



Principali informazioni sull'insegnamento

Denominazione dell'insegnamento	Analisi Matematica (corso A-L)	
Corso di studio	Informatica e Tecnologie per la Produzione del Software	
Anno Accademico	2023/24	
Crediti formativi universitari (CFU) / European Credit Transfer and Accumulation System (ECTS)	9 CFU	
Settore Scientifico Disciplinare	MAT/05 – Analisi Matematica	
Lingua di erogazione	Italiano	
Anno di corso	Primo	
Periodo di erogazione	2° semestre, le date esatte sono indicate annualmente nel manifesto/regolamento	
Obbligo di frequenza	La frequenza è fortemente raccomandata	
Sito web del corso di studio	https://www.uniba.it/it/ricerca/dipartimenti/informatica/didattica/corsi-di-laurea/informatica-tps-270/laurea-triennale-in-informatica-e-tecnologie-per-la-produzione-del-software-d.m.-270	

Docente/i	
Nome e cognome	Lorenzo Pisani
Indirizzo mail	lorenzo.pisani@uniba.it
Telefono	080 544 2698
Sede	Dipartimento di Matematica, Via Orabona 4, 70125, Bari. Stanza n.26, 3° piano.
Sede virtuale	Account Microsoft Teams
Sito web del docente	Pagina istituzionale https://www.dm.uniba.it/members/pisani/lorenzo-pisani Sito web (privato) del docente https://sites.google.com/view/lorenzo-pisani/ Sottopagina dedicata a questo specifico insegnamento https://sites.google.com/view/lorenzo-pisani/itps
Ricevimento (giorni, orari e modalità, es. su appuntamento)	Le ore messe a disposizione per i colloqui sono rese note tramite un'agenda pubblica, disponibile online e aggiornata in tempo reale. https://calendar.google.com/calendar/u/0/embed?src=pisani.dm.uniba@gmail.com In ogni caso, all'inizio di ciascun semestre viene fissato un orario che rimane valido salvo impegni concomitanti. Gli studenti, inoltre, possono concordare colloqui su appuntamento.



	Colloqui che non implicino richiesta di spiegazioni si possono svolgere tramite videochiamata su piattaforma Teams.
--	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Syllabus	
Obiettivi formativi	<p>L'insegnamento ha lo scopo di consolidare, sistematizzare e portare ad un livello post secondario le conoscenze di base di Analisi matematica: numeri reali, funzioni e successioni reali, limiti di successioni, continuità e limiti per funzioni di una variabile reale, calcolo differenziale ed integrale, serie numeriche.</p> <p>La presentazione di queste nozioni, indispensabili in ambito tecnico-scientifico, contribuisce a rafforzare l'attitudine al ragionamento formalizzato e all'astrazione.</p>
Prerequisiti	<p>Il corso richiede la conoscenza dei contenuti di matematica di base forniti dalla scuola secondaria di secondo grado (calcolo algebrico letterale, primi elementi di geometria analitica, risoluzione di equazioni e disequazioni algebriche) e dalla terminologia su insiemi e funzioni fornita nel corso di Matematica Discreta.</p>
Contenuti di insegnamento (Programma)	<p>Insiemi numerici (6 ore) Campo ordinato dei numeri reali: assiomi algebrici, compatibilità tra operazioni e relazione d'ordine, assioma di completezza. Numeri interi e razionali; parte intera. Valore assoluto. Retta reale, intervalli, intorni. Retta ampliata.</p> <p>Funzioni e successioni reali (4 ore) Rappresentazione del grafico nel piano cartesiano. Generalità sulle successioni. Successioni definite per ricorrenza: potenze ad esponente naturale; successione delle somme, somme della progressione geometrica.</p> <p>Proprietà delle funzioni reali – Funzioni elementari (10 ore) Simmetrie e periodicità. Monotonia. Retta passante per due punti del grafico, rapporto incrementale; convessità. Minimi e massimi assoluti, minoranti e maggioranti, estremo inferiore e superiore, funzioni limitate. Algebra delle funzioni. Trasformazioni elementari dei grafici. Generalità su equazioni e disequazioni. Funzioni elementari (potenze ad esponente naturale e radici, polinomio di II grado, potenze ad esponente razionale e reale, esponenziali e logaritmi, funzioni circolari con le rispettive inverse). Richiami su polinomi e funzioni polinomiali/razionali; fattorizzazione e decomposizione in frazioni parziali. Disequazioni relative alle funzioni elementari e alle funzioni razionali/irrazionali.</p> <p>Limiti di successioni (9 ore) Proprietà definitive. Successioni convergenti, successioni divergenti, definizione di limite; successioni regolari. Regolarità delle successioni monotone; numero di Nepero. Teoremi di permanenza del segno, divergenza e convergenza obbligata. Algebra dei limiti, forme indeterminate. Teorema di confronto. Successioni estratte e loro limite. Limite della progressione geometrica. Cenni su approssimazione e rappresentazione dei numeri reali in termini di allineamento decimale.</p> <p>Continuità e limiti per funzioni di una variabile (15 ore) Continuità in un punto (definizione sequenziale). Funzioni continue in un intervallo: teorema di Weierstrass; teorema degli zeri; teorema dei valori intermedi. Punti di accumulazione. Definizione sequenziale di limite (finito ed infinito) per le funzioni. Continuità in forma di limite; prolungamento per continuità. Carattere locale del limite. Limiti unilaterale; regolarità delle funzioni monotone; asintoti verticali. Teoremi sui limiti riformulati per le funzioni. Calcolo dei limiti: limiti delle funzioni elementari, limite della funzione composta, forme esponenziali. Artifici. Limiti di polinomi. Equivalenze asintotiche e loro uso nel calcolo dei limiti; termini trascurabili. Limiti notevoli: equivalenze per infinitesimi; confronto di infiniti. Differenze di infiniti. Comportamenti asintotici: terminologia degli ordini; funzioni divergenti all'infinito; funzioni infinitesime in un punto.</p> <p>Serie numeriche (10 ore)</p>



