CORSI DI LAUREA IN INGEGNERIA DELL'INFORMAZIONE –
INGEGNERIA MECCANICA PER LA TRANSIZIONE VERDE –
INGEGNERIA DELL'AMBIENTE PER LO SVILUPPO SOSTENIBILE –
SEDE DISTACCATA DI LATINA
PROGRAMMA DETTAGLIATO DI ANALISI MATEMATICA 2 - A.A. 2025 – 2026
Docenti: Proff. Bruno Antonio CIFRA, Alberto Maria BERSANI

N.B.: Le indicazioni fanno riferimento al testo
M. Bramanti, C.D. Pagani, S. Salsa: ANALISI MATEMATICA 2. Zanichelli, 2009.
Legenda: *cd* = ***con dimostrazione;*** *sd* = ***senza dimostrazione;*** *df* = ***dimostrazione facoltativa;*** *fac* = ***facoltativo;*** *E* = ***esercizio;*** *e* = ***esempio;*** *T* = ***teorema;*** *C* = ***corollario;*** *L* = ***lemma;*** *P* = ***proposizione;*** *D* = ***definizione;*** *F* = ***formula;*** *O* = ***Osservazione;*** *Fig* = ***Figura;*** *par* = ***paragrafo.***
Le parti sottolineate indicano parti del programma non comprese nel testo di base, oppure svolte in modo alternativo rispetto al testo. Di queste parti sono stati distribuiti dei fogli integrativi, alcuni dei quali sono disponibili anche sul sito web

www.dmmm.uniroma1.it/~bersani.

Le parti *in corsivo* sono facoltative.
Gli esempi e gli esercizi vanno considerati come parte integrante del corso. Non vanno quindi trascurati: tutt'altro!

Capitolo 2. Calcolo infinitesimale per le curve: TUTTO. §1 *Richiami di calcolo vettoriale*. §2 Funzioni a valori vettoriali, limiti e continuità cd. §3 Curve regolari e calcolo differenziale vettoriale: e3.1/3.4, 3.6/3.11, 3.14/3.15 importanti. T2.1 sd. T2.2 sd. "Coniche in forma polare" escluso. §4 Lunghezza di un arco di curva: e4.1/4.3, 4.6/4.7 importanti. §5 Integrali di linea di prima specie. Importanti le definizioni di massa totale e baricentro di una linea materiale. P2.4 sd. §6 Elementi di geometria differenziale delle curve: e6.1, 6.3 importanti. P2.5 cd. P2.6 cd. P2.7 sd. T2.5 (Formule di Frenet-Serret) sd. §7 (Complementi) escluso.

Capitolo 3. Calcolo differenziale per funzioni reali di più variabili: TUTTO. §1 Grafici e insiemi di livello: e1.1/1.5 importanti. §3 Topologia in $\mathbf{R}^n$ e proprietà delle funzioni continue: importante e3.4. T3.3 sd. T3.4 e T3.5 esclusi. T3.6 (di Weierstrass) e T3.7 (degli zeri) sd. §4 Derivate parziali, piano tangente, differenziale, derivate direzionali. P3.2 cd. T3.8 sd. T3.9 (formula del gradiente) cd. T3.12 (derivazione delle funzioni composte) sd. Paragrafo "gradiente di funzione radiale" escluso. Paragrafo "equazione del trasporto" escluso. T3.13 escluso. §5 Derivate di ordine superiore e approssimazioni successive: T3.14 (di Schwarz) sd. *Paragrafo "Equazioni alle derivate parziali": importanti e5.4/5.6.* T3.15 e T3.16 sd. §6 Ottimizzazione (estremi liberi): T3.17 (di Fermat) cd. Il §6.3 (Forme quadratiche. Classificazione) e il §6.4 (Forme quadratiche. Test degli autovalori) sono stati svolti solo in termini di matrici simmetriche, anziché di forme quadratiche. T3.20 sd. §6.5 (Studio della natura dei punti critici): T3.22 sd. Paragrafi "Perturbazione di una forma quadratica", "Baricentro di n punti nel piano", "Metodo dei minimi quadrati, retta di regressione" esclusi. §7 (Funzioni convesse di n variabili) escluso. §8 (Funzioni definite implicitamente): solo §8.1 (sd). §9 (Complementi): solo *§9.2 (Funzioni omogenee) sd* e *9.3 (Differenziali e formula di Taylor di ordine superiore) fino a T3.33 incluso*. Molto importanti E4/5.

