

# manuale cremonese del Geometra

mc | G

quinta edizione  
con sito web

ZANICHELLI

---

# Prefazione

La quinta edizione del Manuale Cremonese del Geometra, completamente aggiornata e rinnovata, si compone di due moduli.

Il modulo *Discipline propedeutiche* riporta un ricco prontuario di nozioni relative alla matematica, alla fisica, alla chimica, alla geologia, all'informatica, al risparmio energetico che risultano utili – agli studenti e ai geometri professionisti – come materiali di riferimento e di consultazione rapida nonché come valido punto di partenza per una più approfondita ricerca nei confronti dei vari argomenti presi in esame.

Il secondo modulo è articolato in 11 parti dedicate a tutte le materie necessarie non solo per gli studenti che frequentano l'ultimo anno della scuola secondaria ma anche per i professionisti che quotidianamente si confrontano sul campo con i problemi legati al settore delle costruzioni: dallo studio di fattibilità alla progettazione degli edifici, delle strutture, delle strade e degli impianti e al relativo dimensionamento, dalla scelta dei materiali alla relativa posa in opera, dalle verifiche del comportamento dei materiali e delle strutture rispetto ai fattori ambientali, alla messa in sicurezza, dalle perizie all'adeguamento degli edifici alle normative, in continua evoluzione, in materia di sicurezza, sismicità, risparmio energetico, protezione antincendio, barriere architettoniche, impatto ambientale ecc.

Queste materie sono trattate in forma ricca ed esaustiva, corredata da formule, e sono costantemente accompagnate e completate da immagini, tabelle ed esempi “svolti” che, da un lato, mostrano allo studente l'applicazione pratica dei concetti spiegati dai docenti e, dall'altro, servono da prontuario ai professionisti.

Compilare un'opera di consultazione, specie a carattere enciclopedico e soggetta a continuo aggiornamento come questa, è un'impresa difficile. L'esperienza dimostra che imprecisioni, errori e omissioni possono essere limitati ma non del tutto evitati; ringraziamo fin d'ora i lettori che ce li vorranno segnalare in vista delle future edizioni.

# Indice generale

## Parte generale

### DISCIPLINE PROPEDEUTICHE

#### 1 MATEMATICA

1. Geometria	3
2. Strutture algebriche	9
3. Matrici e sistemi lineari	10
4. Trigonometria	13
5. Richiami di algebra degli insiemi	18
6. Potenze di numeri	20
7. Logaritmi di numeri	21
8. Radicali e operazioni su di essi	21
9. Numeri complessi	22
10. Polinomi	23
11. Equazioni e disequazioni di I e II grado	26
12. Funzioni reali	26
13. Calcolo differenziale	36
14. Funzioni di più variabili	41
15. Calcolo integrale	42
16. Serie	47
17. Equazioni differenziali	53
18. Analisi di Fourier	55

#### 2 UNITÀ DI MISURA

1. Generalità	57
2. Grandezze fondamentali e relative unità	57
3. Multipli e sottomultipli	58
4. Grandezze fisiche e unità di misura	59
5. Tabelle di conversione	59
6. Impiego delle tabelle di conversione delle unità di misura	69

#### 3 DISEGNO TECNICO

1. Norme fondamentali	77
2. Costruzioni geometriche	84
3. Rappresentazione in proiezione ortogonale	87
4. Rappresentazione in proiezione quotata	91
5. Elementi di prospettiva	92
6. Teoria delle ombre	95
7. Principi generali di rappresentazione	96
8. Progettazione e tecniche di rilevamento	101
9. Cenni sulle tecniche per il rilevamento architettonico	112

#### 4 FISICA

1. Vettori	115
2. Cinematica	117
3. Statica	121

4. Dinamica	123
5. Proprietà meccaniche dei solidi	130
6. Fluidi	131
7. Onde	135
8. Termodinamica	140
9. Ottica	148

#### 5 ELETTROTECNICA

1. Unità di misura elettriche e magnetiche	157
2. Carica elettrica e legge di Coulomb	157
3. Campo elettrico	157
4. Materiali conduttori, isolanti, dielettrici	158
5. Tensione elettrica	158
6. Capacità elettrica e condensatori	158
7. Corrente elettrica	159
8. Generatori elettrici	159
9. Resistenza elettrica	160
10. Leggi dei circuiti in corrente continua	160
11. Elettromagnetismo	161
12. Induzione elettromagnetica	161
13. Induttanza di un circuito	162
14. Correnti alternate	162
15. Leggi dei circuiti in corrente alternata	163
16. Circuiti in c.a. comprendenti un condensatore	163
17. Sistemi trifasi	164
18. Misura delle grandezze in c.c.	164
19. Misura delle grandezze in c.a.	165

#### 6 CHIMICA E PROPRIETÀ DEI MATERIALI

1. Chimica generale, inorganica e organica	167
2. Materiali per l'elettronica e l'elettrotecnica	208

#### 7 GEOLOGIA

I. PRINCIPI DI GEOLOGIA	231
1. Generalità	231
2. L'indagine geologica	231
3. Rocce, terre e ammassi rocciosi	232
4. Rappresentazione e interpretazione dei dati geologici	236
5. Linee guida per la risoluzione di problematiche geologiche	237
6. Normativa di riferimento	238
7. Glossario dei termini geologici	238
II. LE ROCCE	239
8. Generalità	239
9. I minerali delle rocce	239
10. Proprietà tecniche delle rocce: proprietà fisico-chimiche	241



2. Lavorabilità	565	<b>8 MATERIALI PER PAVIMENTI</b>	
3. Validità in esercizio	565	1. Generalità	595
II. SALDATURA E TAGLIO DEI METALLI	566	2. Materiali lapidei	595
4. Prodotti di saldatura	566	3. Ceramiche	598
5. Sollecitazioni nelle saldature	567	4. Pavimenti in legno	601
6. Modalità esecutive delle saldature	567	5. Materiali resilienti	602
7. Taglio dei metalli	568	6. Materiali tessili	609
III. PROTEZIONE DEI METALLI	568	<b>9 MATERIALI CERAMICI E VETRI</b>	
8. Dalla corrosione	568	1. Materiali ceramici	611
9. Dal fuoco	569	2. Il ciclo di lavorazione	611
IV. FERRO E SUE LEGHE	569	3. Classificazione dei materiali ceramici per composizione chimica	612
10. Ferro	569	4. Normativa per i prodotti ceramici	613
11. Acciai	569	5. Vetri	614
12. Ghisa	570	6. Proprietà chimico-fisiche e meccaniche	615
V. METALLI NON FERROSI	571	7. Prodotti vetrari	616
13. Rame	571	8. Lavorazioni accessorie	617
14. Stagno	571	9. Normativa per i prodotti vetrari	618
15. Piombo	571	<b>10 MATERIALI VARI PER L'EDILIZIA</b>	
16. Alluminio	571	1. Lastre e pannelli prefabbricati per tramezzature, controfodere e protezione antincendio	621
17. Zinco	571	2. Geotessili e geomembrane	622
VI. LEGHE METALLICHE	571	3. Legno lamellare incollato	623
18. Leghe di rame	571	4. Materiali isolanti	623
19. Leghe di alluminio	571	5. Massetti isolanti in calcestruzzo	625
<b>6 TUBAZIONI</b>		6. Intonaci deumidificanti	625
I. TUBAZIONI PER ACQUEDOTTI	573	<b>11 TINTE, PITTURE E VERNICI</b>	
1. La normazione delle tubazioni in Italia	573	1. Generalità	625
2. Tubazioni di acciaio	574	2. Tinte all'acqua	628
3. Tubazioni di ghisa	575	3. Pitture e vernici	629
4. Tubazioni di cemento armato	578	4. Smalti	631
5. Tubazioni di fibrocemento	579	<b>12 LEGANTI BITUMINOSI E ASFALTI</b>	
6. Tubi di PVC (policloruro di vinile) rigido non plastificato	580	1. Leganti bituminosi	633
7. Tubi di polietilene (resina termoplastica ottenuta per polimerizzazione diretta dell'etilene)	581	2. Asfalti	636
8. Tubazioni di vetroresina (PRFV)	582	3. Catrami	637
II. TUBAZIONI PER FOGNATURE	584	4. Materiali impermeabilizzanti derivati da bitumi e catrami	637
9. Tubazioni di gres ceramico	584	5. Sigillanti	638
10. Tubazioni di fibrocemento (Norme UNI 5341)	584	<b>13 MALTE E CALCESTRUZZI</b>	
11. Tubazioni di cemento	584	I. GENERALITÀ	639
12. Tubazioni di PVC rigido non plastificato (Norme UNI EN ISO 1452-2:2010, UNI EN 1329-1:2000, UNI EN 1401-1:2009 Tipo 303)	585	1. Premesse	639
13. Tubazioni di polietilene ad alta densità (PE A.D.) (Norme UNI EN 12666-1:2011 Tipo 303 e UNI 10968)	585	2. Requisiti di componenti di malte e calcestruzzi	639
14. Tubazioni di vetroresina (PRFV) (Norme UNIPLAST 336/A)	585	3. Confezione delle malte e dei calcestruzzi	640
15. Tubazioni di acciaio (Norme UNI 1285:1968 e UNI EN 10224:2006 ex UNI 6363)	585	4. Composizione delle malte comuni	640
16. Tubazioni di ghisa sferoidale (Norme UNI 5336)	585	5. Composizione dei calcestruzzi comuni	641
III. TUBAZIONI VARIE	585	II. TECNOLOGIA DEI CALCESTRUZZI	641
17. Tubazioni di rame e bronzo	585	6. Controlli	641
18. Tubi di ottone	585	7. Granulometria degli inerti	644
19. Tubi di piombo	585	8. Calcestruzzi plastici	645
<b>7 MARMI E PIETRE ORNAMENTALI</b>		9. Calcestruzzi gettati in acqua	647
1. Generalità	587	10. Calcestruzzi speciali	647
2. Classificazione	587	11. Protezione dei calcestruzzi in faccia vista	648
3. Proprietà e caratteristiche tecniche	587	12. Norme tecniche riguardanti i calcestruzzi	648
4. Lavorazioni	591	III. DEGRADO E RESTAURO STRUTTURALE DELLE OPERE IN CALCESTRUZZO E IN CEMENTO ARMATO	652
5. Tipologie di prodotto	591	A. Danni al calcestruzzo fluido durante il trasporto, la presa e l'indurimento	652
6. Criteri di scelta e impiego dei marmi e delle pietre	592	13. Danni ai calcestruzzi preconfezionati	652
7. Normativa di riferimento	593	14. Danni provocati dalle temperature estreme	653
		B. Danni alle opere in calcestruzzo e in cemento armato	653

15. Danni provocati da temperature rigide	653	5. Archi in cemento armato	718
16. Danni causati da acque aggressive	653	6. Archi in acciaio	718
17. Danni provocati dagli incendi	655	7. Archi in legno lamellare	718
18. Ripristino di strutture in calcestruzzo degradate	655		
19. Lento degrado del calcestruzzo non protetto dagli agenti atmosferici, dovuto alla carbonatazione	656		
20. Durabilità	657		

## Parte seconda

### ELEMENTI DI FABBRICA

#### 1 FONDAZIONI

1. Generalità	661
2. Esame del terreno	661
3. Fondazioni dirette	662
4. Palificate	673
5. Calcolo della portata dei pali	677
6. Esempi di calcolo per pali trivellati	680
7. Prove di carico sui pali	681
8. Portata di una palificata	682
9. Fondazioni profonde speciali	682
10. Norme tecniche riguardanti le opere di fondazione	684

#### 2 PALANCOLATE E DIAFRAMMI

1. Generalità	689
2. Palancole	689
3. Diaframmi	690
4. Iniezioni di cemento	693
5. Norme tecniche riguardanti le paratie	693

#### 3 MURATURE

1. Definizione	695
2. Proprietà e requisiti dei materiali costituenti	695
3. Muratura formata con elementi resistenti naturali	697
4. Muratura formata con elementi resistenti artificiali	697
5. Muratura a cassa vuota (o a cassetta)	698
6. Requisiti e proprietà delle murature	699
7. Muratura armata	702
8. Muratura precompressa	703
9. Resistenza termica delle murature	703

#### 4 TRAVI E ARCHITRAVI

1. Generalità sulle travi	705
2. Travi in legno	705
3. Travi in ferro	705
4. Travi composte	707
5. Travi composte di legno, a elementi sovrapposti	708
6. Travi a 2T composte, in ferro, ad anima piena	709
7. Travi armate	710
8. Architravi	711
9. Appoggio delle travi sui muri	711
10. Incastro delle travi nei muri	712

#### 5 ARCHI

1. Generalità	713
2. Classificazione	713
3. Comportamento statico	713
4. Archi in muratura	714

5. Archi in cemento armato	718
6. Archi in acciaio	718
7. Archi in legno lamellare	718

#### 6 SOLAI

1. Classificazione e pesi	719
2. Solai in legno	719
3. Solai in acciaio e laterizi	720
4. Solai con lamiere grecate	720
5. Solai in cemento armato	721
6. Solai con travetti in polistirene	731
7. Solai alveolari prefabbricati	732

#### 7 VOLTE

1. Generalità	733
2. Note storiche	733
3. Classificazione	734
4. Volte murarie	735
5. Volte in calcestruzzo	740
6. Volte a struttura metallica	740
7. Volte a telone	740
8. Volte pneumatiche	740

#### 8 SCALE

1. Generalità	743
2. Tipologia delle scale	743
3. Criteri di progettazione	743
4. Modalità realizzative	744
5. Sovraccarichi	747
6. Sicurezza in caso di incendio	747
7. Corrimano e parapetti	748

#### 9 TETTI E TERRAZZE

1. Generalità	751
2. Tetto a falde	751
3. Terrazze (coperture piane)	756

#### 10 PREFABBRICAZIONE EDILIZIA

1. Introduzione	759
2. Generalità	759
3. Classificazione	763
4. Sistemi costruttivi prefabbricati portanti	764
5. Elementi costruttivi portati	767
6. Prescrizioni e norme	772

#### 11 INFISSI

1. Generalità	775
2. Finestre	775
3. Facciate continue	782
4. Porte, portoncini e portoni	783
5. Serrande	784

#### 12 OPERE COMPLEMENTARI E DI RIFINITURA DEGLI EDIFICI

I. OPERE COMPLEMENTARI	785
1. Impermeabilizzazione	785
2. Isolamento termico	786
3. Isolamento dal terreno	787
4. Controsoffitti	787
II. OPERE DI RIFINITURA	788
5. Opere in marmi e pietre naturali	788
6. Intonaci	789
7. Pavimentazioni	790
8. Rivestimenti	792
9. Tinteggiature	794

Parte terza

**RESISTENZA DEI MATERIALI**

**1 STATICA GRAFICA – GEOMETRIA DELLE MASSE – EQUILIBRIO DEI CORPI VINCOLATI**

1. Segmenti orientativi e vettori	799
2. Sistema di vettori, componente, risultante	799
3. Momento di un vettore e di un sistema di vettori; coppie	800
4. Equivalenza, asse centrale, poligono funicolare	801
5. Sistemi paralleli, calcolo grafico del momento, centro	802
6. Asse centrale di due vettori paralleli	802
7. Poligono dei successivi risultati	803
8. Momenti statici e baricentri	803
9. Momenti di inerzia	805
10. Forze e vincoli nei sistemi piani	809
11. Equilibrio dei corpi vincolati. Equazione della statica	809
12. Corpi rigidi multipli vincolati	812
13. Travature reticolari	812

**2 RESISTENZA DEI MATERIALI**

I. CARATTERISTICHE DI SOLLECITAZIONE (AZIONI INTERNE)	815
1. Definizioni	815
2. Diagrammi delle caratteristiche di sollecitazione	816
II. RESISTENZA E METODI DI CALCOLO DELLE STRUTTURE	829
3. Comportamento sotto carico dei materiali da costruzione	829
4. Metodi di calcolo per le strutture resistenti	833
III. SOLLECITAZIONI SEMPLICI	836
5. Sollecitazioni di trazione o pressione semplici	836
6. Sollecitazione di taglio semplice	837
7. Sollecitazione di flessione semplice	837
8. Sollecitazione di flessione deviata	838
9. Sollecitazione di torsione semplice	839
IV. SOLLECITAZIONI COMPOSTE	842
10. Sollecitazione composta di flessione e taglio	842
11. Sollecitazione composta di pressione e flessione	843
12. Sollecitazione composta di flessione e trazione	845
13. Sollecitazione composta di pressione (o trazione), flessione e taglio	845
14. Instabilità elastica; carico di punta	846

**3 GEOTECNICA**

I. CARATTERISTICHE E CLASSIFICA DELLE TERRE	853
1. Generalità	853
2. Caratteristiche intrinseche delle terre	854
3. Caratteristiche variabili delle terre	857
4. Classifica delle terre	860
II. INDAGINI GEOTECNICHE	862
5. Indagini in sito	862
6. Indagini di laboratorio	865
7. Prove di carico	866
III. ELEMENTI DI MECCANICA DEI TERRENI	866
8. Carico critico e carico limite	866
9. Tensioni indotte nel sottosuolo da carichi verticali	868
10. Cedimenti del sottosuolo	870
11. Assesamento del terreno nel tempo	872