	<p>Calcolo delle somme parziali: serie geometrica e serie telescopiche. Teoremi sulle serie convergenti, condizione necessaria. Somme approssimate e resto. Serie a termini non negativi: regolarità; criteri di confronto e di confronto asintotico; serie armonica generalizzata e relativa stima del resto; disuguaglianze notevoli relative ad infinitesimi; criteri del rapporto e degli infinitesimi. Serie a termini di segno variabile: criterio di Leibnitz per le serie a segno alterno; criterio per serie a segno arbitrario; serie assolutamente e semplicemente convergenti.</p> <p>Introduzione al calcolo differenziale (7 ore)</p> <p>Funzione rapporto incrementale, derivata. Funzioni derivabili. Retta tangente. Flessi a tangente verticale. Interpretazione del segno della derivata. Derivata destra e sinistra; punti angolosi e cuspidali. Derivate delle funzioni elementari. Algebra delle derivate. Derivata della funzione composta. Massimi e minimi relativi; teorema di Fermat.</p> <p>Funzioni derivabili e derivate di ordine superiore (9 ore)</p> <p>Lemma di Rolle. Teorema del valor medio di Lagrange, caratterizzazione delle funzioni costanti e delle funzioni monotone su un intervallo. Criterio di stretta monotonia, applicazione allo studio qualitativo di funzioni. Teoremi di de L'Hospital. Derivata di funzioni convesse.</p> <p>Derivata seconda. Interpretazione geometrica. Condizione sufficiente per punti di estremo relativo, controesempi. Caratterizzazione delle funzioni convesse tramite la derivata seconda. Studio del grafico di una funzione.</p> <p>Derivate di ordine superiore.</p> <p>Parabola osculatrice: definizione e proprietà di approssimazione. Polinomi di Taylor e teorema sull'ordine di contatto. Valutazione del resto secondo Lagrange.</p> <p>Primitive ed integrazione indefinita (9 ore)</p> <p>Primitive ed integrale indefinito; differenza di primitive in un intervallo. Integrali indefiniti immediati, linearità, integrali per sostituzione, per parti. Integrazione indefinita delle funzioni razionali.</p> <p>Integrali di Riemann, definiti, impropri (7 ore)</p> <p>Rettangoloide. Somme inferiori e superiori di una funzione limitata. Integrabilità secondo Riemann ed integrale di Riemann (Darboux). Esempio di funzione non integrabile; classi di funzioni integrabili. Media integrale e relativi teoremi; proprietà dell'integrale rispetto alla funzione integranda e rispetto al dominio.</p> <p>Integrale definito e relative proprietà. Teorema Fondamentale del Calcolo. Formula fondamentale del Calcolo integrale.</p> <p>Integrali su intervalli semiaperti. Integrali impropri: funzioni non limitate e/o intervalli illimitati. Integrabilità in senso improprio. Criterio dell'integrale per le serie numeriche.</p>
<p>Testi di riferimento</p>	<ol style="list-style-type: none">1. Barozzi, Dore, Obrecht, Elementi di Analisi Matematica, vol. 1, Zanichelli2. Bramanti, Pagani, Salsa, Analisi matematica 1, Zanichelli3. Bramanti, Esercitazioni di Analisi matematica 1, Società Editrice Esculapio <p>Gli studenti che lo desiderano possono ottenere i testi in prestito dalla Biblioteca. Può convenire verificarne la disponibilità mediante il Sistema Bibliotecario di Ateneo https://opac.uniba.it/easyweb/w8018/index.php? e contattare la biblioteca per concordare il prestito.</p>
<p>Note ai testi di riferimento e dispense</p>	<p>Nel testo 1) sono trattati gli argomenti teorici (Capitoli 0-2 e 4-7). Il testo 2) costituisce una valida alternativa (Capitoli 1-6). Nel testo 3) sono contenuti esercizi, molti dei quali completi di svolgimento.</p> <p>Nel corso attivato di anno in anno sulla piattaforma https://elearning.uniba.it/course/index.php?categoryid=104 il docente rende disponibile le dispense che, di fatto, costituiscono un libro di testo e il principale riferimento (inclusi alcuni esercizi svolti e vari richiami su argomenti di base).</p> <p>I capitoli della dispensa vengono pubblicati successivamente allo svolgimento dell'argomento in aula in modo che gli studenti frequentanti possano iniziare a memorizzare prendendo propri appunti di lezione.</p>



