

## *Indice*

<b>Prefazione</b> , di <i>Michael Shin</i>	pag.	11
<b>Premessa</b>	»	15
<b>1. Concetti introduttivi</b>	»	17
1.1 Metodo scientifico ed evidenza empirica	»	17
1.2 Evoluzione degli approcci metodologici in geografia	»	19
1.3 Dati spaziali e a-spaziali	»	21
1.4 Sorgenti dati	»	23
1.4.1 Istat	»	23
1.4.2 Eurostat	»	27
1.4.2.1 Nomenclatura delle unità territoriali	»	28
1.4.3 Dati satellitari	»	34
1.5 Introduzione al GIS	»	37
1.5.1 I GIS tra scienza e tecnica	»	37
1.5.2 Dati raster e vettoriali	»	39
1.5.3 Caratteristiche di un sistema GIS	»	42
1.5.4 Python per GIS	»	45
1.5.5 Web GIS	»	47
1.5.5.1 Mappe statiche e dinamiche	»	47
1.5.5.2 I servizi WMS, WFS e WCS	»	48
1.5.5.3 Pubblicare un progetto QGIS sul web	»	50
1.6 Georeferenziazione dei dati	»	52
1.6.1 Definizioni e descrizioni	»	52
1.6.2 Coordinate geografiche	»	53
1.6.2.1 Proiezioni cartografiche	»	54
1.6.3 Scale geografiche	»	57
1.6.4 Carte geografiche	»	58

1.7 Approcci fattuale e controfattuale	pag.	61
1.8 Sistemi di acquisizione dati	»	62
<b>2. Richiami ed elementi di statistica per lo studio geografico</b>	»	66
2.1 Statistica e geografia	»	66
2.2 Alcune definizioni. Densità di probabilità e probabilità cumulata	»	67
2.2.1 Bontà dell'adattamento dei dati	»	72
2.3 Misure di tendenza centrale	»	75
2.4 Distribuzioni statistiche notevoli	»	77
2.4.1 Distribuzione normale (o gaussiana)	»	77
2.4.2 Distribuzione t di Student	»	82
2.4.3 Distribuzione binomiale	»	83
2.4.4 Distribuzione di Poisson	»	84
<b>3. Analisi dei dati</b>	»	86
3.1 Variabili quantitative e qualitative	»	86
3.2 Elementi di teoria della misura	»	87
3.2.1 Strumenti di misura e cifre significative	»	88
3.2.2 Incertezza di misura	»	90
3.2.2.1 Incertezza relativa	»	93
3.2.3 Il sistema di misura	»	95
3.2.4 Precisione e accuratezza delle misure	»	100
3.2.5 Gli errori nei processi di misura di grandezze geografiche	»	101
3.3 Standardizzazione e normalizzazione dei dati	»	103
3.4 Raccolta dati	»	106
3.5 Diagrammi causa-effetto	»	110
3.6 Ricerca delle funzioni di correlazione e regressione	»	112
3.6.1 Metodo di interpolazione dei minimi quadrati	»	115
3.6.2 Regressione multipla	»	120
3.7 Decisioni su basi statistiche	»	125
3.7.1 Impostazione del sistema di ipotesi	»	125
3.7.1.1 Determinazione dei rischi di errore	»	127
3.7.1.2 Definizione del criterio formale di decisione	»	129
3.7.1.3 Gestione della probabilità di accettare una decisione falsa	»	130
3.7.1.4 Calcolo della numerosità del campione	»	131
3.7.2 Il test del $\chi^2$ sull'adattamento di un campione ad una popolazione	»	133
3.7.3 ANOVA	»	134
3.7.3.1 "No way" ANOVA	»	135
3.7.3.2 "One way" ANOVA	»	136
3.7.3.3 "Two way" ANOVA	»	139