IV. NORMATIVA GEOTECNICA (Legge 2 febbraio 1974, n. 64 e D.M. 11 marzo 1988)	872
12. Premessa	872
A. Disposizioni generali	872
B. Indagini geotecniche	873
13. Istruzioni applicative per la redazione della relazione geologica e della relazione geotecnica	874

**4 DETERMINAZIONE DEI CARICHI AGENTI SULLE COSTRUZIONI**

I. CARICHI	877
1. Analisi dei carichi	877
2. Sistemi piani strutturali e di carico	877
3. Sovrapposizione degli effetti	877
4. Diagrammi di carico	878
5. Criteri di sicurezza	878
6. Norme di sicurezza	878
7. Premesse	878
8. Scopo delle verifiche di sicurezza	878
II. IPOTESI DI CARICO SULLE COSTRUZIONI	878
9. Pesi propri dei materiali strutturali	878
10. Carichi permanenti non strutturali	879
11. Carichi variabili	880
12. Azioni della neve	880
13. Azioni del vento	883
14. Azioni della temperatura	888
15. Azioni eccezionali	889
16. Azioni dirette e indirette	896

**5 COSTRUZIONI IN MURATURA**

1. Definizioni e normativa	899
2. Disposizione e collegamento delle murature negli edifici	899
3. Muri senza funzione portante	900
4. Dimensionamento e verifica delle strutture murarie portanti	900

**6 CEMENTO ARMATO**

1. Generalità	905
2. Normativa	905
3. Proprietà e caratteristiche dei materiali	905
4. Norme di calcolo	907
5. Norme di esecuzione	909
6. Sollecitazione di pressione semplice	910
7. Il carico di punta nelle strutture di cemento armato	912
8. Sollecitazione di trazione semplice	913
9. Sollecitazione di flessione e taglio	913
10. Verifica a punzonamento	933
11. La torsione nelle travi rettangolari	934
12. Flessione semplice retta e sforzo normale di compressione	935
13. Esempi di strutture in calcestruzzo armato	937

**7 CEMENTO ARMATO PRECOMPRESSO**

1. Premesse	943
2. Dimensionamento e calcolo della sezione	944
3. Pregi del cemento armato precompresso	944
4. Norme tecniche per l'esecuzione di opere in cemento armato precompresso	945

**8 COSTRUZIONI IN ACCIAIO**

I. NORME IN VIGORE	959
1. Generalità	959
2. Campo di applicazione	959
3. Disciplina delle opere	959





6. Misure di sicurezza e protezioni	1326
II. IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE	1333
7. Grandezze fotometriche	1333
8. Illuminazione artificiale di interni	1333
9. Caratteristiche tecniche ed economiche delle lampade	1334
10. Apparecchi e sistemi di illuminazione	1335
11. Dimensionamento di un impianto di illuminazione per interni	1336
12. Illuminazione artificiale di superfici all'aperto	1340
13. Bibliografia	1340
<b>5 ASCENSORI E MONTACARICHI, SCALE MOBILI</b>	
I. ASCENSORI E MONTACARICHI	1343
1. Legislazione	1343
2. Generalità	1343
3. Ascensori con organo ad aderenza	1343
4. Ascensori idraulici	1349
5. Montalettighe	1351
6. Montacarichi	1351
II. SCALE E TAPPETI MOBILI	1351
7. Scale mobili	1351
8. Tappeti mobili	1351
<b>6 IMPIANTI DI RISCALDAMENTO E CLIMATIZZAZIONE</b>	
I. CARICHI TERMICI NEGLI EDIFICI	1355
1. Aspetti generali	1355
2. Carichi termici invernali	1357
3. Carichi termici estivi	1357
II. IMPIANTI DI RISCALDAMENTO	1362
4. Suddivisione degli impianti di riscaldamento	1366
5. Sistemi di distribuzione	1378
III. IMPIANTI DI CLIMATIZZAZIONE	1384
6. Aspetti generali	1387
7. Centrali frigorifere	1389
8. Impianti centralizzati	1391
9. Impianti centralizzati a tutt'aria	1392
10. Impianti centralizzati che servono più ambienti contemporaneamente ("multizone")	1395
11. Impianti a doppio condotto	1395
12. Impianti a portata variabile	1395
13. Impianti ad alta velocità con cassette terminali	1395
14. Impianti misti	1395
15. Impianti autonomi	1398
16. Filtri	1399
17. Distribuzione dell'aria	1400
18. Distribuzione dell'aria in ambiente	1402
IV. NORMATIVE VIGENTI	1406
19. Normative soggette al controllo VV.FF.	1407
20. Normative per la sicurezza degli impianti	1408
<b>7 RISPARMIO ENERGETICO</b>	
1. Sistemi passivi	1411
2. Sistemi attivi	1419
3. Normativa vigente per il risparmio energetico negli impianti di climatizzazione invernale	1430

## Parte sesta

### IMPATTO AMBIENTALE, QUALITÀ, BARRIERE ARCHITETTONICHE E TECNOLOGIE ANTINQUINAMENTO

#### 1 IMPATTO AMBIENTALE

1. Origini ed effetti degli inquinanti	1437
2. Le basi normative per la tutela del patrimonio ambientale	1437

#### 2 QUALITÀ

I. QUALITÀ APPLICATA ALLE IMPRESE	1453
1. Cos'è un'organizzazione	1453
2. Obiettivi di un'organizzazione	1453
3. Come raggiungere gli obiettivi definiti attraverso l'adozione di un sistema di gestione	1453
4. Quale sistema di gestione scegliere	1454
II. TERMINOLOGIA UTILIZZATA NELL'AMBITO DEI SISTEMI GESTIONE QUALITÀ	1455
III. NORME APPLICABILI PER LA CERTIFICAZIONE DEI SISTEMI GESTIONE QUALITÀ	1455
5. Assicurazione qualità	1456
6. Gestione per la qualità	1456
IV. CERTIFICAZIONE DEI SISTEMI DI GESTIONE QUALITÀ AZIENDALI	1457
7. Cosa si deve fare per certificare il sistema di gestione qualità di un'organizzazione	1457
8. Chi rilascia la certificazione	1457
9. Accredimento degli organismi di certificazione	1457
10. Criteri per la concessione della certificazione	1457
11. Modalità di verifica dei sistemi di gestione	1457
V. APPROCCIO PER PROCESSI	1458
VI. QUALIFICAZIONE DELLE IMPRESE DI COSTRUZIONE NEGLI APPALTI PUBBLICI	1459
12. Il sistema italiano	1460
13. Il requisito della qualità	1462
14. Validità della certificazione	1463

#### 3 BARRIERE ARCHITETTONICHE

1. Generalità	1469
2. Riferimenti normativi	1469
3. Definizioni	1469
4. Criteri generali di progettazione	1470
5. Criteri di progettazione per l'accessibilità	1470
6. Criteri di progettazione per la visitabilità	1474
7. Criteri di progettazione per l'adattabilità	1474
8. Spazi di manovra con sedia a ruote	1474
9. Soluzione tecniche conformi	1475
10. Elaborati tecnici	1475
11. Deroghe e soluzioni alternative	1475

#### 4 NORME ANTINCENDIO

1. Generalità	1479
2. Definizioni generali	1479
3. Norme di sicurezza antincendio per gli edifici di civile abitazione	1480
4. Le azioni del fuoco nella progettazione strutturale con le N.T.C. del 14 gennaio 2008	1481
5. Sistemi di protezione attiva - Mezzi antincendio	1483
6. Certificato di prevenzione incendi	1483

**5 IMPIANTI PER LO SMALTIMENTO DEI RIFIUTI**

- 1. Premessa 1485
- 2. Gestione dei rifiuti 1491

**6 IMPIANTI DI DEPURAZIONE DELLE ACQUE**

- 1. Premessa 1507
- 2. Trattamento delle acque di scarico 1509
- 3. Trattamento dei fanghi 1512

**7 IMPIANTI PER LA DEPURAZIONE DEGLI EFFLUENTI GASSOSI**

- 1. Generalità 1515
- 2. Inquinanti 1516
- 3. L'inquinamento dell'aria negli stabilimenti industriali 1519
- 4. Impianti di depurazione a umido 1520
- 5. Impianti di depurazione a secco e semisecco 1520
- 6. Riduzione degli NOx 1523
- 7. Abbattimento di microinquinanti organici e inorganici 1524

Parte settima

**COSTRUZIONI STRADALI**

**1 PROGETTI STRADALI**

- I. STRADE E VEICOLI 1529
  - 1. Veicoli stradali 1529
  - 2. Resistenza al moto 1530
  - 3. Trazione e aderenza 1532
  - 4. Distanza di visibilità 1532
  - 5. Velocità di progetto 1533
  - 6. Classificazione delle strade e riferimenti normativi 1533
- II. SEZIONE TRASVERSALE STRADALE 1535
  - 7. Elementi costitutivi dello spazio stradale e categorie di traffico 1535
  - 8. Composizione della sezione stradale e sezioni stradali particolari 1535
  - 9. Pendenze trasversali della piattaforma 1545
  - 10. Caratteristiche costruttive ed elementi marginali della sede stradale 1548
- III. ANDAMENTO PLANIMETRICO DELL'ASSE STRADALE 1556
  - 11. Elementi del tracciato stradale ed elementi compositivi 1556
- IV. ANDAMENTO ALTIMETRICO DELL'ASSE STRADALE 1567
  - 12. Elementi del profilo altimetrico e criteri compositivi 1567
- V. IL TRACCIATO STRADALE NELLA SUA GLOBALITÀ 1569
  - 13. Le verifiche del tracciato 1569
- VI. LE STRADE DI MONTAGNA 1571
  - 14. Criteri generali per la progettazione delle strade di montagna 1571
- VII. INTERSEZIONI STRADALI 1574
  - 15. Generalità 1574
- VIII. LA REDAZIONE DEL PROGETTO STRADALE 1585
  - 16. Finalità e fasi della progettazione 1585
  - 17. Il progetto preliminare 1587
  - 18. Il progetto definitivo 1588
  - 19. Il progetto esecutivo 1589

- IX. TRACCIAMENTO 1595
  - 20. Generalità 1595
  - 21. Tracciamento planimetrico dell'asse 1596
  - 22. Bibliografia 1604

**2 COSTRUZIONE DEL CORPO STRADALE**

- I. OPERAZIONI PRELIMINARI 1605
  - 1. Premesse 1605
  - 2. Picchettazione dei lavori di sterro e di riporto 1605
- II. SCAVI 1606
  - 3. Generalità 1606
  - 4. Scavi a mano 1606
  - 5. Scavi a macchina 1607
  - 6. Scavi in roccia. Perforazione meccanica 1609
- III. TRASPORTO DELLE TERRE 1610
  - 7. Trasporto con vagonetti 1610
  - 8. Trasporto con automezzi 1611
- IV. FORMAZIONE DEI RILEVATI 1612
  - 9. Generalità 1612
  - 10. Costipamento dei rilevati 1613
  - 11. Terra rinforzata 1613
- V. STABILIZZAZIONE DEI TERRENI 1614
  - 12. Generalità 1614
  - 13. Miscele di terre 1615
  - 14. Stabilizzazione con leganti 1616
- VI. MANUFATTI SECONDARI 1617
  - 15. Opere di viabilità minore 1617
  - 16. Manufatti per lo scolo delle acque 1617
  - 17. Norme tecniche riguardanti i manufatti di materiali sciolti, la stabilità dei pendii naturali e dei fronti di scavo, discariche e colmate 1620

**3 CONSOLIDAMENTO DEL CORPO STRADALE**

- 1. Stabilità dei terreni rispetto agli agenti esterni 1325
- 2. Banchettoni di terra 1625
- 3. Smaltimento delle acque superficiali 1625
- 4. Drenaggi 1626
- 5. Tessuti non tessuti o geotessili 1628
- 6. Rilevati stradali in terreni compressibili 1629
- 7. Attraversamento di pendici instabili 1632
- 8. Difesa dei rilevati dai corsi di acqua e dal mare 1635
- 9. Norme tecniche riguardanti emungimenti da falde idriche, consolidamento dei terreni, drenaggi e filtri, ancoraggio 1636
  - L. Emungimenti da falde idriche 1636
  - M. Consolidamento dei terreni 1636
  - N. Drenaggi 1637
  - O. Ancoraggi 1637

**4 SOVRASTRUTTURE STRADALI**

- 1. Generalità 1639
- 2. Classificazione delle pavimentazioni 1639
- 3. Materiali costituenti le pavimentazioni 1640
- 4. Metodi di dimensionamento per sovrastrutture flessibili 1643
  - 5. Metodi di dimensionamento per sovrastrutture rigide 1650
- 6. Modalità di posa in opera 1652
- 7. Bibliografia 1652

**5 MURI DI SOSTEGNO**

- 1. Spinta delle terre 1653
- 2. Tipi costruttivi di muri di sostegno 1657
- 3. Progettazione e verifiche 1660
- 4. Norme tecniche riguardanti le opere di sostegno delle terre 1663

5. Muri di sostegno in zona sismica 4 (Metodo delle tensioni ammissibili)	1666		
<b>6 PONTI</b>			
I. NOMENCLATURA E STUDI PRELIMINARI	1667		
1. Nomenclatura	1667		
2. Studio del terreno	1667		
3. Studio del regime idraulico	1667		
4. Azioni di calcolo	1668		
5. Verifiche di sicurezza	1672		
6. Scelta del tipo strutturale	1673		
II. TIPI E STRUTTURE DI PONTI	1675		
7. Ponti in legno	1675		
8. Ponti in acciaio	1677		
9. Ponti in cemento armato	1678		
10. Ponti in cemento armato precompresso	1681		
11. Ponti in muratura	1682		
12. Spalle	1684		
13. Muri di accompagnamento	1686		
III. CENTINATURE E VARO	1687		
14. Generalità	1687		
15. Centinature in legno	1687		
16. Centinature metalliche	1687		
17. Varo di travi rettilinee	1687		
<b>7 GALLERIE</b>			
I. PROGETTO E TRACCIAMENTO	1689		
1. Generalità	1689		
2. Studio geologico e progetto	1690		
3. Dimensionamento del rivestimento murario	1691		
4. Tracciamento	1694		
II. METODI TRADIZIONALI DI SCAVO E RIVESTIMENTO	1695		
5. Cunicolo di avanzata	1695		
6. Metodi manuali di scavo	1695		
7. Scavi in roccia	1698		
8. Rivestimenti di tipo tradizionale	1698		
III. METODI RECENTI	1699		
9. Metodi di scavo eccezionali	1699		
10. Calcestruzzo proiettato (o spritz-beton)	1702		
11. Metodi recenti per terreni rocciosi	1703		
12. Rivestimenti di tipo recente	1703		
13. Norme tecniche riguardanti i manufatti sotterranei	1704		
<b>Parte ottava</b>			
<b>COSTRUZIONI IDRAULICHE</b>			
<b>1 IDRAULICA E IDROLOGIA</b>			
1. Unità di misura	1709		
2. Definizioni. Proprietà dei fluidi	1709		
3. Idrostatica	1710		
4. Idrodinamica. Principi	1712		
5. Moto uniforme	1713		
6. Efflusso da luci	1718		
7. Perdite di carico localizzate	1721		
8. Moto dell'acqua nel terreno	1722		
9. Le macchine idrauliche	1724		
10. Idrometria	1725		
11. Cenni di idrologia	1727		
12. Definizioni relative ai corsi d'acqua e ai bacini idrografici (servizio idrografico e mareografico nazionale)	1738		
13. Bibliografia	1739		
<b>2 SISTEMAZIONI IDRAULICHE</b>			
1. Elementi di morfologia dei corsi d'acqua	1741		
2. Modellazione dei corsi d'acqua	1742		
3. Profilo di compensazione	1742		
4. Profilo di equilibrio	1742		
5. Sistemazioni idrauliche dei suoli e dei corsi d'acqua	1743		
<b>3 BONIFICA</b>			
1. Generalità	1751		
2. Tipologia delle bonifiche idrauliche	1751		
3. Rete di bonifica	1752		
4. Criteri di impostazione del progetto della rete di bonifica	1752		
5. Idrologia e idraulica della bonifica	1752		
6. Opere d'arte	1754		
7. Esempio di dimensionamento idraulico del canale emissario con il metodo del volume di invaso	1755		
<b>4 CANALI</b>			
1. Considerazioni generali	1757		
2. Canali non rivestiti	1757		
3. Rivestimento dei canali aperti	1759		
4. Rivestimento dei canali chiusi eseguiti a foro cieco	1762		
5. Elementi geometrici	1763		
6. Regolazione della portata nei canali	1764		
<b>5 SBARRAMENTI</b>			
1. Premesse	1765		
2. Normative di riferimento	1765		
3. Dighe murarie	1766		
4. Dighe di materiali sciolti	1770		
<b>6 ACQUEDOTTI</b>			
1. Acquedotto	1775		
2. Caratteristiche di qualità delle acque destinate al consumo umano	1775		
3. Fabbisogno di acqua potabile	1782		
4. Opere particolari di un acquedotto	1783		
5. Studio di una sorgente e del tracciato di un'adduttrice in pressione e costruzione delle opere	1792		
6. Acquedotto sottomarino	1794		
7. Corrosione e protezione delle tubazioni	1795		
8. Tutela delle acque dall'inquinamento e gestione delle risorse idriche	1796		
<b>7 MISURA E TARIFFAZIONE DELL'ACQUA</b>			
1. La distribuzione dell'acqua come servizio pubblico	1799		
2. La tariffazione	1799		
3. Sistemi di distribuzione	1801		
4. Misura con i contatori	1802		
5. Perdite e revisione dei contatori	1803		
<b>8 POTABILIZZAZIONE DELLE ACQUE</b>			
1. Generalità	1805		
2. Trattamenti tradizionali di potabilizzazione	1805		
3. Trattamenti avanzati di potabilizzazione	1807		
<b>9 FOGNATURE</b>			
1. Premessa	1809		
2. Sistemi di reti fognarie	1809		
3. Criteri di progettazione	1810		
4. Metodi per il calcolo delle portate	1812		
5. Scelta e dimensionamento delle sezioni	1815		