Organizzazione della didattica			
Ore			
Totali	Didattica frontale	Laboratorio ed esercitazioni	Studio individuale
225 ore	56 ore	30 ore	139 ore
CFU/ETCS			
9 CFU	7 CFU	2 CFU	

Metodi didattici	
	<ul style="list-style-type: none"> Lezioni frontali ed esercitazioni in aula.

Risultati di apprendimento previsti	
Conoscenza e capacità di comprensione	<p>Consolidamento e sistematizzazione delle <i>conoscenze di base</i> (previste, talvolta, già al livello di istruzione secondaria):</p> <ul style="list-style-type: none"> Numeri reali: proprietà algebriche e d'ordine; funzioni reali di variabile reale; funzioni elementari. Algebra dei limiti e limiti delle funzioni elementari. Limiti notevoli per funzioni elementari e polinomi. Derivata e retta tangente. Derivate delle funzioni elementari e regole di derivazione. Primitive immediate. Formula fondamentale del calcolo integrale. <p>Acquisizione di <i>conoscenze qualificanti</i>, specifiche del livello post secondario:</p> <ul style="list-style-type: none"> Assioma di completezza. Estremo inferiore/superiore. Successioni reali e limiti. Continuità e limiti per funzioni reali con definizione sequenziale. Proprietà delle funzioni continue. Serie numeriche e relativi criteri di convergenza. Proprietà locali e globali delle derivate. Polinomi di Taylor. Integrazione secondo Riemann. Teorema fondamentale del Calcolo. Integrali impropri.
Conoscenza e capacità di comprensione applicate	<p>Capacità di maneggiare uguaglianze e disuguaglianze, risolvere equazioni e disequazioni che coinvolgono le funzioni elementari e i polinomi.</p> <p>Capacità di risolvere esercizi con l'utilizzo di <i>conoscenze di base</i>:</p> <ul style="list-style-type: none"> limiti semplici (forme determinate, funzioni razionali/irrazionali); determinazione di monotonia e convessità tramite le derivate, forme indeterminate tramite il Teorema di de L'Hospital; calcolo di integrali immediati. <p>Capacità di risolvere problemi che coinvolgono conoscenze o tecniche di <i>livello qualificante</i> (post secondario):</p> <ul style="list-style-type: none"> uso delle equivalenze asintotiche e riconoscimento dei termini trascurabili per il calcolo dei limiti; studio della convergenza di serie numeriche, con stima del resto;



