>	<b>640</b>	
15.2.1	La cartografia di progetto e di tracciamento .....	640

## TOPOGRAFIA DI BASE

---

15.2.2	Il tracciamento della linea d'asse .....	642
15.2.3	Rilievo di dettaglio, sezioni trasversali e modello del terreno .....	643
15.2.4	Il picchettamento del progetto definitivo .....	644
15.2.5	Il tracciamento in galleria .....	646
15.2.6	Posizionamento delle infrastrutture e predisposizione per la manutenzione .....	648
<b>15.3</b>	<b>Tracciamento di edificati</b> .....	<b>649</b>
<b>15.4</b>	<b>Una proposta disciplinare</b> .....	<b>652</b>

## CAPITOLO 16

<b>CAPITOLATI E COLLAUDO</b> .....	<b>653</b>	
<b>16.1</b>	<b>Il contratto per un lavoro topografico</b> .....	<b>654</b>
<b>16.2</b>	<b>Il Capitolato d'Appalto per la cartografia da riprese aerofotogrammetriche</b> .....	<b>656</b>
16.2.1	Oggetto del lavoro .....	657
16.2.2	La scala di graficizzazione e le precisioni attese .....	657
16.2.3	Norme di riferimento .....	660
16.2.4	Importo dei lavori .....	661
16.2.5	Tempo di esecuzione .....	662
16.2.6	Disposizioni amministrativo-economiche .....	664
16.2.7	Qualificazione della Ditta esecutrice e del personale .....	666
16.2.8	Documentazione topografica e cartografica preliminare .....	667
16.2.9	Sistema di riferimento e rete di inquadramento .....	668
16.2.10	Rete di raffittimento .....	669
16.2.11	Ripresa e restituzione aerofotogrammetrica .....	673
16.2.12	Banche dati: organizzazione, codici, topologia, congruenze .....	680
16.2.13	Rilievo di dettaglio e ricognizione .....	681
16.2.14	Editing, taglio dei fogli, cornice .....	684
16.2.15	Elaborati di consegna .....	687
<b>16.3</b>	<b>Il collaudo</b> .....	<b>689</b>
16.3.1	La figura del collaudatore .....	689
16.3.2	Doveri della Ditta verso il Collaudatore .....	690
16.3.3	Doveri dell'Ente appaltante e della D.L. verso il Collaudatore .....	691
16.3.4	Criteri di collaudo .....	691
16.3.5	L'esecuzione del collaudo .....	691
16.3.6	Risultanze del collaudo delle singole fasi operative .....	692
16.3.7	Indicazioni per il collaudo delle singole fasi operative .....	693
16.3.8	Collaudo finale: relazione e certificato di collaudo .....	698
<b>16.4</b>	<b>Le procedure per aggiornamento delle cartografie catastali</b> .....	<b>699</b>
<b>16.5</b>	<b>Capitolati per lavori di rilievo diretto e per cartografie a grandissima scala</b> .....	<b>701</b>
16.5.1	Rete di inquadramento .....	702

	16.5.2 Rete di raffittimento .....	702
	16.5.3 Il rilievo di dettaglio .....	705
	16.5.4 La rappresentazione e le banche dati .....	705
<b>16.6</b>	<b>Cenno alle procedure in qualità .....</b>	<b>706</b>