6. Manufatti speciali	1820	2. Riciclaggio di pavimentazioni bituminose	1888
7. Impianti di sollevamento	1823	II. MACCHINE PER PAVIMENTAZIONI	1893
8. Normative di riferimento	1824	3. Macchine per pavimentazioni flessibili	1893
9. Tecnologie innovative per l'installazione dei sottoservizi "no-dig" o "trenchless"	1825	4. Macchine per pavimentazioni rigide	1893

Parte nona

**ESECUZIONE DEI LAVORI**

**1 MACCHINE PER IL SOLLEVAMENTO**

1. Normative	1829
2. Binda a cremagliera	1829
3. Martinetto a vite	1829
4. Martinetto idraulico	1829
5. Argani	1830
6. Funicolari	1830
7. Gru	1833
8. Nastri trasportatori	1835

**2 MACCHINE PER LAVORI IN TERRA**

1. Generalità sui movimenti di terra	1837
2. Problema generale del cantiere dei lavori in terra	1837
3. Generalità sulle caratteristiche fisiche delle terre e dei prodotti lapidei	1837
4. Variazione di volumi delle terre dei prodotti lapidei	1842
5. Coefficiente di trasformazione	1843
6. Applicazioni ai movimenti di terra	1845
7. Applicazioni ai materiali lapidei	1847
8. Produzione e capacità di lavoro delle macchine per i lavori in terra	1849
9. Rendimento globale di cantiere	1849
10. Produzione teorica di una macchina	1850
11. Produzione teorica riferita al materiale (valutato secondo le descrizioni del capitolato d'appalto)	1850
12. Macchine escavatrici semistazionarie. Escavatori	1852
13. Macchine per scavo e trasporto	1858
14. Macchine per il costipamento meccanico	1866

**3 MACCHINE PER LA FRANTUMAZIONE**

1. Generalità	1869
2. Frantoi a mascelle	1869
3. Granulatore a mascelle	1872
4. Produzione oraria di una macchina frantumatrice a mascelle	1872
5. Macchine frantumatrici a urto (granulatori a urto)	1872

**4 MACCHINE PER LA CONFEZIONE DEL CALCESTRUZZO**

1. Generalità sulle betoniere	1875
2. Classificazione volumetrica delle betoniere	1875
3. Produzione delle betoniere	1879
4. Principali tipi di betoniere	1880
5. Cantieri e centrali di betonaggio	1882

**5 IMPIANTI PER CONGLOMERATI BITUMINOSI E MACCHINE PER PAVIMENTAZIONE**

I. IMPIANTI PER CONGLOMERATI BITUMINOSI	1885
1. Generalità	1885

2. Riciclaggio di pavimentazioni bituminose	1888
II. MACCHINE PER PAVIMENTAZIONI	1893
3. Macchine per pavimentazioni flessibili	1893
4. Macchine per pavimentazioni rigide	1893

**6 COSTO DEI LAVORI IN TERRA**

1. Generalità	1895
2. Scavo e trasporto eseguito con l'apripista	1898

**7 LA SICUREZZA SUL LAVORO**

1. Prevenzione degli infortuni e igiene del lavoro nel cantiere	1903
2. Responsabilità connesse all'applicazione delle norme di sicurezza	1903
3. Organizzazione del cantiere	1903
4. Impianti elettrici	1904
5. Scale portatili	1905
6. Lavorazioni in quota	1905
7. Opere di scavo	1906
8. Sottomurazioni	1907
9. Palificazioni	1907
10. Muri in elevazione e solai	1907
11. Vani	1907
12. Opere provvisorie. Ponteggi	1908
13. Demolizioni	1911
14. Macchine da cantiere	1911
15. Collaudi e verifiche periodiche	1913
16. Lavori in sotterraneo	1913
17. Pianificazione della sicurezza	1913
18. Il recepimento delle direttive europee in materia di sicurezza	1915
19. Il recepimento della direttiva "cantieri"	1915

**8 COMPUTO METRICO E STIMA DEI LAVORI**

1. Generalità	1917
2. Individuazione delle categorie di opere e di lavori	1917
3. Computo metrico	1922
4. Analisi prezzi ed elenco dei prezzi unitari	1923
5. Stima dei lavori e computo metrico estimativo	1924
6. Utilizzazione di strumentazioni informatiche	1924
7. Esempio di computo metrico	1926

**9 PRINCIPI GENERALI DEGLI APPALTI DI LAVORI PUBBLICI**

1. Principi generali della nuova normativa	1929
2. La formazione del contratto di appalto di opere pubbliche	1931
3. Definizione delle controversie. Arbitro	1938

Parte decima

**TOPOGRAFIA - FOTOGRAMMETRIA**

**1 TOPOGRAFIA**

1. Preliminari	1941
2. Operazioni topografiche semplici	1947
3. Misura degli angoli	1952
4. Misura delle distanze	1955
5. Misura dei dislivelli	1957
6. Strumenti moderni	1961
7. Planimetria e altimetria	1967
8. Celerimensura	1982
9. Bibliografia	1983

**2 AGRIMENSURA**

1. Determinazione delle aree	1985
2. Divisione dei terreni di uniforme valenza	1989
3. Divisione dei terreni di diversa valenza	1992
4. Spostamento e rettifica dei confini	1993

**3 SPIANAMENTI**

1. Generalità	1999
2. Calcolo dei volumi di terra	2000
3. Spianamento orizzontale su piano quotato	2001
4. Spianamento orizzontale di compenso su piano quotato	2002
5. Spianamenti inclinati su piano quotato	2003
6. Spianamenti orizzontali su piano a curve di livello	2007

**4 TEORIA DEGLI ERRORI**

1. Generalità	2011
2. La curva degli errori	2011
3. Misure eseguite con lo stesso grado di precisione	2012
4. Osservazioni eseguite con diverso grado di precisione	2014
5. Osservazioni indirette	2016

**5 FOTOGRAMMETRIA**

1. Presupposti storici e applicazioni della fotogrammetria	2023
2. La camera metrica	2023
3. Fotogramma e prospettiva	2024
4. Ricostruzione geometrica del modello	2025
5. Visione stereoscopica	2025
6. La presa terrestre	2026
7. Fotogrammetria terrestre classica	2026
8. La presa aerea	2027
9. I restitutori fotogrammetrici	2027
10. La triangolazione aerea	2028
11. Il raddrizzamento	2029
12. Gli ortofotopiani	2029
13. La fotogrammetria digitale	2029
14. Realizzazione dei rilievi fotogrammetrici	2030

## Parte undicesima

**ESTIMO – NORME GIURIDICHE****1 ECONOMIA RURALE**

1. Premessa	2033
2. Azienda agraria	2033
3. Tipo di impresa o modi di conduzione	2033
4. Esito di gestione dell'impresa agricola	2033
5. Il prodotto dell'azienda agricola	2036
6. Il costo di produzione dell'azienda agricola	2036
7. Metodologie di valutazione economica dell'azienda agricola	2040
8. Fonti di informazione	2053

**2 ESTIMO RURALE**

1. Stima delle aziende agricole	2061
2. Stima delle scorte	2065
3. Stima dei frutti pendenti e anticipazioni colturali	2065
4. Stima delle colture arboree da frutto	2067
5. Stima dei terreni a colture erbacee	2069
6. Stima di semenzai e vivai	2069
7. Stima degli incolti, parchi, giardini, laghi, orti	2069

8. Stima di miniere, cave e torbiere	2069
9. Stima dei boschi	2070
10. Stima dei miglioramenti fondiari	2074
11. Riparto delle spese per opere consortili	2075
12. Stima delle acque per irrigazione	2076
13. Stima dei danni	2076
14. Stime relative all'usufrutto	2077
15. Uso e abitazione	2078
16. Servitù prediali	2078
17. Stima delle indennità di espropriazione per pubblica utilità	2080
18. Stima delle successioni ereditarie	2088
19. Stima delle rendite perpetue e vitalizie	2090

**3 ESTIMO CIVILE**

1. Stima dei fabbricati	2091
2. Stima delle aree fabbricabili	2095
3. Valutazioni di impatto ambientale (VIA)	2095
4. Stime giudiziarie. Perizie	2097
5. Compromesso e arbitrato	2097
6. La mediazione civile e commerciale	2098
7. La perizia di stima	2099
8. Condominio	2101
9. Diritto di sopraelevazione	2102
10. Cessione di cubatura edificabile	2103

**4 ESTIMO CATASTALE**

1. Generalità	2105
I. CATASTO TERRENI	2105
2. Vecchi catasti italiani	2105
3. Nuovo catasto italiano	2105
4. Amministrazione catastale	2105
5. Formazione del catasto terreni	2106
6. Qualificazione dei terreni	2106
7. Classificazione dei terreni	2107
8. Classamento dei terreni	2107
9. Formazione delle tariffe	2107
10. Pubblicazione del catasto	2108
11. Attivazione del catasto	2109
12. Il catasto informatico	2110
13. Conservazione del catasto	2112

**II. CATASTO DEI FABBRICATI**

(EX CATASTO EDILIZIO URBANO)	2116
14. Notizie storiche	2116
15. Formazione	2118
16. Qualificazione delle unità immobiliari	2118
17. Classificazione	2119
18. Classamento	2120
19. Formazione delle tariffe	2120
20. Atti del catasto edilizio urbano	2121
21. Conservazione del N.C.E.U.	2121

**III. AGGIORNAMENTO DEGLI ATTI**

DEL CATASTO TERRENI	2122
22. Normativa vigente	2122
23. Oggetto del rilievo di aggiornamento	2123
24. Atti preliminari	2124
25. Elaborati tecnici di aggiornamento	2124
26. Trattamento del tipo di aggiornamento	2127
27. Rilievo catastale di aggiornamento	2128
IV. ACCATASTAMENTO DEI FABBRICATI	2131
28. D.O.C.F.A. 3.0	2131

**5 NORME GIURIDICHE**

	2149
--	------

**INDICE ANALITICO**

	2163
--	------

## **DISCIPLINE PROPEDEUTICHE**

- 1 Matematica
- 2 Unità di misura
- 3 Disegno tecnico
- 4 Fisica
- 5 Elettrotecnica
- 6 Chimica e proprietà dei materiali
- 7 Geologia
- 8 Fondamenti di informatica
- 9 Energie rinnovabili
- 10 Risparmio ed efficienza energetica
- 11 Certificazione ed efficienza energetica degli edifici
- 12 Affidabilità
- 13 Qualità e affidabilità nel progetto delle costruzioni industriali
- 14 Economia e organizzazione aziendale
- 15 Strumenti e metodi per l'analisi e la valutazione dei rischi nei luoghi di lavoro

# 1

## MATEMATICA

Prof. Dott. MAURO MARINI

### 1. GEOMETRIA

#### 1.1. Geometria analitica nel piano

##### La retta nel piano

L'equazione di una retta  $r$  nel piano è:

$$ax + by + c = 0 \quad (\text{forma generale})$$

In particolare l'equazione di una retta parallela all'asse  $x$  è  $y = k$ , quella di una retta parallela all'asse  $y$  è  $x = k$ , quella di una retta passante per l'origine degli assi è  $ax + by = 0$ .

Siano  $P(p, 0)$ ,  $Q(0, q)$  i punti (distinti) in cui la retta incontra gli assi. Allora l'equazione della retta può essere scritta nella forma:

$$\frac{x}{p} + \frac{y}{q} = 1 \quad (\text{forma segmentaria})$$

che ne mette in evidenza i segmenti che essa stacca sugli assi coordinati (fig. 1.1). Se la retta non è parallela all'asse  $y$ , essa può essere scritta anche nella forma

$$y = mx + q \quad (\text{forma esplicita})$$

dove  $m$  si dice coefficiente angolare e rappresenta la tangente trigonometrica dell'angolo  $\alpha$  (fig. 1.1) che la retta forma con l'asse  $x$ .

L'equazione della retta passante per il punto  $P_1(x_1, y_1)$  può essere scritta anche nella forma:

$$x = x_1 + lt \quad y = y_1 + mt \quad (\text{forma parametrica})$$

dove  $t$  è un parametro reale. In tale espressione le coordinate  $(x, y)$  dei punti della retta sono espresse in funzione di una variabile ausiliaria  $t$ , detta *parametro*.

L'equazione della retta passante per i punti  $P_1(x_1, y_1)$ ,  $P_2(x_2, y_2)$  è:

$$(x - x_1)(y_2 - y_1) = (y - y_1)(x_2 - x_1)$$

ossia, se  $x_1 \neq x_2$  e  $y_1 \neq y_2$  (cioè se la congiungente  $P_1$  con  $P_2$  non è parallela agli assi coordinati):

$$\frac{x - x_1}{x_2 - x_1} = \frac{y - y_1}{y_2 - y_1}$$

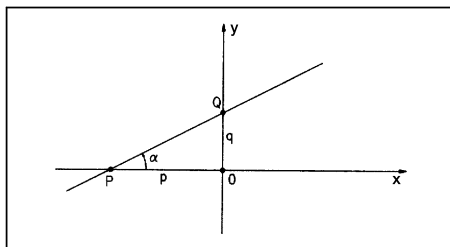


FIGURA 1.1 Retta nel piano.

##### Distanza tra punti e rette

Dati i punti  $P_1(x_1, y_1)$ ,  $P_2(x_2, y_2)$ , la distanza  $d$  tra essi è data da:

$$d = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}$$

La distanza  $d$  tra un punto  $P_0(x_0, y_0)$  e una retta  $r$  di equazione  $ax + by + c = 0$  è:

$$d = \frac{ax_0 + by_0 + c}{(a^2 + b^2)^{1/2}}$$

##### Parallelismo e perpendicolarità nel piano

Le rette

$$r) \quad ax + by + c = 0 \quad [y = mx + q]$$

$$r') \quad a'x + b'y + c' = 0 \quad [y = m'x + q']$$

sono incidenti se

$$ab' \neq a'b \quad [m \neq m']$$

e sono parallele se

$$ab' = a'b \quad [m = m']$$

L'angolo tra esse è dato da:

$$\operatorname{tg} \hat{r}r' = \frac{ab' - a'b}{aa' - ab'} = \frac{m' - m}{1 + mm'}$$

In particolare  $r$  e  $r'$  sono perpendicolari se

$$aa' + bb' = 0 \quad [mm' + 1 = 0]$$

I coseni degli angoli che la retta  $r$  forma con gli assi coordinati (*coseni direttori*) sono dati da:

$$\cos \hat{x}r = \frac{b}{\pm(a^2 + b^2)^{1/2}}$$

$$\cos \hat{y}r = \frac{-a}{\pm(a^2 + b^2)^{1/2}}$$

### Coniche

Si chiama *conica* la curva che si ottiene intersecando un cono circolare indefinito con un piano non passante per il vertice del cono. Essa ha equazione:

$$ax^2 + bxy + cy^2 + dx + ey + f = 0$$

dove almeno uno dei tre coefficienti  $a, b, c, \dots$ , è diverso da zero.

L'espressione

$$\Delta = b^2 - 4ac$$

si chiama *discriminante della conica*. Se  $\Delta < 0$ , la conica si chiama *ellisse*, se  $\Delta = 0$  *parabola*, se  $\Delta > 0$  *iperbole*.

### Esempi

Parabola con asse parallelo all'asse  $y$ :

$$y = ax^2 + bx + c$$

Parabola con asse parallelo all'asse  $x$ :

$$x = ay^2 + by + c$$

Circonferenza di centro  $(x_0, y_0)$  e raggio  $r$ :

$$x^2 + y^2 - 2x_0x - 2y_0y + x_0^2 + y_0^2 - r^2 = 0$$

Circonferenza passante per l'origine:

$$x^2 + y^2 + ax + by = 0$$

Circonferenza con centro nell'origine e raggio  $r$ :

$$x^2 + y^2 = r^2$$

Ellisse avente per assi gli assi cartesiani e centro nell'origine:

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$$

Iperbole avente per assi gli assi cartesiani e centro nell'origine:

$$\frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2} = 1$$

Iperbole equilatera:

$$x^2 - y^2 = a^2$$

## 1.2. Geometria analitica nello spazio

### Il piano

L'equazione di un piano  $\pi$  nello spazio è

$$ax + by + cz + d = 0$$

Se  $d = 0$  il piano passa per l'origine degli assi; se nell'equazione in forma generale manca una variabile, il piano

è parallelo al corrispondente asse (o lo contiene se anche  $d = 0$ ); se l'equazione di un piano contiene una sola variabile, il piano è parallelo al piano coordinato individuato dalle variabili mancanti (o coincide con esso se  $d = 0$ ).