Capitolo 4. Calcolo differenziale per funzioni di più variabili a valori vettoriali: FINO A §6.1 INCLUSO. §1 (Funzioni di più variabili a valori vettoriali: generalità) importante e1.1 §3 (Superfici regolari in forma parametrica) e3.1, e3.3/3.7 importanti. §4 (Varietà k-dimensionali in $\mathbf{R}^n$ e funzioni definite implicitamente) escluso. §5 (Trasformazioni di coordinate e loro inversione): T4.4 sd. Paragrafo "Invarianza della dimensione" escluso. §5.2 (Trasformazione di operatori differenziali) escluso. §6 (Ottimizzazione. Estremi vincolati): §6.1 (Vincoli di uguaglianza e moltiplicatori di Lagrange. Funzioni di due variabili): T4.7 (moltiplicatori di Lagrange) cd. Paragrafo "Significato economico del moltiplicatore. Prezzo ombra" escluso. §6.2 (Moltiplicatori di

Lagrange. Il caso generale) escluso. §6.3 (Vincoli di disuguaglianza e teorema di Kuhn-Tucker) escluso.

Capitolo 5. Calcolo integrale per funzioni di più variabili: TUTTO. §1 (Integrali doppi): T5.2 sd. T5.8: dimostrare solo g) (teorema della Media Integrale). T5.9 sd. e1.14, e1.17 importanti. §2 (Integrali doppi generalizzati): solo e2.1. §3 Il calcolo degli integrali tripli: importanti le interpretazioni geometriche e fisiche. *§4 (Derivazione sotto il segno di integrale) importante e4.1 per le applicazioni nel §6.5 (Equazione di continuità). §5 (Complementi) fac.*

Capitolo 6. Campi vettoriali: TUTTO. §1 (Campi vettoriali e integrali di linea di seconda specie): e1.5 importante. P6.1 sd. L6.1 cd. T6.2 solo l'implicazione (b) => (a). e1.8/1.9, e1.11/1.12 importanti. Proprietà dei campi irrotazionali (o, analogamente, delle forme chiuse) in domini molteplicemente linearmente connessi. *§1.6 (Campi solenoidali e potenziale vettore) solo e1.16 (Equazioni di Maxwell) ed E13, molto importanti per le applicazioni in Fisica 2 e in molte materie dell'Ingegneria.* §2 (Formula di Gauss-Green nel piano): L6.6 e T6.7 cd. §3 (Area e integrali di superficie): importanti e3.1, e3.3. Paragrafo "Elemento d'area di superfici in forma implicita" escluso. Teoremi di Guldino. §5 (Teorema della divergenza): L6.9 sd. *Paragrafi "L'equazione di Poisson per il potenziale elettrostatico" ed "Equazione di continuità" molto importanti per le applicazioni in Fisica 2 e in molte materie dell'Ingegneria.* §6 (Teorema del rotore) *e6.3 ed E32 molto importanti per le applicazioni in Fisica 2 e in molte materie dell'Ingegneria.* Espressione dei teoremi della divergenza e del rotore in $\mathbf{R^2}$.

Capitolo 7. Serie di potenze e serie di Fourier: TUTTO, eccetto §3.7. Successioni di funzioni; convergenza puntuale e convergenza uniforme. Teorema di continuità, di passaggio al limite sotto il segno di integrale e di passaggio al limite sotto il segno di derivata. §1 (Serie di funzioni e convergenza totale): e1.1 importante. T7.1/7.3 una dim. a scelta. §2 (Serie di potenze e serie di Taylor): T7.4 cd. O p. 356 (Raggio di convergenza di una serie lacunare) cenni. T7.6 sd. e2.2/2.5 importanti. T7.7 (di Abel) sd., e2.6 importante. §3 (Serie trigonometriche e serie di Fourier): la discussione in §3.1 e §3.2 è fondamentale per impostare il ragionamento e capire quello che segue. §3.3 (Coefficienti e serie di Fourier di una funzione. Approssimazione in media quadratica) T7.10 df. §3.4 (Esempi e osservazioni sul calcolo dei coefficienti di Fourier) L7.13 cd. O p.380, e3.6/7 importanti. §3.5 (Forma esponenziale complessa delle serie di Fourier) cenni: da F3.18 a fine p. 385 sd. §3.6 Convergenza puntuale, uniforme e totale delle serie di Fourier. Derivabilità termine a termine delle serie di Fourier. Integrabilità termine a termine della serie di Fourier. T7.14 sd, T7.15 sd., T7.16 sd. §3.7 (Alcune interpretazioni fisiche) escluso. *§3.8 (Applicazioni alle equazioni differenziali della fisica matematica) tutto fino alla fine di p.404. §4 (Complementi): fac.*

Libri di testo consigliati:

M. Bramanti, C.D. Pagani, S. Salsa: ANALISI MATEMATICA 2. Zanichelli, 2009.
M. Amar, A.M. Bersani: ESERCIZI DI ANALISI MATEMATICA 1 – Esercizi e richiami di teoria. Testo edito tramite Amazon.
M. Amar, A.M. Bersani: ESERCIZI DI ANALISI MATEMATICA 2 – Esercizi e richiami di teoria. Testo edito tramite Amazon.
D. Andreucci, A.M. Bersani: RISOLUZIONI DI PROBLEMI D'ESAME DI ANALISI MATEMATICA II. Esculapio, 1998.