	<ul style="list-style-type: none"> • risoluzione qualitativa di equazioni (ed altri usi specifici del tracciamento approssimativo del grafico); • calcolo di primitive per sostituzione e per parti, primitive di funzioni razionali, calcolo di integrali definiti ed impropri. <p>Capacità di individuare gli strumenti necessari per la risoluzione di specifici problemi.</p>
Competenze trasversali	<p>Autonomia di giudizio Capacità di sviluppare, a partire dalle nozioni matematiche, il pensiero critico come approccio ai vari problemi. Capacità di individuare gli strumenti e le procedure più appropriate per la risoluzione di specifici problemi.</p> <p>Abilità comunicative Capacità di esporre con proprietà di linguaggio, sostenendo o confutando tesi con esempi e controesempi. Capacità di riportare in maniera chiara i risultati degli esercizi proposti sotto forma di problema.</p> <p>Capacità di apprendere in modo autonomo Capacità di consultare con profitto libri di testo e le dispense messe a disposizione dal docente. Capacità di vagliare altre fonti di informazione.</p>

Valutazione	
Modalità di verifica dell'apprendimento	<p>La prova d'esame comprende</p> <ul style="list-style-type: none"> • esercizi, in forma scritta, • domande di teoria, in forma scritta oppure, a scelta dello studente, in forma orale. <p>Attraverso gli esercizi anzitutto vengono testate complessivamente le conoscenze di base. Inoltre, vengono proposti esercizi di livello qualificante.</p> <p>Gli esercizi assegnati in appelli precedenti sono pubblicati sulla pagina https://sites.google.com/view/lorenzo-pisani/itps/prove-desame-esercizi</p> <p>Le domande di teoria riguardano conoscenze di livello qualificante: definizioni, esempi, teoremi (enunciati e dimostrazioni, ove previste), controesempi. Se lo studente opta per la forma scritta, le domande sono formulate a risposta aperta.</p> <p>Per la teoria, sulla sottopagina dedicata https://sites.google.com/view/lorenzo-pisani/itps verrà fornito, a conclusione del corso, un programma ancora più dettagliato, che specifica anche i teoremi di cui è stata svolta la dimostrazione.</p> <p>Durante la prova scritta, ordinariamente, è ammesso solo l'uso della calcolatrice (non grafica).</p> <p>Il tempo complessivo assegnato per la prova scritta è, ordinariamente, di due ore e mezza.</p> <p>Sono previsti incentivi per gli studenti iscritti al primo anno (offerta di alternative per le domande di teoria, tempo aggiuntivo).</p> <p>Il voto finale è attribuito in trentesimi. L'esame si intende superato quando il voto è maggiore o uguale a 18.</p> <p>Il risultato della prova viene comunicato tramite ESSE3.</p>
Criteri di valutazione	<ul style="list-style-type: none"> • Conoscenza e capacità di comprensione: viene valutato in successione: <ul style="list-style-type: none"> ○ che non emergano gravi lacune nelle conoscenze di base; ○ che si sia raggiunto almeno qualche risultato di apprendimento qualificante; ○ la precisione e la chiarezza nell'esposizione degli enunciati (definizioni e teoremi); ○ l'uso degli esempi a commento degli enunciati stessi; ○ la capacità di svolgere dimostrazioni e la correttezza delle stesse. • Conoscenza e capacità di comprensione applicate: viene valutato in successione: <ul style="list-style-type: none"> ○ che non emergano gravi lacune nell'applicazione delle conoscenze di base;