Siano  $P, Q, R$ , i punti (distinti) in cui il piano  $\pi$  incontra gli assi; indicate rispettivamente con  $p, q, r$  le distanze di tali punti dall'origine, l'equazione di  $\pi$  assume la forma:

$$\frac{x}{p} + \frac{y}{q} + \frac{z}{r} = 1 \quad (\text{forma segmentaria})$$

L'equazione di un piano passante per il punto  $P_1(x_1, y_1, z_1)$  assume la forma:

$$a(x - x_1) + b(y - y_1) + c(z - z_1) = 0$$

Dati tre punti  $P_1(x_1, y_1, z_1)$ ,  $P_2(x_2, y_2, z_2)$ ,  $P_3(x_3, y_3, z_3)$ , non allineati, il piano da essi individuato ha equazione (v. § 3):

$$\det \begin{pmatrix} x & y & z & 1 \\ x_1 & y_1 & z_1 & 1 \\ x_2 & y_2 & z_2 & 1 \\ x_3 & y_3 & z_3 & 1 \end{pmatrix} = 0$$

Due piani  $\pi) ax + by + cz + d = 0$  e  $\pi') a'x + b'y + c'z + d' = 0$  sono paralleli se:

$$a/a' = b/b' = c/c' = d/d'$$

Sono invece perpendicolari se:

$$aa' + bb' + cc' = 0$$

### Distanza nello spazio

La distanza  $d$  tra due punti  $P_1(x_1, y_1, z_1)$ ,  $P_2(x_2, y_2, z_2)$  è data da:

$$d = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2 + (z_1 - z_2)^2}$$

La distanza tra il punto  $P_0(x_0, y_0, z_0)$  e il piano  $\pi) ax + by + cz + d = 0$  è data da:

$$d = \frac{ax_0 + by_0 + cz_0 + d}{(a^2 + b^2 + c^2)^{1/2}}$$

### La retta nello spazio

Una retta  $r$  si rappresenta nello spazio come intersezione di due piani  $\pi$  e  $\pi'$ :

$$r) \begin{cases} ax + by + cz + d = 0 \\ a'x + b'y + c'z + d' = 0 \end{cases} \quad (\text{forma generale})$$

oppure se  $ab' \neq a'b$  nella forma:

$$r) \begin{cases} x = lz + p \\ y = mz + q \end{cases} \quad (\text{forma ridotta})$$

Se la retta  $r$ , passante per  $P_1(x_1, y_1, z_1)$  non è parallela ai piani coordinati, essa può essere rappresentata nelle forme:

$$\frac{x - x_1}{l} = \frac{y - y_1}{m} = \frac{z - z_1}{n} \quad (\text{forma normale})$$

oppure

$$x = x_1 + lt \quad y = y_1 + mt \quad z = z_1 + nt$$

(forma parametrica)

dove  $t$  è un parametro reale.

---

PARTE SECONDA

---

# ELEMENTI DI FABBRICA

- 1 Fondazioni
- 2 Palancolate e diaframmi
- 3 Murature
- 4 Travi e architravi
- 5 Archi
- 6 Solai
- 7 Volte
- 8 Scale
- 9 Tetti e terrazze
- 10 Prefabbricazione edilizia
- 11 Infissi
- 12 Opere complementari e di rifinitura degli edifici

# 1

## FONDAZIONI

Dott. Ing. FILIPPO ROSSI, Dott. Ing. PIERO MINGARELLI • Aggiornamento Dott. Ing. GIUSEPPE MAGNI

### 1. GENERALITÀ

*Fondazione* di un fabbricato o di altra costruzione di qualsiasi tipo è la parte con la quale esso appoggia sul terreno; è compresa tra il *piano di appoggio* e il *piano di spiccato* (o *piano di risega*), da cui iniziano le strutture in elevazione del manufatto.

La risultante dei carichi deve essere passante per il baricentro della superficie di appoggio e perpendicolare a questa, realizzandosi così una distribuzione pressoché uniforme; l'estensione della superficie di appoggio deve essere proporzionata al carico specifico ammissibile, con sicurezza, sul terreno per una durata praticamente illimitata. Nel progetto di una fondazione occorre anzitutto: valutare, in intensità e posizione, le forze trasmesse dalle varie parti dell'opera alla fondazione; valutare la pressione unitaria esercitata dalla fondazione sul terreno nelle più gravose ipotesi di carico; esaminare il suolo e il sottosuolo per la scelta del sistema di fondazione da adottare.

Tale scelta è subordinata:

- 1) all'entità e alla disposizione dei carichi;
- 2) alla natura e alla resistenza specifica dei vari strati di cui è costituito il terreno (vedi tab. 1.1);
- 3) alla presenza o meno di acque superficiali o sotterranee ecc.

Per le fondazioni di MURI DI SOSTEGNO E PONTI, v. i rispettivi capp. nella parte 7<sup>a</sup>; per SBARRAMENTI v. il cap. nella parte 8<sup>a</sup>.

I dati della tab. 1.1 hanno valore di semplice riferimento; per opere importanti è indispensabile procedere ad accurati esami locali e di laboratorio. Lo spessore dello strato di terreno su cui appoggia la fondazione ha importanza pratica notevole anche in rapporto all'estensione della fondazione; è necessario esaminare le condizioni di carico anche su piani inferiori al piano di fondazione (v. la parte 3<sup>a</sup>, cap. GEOTECNICA, § 9).

Per la conversione delle unità del Sistema tecnico nel Sistema internazionale v. la parte DISCIPLINE PROPEDEUTICHE, cap. UNITÀ DI MISURA.

### 2. ESAME DEL TERRENO

Sono opportune informazioni locali, notizie su fondazioni di edifici vicini e di simile importanza, l'esame di pozzi e trincee vicini, la conoscenza del livello della falda acqui-

fera ecc. Nei casi più semplici si eseguirà un esame della compattezza mediante barra di acciaio (*guggia*, *tenta* o *barramina*) infissa per libera caduta al piano di fondazione: sabbie e ghiaie stridono, argille dimostrano tenacità e viscosità, terreni torbosi e paludosi dimostrano ineguale resistenza all'affondamento ecc. *Pozzi di assaggio* nei casi ordinari: in numero sufficiente a dare un'idea chiara dell'andamento degli strati; pianta quadrata, lato  $1,20 \div 2$  m, profondità fino a  $10 \div 15$  m; occorrendo (terreni incoerenti), i pozzi vanno armati con tavole e quadri orizzontali. Trincee e cunicoli vengono spesso eseguiti a integrazione dei pozzi di assaggio.

#### 2.1. Sondaggi

a) *Per profondità modeste: tasta semplice*: barra diametro  $4 \div 5$  cm, lunghezza  $4 \div 5$  m, con estremità a punte salienti; si infigge per battitura e rotazione.

*Sonda normale (Palissy)*: stelo quadrato lato  $1,5 \div 2$  cm, lunghezza  $4 \div 5$  m, con estremità a mordente (cucchiaio o trapano); s'infigge come sopra.

b) *Per profondità notevoli* (fino a 30 m): perforazioni di sondaggio a percussione, a rotazione e con trivelle.

c) *Per terreni incoerenti e melmosi*: sonde a valvola, sonde a stantuffo.

d) *Per rocce*: trapani semplici (una lama) e a corona (due o più lame incrociate).

Per le indagini in sito e i metodi geofisici di indagine v. la parte 3<sup>a</sup>, cap. GEOTECNICA, § 5.

Ove occorrono: tubi di protezione della sonda (giuntati a cordone e bicchiere, a manicotto, molto impiegati i tubi Mannesmann). Per la manovra delle aste della sonda e dei tubi vengono usati collari e chiavi.

#### 2.2. Prove di carico

Si fanno a livello del piano di fondazione, caricando una parte di superficie – di forma quadrata o circolare – di pesi adeguati (sacchi di terra, mattoni ecc.) su robusto telaio di legno: ovviamente prove di questo tipo risultano utili soltanto per lo studio di fondazioni dirette (v. anche la parte 3<sup>a</sup>, cap. GEOTECNICA, § 7). Per le prove di carico sui pali si veda il successivo § 7.

### 3. FONDAZIONI DIRETTE

Impiegate nella maggior parte dei fabbricati civili e industriali: si spiccano direttamente sul piano di fondazione asciutto. Sono anche chiamate fondazioni *superficiali*.

#### 3.1. Fondazioni continue

1) *Lineari per fabbricati di muratura ordinaria* (o *fondazioni a cordolo*). La base del muro viene allargata con una o più *riseghe*, in modo da ridurre il carico unitario al valore compatibile con la resistenza specifica del terreno. Rapporto tra lunghezza e altezza della risega  $< 1/3$ . Si impiegano per la muratura di fondazione calcestruzzi di vario tipo (di pietrisco e malta idraulica, oppure di cemento a bassa dosatura, ad es.  $150 \div 200 \text{ kg/m}^3$ ) oppure murature *a sacco*, cioè formate gettando alla rinfusa nello scavo pietre, scaglie di pietrame e malta idraulica.

Si adottano fondazioni continue quando si ha a breve profondità ( $2 \div 3 \text{ m}$ ) un terreno che ammetta, con sicurezza, un carico unitario di  $20 \div 30 \text{ N/cm}^2$ . Piano di risega a  $0,20 \div 0,10 \text{ m}$  sotto il piano di cantina: qui va eseguita un'impermeabilizzazione con mastice di asfalto. Ove occorra, armatura provvisoria del cavo di fondazione (attraverso terreni incoerenti o instabili, fig. 1.1): v. la parte 9<sup>a</sup>, cap. LA SICUREZZA SUL LAVORO NELLE COSTRUZIONI.

Le norme geotecniche emanate con D.M. 11 marzo 1988 (da prendere come riferimento se si lavora con il Metodo di verifica alle tensioni ammissibili, ancora utilizzabile per costruzioni in zona sismica 4 e con particolari caratteristiche: v. la parte 3<sup>a</sup>, cap. METODO AGLI STATI LIMITE) fissano – al punto G.3. Fronti di scavo – prescrizioni specifiche concernenti “scavi non armati che per le loro dimensioni (ampiezza e profondità), per le caratteristiche meccaniche dei terreni, rappresentino pericolo per la sicurezza”: in tali casi va redatto un vero progetto.

TABELLA 1.1 Pressioni unitarie ammissibili per tipi diversi di terreno (in  $\text{N/cm}^2$ ).

Qualità del terreno	Pressione ammissibile
Terreni paludosi, torbosi, vegetali .....	0
Terreni smossi, non compatti (riporti, terre vergini ecc.) .....	$0 \div 12$
Terreni incoerenti compatti (granulari) <sup>(1)</sup> :	
a) Sabbia con granuli inferiori a 1 mm:	
larghezza (m) fondazioni 2 .....	20
»   »   »    2 ÷ 4 .....	30
»   »   »    4 ÷ 7 .....	40
»   »   »    7 ÷ 10 .....	50
b) Sabbia con granuli 1 ÷ 3 mm:	
larghezza (m) fondazioni 2 .....	30
»   »   »    2 ÷ 4 .....	40
»   »   »    4 ÷ 7 .....	60
»   »   »    7 ÷ 10 .....	80
c) Sabbia e ghiaia:	
larghezza (m) fondazioni 2 .....	40
»   »   »    2 ÷ 4 .....	60
»   »   »    4 ÷ 7 .....	80
»   »   »    7 ÷ 10 .....	100
Terreni coerenti (ad es. argille, argille sabbiose, sabbie argillose ecc.) in stato:	
fluido-plastico .....	0
molle-plastico .....	4
solido-plastico .....	8
semisolido .....	15
solido .....	30
Rocce di resistenza media (carico di rottura inferiore a $50 \text{ kg/cm}^2$ ) in stratificazioni compatte (arenarie, calcari teneri, tufi e altre rocce vulcaniche di consistenza simile ecc.) <sup>(2)</sup> .....	$100 \div 150$
Rocce di resistenza notevole (carico di rottura superiore a $50 \text{ kg/cm}^2$ ) in stratificazioni compatte (arenarie forti, calcari forti, rocce vulcaniche ecc.) <sup>(2)</sup> .....	$150 \div 300$
Rocce massicce (graniti, porfidi, basalti ecc.) <sup>(2)</sup> .....	oltre 300

<sup>(1)</sup> Accertarsi che non vi siano nel sottosuolo movimenti di acqua per correnti (asportazione di granuli e cedimenti disuguali) o per variazioni di livello della falda acquifera (variazione di carico sul piano di fondazione).

<sup>(2)</sup> Se la roccia risulta fessurata o disgregabile, il carico ammissibile va ridotto alla metà (e anche meno) del valore corrispondente alla stessa roccia di natura integra (v. DISCIPLINE PROPEDEUTICHE, cap. GEOLOGIA).

# **RESISTENZA DEI MATERIALI**

- 1 Statica grafica – Geometria delle masse  
Equilibrio dei corpi vincolati
- 2 Resistenza dei materiali
- 3 Geotecnica
- 4 Determinazione dei carichi agenti sulle costruzioni
- 5 Costruzioni in muratura
- 6 Cemento armato
- 7 Cemento armato precompresso
- 8 Costruzioni in acciaio
- 9 Costruzioni in zone sismiche
- 10 Metodo agli stati limite
- 11 Recupero del patrimonio edilizio

# 1

## STATICA GRAFICA – GEOMETRIA DELLE MASSE EQUILIBRIO DEI CORPI VINCOLATI

Dott. Ing. FRANCO SALVI, Dott. Ing. PIERO MINGARELLI • Aggiornamento Dott. Ing. GIUSEPPE MAGNI

### 1. SEGMENTI ORIENTATI E VETTORI

*Segmento orientato* è un segmento  $AB$  (fig. 1.1), di lunghezza misurata in una scala prefissata, appartenente a una retta  $a$  (detta *direzione*) e avente un verso da  $A$  a  $B$  (indicato con una freccia); direzione e verso formano l'*orientamento* del segmento orientato; il punto  $A$  è l'*origine*,  $B$  è l'*estremo libero*. Segmenti orientati aventi lo stesso orientamento (fig. 1.2) sono detti *equiorientati*; se hanno anche la stessa lunghezza sono detti *equipollenti*. Gli infiniti segmenti orientati equipollenti applicati a tutti i punti dello spazio rappresentano un ente geometrico detto *vetto-re libero*. Un vettore libero di cui si fissi l'origine diventa identico al segmento orientato e viene detto *vetto-re applicato*; l'origine è chiamata anche *punto di applicazione* e la retta del vettore *retta di applicazione*. Un vettore si può indicare in vari modi: nel seguito sarà indicato con una lettera in grassetto ( $\mathbf{v}$ ); la stessa lettera in corsivo ( $v$ ) indica la sola lunghezza del vettore, detta anche *modulo* o *intensità*.

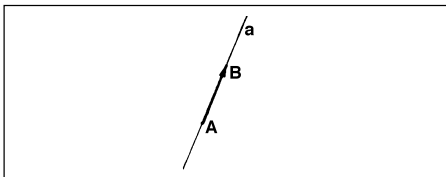


FIGURA 1.1 Segmento orientato.

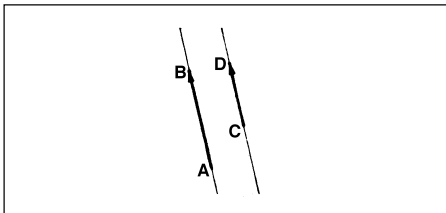


FIGURA 1.2 Segmenti equiorientati.

### 2. SISTEMA DI VETTORI, COMPONENTE, RISULTANTE

Dicesi *sistema* o *insieme di vettori* un gruppo finito di vettori qualsiasi; *sistema piano di vettori* è un gruppo finito di vettori tutti appartenenti a un piano. *Componente*,  $v_r$ , di un vettore  $\mathbf{v}$  (di origine  $A$  ed estremo libero  $B$ ) secondo la retta orientata  $r$  (fig. 1.3) è la misura del segmento  $A'B'$ , proiezione ortogonale del segmento  $AB$  su  $r$ ; presa con il segno  $+$  o con il segno  $-$  a seconda che il verso di  $A'B'$  sia concorde o discorde con quello di  $r$ . Si ha anche analiticamente:

$$v_r = v \cos \varphi$$

essendo  $\varphi$  l'angolo formato dalla due direzioni orientate di  $r$  e di  $AB$ . Si chiama *risultante* di un sistema di vettori il vettore libero  $R$  ottenuto unendo il primo con l'ultimo vertice della *poligonale dei vettori*: quest'ultima

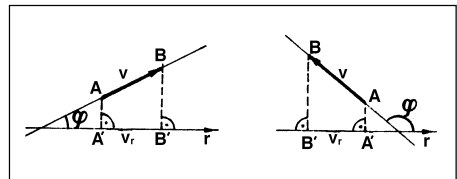


FIGURA 1.3 Componente di un vettore. A sinistra: componente positiva ( $\cos \varphi > 0$ ). A destra: componente negativa ( $\cos \varphi < 0$ ).