3.8 Analisi delle componenti principali	pag.	141
3.9 Un metodo grafico di valutazione rapida della dipendenza tra variabili	»	150
<b>4. Modelli e processi</b>	»	151
4.1 La critica all'impiego di modelli in geografia	»	151
4.2 Introduzione ai modelli e ai sistemi	»	152
4.2.1 Rappresentazione dei sistemi	»	153
4.2.2 Finalità dei modelli	»	155
4.2.3 Classificazione dei sistemi	»	160
4.3 La trasposizione interdisciplinare dei modelli	»	161
4.4. Il modello relativo allo scattering geografico	»	163
4.4.1 Modello a influenza esterna	»	165
4.4.2 Modello a influenza interna	»	165
4.4.3 Modello a influenza congiunta	»	166
4.4.4 Stima dei parametri	»	167
4.5 Il controllo dei fenomeni geografici nel tempo	»	168
4.5.1 Carte di controllo su dati di misura	»	168
4.5.2 Caratteristiche e interpretazione delle carte di controllo	»	171
<b>5. Analisi dei dati spaziali</b>	»	174
5.1 Analisi spaziale	»	174
5.2 Campionamento e campionamento spaziale	»	176
5.3 Introduzione alla correlazione ed autocorrelazione dei dati temporali e spaziali	»	181
5.4 Autocorrelazione spaziale	»	184
5.4.1 L'indice di Moran	»	185
5.4.2 Test di significatività	»	191
5.5 Interpolazione spaziale	»	194
5.5.1 Metodi di interpolazione spaziale	»	194
5.5.2 Il kriging	»	197
5.5.2.1 Il variogramma	»	197
5.5.3 Alcuni esempi di interfaccia Qgis per l'interpolazione spaziale	»	206
5.5.3.1 Interpolazione IDW	»	207
5.5.3.2 Interpolazione con plugin SmartMap	»	211
5.5.3.3 Poligoni di Voronoi	»	215
5.6 Analisi dei pattern spaziali. I metodi spaziali event-based	»	220
5.6.1 Metodi basati sulla densità (density-based)	»	221
5.6.1.1 Metodo quadrato	»	221
5.6.1.2 KDE (Kernel Density Estimation)	»	222
5.6.2 Metodi basati sulla distanza (distance-based)	»	225
5.6.2.1 Metodo Nearest Neighbor	»	225
5.6.2.2 SDE (Standard Deviational Ellipse)	»	229

5.6.2.3 Funzione K di Ripley	pag.	233
5.6.2.3.1 Il software open source CrimeStat	»	235
5.7 I metodi di analisi dei cluster	»	242
5.7.1 Clustering Gerarchico Agglomerativo AHC (Agglomerative Hierarchical Clustering)	»	243
5.7.1.1 Il dendrogramma	»	245
5.7.2 Clustering Gerarchico Divisivo (Divisive Hierarchical Clustering)	»	247
5.7.3 Clustering Non Gerarchico NHC (Not Hierarchical Clustering)	»	248
5.7.3.1 K-Means	»	249
5.7.3.2 K-Medoids (PAM – Partitioning Around Medoids)	»	252
5.7.3.3 DBSCAN (Density-Based Spatial Clustering of Applications with Noise)	»	253
5.7.3.4 Mean-Shift Clustering	»	257
5.7.3.5 Clustering a Modello di Mixture di Gaussiane (GMM – Gaussian Mixture Model)	»	257
5.7.3.6. Fuzzy C-Means	»	258
5.7.3.7 Spectral Clustering	»	258
5.7.3.8 Affinity Propagation	»	258
<b>6. Analisi delle reti</b>	»	260
6.1 Cenni di teoria dei grafi	»	260
6.2 Metriche di rete	»	261
6.2.1 Clustering	»	262
6.2.2 Misure di centralità	»	264
6.2.3 Coesione	»	264
6.2.4 Densità	»	264
6.3 Il software di rete Ucinet	»	267
<b>7. Metodi decisionali</b>	»	270
7.1 Analista e decisore	»	270
7.2 La gestione dell'incertezza nei processi decisionali	»	273
7.3 Approccio fuzzy nei problemi decisionali	»	278
7.4 Metodi multicriteriali	»	283
7.5 Metodo Delphi	»	290
<b>8. Dati e intelligenza artificiale in geografia</b>	»	293
8.1 Big data e geografia	»	293
8.1.1 Alcune applicazioni dei big data in ambito geografico	»	294
8.2 Machine Learning, AI e geografia	»	296
8.3 Reti neurali in geografia	»	299
8.3.1 Principali tipologie di reti neurali in ambito geografico	»	302
8.3.2 Applicazioni di reti neurali in ambito geografico	»	304

8.4 La teoria multiagente	pag.	311
<b>Riferimenti bibliografici</b>	»	313