	<ul style="list-style-type: none">○ che si sia raggiunto almeno qualche risultato di apprendimento di livello qualificante nelle conoscenze applicate;○ la capacità di riportare in maniera chiara i risultati degli esercizi.● Autonomia di giudizio: Lo studente deve saper applicare i risultati a problemi di base proposti durante il corso mediante argomenti coerenti e non fallaci e deve saper svolgere qualche dimostrazione secondo rigorosi ragionamenti di tipo logico-deduttivo.● Abilità comunicative: Lo studente deve mostrare la conoscenza della corretta terminologia matematica ed esporre con proprietà di linguaggio gli argomenti dei quesiti di esame.● Capacità di apprendere in modo autonomo: Lo studente deve avere la capacità di saper applicare i risultati teorici nei vari problemi che gli vengono presentati.
Criteri di misurazione dell'apprendimento e di attribuzione del voto finale	<p>Per il raggiungimento della sufficienza si richiede che</p> <ul style="list-style-type: none">● non emergano gravi lacune nelle conoscenze di base;● si sia raggiunto qualche risultato di apprendimento qualificante, nelle conoscenze e nelle conoscenze applicate. <p>Le conoscenze e le conoscenze applicate pesano ciascuna il 45% del voto in trentesimi; il rimanente 10% è riservato alle dimostrazioni. Di conseguenza se non si svolgono dimostrazioni, il massimo voto ottenibile è 27/30.</p>
Altro	<p>Si suggerisce agli studenti di affidarsi esclusivamente alle informazioni/comunicazioni fornite sui siti ufficiali del Dipartimento di Informatica, ovvero sui gruppi social solo se costituiti e amministrati esclusivamente dai docenti dei relativi insegnamenti:</p> <ul style="list-style-type: none">● https://www.uniba.it/it/ricerca/dipartimenti/informatica/dipartimento● https://www.uniba.it/it/ricerca/dipartimenti/informatica/didattica/corsi-di-laurea/informatica-tps-270/laurea-triennale-in-informatica-e-tecnologie-per-la-produzione-del-software-d.m.-270 <p>I programmi degli insegnamenti sono disponibili qui:</p> <ul style="list-style-type: none">● https://elearning.uniba.it/course/index.php?categoryid=104 <p>Le informazioni che tutti gli studenti dovrebbero conoscere sono scritte nei Regolamenti didattici e manifesti degli studi disponibili nel sito:</p> <ul style="list-style-type: none">● https://www.uniba.it/it/ricerca/dipartimenti/informatica/didattica/corsi-di-laurea <p><i>Si suggerisce agli studenti di diffidare dalle informazioni circolanti su siti o gruppi social non ufficiali, poiché spesso sono risultate non affidabili, non corrette o incomplete.</i></p>



Main information on the course

Course Name	Analisi Matematica (track A-L)	
Degree Program	Informatica e Tecnologie per la Produzione del Software	
Academic year	2023/24	
European Credit Transfer and Accumulation System (ECTS), in Italian Crediti Formativi Universitari (CFU)	9 CFU	
SSD (Academic Discipline)	MAT/01 Analisi Matematica	
Course Language	Italian	
Year of study	First	
Academic Semester	Second Semester: Exact start and end dates are specified in the 'Manifesto degli Studi'	
Attendance	Not mandatory, strongly recommended.	
Degree Program web page	https://www.uniba.it/it/ricerca/dipartimenti/informatica/didattica/corsi-di-laurea/informatica-tps-270/laurea-triennale-in-informatica-e-tecnologie-per-la-produzione-del-software-d.m.-270	

Teacher(s)

Name and Surname	Lorenzo Pisani
email	lorenzo.pisani@uniba.it
telephone	080 544 2698
Department and Address	Dipartimento di Matematica, Via Orabona 4, 70125, Bari. Stanza n.26, 3° piano.
Virtual Room	Virtual meeting via Microsoft Teams
Teacher's homepage	Teacher's official web page https://www.dm.uniba.it/members/pisani/lorenzo-pisani Teacher's private website https://sites.google.com/view/lorenzo-pisani/ Teacher's page (within the private website) dedicated to this course. https://sites.google.com/view/lorenzo-pisani/itps
Office Hours	The office hours are provided through a real-time updated Google Calendar, accessible by the following link, https://calendar.google.com/calendar/u/0/embed?src=pisani.dm.uniba@gmail.com In any case, at the beginning of each semester, a schedule is established, which remains valid unless conflicting commitments arise. In addition, students can request (by email) separate appointments for consultations outside the scheduled office hours. Only consultations that do not require subject-related explanations can be conducted via video call on the Teams platform.