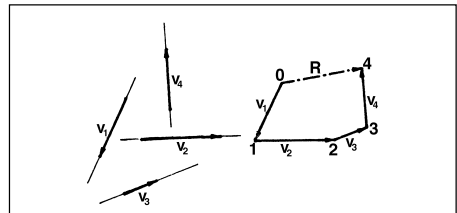


FIGURA 1.4 Poligonale e risultante di un sistema di vettori.

si ottiene a sua volta (fig. 1.4) disponendo i vettori del sistema uno dopo l'altro in un ordine qualsiasi in modo che il punto di applicazione dell'uno sia sull'estremo libero dell'altro formando successivamente i vertici della poligonale; se il numero dei vettori del sistema è  $n$ , la poligonale è una spezzata con  $n + 1$  vertici. Il risultante è detto anche *somma vettoriale* e *composizione* l'operazione ora descritta. Per due soli vettori la composizione si riduce alla nota "regola del parallelogramma". Quando il primo e l'ultimo vertice della poligonale coincidono il risultante è nullo. Sussiste la proprietà importante: "la componente del risultante secondo una retta è uguale alla somma algebrica delle componenti dei singoli vettori rispetto alla stessa retta".

Si chiama *decomposizione* un'operazione con la quale si determina un sistema di vettori che abbia come risultante un vettore dato. Generalmente un vettore può essere decomposto in infiniti modi; vi sono due casi particolari importanti nei quali esiste un'unica soluzione:

- a) decomposizione di un vettore in due vettori applicati a due rette date (fig. 1.5); basta dagli estremi  $A$  e  $B$  del vettore  $\mathbf{v}$  tracciare le parallele alle due rette date e si ottengono i due vettori componenti  $\mathbf{v}_1$  e  $\mathbf{v}_2$ ;
- b) decomposizione di un vettore in tre vettori applicati a tre rette date (fig. 1.6); si congiunge il punto di incontro  $A$  di due delle rette date ( $b$  e  $c$  in fig.) con il punto  $B$  di incontro della retta del vettore dato  $\mathbf{v}$  con la terza retta data ( $a$ ); si trasporta  $\mathbf{v}$  lungo la propria retta di applicazione portando l'origine in  $B$  e si scompone  $\mathbf{v}$  in  $\mathbf{v}_1$  e  $\mathbf{v}'$  secondo la retta  $a$  e la retta  $AB$ ; si fa scorrere  $\mathbf{v}'$  fino a portare l'origine in  $A$  e si scompone lo stesso nei due vettori  $\mathbf{v}_2$  e  $\mathbf{v}_3$  applicati a  $b$  e  $c$ . I vettori  $\mathbf{v}_1$ ,  $\mathbf{v}_2$ ,  $\mathbf{v}_3$  sono i vettori cercati.

### 3. MOMENTO DI UN VETTORE E DI UN SISTEMA DI VETTORI; COPPIE

Si dice *momento*, o meglio *momento scalare* in quanto si tratta di una quantità scalare (rappresentata da un numero con segno), di un vettore applicato  $\mathbf{v}$  rispetto a un punto  $O$  la grandezza:

$$m_O = \pm v \cdot b \tag{1}$$

essendo  $v$  il modulo di  $\mathbf{v}$  e  $b$  (*braccio*) la distanza della retta di  $\mathbf{v}$  da  $O$ ; il segno + vale quando un osservatore posto

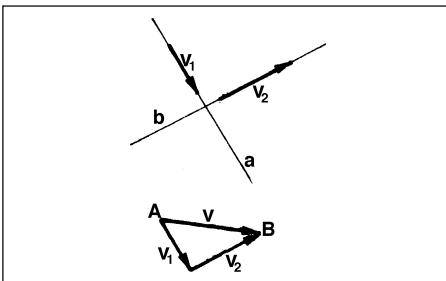


FIGURA 1.5 Decomposizione di un vettore secondo due rette.

in  $O$  vede girare il vettore  $\mathbf{v}$  in senso antiorario, il segno - vale nel caso contrario (fig. 1.7).

Per un sistema di  $n$  vettori applicati  $\mathbf{v}_i$  il momento rispetto al punto  $O$  è la somma algebrica dei momenti dei singoli vettori rispetto allo stesso punto:

$$M_O = \sum_i v_i \cdot b_i \tag{2}$$

Si osserva che il momento è definito soltanto per un sistema di vettori applicati, ma non cambia se i vettori si fanno scorrere lungo le proprie rette di applicazione in quanto non cambia la distanza delle rette dal punto  $O$  (per questo si parla anche di vettori applicati a rette). In generale il momento di un sistema di vettori è diverso a seconda del punto rispetto al quale viene calcolato, fa eccezione il caso di un sistema piano che abbia risultante nullo: in questo caso il momento è uguale rispetto a tutti i punti del piano del sistema.

Un sistema di due vettori paralleli, della stessa intensità e di segno contrario, è detto *coppia* (fig. 1.8); tale sistema ha evidentemente il risultante nullo e quindi il momento è uguale rispetto a tutti i punti del suo piano ed è detto *momento della coppia*, esso vale:

$$M = \pm v \cdot b \tag{3}$$

essendo  $v$  il modulo uguale dei due vettori in valore assoluto (*intensità della coppia*),  $b$  la distanza tra le due

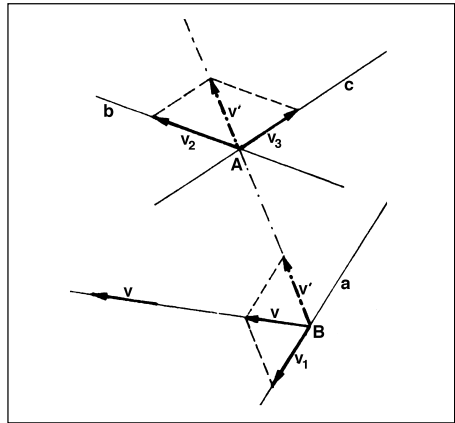


FIGURA 1.6 Decomposizione di un vettore secondo tre rette.

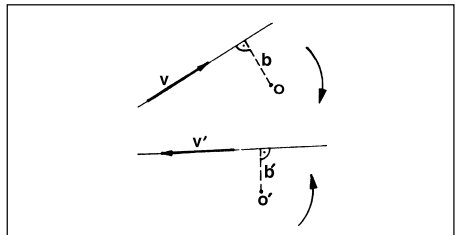


FIGURA 1.7 Momento scalare di un vettore. In alto:  $M_b = - v \cdot b$  (verso orario). In basso:  $M_{b'} = v' \cdot b'$  (verso antiorario).

---

PARTE QUARTA

---

## **COSTRUZIONI EDILI E RURALI**

- 1 Tecnica urbanistica
- 2 Case di abitazione
- 3 Ospedali
- 4 Edifici per l'istruzione
- 5 Parcheggi e autorimesse
- 6 Alberghi
- 7 Edifici pubblici vari
- 8 Impianti sportivi
- 9 Edifici industriali
- 10 Fabbricati rurali

# TECNICA URBANISTICA

Prof. Arch. ENRICO NIGRIS, Prof. CLAUDIO MALAGOLI • Aggiornamento Dott. Arch. ANDREA FOSSATI

## 1. GENERALITÀ

L'urbanistica è una pratica, l'esercizio, consapevole e volontario, di una volontà di azione finalizzata a modificare lo spazio fisico e a produrre una situazione, negli usi e nelle forme, preferibile alla precedente.

L'azione urbanistica ha inizio quando la crisi di un dato assetto spaziale diviene argomento di rilevanza pubblica. Le molteplici componenti della società – istituzioni, autorità amministrative, parti politiche e sociali, operatori economici, tecnici, associazioni di cittadini, l'opinione pubblica in genere – si interrogano sul problema “fare o non fare? E se fare, come?”, stringono rapporti, elaborano strategie, discutono le decisioni da prendere.

L'esito dell'azione urbanistica è inevitabilmente il risultato, difficilmente prevedibile negli sviluppi e negli effetti finali, del *negoziato* tra molti soggetti, collettivi e individuali, divisi tra alleanze e conflitti. La pratica applicazione delle disposizioni contenute in un piano urbanistico è l'esito di una complessa interazione tra le decisioni pubbliche e le scelte liberamente assunte da moltissimi soggetti privati. Il possibile contrasto degli interessi, tra azioni private e interessi generali, richiede l'espressione di regole generali. Il primato del pubblico e la conseguente produzione di norme di disciplina si rappresentano, tipicamente, in forma di leggi, che in taluni contesti nazionali, come in Italia, elevano l'urbanistica a materia di rilevanza costituzionale. Ma il cambiamento sarà sempre il prodotto di un'azione collettiva, entro la quale l'incidenza del singolo soggetto, anche quello dell'operatore pubblico detentore delle potestà di legge, sarà più o meno rilevante ma in nessun caso assoluta.

Questo processo, di cui sono evidenti le caratteristiche politiche, orienta necessariamente le conoscenze e le azioni proprie dell'urbanistica in quanto professione. Analizzare l'urbanistica come un particolare sistema di decisioni conduce, allora, a studiare le ragioni e i modi attraverso i quali i poteri pubblici, direttamente e indirettamente, mobilitano le competenze tecniche espresse dai professionisti che operano in questo settore.

Non sarà mai l'“urbanista”, come individuo isolato, che si estranea dal contesto dell'azione, a decidere in perfetta autonomia che cosa è più opportuno o necessario fare,

quale soluzione dare alle condizioni di crisi che hanno attivato l'azione urbanistica. Piuttosto, il ruolo del tecnico consiste nel preparare l'elaborazione per la messa in opera di queste decisioni, nell'esplicitare in maniera adeguata – vale a dire, tecnicamente pertinente – i legami che uniscono tipologie di problemi, modi di trattamento, dimensioni e criteri dell'azione.

Riconoscere la natura fondamentalmente politica delle decisioni urbanistiche, così come quelle relative ad altri problemi urbani, non elimina ma al contrario rafforza la necessità di sostenere tali decisioni con studi, consulenze e progetti specifici e approfonditi. La scelta dei criteri e delle modalità di selezione delle azioni suscettibili di essere intraprese, ai fini della soluzione di un determinato problema urbano, dipende in materia notevole dal contributo dell'urbanista.

In quanto pratica tecnica, l'urbanistica adotta un'ampia varietà di approcci, metodi e strumenti. Le sintesi applicative definiscono i prodotti professionali tipici, vale a dire i piani, i programmi, i progetti, gli studi preliminari, ciascuno con caratteristiche comuni agli altri ma anche con delle specificità che ne identificano l'autonomia tecnica e scientifica.

## 2. LA LOGICA ORGANIZZATIVA DELL'AZIONE URBANISTICA CONSENSUALE

### 2.1. Il contesto

I documenti di piano, apparsi nei diversi paesi europei tra la metà del XIX e gli inizi del XX secolo, sono profondamente mutati, per finalità e contenuti specifici, sia nel tempo sia in relazione ai diversi contesti nazionali.

In Italia, la pianificazione di livello comunale, secondo quanto prescritto dalla normativa nazionale, è ancora affidata al piano regolatore generale (P.R.G.), le cui caratteristiche sono pressoché uniche nel panorama europeo. Negli ultimi anni, in diverse regioni, sono stati introdotti nuovi strumenti, che hanno sostituito il piano regolatore generale.

Il P.R.G., introdotto con la Legge del 17 agosto 1942, n. 1150, dispone in modo prescrittivo, attraverso la zonizzazione e un complesso sistema di norme espresse in

forma scritta e grafica, l'uso del suolo di tutto il territorio comunale. Regola le altezze, le densità, le tipologie, gli edifici da conservare. Definisce con precisione la localizzazione dei servizi e il tracciato delle reti infrastrutturali. Il P.R.G., nei contenuti tecnici fissati dalla Legge n. 1150/42 e nella pratica che ne è seguita, è più un piano dettagliato di livello generale che un master plan o "piano strutturale", recante, come è in uso molti paesi europei, poche e fondamentali indicazioni, ad es. le aree da tutelare in quanto rappresentative dell'integrità fisica e ambientale e dell'identità culturale del territorio comunale.

L'inefficienza imputata al sistema pianificatorio introdotto dalla Legge n. 1150/42 ha portato a profondi cambiamenti, se non nella legislazione fondamentale quanto meno nella legislazione regionale e soprattutto nella pratica, sia nei modi di formazione dei piani sia nei contenuti progettuali.

Le innovazioni di maggior interesse, con incisivi risvolti anche in materia di tecnica urbanistica, si hanno in relazione alla necessità di orientare gli effetti territoriali di decisioni – ad es. quelle relative alle collaborazioni pubblico-privato o gli investimenti derivanti dalle programmazioni di settore – non prevedibili nei tempi e nei modi stabiliti nelle forme tradizionali del piano urbanistico. Acquistano grande importanza i luoghi e i modi dell'interazione, sin dalle fasi di formazione dei piani, tra le istituzioni pubbliche, la società locale, gli operatori economici.

Questi momenti cooperativi sono definiti in vario modo – conferenze di pianificazione, di programmazione, partecipative ecc. – non hanno forme codificate, e talora si basano sull'uso innovativo di uno strumento tradizionale, lo schema o preliminare di piano, utilizzato per sondare l'interesse e la condivisione di quanto il piano va elaborando.

Il processo di approvazione, da sequenziale, come è nelle forme tradizionali del piano urbanistico, diviene sempre più a carattere contestuale, esito di atti di copianificazione, concertazione e valutazione diretta, di prassi decise attraverso l'impiego dei dispositivi previsti dall'art. 14 all'art. 14 quinquies della Legge n. 241/90, "Conferenza dei servizi", e dall'art. 34 del D.Lgs n. 267/2000, "accordo di programma".

## 2.2. La strutturazione del processo

Dagli anni Novanta del secolo scorso in avanti, tra le competenze tecniche dell'urbanista, in particolare di coloro che esercitano tale professione all'interno degli uffici delle amministrazioni regionali e locali, assume rilevanza crescente l'*organizzazione dei processi di formazione e attuazione delle politiche urbane e territoriali*.

La progressiva diffusione dell'urbanistica consensuale, specie nelle operazioni di ampie dimensioni e a elevata complessità, tende a separare nettamente i processi dalle procedure. Ai primi è attribuita la responsabilità primaria di strutturare dinamicamente le intese tra le parti, pubbliche e private, delle iniziative urbanistiche.

La procedura, tradizionalmente intesa, funge a sua volta da cornice legislativa e normativa entro la quale prendono progressivamente forma le decisioni relative e gli effetti conseguenti.

Compito del tecnico urbanista, anche se non in via esclusiva, è la prefigurazione degli schemi e dei moduli organizzativi atti ad assicurare efficienza ed efficacia:

- al processo di attrazione negoziata di operatori e di investimenti privati;
- alla concertazione tra le amministrazioni pubbliche, di differente livello, espressione delle responsabilità molteplici attivate dalle nuove forme dell'azione urbanistica, quali la gestione del territorio, la realizzazione e la gestione delle reti, lo sviluppo economico ecc.

L'esame delle migliori pratiche in materia consente la definizione di un *modello organizzativo*, da adattare alle circostanze specifiche, in cui i vari livelli operano per l'attuazione di finalità condivise.

Il dispositivo proposto pone in relazione tre elementi, desunti da pratiche correnti, quali, ad es., i *programmi di riqualificazione urbana e di sviluppo sostenibile del territorio* (P.R.U.S.S.T.), (v. il § 2.3):

- a) un'istanza di formazione delle intese sulle "cose da fare", alla quale prendono parte istituzioni, soggetti pubblici e privati ecc.;
- b) una struttura di elaborazione dei contenuti delle intese (o di ciò che deve diventare oggetto di un'intesa), la cui conduzione è affidata a un gruppo di esperti, interni e/o esterni all'amministrazione pubblica che assume la responsabilità primaria sull'avanzamento dell'iniziativa;
- c) un "percorso procedurale" che incardina la sequenza delle azioni a una o più procedure amministrative, definendone così una possibile prospettiva a medio termine.

Nel modello organizzativo proposto, per gli obiettivi e le caratteristiche di contenuto del dispositivo, sono da privilegiare alcuni metodi e alcuni strumenti:

- l'analisi finanziaria e gli schemi contrattuali relativi alle diverse "posizioni" individuate dal programma, in particolare per gli interventi di maggior peso;
- l'analisi di mercato relativa alle funzioni e alle attività previste dal programma;
- la progettazione del contesto organizzativo, entro il quale si svolgeranno, nel tempo, le azioni previste.

## 2.3. Il caso P.R.U.S.S.T.

Lo schema di azione sopra descritto trova riferimenti immediati nelle procedure e nelle soluzioni organizzative elaborate per i P.R.U.S.S.T., un "programma complesso", (v. il § 4.1), promosso dal Ministero dei lavori pubblici, direzione generale del coordinamento territoriale, e introdotti dal decreto del ministro dei lavori pubblici dell'8 ottobre 1998.