**APPENDICE A**

<b>RICHIAMI DI MATEMATICA .....</b>		<b>711</b>
<b>A.1</b>	<b>Unità di misura angolari e trasformazioni reciproche .....</b>	<b>711</b>
	A.1.1 Il sistema sessagesimale .....	711
	A.1.2 Il sistema sessadecimale .....	712
	A.1.3 Il sistema centesimale .....	713
	A.1.4 Il sistema millesimale .....	713
	A.1.5 Il sistema assoluto o dei radianti .....	713
	A.1.6 Trasformazioni angolari .....	715
	A.1.7 Gli angoli “topografici” .....	717
<b>A.2</b>	<b>Il triangolo: figura fondamentale per la topografia .....</b>	<b>719</b>
<b>A.3</b>	<b>Funzioni trigonometriche fondamentali .....</b>	<b>721</b>
	A.3.1 Funzioni trigonometriche inverse .....	724
<b>A.4</b>	<b>Risoluzione di triangoli qualsiasi .....</b>	<b>726</b>
	A.4.1 Risoluzione di un triangolo di cui siano noti i tre lati .....	727
	A.4.2 Risoluzione di un triangolo di cui siano noti due lati e l’angolo compreso .....	728
	A.4.3 Risoluzione di un triangolo di cui siano noti un lato e due angoli .....	729
	A.4.4 Risoluzione di un triangolo di cui siano noti due lati e un angolo non compreso fra essi .....	730
<b>A.5</b>	<b>Circonferenze notevoli di un triangolo .....</b>	<b>731</b>
	A.5.1 Circonferenza circoscritta .....	731
	A.5.2 Circonferenza inscritta .....	732
	A.5.3 Circonferenze ex inscritte .....	733
<b>A.6</b>	<b>Risoluzione di quadrilateri .....</b>	<b>734</b>
	A.6.1 Risoluzione di un quadrilatero romboidale .....	734
	A.6.2 Risoluzione di un quadrilatero trapezoidale .....	735
	A.6.3 Risoluzione di un poligono con più di quattro lati .....	738
	A.6.4 Generalizzazione della formula di camminamento .....	739
<b>A.7</b>	<b>Coordinate cartesiane e geometria analitica .....</b>	<b>740</b>
	A.7.1 I riferimenti sul piano topografico: polare e cartesiano .....	740
	A.7.2 Trasformazioni da coordinate polari a cartesiane .....	742
	A.7.3 Trasformazione di coordinate cartesiane in polari .....	744
	A.7.4 Il cambiamento di sistema di riferimento: la rototraslazione .....	748
<b>A.8</b>	<b>Nozioni di geometria analitica sul piano .....</b>	<b>750</b>
	A.8.1 Equazione della retta .....	750

## TOPOGRAFIA DI BASE

A.8.2	Il punto come intersezione di rette .....	751
A.8.3	Risoluzione di figure geometriche tramite le coordinate cartesiane dei vertici .....	752
<b>A.9</b>	<b>Il calcolo della posizione di nuove dividenti di terreni</b> .....	<b>756</b>
A.9.1	Calcolo preliminare delle superfici parziali .....	757
A.9.2	Divisione di un terreno con dividenti che escono da un punto noto .....	757
A.9.3	Divisione di un terreno con dividenti parallele (o perpendicolari) ad una direzione assegnata .....	760
<b>A.10</b>	<b>Le primitive grafiche nel disegno vettoriale</b> .....	<b>764</b>
<b>A.11</b>	<b>Brevi nozioni di calcolo matriciale</b> .....	<b>765</b>
A.11.1	Sistemi lineari di due equazioni e due incognite .....	765
A.11.2	Matrice trasposta .....	767
A.11.3	Somma di due matrici .....	767
A.11.4	Prodotto di due matrici .....	768
A.11.5	Calcolo del determinante di una matrice quadrata .....	768
A.11.6	Matrice inversa .....	770
A.11.7	Risoluzione di un sistema di due equazioni in due incognite con il calcolo matriciale .....	772
A.11.8	Derivate e derivate parziali .....	775

## APPENDICE B

<b>RICHIAMI DI TEORIA DEGLI ERRORI</b> .....	<b>779</b>	
<b>B.1</b>	<b>Introduzione</b> .....	<b>779</b>
<b>B.2</b>	<b>Gli errori e la necessità delle misure sovrabbondanti di una stessa grandezza</b> .....	<b>781</b>
B.2.1	Errori grossolani o materiali .....	782
B.2.2	Errori sistematici .....	782
B.2.3	Errori accidentali .....	784
<b>B.3</b>	<b>Rappresentazione delle definizioni di errore grossolano, sistematico ed accidentale</b> .....	<b>784</b>
<b>B.4</b>	<b>Il campo di applicazione della teoria degli errori</b> .....	<b>787</b>
<b>B.5</b>	<b>Concetti di matematica statistica e probabilistica</b> .....	<b>788</b>
<b>B.6</b>	<b>Variabile statistica ad una dimensione</b> .....	<b>789</b>
<b>B.7</b>	<b>Rappresentazioni di una variabile statistica ad una dimensione</b> .....	<b>792</b>
B.7.1	Rappresentazione grafica .....	792
B.7.2	Rappresentazione analitica .....	795
<b>B.8</b>	<b>La diseguaglianza di Tchebycheff</b> .....	<b>799</b>
<b>B.9</b>	<b>Legge empirica del caso</b> .....	<b>800</b>
<b>B.10</b>	<b>Le variabili casuali</b> .....	<b>805</b>
<b>B.11</b>	<b>Regole generali sulle variabili casuali e teoremi fondamentali della probabilità</b> ..	<b>805</b>
<b>B.12</b>	<b>Misure dirette della stessa precisione</b> .....	<b>807</b>
<b>B.13</b>	<b>Distribuzioni normali: la legge di Gauss o di frequenza degli errori</b> .....	<b>808</b>