Syllabus

Course goals	The course aims to consolidate, systematize, and advance the foundational knowledge of Mathematical Analysis at the university level. This includes real numbers, real functions, real sequences, sequence limits, continuity, and limits for functions of a single real variable, as well as differential and integral calculus, and numerical series.
Course Prerequisites	The course requires knowledge of the basic mathematics content provided by secondary education (literal algebraic calculus, introductory elements of analytic geometry, solving algebraic equations and inequalities) and the terminology related to sets and functions provided in the Discrete Mathematics course.
Course program	Numerical Sets (6 hours)



System of real numbers: ordered field axioms, completeness axiom. Integers and rationals; integer part. Absolute value. Real line, intervals, neighborhoods. Extended real line.

Real Functions and Sequences (4 hours)

Graphs in the Cartesian plane. Generalities on sequences. Sequences defined by recurrence: natural exponent powers; sequence of sums, sums of the geometric progression.

Properties of Real Functions – Elementary Functions (10 hours)

Symmetries and periodicity. Monotonicity. Line passing through two points of the graph, difference quotient; convexity. Absolute minima and maxima, lower and upper bounds, infimum and supremum, bounded functions. Algebra of functions. Elementary graph transformations. Generalities on equations and inequalities. Elementary functions (natural exponent powers and roots, second-degree polynomials, rational and real exponent powers, exponentials and logarithms, trigonometric functions with their respective inverses). Recap on polynomials and polynomial/rational functions; factorization and partial fraction decomposition. Inequalities involving elementary functions and rational/irrational functions.

Limits of Sequences (9 hours)

Definitive properties. Convergent sequences, diverging sequences, definition of limit; regular sequences. Regularity of monotonic sequences; Euler's number. Lemmas: sign preservation, forced divergence, and squeezing principle. Limits algebra, indeterminate forms. Comparison theorem. Subsequences and their limits. Limit of the geometric progression.

Overview of approximation and decimal representation of real numbers.

Continuity and Limits for Functions of a Single Variable (15 hours)

Continuity at a point (in term of sequences). Continuous functions on an interval: Weierstrass' extreme values theorem; Bolzano's zero theorem; intermediate value theorem.

Accumulation points. Definition (in term of sequences) of limits for functions. Continuity in the form of a limit; continuity extension. Local nature of the limit. One-sided limit; regularity of monotonic functions; vertical asymptotes. Theorems on the limits of functions. Calculation of limits: limits of elementary functions, limit of composite functions, exponential forms.

Algebraic techniques. Polynomial limits. Asymptotic equivalences and their use in limit evaluations; negligible terms. Special limits: equivalences for infinitesimals; comparison of rates of growth. Differences of infinites. Asymptotic behaviors: terminology of orders; functions diverging at infinity; infinitesimal functions at a point.

Numerical Series (10 hours)

Calculation of partial sums: geometric series and telescoping series. Theorems on convergent series, necessary condition. Approximate sums and remainder. Series with non-negative terms: regularity; comparison and limit comparison criteria; generalized harmonic (Riemann) series and its remainder estimates; special inequalities concerning infinitesimals; ratio test, comparison with generalized harmonic series. Series with variable signs: Leibnitz's criterion for alternating series; criterion for series with arbitrary signs; absolutely and conditionally convergent series.

Introduction to Differential Calculus (7 hours)

Difference quotient as a function, derivative. Differentiable functions. Tangent line. Vertical tangent points. Interpretation of the derivative's sign. One-sided derivatives; cusp and corner points. Derivatives of elementary functions. Differentiation Rules. Chain Rule. Local maxima and minima; Fermat's theorem (interior extremum point).

Differentiable Functions and Higher-Order Derivatives (9 hours)

Rolle's lemma. Lagrange's mean value theorem, characterization of constant functions and monotonic functions on an interval. Strict monotonicity test, application to qualitative analysis of functions. L'Hôpital's Rule. Derivative of convex functions.

Second derivative. Geometric interpretation. Sufficient condition for relative extrema, counterexamples. Characterization of convex functions through the second derivative. Sketching the graph of a function.

Higher-order derivatives.