Il P.R.U.S.S.T. è un programma che interessa ambiti urbani di estese dimensioni e un numero rilevante di attori locali; si compone di un alto numero di progetti con caratteristiche funzionali diverse. La complessità a livello gestionale è massima, in particolare nella fase di attuazione, che prevede la sottoscrizione di strumenti di semplificazione procedurale. La scadenze così come individuate definiscono anche le varie attività di natura tecnica.

La tempistica procedurale del P.R.U.S.S.T. evidenzia due momenti principali: la sottoscrizione del protocollo di intesa (art. 8 D.M.) e dell'accordo quadro (art. 11 D.M.).

## **IMPIANTI INTERNI**

- 1 Impianti idrici negli edifici
- 2 Impianti di gas negli edifici
- 3 Apparecchi igienico-sanitari
- 4 Impianti elettrici e di illuminazione
- 5 Ascensori e montacarichi, scale mobili
- 6 Impianti di riscaldamento e climatizzazione
- 7 Risparmio energetico

# IMPIANTI IDRICI NEGLI EDIFICI

Dott. Arch. ANGELO MARSINI • Aggiornamento Dott. Ing. RICCARDO GOETA

## 1. SOMMINISTRAZIONE DELL'ACQUA

La tutela delle acque è stata introdotta nell'ordinamento italiano già nel 1933 (R.D. 11 dicembre 1933 n. 1775 – Testo unico sulle acque). Trent'anni dopo la Legge 129/63 ha introdotto il Piano nazionale degli acquedotti. Varie leggi e decreti sono stati successivamente introdotti (Legge 319/76; D.P.R. 236/88; Legge 6/94).

Allo scopo di recepire le nuove direttive europee è stato poi emanato il D.Lgs. 152/99, la Legge 308/04, il D.Lgs. 31 del 2 febbraio 2001, il D.Lgs. 27 del 2 febbraio 2002 e la Legge 152/06.

Con il Decreto del 2 maggio 2006, il Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio ha istituito l'autorità di vigilanza delle risorse idriche.

In particolare il D.Lgs. 2 febbraio 2001, n. 31 – Attuazione della direttiva 98/83/CE relativa alla qualità delle acque destinate al consumo umano – "... disciplina la qualità delle acque destinate al consumo umano al fine di proteggere la salute umana dagli effetti negativi derivanti dalla contaminazione delle acque, garantendone la salubrità e la pulizia...".

I principali processi di trattamento delle acque per uso potabile sono: la *filtrazione* (eliminazione delle impurità solide trasportate); la *demineralizzazione* (eliminazione in percentuale variabile dei sali minerali disciolti per applicazioni industriali); la *potabilizzazione* (eliminazione delle sostanze sospese o di quelle disciolte che ne pregiudicano l'uso umano); la *dissalazione* (separazione dei sali disciolti nell'acqua marina, per utilizzarla a scopo potabile); l'*addolcimento* (eliminazione dei sali che determinano la durezza dell'acqua). Per ulteriori informazioni si rimanda anche alla parte 8<sup>a</sup>, cap. POTABILIZZAZIONE DELLE ACQUE. L'approvvigionamento idrico negli edifici generalmente viene consentito da due sistemi di distribuzione: il sistema a quantità costante con lente idrometrica (bocca tassata) e il sistema a contatore.

### 1.1. Sistema a quantità costante (bocca tassata)

La *lente idrometrica* (fig. 1.1a, b), unica per edificio o scala, regolata e sigillata dall'ente erogatore cittadino, consente un flusso d'acqua di portata costante nella co-

lonna montante dell'edificio e il pagamento del consumo riscontrato viene effettuato a forfait.

L'acqua, superata la lente tarata (fig. 1.1a), viene immessa in una *cassetta di distribuzione* a pelo libero (contenuta in apposito locale nella parte più alta della costruzione, per assicurare le pressioni di esercizio dell'impianto anche negli appartamenti dell'ultimo piano), dalla quale si

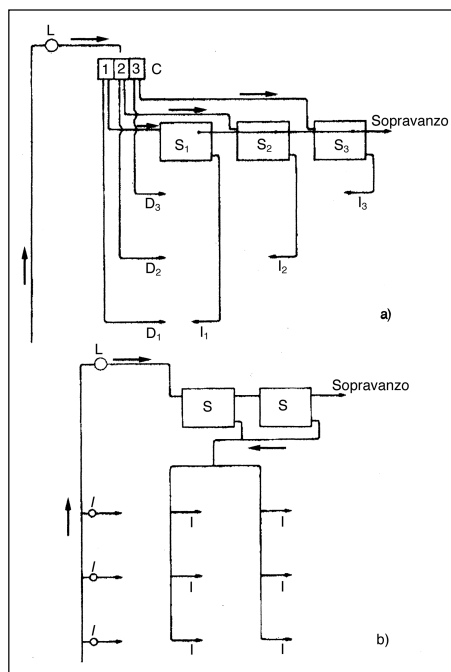


FIGURA 1.1 Schema di distribuzione a bocca tassata: a) *semidiretta* (a serbatoi indipendenti); b) *diretta* (a serbatoi comunicanti); C) cassetta di distribuzione; D, D<sub>1,2,3</sub>,... rubinetti acqua diretta; I, I<sub>1,2,3</sub>,... rubinetti acqua indiretta; L) lente idrometrica; 1) lente secondaria; S) serbatoi comunicanti; S<sub>1,2,3</sub>,... serbatoi singoli.

diramano due tubazioni per ciascun utente: una per l'acqua diretta di uso potabile, l'altra che raccoglie in un serbatoio (alloggiato nell'appartamento o in un locale comune nella terrazza o sottotetto) l'acqua per altri usi.

Il sistema a bocca tassata, ormai in disuso, richiedendo l'installazione dei *serbatoi*, realizza un impianto complicato e dispendioso (sia per l'esecuzione, sia per il fatto che all'utenza viene addebitato il costo dell'acqua inutilizzata del troppo pieno, che dalla cassetta o dai serbatoi si perde nella fogna urbana) e non assicura la completa igiene del servizio, essendo l'acqua distribuita non più a pressione ma a pelo libero, con possibilità di inquinamento dall'esterno.

## 1.2. Sistema a contatore

Per impianti domestici vengono usati contatori "a velocità" suddivisi in:

- *contatori a turbina* (a getto unico o multiplo, a quadrante bagnato o asciutto, con lettura a lancette o rulli numeratori) che esprimono, per piccole erogazioni, la portata in rapporto alla velocità dell'acqua che attraversa il contatore stesso. La turbina ruotando muove una serie di ingranaggi demoltiplicatori, che attivano i meccanismi di lettura nei quadranti;
- *contatori a mulinello elicoidale* (Woltmann – con lettura a lancette o a rulli numeratori) usati per medie e grandi portate d'acqua; il flusso idrico convogliato in un condotto cilindrico muove le alettature di un mulinello, il cui asse di rotazione coincide con l'asse del condotto stesso; la velocità di rotazione del mulinello è proporzionale alla portata d'acqua che attraversa il condotto e il consumo è segnalato nel quadrante asciutto, tramite un congegno attivato da apposita corona a contatto dell'asse dello stesso mulinello.

Tali contatori vengono collocati lungo le condutture principali di adduzione dell'acquedotto cittadino.

Il calibro e la portata caratteristica sono gli elementi che misurano la capacità di erogazione in un contatore (v. la parte 8ª, cap. MISURA E TARIFFAZIONE DELL'ACQUA). Il *posizionamento di contatori*, il cui calibro supera i 50 mm, richiede un tratto di condotta rettilineo e di sezione costante, ubicata il più lontano possibile da eventuali pompe che assicurino la mandata idrica.

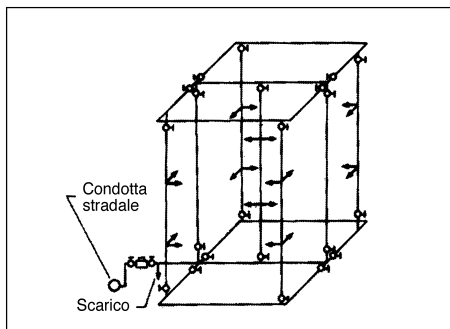


FIGURA 1.2 Schema di distribuzione a gabbia.

## 2. SCHEMI DI DISTRIBUZIONE INTERNA

La distribuzione avviene con tubi orizzontali "distributori", tubi verticali o "colonne" (ascendenti o discendenti) e "diramazioni" ai singoli rubinetti di erogazione (UNI 10.1).

Lo *schema a gabbia* consente una distribuzione equilibrata dell'acqua nella rete ed è consigliato per installazioni dove uno o più montanti siano soggetti a una breve, ma intensa, richiesta d'acqua (fig. 1.2).

Per sistemi a quantità costante (bocca tassata) si può adottare lo *schema ramificato* o ad anello con distributore di alimentazione dei tubi verticali discendenti situato alla sommità dell'edificio. Generalmente in presenza di impianti a bocca tassata si utilizza la distribuzione diretta (fig. 1.1b – se l'utente è unico come caserme, uffici, collegi) con rubinetto idrometrico principale per i serbatoi e tante lenti secondarie quante sono le prese nei vari piani, oppure la distribuzione semidiretta (fig. 1.1a) in cui ogni utente ha un proprio serbatoio alimentato da una cassetta di distribuzione (mandata).

È necessario poter provvedere a interventi di manutenzione o sostituzione dei componenti la rete bloccando, nei tratti interessati, il flusso idrico mediante *rubinetti di arresto e di scarico* appositamente collocati in opera.

## 3. TUBAZIONI: MATERIALI, INSTALLAZIONE, CARATTERISTICHE FISICHE

Le tubazioni possono essere realizzate in ferro, acciaio inox, rame, PVC (polivinilcloruro, idoneo solo per acqua fredda), PEad (polietilene ad alta densità – idoneo solo per acqua fredda), PEX (polietilene reticolato), PPR (polipropilene random copolimerizzato), PB (polibutene) e tubi multistrato (v. anche la parte 1ª, cap. TUBAZIONI). Il diametro viene espresso in mm o in pollici (1 pollice = 25,4 mm).

Le tubazioni in ferro sono le più idonee; in realtà si tratta di acciaio dolce con il 5% di carbonio. Sono presenti in commercio *tubi neri*, senza strato di protezione, e *tubi zincati*, protetti da uno strato di zinco, utilizzate per la distribuzione dell'acqua fredda.

I *tubi in acciaio* possono essere: a *bicchiere* (diametri > 50 mm, uniti con corda catramata e piombo), *lisci* (uniti con saldatura autogena), a *flangia* (uniti con bulloni e guarnizione) e a *vite* (uniti con manicotti filettati).

Si suddividono in tubi trafilati *tipo Mannesmann* (di maggior uso) e tubi saldati. Le giunzioni (fino a diametri di 80 mm) si eseguono con manicotti avvitati alle estremità filettate dei tubi, con l'ausilio di fili di canapa, pasta di manganese e olio cotto. I tubi zincati devono essere collegati soltanto con questo tipo di giunzione. Le piegature si eseguono a freddo (tubi zincati e neri) e a caldo (tubi neri); la piegatura a caldo viene effettuata a vuoto per i tubi con diametro < 40 mm, mentre per diametri maggiori il tubo da piegare viene riempito di sabbia.

I *tubi di rame*, consigliati per gli impianti di acqua calda, sono disponibili in due tipi: in rame incrudito (in barre) e in rame ricotto (in rotoli), nella serie leggera o pesante, in relazione allo spessore. Per le diramazioni degli impianti idrosanitari viene utilizzata la serie leggera del rame ricotto. Le giunzioni si effettuano con raccordi smontabili (in

---

PARTE SESTA

---

# **IMPATTO AMBIENTALE, QUALITÀ, BARRIERE ARCHITETTONICHE E TECNOLOGIE ANTINQUINAMENTO**

- 1 Impatto ambientale
- 2 Qualità
- 3 Barriere architettoniche
- 4 Norme antincendio
- 5 Impianti per lo smaltimento dei rifiuti
- 6 Impianti di depurazione delle acque
- 7 Impianti per la depurazione degli effluenti gassosi

# IMPATTO AMBIENTALE

Dott. ROMANO PAGNOTTA • Aggiornamento Dott. Arch. GIUSEPPE MARTINO DI GIUDA

## 1. ORIGINI ED EFFETTI DEGLI INQUINANTI

### 1.1. Generalità

L'Italia costituisce, nel novero delle nazioni più industrializzate, un caso del tutto particolare di modernizzazione accelerata. Alla fine dell'ultimo conflitto mondiale, infatti, la situazione dell'economia era assai simile a quella riscontrata negli altri paesi industrializzati nella metà del XIX secolo, con più della metà della popolazione ancora occupata nel settore agricolo e con un apparato industriale concentrato territorialmente, produttivamente assai poco diversificato e dotato di limitati mercati di smercio.

Le scelte politiche, in quel contesto, furono quelle di privilegiare il settore industriale, come elemento trascinante dell'intero sviluppo economico, e di localizzare gli investimenti là dove esisteva una struttura già consolidata e cioè nel nord del paese. Queste decisioni portarono, nel giro di un ventennio, a un vero e proprio sconvolgimento della configurazione economica e sociale del paese. L'occupazione agricola passò dal 45% del totale nel 1951 al 19% nel 1971 e quella industriale dal 22% al 43%.

Il settore primario, quindi, perse poco meno di 5 milioni di addetti, di cui circa 3 milioni dalle campagne del centro e del sud. Parallelamente si verificò il massiccio fenomeno di esodo dalle campagne e dai centri minori verso le città e verso le regioni più industrializzate del nord, che secondo stime recenti ha interessato circa 15 milioni di italiani, un buon quarto della popolazione del paese.

Questa rapida e squilibrata evoluzione si realizzò in un contesto territoriale estremamente fragile, caratterizzato da una limitata disponibilità di spazio fisico utilizzabile (meno del 45% del totale) e di risorse naturali in generale e da una struttura insediativa dispersa in una quantità di piccoli agglomerati di grande valore socio-culturale: oggi solo 25 città superano i 100.000 abitanti e nel loro insieme costituiscono il 27% della popolazione italiana, mentre i comuni di 10.000 abitanti sono 6.955 su un totale di 7.804 e raggruppano 21,1 milioni di abitanti; vale a dire il 45% della popolazione risiede in comuni piccoli e territorialmente sparsi.

Questo sviluppo ritardato rispetto ad altri paesi, ma temporalmente accelerato, ha fatto sì che l'ambiente e il

territorio siano stati soggetti a una conflittualità fra utilizzatori diversi fra i quali quasi sempre ha prevalso chi meglio poteva imporre i propri interessi. Industria, agricoltura, edilizia, turismo, opere pubbliche hanno operato, spesso in competizione, nel "colonizzare" nuovi territori contribuendo a una fortissima pressione sull'ambiente sia direttamente attraverso l'immissione nello stesso di residui e rifiuti, sia indirettamente attraverso i guasti traumatici dell'abbandono e della mancata prevenzione.

### 1.2. L'inquinamento atmosferico

L'art. 268, comma 1. a) del D.Lgs. 152/06, noto come *Testo Unico Ambientale*, aggiornato con il D.Lgs. 5/12, definisce l'inquinamento atmosferico "ogni modificazione dell'aria atmosferica, dovuta all'introduzione nella stessa di una o di più sostanze in quantità e con caratteristiche tali da ledere o da costituire un pericolo per la salute umana o per la qualità dell'ambiente, oppure tali da ledere i beni materiali o compromettere gli usi legittimi dell'ambiente".

Gli inquinanti dell'aria possono quindi includere ogni sostanza suscettibile di essere dispersa nell'atmosfera, per prendere parte a processi di diffusione e di trasporto, di trasformazione, di deposizione al suolo. Essi possono essere costituiti da particelle solide, da minuscole goccioline liquide, da vapori, da gas o da miscele di tutto ciò.

È molto raro che una situazione di deterioramento dell'aria sia determinata da un solo inquinante; di solito a tale situazione concorrono una molteplicità di sostanze in differenti forme fisiche e chimiche. Sovente l'inquinamento dell'atmosfera è causato dalle variazioni, principalmente aumenti, dei livelli di diversi costituenti minori, detti anche "gas in traccia". Questi gas comprendono: il biossido di carbonio o anidride carbonica (CO<sub>2</sub>), il monossido di carbonio (CO), il metano (CH<sub>4</sub>), due ossidi di carbonio indicati collettivamente come NO<sub>x</sub>, ossia il monossido di azoto (NO) e il biossido di azoto (NO<sub>2</sub>), il protossido di azoto (N<sub>2</sub>O), il biossido di zolfo o anidride solforosa (SO<sub>2</sub>), l'ozono (O<sub>3</sub>), diversi clorofluorocarburi o CFC (composti che contengono cloro, fluoro, carbonio e a volte idrogeno) e, infine, metalli pesanti quali ad es. il

piombo. I processi di formazione di tali costituenti possono essere conseguenti all'utilizzo di combustibili fossili (CO, CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>), alla combustione di biomasse (CO, NO<sub>x</sub>, N<sub>2</sub>O), alla deforestazione (CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O), all'utilizzo di bombolette spray, di refrigeranti e di materiali espansi (CFC), ad attività produttive specifiche (risaie, allevamenti, produzione di combustibili fossili nel caso del CH<sub>4</sub>, all'uso di fertilizzanti azotati per l'N<sub>2</sub>O, alle fonderie per l'SO<sub>2</sub>) e, infine, a vari processi industriali e al traffico automobilistico (metalli e in particolare piombo).