## TOPOGRAFIA DI BASE

<b>B.14</b>	<b>Errori medi di una serie misurativa normale</b> .....	810
<b>B.15</b>	<b>Tolleranza</b> .....	812
<b>B.16</b>	<b>Esempio numerico</b> .....	813
<b>B.17</b>	<b>Numero minimo di misure necessarie per applicare la teoria degli errori</b> .....	815
<b>B.18</b>	<b>Metodo dei minimi quadrati</b> .....	817
<b>B.19</b>	<b>Serie costituite da poche osservazioni; tolleranza a priori</b> .....	817
<b>B.20</b>	<b>Ellisse standard o ellisse d'errore</b> .....	818
<b>B.21</b>	<b>Grandezze ottenute dalla somma di misure dirette</b> .....	820
<b>B.22</b>	<b>Misure dirette di diversa precisione</b> .....	821
<b>B.23</b>	<b>Compensazione di osservazioni dirette condizionate</b> .....	826
<b>B.24</b>	<b>Misure che sono funzioni di serie misurative di grandezze indipendenti (misure indirette)</b> .....	830
<b>B.25</b>	<b>Media, varianza e covarianza nel caso di una variabile statistica a due dimensioni</b> .....	835
<b>B.26</b>	<b>Parametri dell'ellisse standard di errore</b> .....	837

## APPENDICE C

<b>STRUMENTI TOPOGRAFICI</b> .....	839	
<b>C.1</b>	<b>Le livelle</b> .....	839
	C.1.1 La livella torica .....	839
	C.1.2 La livella sferica .....	844
<b>C.2</b>	<b>Strumenti ottici semplici: microscopi, cannocchiali</b> .....	846
	C.2.1 Il microscopio semplice (lente di ingrandimento) .....	847
	C.2.2 Il microscopio composto .....	847
	C.2.3 Il cannocchiale a lunghezza costante .....	848
<b>C.3</b>	<b>Il teodolite ottico-meccanico</b> .....	853
	C.3.1 Le componenti principali di un teodolite ottico-meccanico .....	854
	C.3.2 Dotazioni accessorie del teodolite .....	858
	C.3.3 Tipi di teodolite .....	860
	C.3.4 Le condizioni di esattezza .....	861
	<i>La regola di Bessel</i> .....	866
	C.3.5 Messa in stazione del teodolite .....	869
	C.3.6 La collimazione .....	871
	C.3.7 La lettura dei valori decimali angolari .....	872
	C.3.8 Misurazione degli angoli orizzontali o azimutali con il teodolite .....	876
<b>C.4</b>	<b>La stazione totale</b> .....	880
	C.4.1 I cerchi orizzontale e verticale .....	884
	C.4.2 Funzionamento del distanziometro .....	886
	C.4.3 Telluometri e Geodimetri .....	890
	C.4.4 Distanziometri a impulsi .....	893
	C.4.5 Il riflettore o prisma .....	896

## TOPOGRAFIA DI BASE

---

C.4.6	Le condizioni di esattezza della stazione totale .....	897
C.4.7	Uso della stazione totale .....	898
C.4.8	Il formato dei dati registrati .....	902
<b>C.5</b>	<b>Evoluzione della Stazione Totale .....</b>	<b>902</b>
<b>C.6</b>	<b>La MultiStation (Stazione Totale Multifunzione) .....</b>	<b>910</b>
<b>C.7</b>	<b>Teodolite giroscopico o Giroteodolite .....</b>	<b>916</b>
<b>C.8</b>	<b>I Livelli .....</b>	<b>920</b>
C.8.1	Il livello ottico-meccanico .....	921
C.8.2	Verticalità dell'asse di rotazione .....	923
C.8.3	Parallelismo dell'asse di collimazione e dell'asse della livella torica .....	923
C.8.4	La rettifica su linea .....	925
C.8.5	Tipi di livello .....	926
C.8.6	Le stadie verticali .....	928
C.8.7	Misurazione delle distanze con il livello .....	930
<b>C.9</b>	<b>Il livello elettro-ottico o digitale .....</b>	<b>931</b>
C.9.1	La stadia codificata a barre .....	933
C.9.2	Le condizioni di esattezza .....	933
C.9.3	Le precisioni .....	934
<b>C.10</b>	<b>Strumenti accessori per il rilievo di dettaglio .....</b>	<b>935</b>
C.10.1	Lo squadro agrimensorio .....	935
C.10.2	Squadro a prisma .....	939
C.10.3	Fettuccia metrica (o rotella metrica o longimetro a nastro o flessometro)...	942
C.10.4	Il distanziometro manuale (o metro laser) .....	944
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	.....	<b>947</b>