	<p>Osculating parabola: definition and approximation properties. Taylor polynomials and Taylor's theorem (Peano form of the remainder). Evaluation of the remainder using Lagrange's form.</p> <p>Antiderivatives and Indefinite Integration (9 hours) Antiderivatives and indefinite integration; difference of antiderivatives on an interval. Immediate antiderivatives, linearity, integration by substitution and integration by parts. Indefinite integration of rational functions.</p> <p>Integrals: Riemann, Defined and Improper (7 hours) Area under the graph. (Darboux) lower and upper sums of a bounded function. and Riemann integral. Example of a non-integrable function; classes of integrable functions. Mean value of a function and related theorems; properties of the integral with respect to the integrand function and the domain. Definite integral and its properties. First Fundamental Theorem of Calculus. Second Fundamental Theorem of Calculus (evaluation formula). Integrals over half-open intervals. Improper integrals: unbounded functions and/or unbounded intervals. Convergence of improper integrals. Integral test for numerical series.</p>		
<p>Books of reference</p>	<ol style="list-style-type: none"> Barozzi, Dore, Obrecht, Elementi di Analisi Matematica, vol. 1, Zanichelli Bramanti, Pagani, Salsa, Analisi matematica 1, Zanichelli Bramanti, Esercitazioni di Analisi matematica 1, Società Editrice Esculapio <p>Students who desire to do so may procure the texts on loan from the Library. It is advisable to verify their availability via the University Library System https://opac.uniba.it/easyweb/w8018/index.php and subsequently liaise with the library to formalize the loan.</p>		
<p>Notes to the books and handouts.</p>	<p>In the text 1), theoretical topics are covered (Chapters 0-2 and 4-7). Text 2) serves as a valid alternative (Chapters 1-6). Text 3) contains exercises, many of which come with solutions. In the course activated annually on the platform https://elearning.uniba.it/, the instructor provides handouts that, effectively, constitute a textbook and the primary reference (including some worked exercises and various references to fundamental topics). The handout chapters are published following the completion of the topic in the classroom, allowing attending students to begin memorization while taking their own lecture notes.</p>		
<p>Organization of the didactic activities</p>			
<p>Hours</p>			
<p>Total</p>	<p>Lectures</p>	<p>Practice sessions</p>	<p>Individual study</p>
<p>300 hours</p>	<p>72 hours</p>	<p>45 hours</p>	<p>183 hours</p>
<p>CFU/ETCS</p>			
<p>9 CFU</p>	<p>6 CFU</p>	<p>2 CFU</p>	
<p>Teaching methods</p>			
		<p>Traditional lectures and classroom exercises.</p>	
<p>Expected learning outcomes</p>			
<p>Knowledge and understanding</p>		<p>Consolidation and systematization of basic knowledge (sometimes expected at the secondary education level):</p> <ul style="list-style-type: none"> Real numbers: algebraic and order properties; real functions of a real variable; elementary functions. Algebra of limits and limits of elementary functions. Special limits for elementary functions and polynomials. 	



	<ul style="list-style-type: none"> Derivative and tangent line. Derivatives of elementary functions and rules of differentiation. Immediate antiderivatives. Second Fundamental Theorem of Calculus (evaluation formula of integrals) <p>Acquisition of qualifying knowledge specific to the university level:</p> <ul style="list-style-type: none"> Axiom of completeness. Lower/upper bounds. Real sequences and limits. Continuity and limits for real functions with sequential definition. Properties of continuous functions. Numerical series and their convergence criteria. Local and global properties of derivatives. Taylor polynomials. Riemann integration. First Fundamental Theorem of Calculus. Improper integrals.
Applying knowledge and understanding	<p>Ability to manipulate equations and inequalities, solving equations and inequalities involving elementary functions and polynomials.</p> <p>Proficiency in solving exercises using basic knowledge:</p> <ul style="list-style-type: none"> Simple limits (determinate forms, rational/irrational functions). Determination of monotony and convexity through derivatives, handling indeterminate forms using L'Hôpital's Rule. Computation of immediate integrals. <p>Competence in solving problems involving qualifying-level knowledge or techniques (university level):</p> <ul style="list-style-type: none"> Use of asymptotic equivalences and identification of negligible terms for limit calculations. Analysis of the convergence of numerical series, including estimation of the remainder. Qualitative solution of equations (and other specific uses of approximate graph plotting). Computation of antiderivatives through substitution and by parts, antiderivatives of rational functions, computation of definite and improper integrals. <p>Ability to identify the necessary tools for solving specific problems.</p>
Other (soft) skills	<p>Making informed judgements and choices Ability to develop, based on mathematical concepts, critical thinking as an approach to various problems. Capacity to identify the most appropriate tools and procedures for solving specific problems.</p> <p>Communication skills Ability to articulate ideas with linguistic precision, substantiating or refuting propositions with examples and counterexamples. Capability to clearly present the results of exercises proposed in the form of a problem.</p> <p>Learning skills Ability to consult textbooks and the materials provided by the instructor fruitfully. Capability to assess other sources of information.</p>