Relativamente agli effetti prodotti da tali inquinanti notevole rilevanza ha assunto quello noto con il nome di "piogge acide" (anche se più correttamente si dovrebbe parlare di "deposizioni acide" in quanto sono incluse anche neve, nebbia e rugiada acide). Tale fenomeno ha origine principalmente dalle interazioni che coinvolgono gli ossidi di azoto e il biossido di zolfo nell'atmosfera. A seguito di varie reazioni, tra cui quella di combinazione con il radicale ossidrile (OH<sup>-</sup>), questi gas possono essere trasformati in tempi relativamente brevi (pochi giorni) in acido nitrico (HNO<sub>3</sub>) e acido solforico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), entrambi facilmente solubili in acqua. Allorché le goccioline d'acqua, sotto forma di pioggia, di neve, di nebbia o di rugiada, cadono o si depositano sulla superficie terrestre vanno a costituire le "piogge acide" (o più propriamente "deposizioni acide"). Acido nitrico e acido solforico possono giungere sulla superficie terrestre anche "a secco", sotto forma di gas o come costituenti di particelle sospese.

Le conseguenze di tali deposizioni riguardano sia gli ambienti naturali (danni alle foreste e acidificazione di laghi si sono manifestati nel Nord Europa, in Canada e negli Stati Uniti con conseguenti ripercussioni sulle caratteristiche strutturali e funzionali degli ecosistemi interessati), sia i manufatti (corrosioni di macchinari e di monumenti

situati all'aperto e di edifici principalmente in aree urbane e in prossimità di insediamenti industriali).

Un altro effetto di rilievo dovuto all'inquinamento atmosferico riguarda lo *smog fotochimico*, termine con il quale si indica un miscuglio di gas inquinanti che si forma nella bassa atmosfera per azione della radiazione solare sulle emissioni antropogeniche (particolarmente ossidi di azoto e idrocarburi emessi dagli scarichi dei veicoli) con produzione di gas chimicamente reattivi che possono avere effetti dannosi per gli organismi viventi.

Uno dei prodotti di tali reazioni è costituito dall'ozono, la cui presenza negli strati bassi dell'atmosfera oltre i livelli naturali comporta fenomeni irritativi agli occhi, disturbi all'apparato respiratorio e danni alla vegetazione. Va peraltro rilevato come lo stesso ozono nella stratosfera espliciti un'azione benefica neutralizzando la radiazione ultravioletta e come la scomparsa dello stesso in alcune regioni del globo ("buco dell'ozono" al di sopra dell'Antartide) preoccupi scienziati e amministratori per le conseguenze che un incremento della radiazione ultravioletta al suolo potrebbe comportare nel prossimo futuro.

Nella tab. 1.1 sono elencati i gas presenti in traccia nell'atmosfera e le principali perturbazioni ambientali a essi associate.

(Per una trattazione più dettagliata dell'argomento "inquinamento atmosferico" v. il cap. IMPIANTI PER LA DEPURAZIONE DEGLI EFFLUENTI GASSOSI).

### 1.3. L'inquinamento e le alterazioni del suolo

Il comparto suolo è quello che sicuramente risulta maggiormente danneggiato dall'inquinamento. Infatti mentre i contaminanti che raggiungono l'aria e le acque (cioè gli

TABELLA 1.1 Gas presenti in traccia nell'atmosfera, principali fonti antropogeniche e perturbazioni ambientali a essi associate.

Gas	Fonti antropogeniche	Effetto serra	Diminuz. ozono atmosfer.	Deposiz. acide	Smog	Corrosione	Diminuz. visibilità	Diminuz. auto-depurazione
CO	Uso combustibili fossili; combustione biomasse.							X
CO <sub>2</sub>	Uso combustibili fossili; deforestazione.	X	X					
CH <sub>4</sub>	Risaie; allevamenti; discariche; produzione combustibili fossili.	X	X					
NO <sub>x</sub>	Uso combustibili fossili; combustione biomasse.		X	X	X		X	X
N <sub>2</sub> O	Fertilizzanti azotati; deforestazione; combustione biomasse.	X	X					
SO <sub>2</sub>	Uso combustibili fossili; fonderie.	X		X		X	X	
CFC	Spray; refrigeranti; materiali espansi.	X	X					
O <sub>2</sub>		X			X			X

---

PARTE SETTIMA

---

# **COSTRUZIONI STRADALI**

- 1 Progetti stradali
- 2 Costruzione del corpo stradale
- 3 Consolidamento del corpo stradale
- 4 Sovrastrutture stradali
- 5 Muri di sostegno
- 6 Ponti
- 7 Gallerie

# 1

## PROGETTI STRADALI

Prof. Ing. PIETRO GIANNATTASIO, Prof. Ing. VITTORIO NICOLOSI • Aggiornamento Dott. Arch. GIUSEPPE MARTINO DI GIUDA

### I. STRADE E VEICOLI

#### 1. VEICOLI STRADALI

I tipi e le caratteristiche dei veicoli sono stabiliti in Italia dal Nuovo Codice della Strada (NCS) approvato con D.Lgs. 30 aprile 1992, n. 285 e dal relativo Regolamento di Esecuzione e di Attuazione (D.P.R. 16 dicembre 1992, n. 495) e delle loro successive modificazioni e integrazioni. Secondo tali norme i veicoli si distinguono in veicoli a braccia, veicoli a trazione animale, velocipedi, slitte, ciclomotori, motoveicoli, autoveicoli, filoveicoli, rimorchi, macchine agricole, macchine operatrici, veicoli con caratteristiche atipiche (art. 47 NCS). In particolare gli autoveicoli si dividono in (art. 54 NCS):

- Autovetture: veicoli destinati al trasporto di persone, aventi al massimo nove posti, compreso quello del conducente.
- Autobus: veicoli destinati al trasporto di persone equipaggiati con più di nove posti compreso quello del conducente.
- Autoveicoli per trasporto promiscuo: veicoli aventi una massa complessiva a pieno carico non superiore a 3,5 t o 4,5 t se a trazione elettrica o a batteria, destinati al trasporto di persone e di cose e capaci di contenere al massimo nove posti compreso quello del conducente.
- Autocarri: veicoli destinati al trasporto di cose e delle persone addette all'uso o al trasporto delle cose stesse.
- Trattori stradali: veicoli destinati esclusivamente al traino di rimorchi o semirimorchi.
- Autoveicoli per trasporti specifici: veicoli destinati al trasporto di determinate cose o di persone in particolari condizioni, caratterizzati dall'essere muniti permanentemente di speciali attrezzature relative a tale scopo.
- Autoveicoli per uso speciale: veicoli caratterizzati dall'essere muniti permanentemente di speciali attrezzature e destinati prevalentemente al trasporto proprio. Su tali veicoli è consentito il trasporto del personale e dei materiali connessi con il ciclo operativo delle attrezzature e di persone e cose connesse alla destinazione d'uso delle attrezzature stesse.

- Autotreni: complessi di veicoli costituiti da due unità distinte, agganciate, delle quali una motrice.
- Autoarticolati: complessi di veicoli costituiti da un trattore e da un semirimorchio.
- Autosnodati: autobus composti da due tronconi rigidi collegati tra loro da una sezione snodata.
- Autocaravan: veicoli aventi una speciale carrozzeria e attrezzati permanentemente per essere adibiti al trasporto e all'alloggio di sette persone al massimo, compreso il conducente.
- Mezzi d'opera: veicoli o complessi di veicoli dotati di particolari attrezzature per il carico e il trasporto di materiale di impiego o di risulta dell'attività edilizia, stradale, di escavazione mineraria e materiali assimilati.

I veicoli pesanti sono dotati di un numero di assi  $> 2$ , su alcuni dei quali sono spesso montate due coppie di ruote gemelle, allo scopo di ridurre il carico agente su ciascuna ruota e da questa trasmesso alla strada.

Le ruote sono sempre provviste di pneumatici aventi pressioni di gonfiaggio variabili da  $100 \div 220$  kPa ( $1 \div 2,2$  bar) per le autovetture e da 250 kPa fino a oltre 800 kPa ( $2,5 \div 8,0$  bar) per i veicoli industriali. La pressione trasmessa dai pneumatici alla strada è praticamente coincidente con la pressione di gonfiaggio. L'area di impronta  $A$  è perciò fornita dal rapporto fra carico sulla ruota e tale pressione; la sua forma può considerarsi approssimativamente ellittica con diametro maggiore (nella direzione del moto)  $L = 1,38 \cdot \sqrt{A}$  e diametro minore  $L' = 0,67 L$ .

Le caratteristiche limite di ciascun tipo di veicolo sono le seguenti:

a) *Sagoma limite* – Tutti i veicoli debbono potersi iscrivere in una sagoma di 2,55 m (2,60 m nei veicoli per il trasporto di merci deperibili in regime di temperatura controllata) di larghezza (escluse le sporgenze dovute ai retrovisori mobili), e di 4,0 m di altezza; per gli autobus è consentita un'altezza fino a 4,30 m. Le lunghezze totali massime, compresi gli eventuali organi di traino sono: 12 m per i veicoli isolati, 16,50 per gli autoarticolati e gli autosnodati, 18 m per gli autosnodati e filosnodati adibiti a servizio di linea per il trasporto di persone destinati a percorrere itinerari prestabiliti, 18,75 m per gli autotreni e i filotreni.

- b) *Massa* – I valori della massa limite complessiva a pieno carico dei veicoli sono riportati nel quadro sinottico di tab. 1.1. Qualunque sia il tipo di veicolo (fatta eccezione per i mezzi d'opera) la massa gravante sull'asse più caricato non può superare 12 t; per una coppia di assi la somma delle masse dovrà essere inferiore a 12 t, se la distanza assiale è inferiore a un metro, a 16 t, se la distanza assiale è pari o superiore a 1 m e inferiore a 1,3 m, a 20 t, se la distanza assiale è pari o superiore a 1,3 m e inferiore a 2 m. Per i mezzi d'opera, la massa gravante sull'asse singolo più caricato non può eccedere le 13 t (a tale riguardo gli assi disposti a distanza < 1,20 m sono considerati come un unico asse singolo).
- c) *Fascia di ingombro* – Ogni veicolo deve potersi inscrivere in una fascia di ingombro a corona circolare di larghezza  $A = 7,20$  m, avente raggio interno  $R_i = 5,30$  m e raggio esterno  $R_e = 12,50$  m (art. 217 D.P.R. 16 febbraio 1992, n. 495), vedi fig. 1.1.

Gli ingombri minimi dei veicoli necessari per effettuare le manovre di svolta possono essere valutati attraverso le espressioni riportate nel quadro di tab. 1.2. Le caratteristiche geometriche dei veicoli contenute nelle espressioni riportate in tab. 1.2 sono ovviamente variabili; a titolo indicativo si riportano i massimi valori riscontrati nel parco veicolare circolante in Svizzera, suggeriti dalle norme elvetiche [1], e i valori riportati in [7].

## 2. RESISTENZA AL MOTO

Per un veicolo di peso  $P$  la resistenza al moto consta della somma di cinque termini:

- a) *Resistenza al rotolamento*. Dovuta principalmente alla deformabilità dei pneumatici, è espressa da  $R_r = \mu P$ , dove  $\mu$  è la *resistenza al rotolamento*, il cui valore dipende dal tipo e dallo stato della pavimentazione, dal

tipo di pneumatico, dalla sua pressione di gonfiaggio e dalla velocità del veicolo; con i normali pneumatici per veicoli stradali, e con una buona pavimentazione bituminosa o cementizia, è generalmente  $\mu = 0,015 \div 0,02$  per le autovetture e  $0,02 \div 0,03$  per gli autocarri.

Detti valori di  $\mu$  aumentano a  $0,025 \div 0,035$  per strade in macadam e a  $0,05 \div 0,1$  per piste in terra.

b) *Resistenza dovuta alla pendenza*. Vale  $R_i = \pm iP$ , essendo  $i$  la pendenza della strada (rapporto fra il dislivello dei due punti posti sull'asse della strada e la loro distanza orizzontale), positiva in salita, negativa in discesa.

c) *Resistenza dell'aria*. Vale  $R_a = K S V^2$ , dove  $S$  = sezione frontale in  $m^2$  (autovetture  $1,2 \div 2,2$   $m^2$ , autocarri  $3 \div 7$   $m^2$ ),  $V$  = velocità del veicolo in km/h,  $K = 0,04 \div 0,05$  per autovetture aperte di vecchio modello e autocarri,  $0,02 \div 0,03$  per autovetture chiuse,  $0,015 \div 0,02$  per vetture di forma particolare aerodinamica;  $R_a$  risulta in newton.

d) *Resistenza dovuta alle curve*. È dovuta in parte al

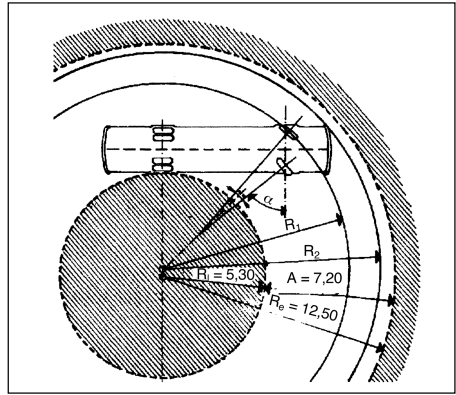


FIGURA 1.1 Inscrivibilità nella fascia massima di ingombro prescritta.

TABELLA 1.1 Massa limite complessiva a pieno carico dei veicoli.

Tipo	Numero di assi				
	1 [t]	2 [t]	3 [t]	4 [t]	≥ 5 [t]
Autoveicoli isolati (i)	–	18	25 26 (ii)	25 32 (ii)	25 32 (ii)
Rimorchi (i)	6	22	26	26	26
Autobus e filobus (i)	–	19	25 26 (ii)	25 32 (iii)	25 32 (ii)
Autotreni (i)	–	–	24	40	44
Autoarticolati e autosnodati (i)	–	–	30	40	44
Mezzi d'opera isolati	–	20	33	40	–
Mezzi d'opera costituiti da complessi di veicoli	–	–	–	44	56 54 (iii)

(i) Veicoli muniti di pneumatici tali che il carico medio trasmesso all'area di impronta sulla strada non sia superiore a 8 daN/cm<sup>2</sup> e se trattatis di veicoli a tre o più assi la distanza fra gli assi contigui sia non inferiore a 1 m.

(ii) Per i veicoli dotati di asse motore con pneumatici accoppiati e sospensioni pneumatiche.

(iii) Autobetoniere per il trasporto di calcestruzzo.

---

PARTE OTTAVA

---

# **COSTRUZIONI IDRAULICHE**

- 1 Idraulica e idrologia
- 2 Sistemazioni idrauliche
- 3 Bonifica
- 4 Canali
- 5 Sbarramenti
- 6 Acquedotti
- 7 Misura e tariffazione dell'acqua
- 8 Potabilizzazione delle acque
- 9 Fognature

# 1

## IDRAULICA E IDROLOGIA

Prof. Ing. LUIGI DA DEPPO • Prof. Ing. CLAUDIO DATEI

### 1. UNITÀ DI MISURA

Il sistema in vigore in Italia (1979) è il *Sistema Internazionale* (S.I.) basato sulle unità: lunghezza  $L$  in m (metro); tempo  $T$  in s (secondo); massa  $M$  in kg (chilogrammo massa).

Il *Sistema Tecnico*, ancora talvolta usato nelle discipline ingegneristiche, è:  $L$  in m;  $T$  in s; forza  $F$  in kp (chilogrammo peso).

Le grandezze derivate sono date nella tab. 1.1.

Sono derivate anche unità fuori sistema, multipli o sottomultipli, con speciale denominazione: pressione  $p$ : 1 bar =  $10^5$  Pa; viscosità dinamica  $\mu$ : 1P (poise) =  $10^{-1}$  kg m<sup>-1</sup>s<sup>-1</sup> = 0,1 Pa · s; viscosità cinematica  $\nu$ :

1 St (stokes) =  $10^{-4}$  m<sup>2</sup> s<sup>-1</sup>. La pressione  $p$  e la potenza  $W$  sono anche misurate con altre unità;  $p$ : 1 at (atmosfera tecnica) =  $10^4$  kp m<sup>-2</sup>;  $W$ : 1 CV (cavallo vapore) = 75 kp m s<sup>-1</sup>.

La conversione dal S.I. al S.T. è basata sull'equivalenza: 1 kp = 1 kg × 9,81 m s<sup>-2</sup> = 9,81 N.

### 2. DEFINIZIONI. PROPRIETÀ DEI FLUIDI

#### 2.1. Densità. Peso specifico

Data una massa fluida  $M$ , di volume  $V$  e peso  $P$  sono:  $\rho = M/V$  la densità o massa volumica;  $\gamma = P/V$  il peso specifico.