Assessment	
Assessment methods	<p>The exam includes:</p> <ul style="list-style-type: none"> Written exercises Written theory questions or, alternatively, at the student's choice, oral theory questions. <p>Through the exercises, the basic knowledge is primarily tested comprehensively. Additionally, exercises of a qualifying level are proposed. Exercises assigned in previous exam sessions are published on the page https://sites.google.com/view/lorenzo-pisani/itps/prove-desame-esercizi</p> <p>The theory questions involve knowledge of qualifying level: definitions, examples, theorems (statements and proofs, where applicable), counterexamples. If the student opts for the written form, the questions are formulated in open-ended format.</p> <p>For theory, on the dedicated subpage https://sites.google.com/view/lorenzo-pisani/itps, a more detailed program will be provided at the end of the lectures, specifying the theorems for which proofs have been covered.</p>



	<p>During the written exam, ordinarily, only the use of a (non-graphical) calculator is permitted.</p> <p>The total allocated time for the written exam is ordinarily two and a half hours.</p> <p>Incentives are provided for first-year students (offering alternatives for theory questions, additional time)</p> <p>The final grade is assigned on a scale of thirty. The exam is considered passed when the grade is greater than or equal to 18.</p> <p>The results of the exam are communicated through ESSE3 (online student management system).</p>
Assessment criteria	<p><i>Knowledge and understanding:</i> the assessment is carried out evaluating successively:</p> <ul style="list-style-type: none">• The absence of significant gaps in basic knowledge.• The achievement of at least some qualifying learning outcomes.• Precision and clarity in presenting statements (definitions and theorems).• The use of examples to elucidate the statements.• The ability to conduct proofs and their correctness. <p><i>Applying knowledge and understanding:</i> the assessment is carried out evaluating successively:</p> <ul style="list-style-type: none">• The absence of significant gaps in the application of basic knowledge.• The achievement of at least some qualifying learning outcomes in applied knowledge.• The ability to clearly present the results of exercises. <p><i>Autonomy of judgment:</i> the student must be able to apply the results to basic problems proposed during the course, using coherent and non-fallacious arguments, and must be able to conduct some proofs through rigorous logical-deductive reasoning.</p> <p><i>Communication skills:</i> the student must demonstrate knowledge of the correct mathematical terminology and articulate the topics of the exam questions with linguistic precision.</p> <p><i>Capacities to continue learning:</i> the student must have the ability to apply theoretical results to various problems presented.</p>
Measurements and final grade	<p>For achieving a passing grade, the following criteria are required:</p> <ul style="list-style-type: none">• No significant gaps in basic knowledge and understanding.• Achievement of some qualifying learning outcomes in knowledge and understanding, and their application. <p>The knowledge and understanding, and their application, each contribute 45% to the final grade on a scale of thirty; the remaining 10% is reserved for proofs. Consequently, if no proofs are conducted, the maximum attainable grade is 27/30.</p>
Further information	<p>Students are advised to rely exclusively on the information/communications provided on the official websites of the Computer Science Department, or on social groups only if set up and administered exclusively by the teachers of the related courses:</p> <ul style="list-style-type: none">• https://www.uniba.it/it/ricerca/dipartimenti/informatica/dipartimento• https://www.uniba.it/it/ricerca/dipartimenti/informatica/didattica/corsi-di-laurea/informatica-tps-270/laurea-triennale-in-informatica-e-tecnologie-per-la-produzione-del-software-d.m.-270 <p>Course schedules are available here:</p> <ul style="list-style-type: none">• https://elearning.uniba.it/course/index.php?categoryid=104 <p>The information that all students should know is written in the Teaching regulations and study posters available on the site:</p> <ul style="list-style-type: none">• https://www.uniba.it/it/ricerca/dipartimenti/informatica/didattica/corsi-di-laurea/corsi-di-laurea <p>Students are advised to be wary of information circulating on unofficial sites or social groups, as they are often found to be unreliable, incorrect or incomplete.</p>