TABELLA 1.1 Sistema Internazionale (S.I.) - Sistema Tecnico (S.T.).

Grandezza	S.I.		S.T.	
	Dimensioni	Unità di misura	Dimensioni	Unità di misura
$m$ massa	M	kg	F L <sup>-1</sup> T <sup>-2</sup>	kp m <sup>-1</sup> s <sup>-2</sup>
$f$ forza	M L T <sup>-2</sup>	kg m s <sup>-2</sup> = N (newton)	F	kp
$p$ pressione	M L <sup>-1</sup> T <sup>-2</sup>	kg m <sup>-1</sup> s <sup>-2</sup> = N m <sup>-2</sup> = Pa (pascal)	F L <sup>-2</sup>	kp m <sup>-2</sup>
$\rho$ densità o massa volumica	M L <sup>-3</sup>	kg m <sup>-3</sup>	F L <sup>-4</sup> T <sup>2</sup>	kp m <sup>-4</sup> s <sup>2</sup>
$\gamma$ peso specifico	M L <sup>-2</sup> T <sup>-2</sup>	kg m <sup>-2</sup> s <sup>-2</sup> = N m <sup>-3</sup>	F L <sup>-3</sup>	kp m <sup>-3</sup>
$E$ lavoro, energia	M L <sup>2</sup> T <sup>-2</sup>	kg m <sup>2</sup> s <sup>-2</sup> = N m = J (joule)	F L	kp m
$W$ potenza	M L <sup>2</sup> T <sup>-3</sup>	kg m <sup>2</sup> s <sup>-3</sup> = J s <sup>-1</sup> = W (watt)	F L T <sup>-1</sup>	kp m s <sup>-1</sup>
$\mu$ viscosità dinamica	M L <sup>-1</sup> T <sup>-1</sup>	kg m <sup>-1</sup> s <sup>-1</sup>	F L <sup>-2</sup> T	kp m <sup>-2</sup> s
$\nu$ viscosità cinematica	L <sup>2</sup> T <sup>-1</sup>	m <sup>2</sup> s <sup>-1</sup>	L <sup>2</sup> T <sup>-1</sup>	m <sup>2</sup> s <sup>-1</sup>
$\sigma$ tensione superficiale	M T <sup>-2</sup>	kg s <sup>-2</sup>	F L <sup>-1</sup>	kp m <sup>-1</sup>

TABELLA 1.2 Valori della viscosità dinamica.

t (°C)	0	5	10	15	20	25	30
S.I. N m <sup>-2</sup> s	1,776 · 10 <sup>-3</sup>	1,509 · 10 <sup>-3</sup>	1,303 · 10 <sup>-3</sup>	1,140 · 10 <sup>-3</sup>	1,005 · 10 <sup>-3</sup>	897 · 10 <sup>-4</sup>	8,036 · 10 <sup>-4</sup>
S.T. kp m <sup>-2</sup> s	1,89 · 10 <sup>-4</sup>	1,542 · 10 <sup>-4</sup>	1,332 · 10 <sup>-4</sup>	1,164 · 10 <sup>-4</sup>	1,027 · 10 <sup>-4</sup>	9,14 · 10 <sup>-5</sup>	8,190 · 10 <sup>-5</sup>

Sussiste la relazione  $\gamma = \rho g$  con  $g$  accelerazione della gravità = 9,81 m/s<sup>2</sup>. Per l'acqua distillata a 4 °C è:

S.I. :  $\gamma = 9.810 \text{ N/m}^3$ ;  $\rho = 1.000 \text{ kg/m}^3$ ;  
 S.T. :  $\gamma = 1000 \text{ kp/m}^3$ ;  $\rho = 102 \text{ kp s}^2/\text{m}^4$ .

**2.2. Equazione dell'idrostatica**

Un fluido pesante esercita in ogni suo punto uno sforzo  $\sigma$  per unità di superficie che si può decomporre in una pressione  $p$  normale alla superficie stessa e in uno sforzo tangenziale  $\tau$  posto su di essa e nel piano contenente  $\sigma$  e  $p$ . Nei fluidi perfetti (incompressibili e non viscosi) o in quiete è  $\tau = 0$  e  $p$  costante, in uno stesso punto, in ogni direzione (*principio di Pascal*).

Se il punto considerato è a profondità  $y$  rispetto alla superficie libera la pressione vale  $p = \gamma y$ : *equazione dell'Idrostatica* per fluidi pesanti incompressibili.

**2.3. Viscosità**

In un fluido reale (viscoso) in moto lo scorrimento relativo di particelle animate da velocità diversa dà luogo a una forza resistente  $\tau$  per unità di superficie legata, oltre che alla variazione della velocità in senso normale al moto, ad una proprietà del fluido detta *viscosità dinamica*  $\mu$ . Per l'acqua essa è data, detta  $t$  la temperatura al di sopra di 0 °C, dalla tab. 1.2.

Il rapporto  $\nu = \mu/\rho(\text{m}^2/\text{s})$  è detto *viscosità cinematica*. Data una condotta circolare di diametro  $d$  percorsa da una corrente con velocità media  $v$ , il rapporto (adimensionale)  $Re = vd/\nu$  è detto *numero di Reynolds*.

**2.4. Modulo elastico**

L'acqua è fluido assai poco comprimibile. Il suo modulo elastico a 10 °C è  $E = 2,039 \cdot 10^9 \text{ Pa}$ ; per  $\Delta p = 9,81 \cdot 10^4 \text{ Pa}$  (circa 1 at) la variazione  $\Delta V$  del volume  $V$  è  $\Delta V/V = -0,5 \cdot 10^{-4}$  pari a 1/20000 del volume primitivo.

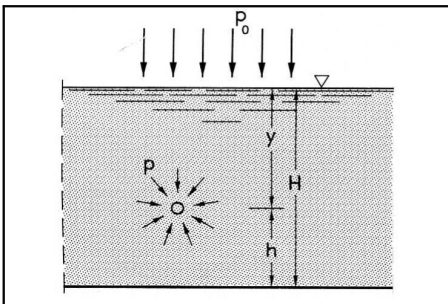


FIGURA 1.1 Pressione idrostatica in un punto.

**2.5. Capillarità**

Dato un tubo capillare di diametro  $d$  immerso per la parte inferiore in un liquido, il livello del liquido nel tubo si alza (o si abbassa) rispetto alla superficie esterna di  $h$ ; se esso bagna (acqua) o non bagna (mercurio) le pareti. Si hanno le leggi:

- sistema aria, acqua, vetro a 0 °C:  $hd = 31 \text{ mm}^2$ ;
- sistema aria, mercurio, vetro oppure acqua, mercurio, vetro:  $hd = -14 \text{ mm}^2$ .

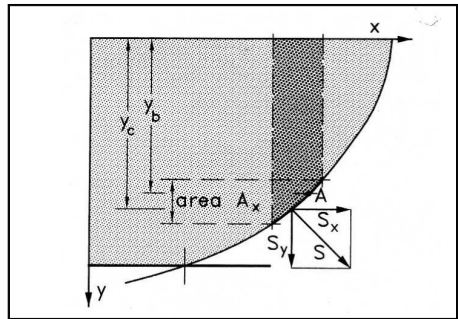


FIGURA 1.2 Pressione idrostatica su una superficie A.

**3. IDROSTATICA**

**3.1. Spinta su una superficie**

La legge idrostatica dà per la pressione  $p$  a profondità  $y$  la relazione  $p + \gamma h = \text{costante}$ ; oppure per  $h = H$ , posta pari a  $p_0$  la pressione sulla superficie, si ha:

(1)  $p + \gamma h = p_0 + \gamma H$ ,

da cui  $p = p_0 + \gamma y$  e  $p = \gamma y$  se la pressione è contata a partire da quella atmosferica (fig. 1.1).

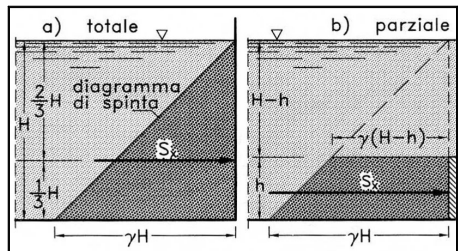


FIGURA 1.3 Spinta su superfici piane verticali.

## **ESECUZIONE DEI LAVORI**

- 1 Macchine per il sollevamento
- 2 Macchine per lavori in terra
- 3 Macchine per la frantumazione
- 4 Macchine per la confezione del calcestruzzo
- 5 Impianti per conglomerati bituminosi e macchine per pavimentazione
- 6 Costo dei lavori in terra
- 7 La sicurezza sul lavoro nelle costruzioni
- 8 Computo metrico e stima dei lavori
- 9 Principi generali degli appalti di lavori pubblici

# 1

## MACCHINE PER IL SOLLEVAMENTO

Prof. Ing. GIUSEPPE GODONO • Prof. Ing. MARIANO MIGLIACCIO

### 1. NORMATIVE

Le macchine di sollevamento e trasporto devono ottemperare alle prescrizioni della vigente normativa, rispondente alle direttive della Comunità Europea. Si ricordano la normativa CNR-UNI 10.021, il D.P.R. 27 aprile 1955, n. 547 e il più recente D.Lgs. 19 settembre 1994, n. 626 che disciplinano l'uso, la gestione e la progettazione delle macchine di sollevamento e trasporto nel loro complesso. Tutte le apparecchiature, dalle più semplici, quali ad es. le binde e gli argani azionati a mano, alle più complesse e sofisticate per la presenza di computer a bordo per la programmazione dei cicli operativi con monitoraggio di componenti meccanici suscettibili di guasti, quali ad es. le portainer per terminali marittimi appartenenti alle nuove generazioni di gru, sono regolate dalle citate norme.

### 2. BINDA A CREMAGLIERA

Macchina, ormai non più usata, che veniva azionata a mano agendo su una manovella con braccio di 300 mm sul cui asse, con un arpionismo per impedire il moto retrogrado, era montato un rochetto munito di quattro denti

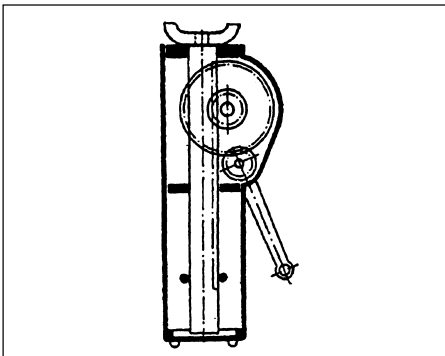


FIGURA 1.1 Binda a cremagliera.

a profilo cicloidale che, con successiva coppia dentata, trasmetteva il moto alla cremagliera. Portata fino a 200 kN, corsa fino a 500 mm con rendimento 0,6. Carcassa in acciaio, in legno o in plastica, ingranaggi in acciaio (fig. 1.1).

### 3. MARTINETTO A VITE

Anch'esso non più in uso, era caratterizzato dall'arresto spontaneo; portata 350 kN, corsa 300 mm con rendimento 0,3; la vite era a filetto rettangolare con inclinazione dell'elica media di  $4 \div 5^\circ$ ; migliori rendimenti con vite in acciaio e madrevite in bronzo mantenendo una pressione di contatto tra i filetti di 1 daN/mm<sup>2</sup>; la leva di manovra (fig. 1.2) era munita di arpionismo, il corpo se non fuso in ghisa era composto da lamiera di acciaio saldata.

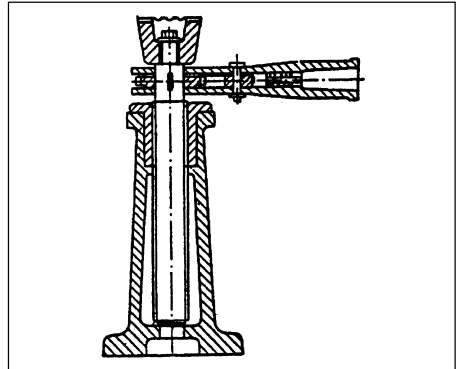


FIGURA 1.2 Martinetto a vite.

### 4. MARTINETTO IDRAULICO

Seguendo lo schema di fig. 1.3 è costituito dal pistone *O* avente, nella parte inferiore, una base di appoggio e in quella superiore una guarnizione di tenuta *M*. Il pistone è

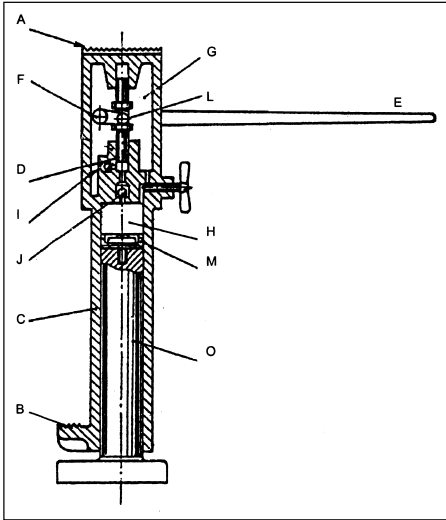


FIGURA 1.3 Martinetto idraulico.

alloggiato nel cilindro *C* che porta il serbatoio *G* e la parte scabra *A*, sulla quale poggia il carico da sollevare. Tale operazione si ottiene pompando l'olio contenuto nel serbatoio *G* dentro la camera *H* sopra il pistone. Sollevando il pistoncino *D* con la leva di manovra *E* (fulcro *F* e manovella *FL*) il liquido viene aspirato attraverso la valvola *I*; quindi abbassando il pistoncino *D* il liquido viene immesso, attraverso la valvola *J*, nella camera del cilindro *C*, provocando la salita del carico. Particolari carichi possono essere sollevati con la zampa *B* di cui è munito il cilindro nella sua parte inferiore; in tal modo, però, il carico è eccentrico, perciò l'operazione può consentire di sollevare carichi ridotti. Il modello descritto raggiunge la capacità di carico fino a 3000 kN con rendimenti minori del 70%; modelli senza la zampa raggiungono portate anche di 10000 kN. Questi martinetti trovano impiego nelle costruzioni edili, sono insostituibili nelle prove di carico di pali di fondazione e nel sollevare travi in c.a.p. di ponti stradali o ferroviari, per consentire la manutenzione degli apparecchi di appoggio delle stesse. Nella tab. 1.1 si riportano le caratteristiche di martinetti idraulici di portata fino a 10000 kN.

TABELLA 1.1 Martinetti idraulici.

Portata [kN]	Corsa breve				Corsa lunga			
	corsa [mm]	diametro [mm]	pressione [bar]	peso [daN]	corsa [mm]	diametro [mm]	pressione [bar]	peso [daN]
60	160	55	300	25	250	60	215	45
100	160	60	420	30	300	60	355	50
200	160	85	360	45	300	80	400	70
350	160	100	450	55	300	100	425	115
500	160	125	410	80	300	125	410	155
1000	160	180	400	150	250	180	400	325
5000	100	400	400	500				
10000	100	580	400	900				

## 5. ARGANI

### 5.1. Argani a mano

Utilizzati per il sollevamento e/o il traino per brevi corse a bassissima velocità. La trazione è esercitata da una fune in acciaio o di canapa ovvero da catena. Questi argani ad azione manuale si rivelano particolarmente utili per le operazioni delicate di posizionamento, di montaggio e di smontaggio proprio per la grande sensibilità del comando. Utili come mezzi di emergenza per la facile trasportabilità e impiegabili in luoghi privi di energia elettrica. Se sospesi a carrelli, azionati anch'essi a mano, costituiscono le più semplici monorotaie. Con l'impiego di materiali non ferrosi o polimerici si rivelano anche antideflagranti e quindi impiegabili in presenza di materiali esplosivi o di gas infiammabili. Per essi non è richiesto l'obbligo del collaudo previsto dalla normativa proprio perché azionati a mano. Quando negli argani è impiegata la fune di canapa il diametro *d* di quest'ultima in mm si può calcolare con la relazione:

$$d = \sqrt{P}$$

essendo *P* il carico in daN. Nel caso di uso di fune di acciaio, che è di più largo impiego sia negli argani a mano che in quelli azionati da motore elettrico, il diametro *d* in mm della fune può essere calcolato con la relazione:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot P \cdot n}{\pi \cdot \sigma_R \cdot h}}$$

essendo *P* il carico applicato in daN,  $\sigma_R$  il carico unitario di rottura della fune espresso in daN/mm<sup>2</sup> e *h* il cosiddetto coefficiente di riempimento del cavo, rapporto tra la sezione vera e quella lorda. La tab. 1.2 riporta alcune formazioni di funi a trefoli di acciaio unificate caratterizzate da quattro classi differenti di qualità. Particolari formazioni di funi speciali, di recente immissione sul mercato (funi DSC-Dyform della Cifast-Certex), superano il carico unitario di rottura  $\sigma_R = 220$  daN/mm<sup>2</sup>. È utile ricordare infine che le funi di acciaio per legge devono avvolgersi su tamburi e/o pulegge motrici di appropriato diametro, il cui rapporto a quello del cavo è tipico per l'impianto cui la fune è destinata. Ove non sussistano particolari vincoli, nel campo delle macchine di sollevamento e trasporto, il rapporto tra