



**UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI UDINE**  
hic sunt futura

DECRETO  
RETTORALE



Finanziato  
dall'Unione europea  
NextGenerationEU



## Allegato 1

**Bando di concorso per l'attribuzione di 1 assegno per lo svolgimento di attività di ricerca presso l'Università degli Studi di Udine dal tema "Analisi della forza in teoria degli insiemi, in analisi computabile e nell'aritmetica del second'ordine" SSD: MAT/01 (responsabile scientifico, Alberto Giulio Marcone)**

**Assegno di ricerca cofinanziato a valere sulle risorse del progetto PRIN 2022 - Prot. n. 2022TECZJA**

### Art. 1

È indetta una selezione per l'attribuzione di 1 assegno per lo svolgimento di attività di ricerca presso l'Università degli Studi di Udine, individuabile nell'Allegato A che costituisce parte integrante e sostanziale del presente bando.

L'assegno di ricerca è collegato al progetto di ricerca sul quale grava e subordinato alla relativa copertura finanziaria.

L'assegno può essere rinnovato in conformità con quanto previsto dall'art. 22 della Legge 30 dicembre 2010, n. 240 (nel testo vigente prima della data di entrata in vigore della Legge di conversione del D.L. 36/2022, L. 79/2022), dalla Legge 27 febbraio 2015, n. 11 e dal Regolamento dell'Università degli Studi di Udine per il conferimento di assegni di ricerca emanato con Decreto rettorale 31 marzo 2021, n. 182, in presenza di valutazione positiva del responsabile scientifico sull'attività svolta dall'assegnista, adeguata motivazione scientifica e relativa copertura finanziaria.

L'assegno di ricerca non dà luogo ad alcun diritto in ordine all'accesso ai ruoli dell'Università.

Eventuali comunicazioni personali ai candidati relative alla presente selezione saranno trasmesse esclusivamente all'indirizzo e-mail indicato in sede di iscrizione alla selezione, come da procedura di cui all'art. 5.

### Art. 2

L'assegno di ricerca oggetto del presente bando di concorso ed i relativi requisiti di ammissione sono indicati e descritti nell'Allegato A. La mancanza dei requisiti di ammissione comporta l'esclusione dalla selezione.

Il possesso del titolo di dottore di ricerca o titolo equivalente conseguito all'estero o, per i soli settori interessati, del titolo di specializzazione di area medica corredato da un'adeguata produzione scientifica, costituisce requisito preferenziale ai fini dell'attribuzione dell'assegno oggetto della presente selezione, qualora non sia stato previsto quale requisito obbligatorio.

La Commissione giudicatrice (v. art. 7) valuta, ai fini della sola ammissione al concorso, l'idoneità del titolo di studio conseguito all'estero fatta salva la valutazione del titolo di specializzazione di area medica a cui si applica l'art. 38 del D.Lgs 165/2001 e successive modifiche e integrazioni e la normativa comunitaria in materia.



La Commissione procede alla valutazione del titolo di studio conseguito all'estero in base alla relativa documentazione allegata alla domanda di partecipazione alla selezione e può escludere il candidato anche qualora la documentazione presentata non fornisca gli elementi sufficienti per la valutazione.

Il candidato deve pertanto allegare tutta la documentazione in suo possesso relativa al proprio titolo al fine di fornire alla Commissione elementi sufficienti per la valutazione.

I candidati in possesso di un titolo di studio conseguito all'estero, se vincitori, devono presentare, qualora non già allegato alla domanda di partecipazione alla selezione:

**Per i titoli di studio rilasciati da un paese appartenente all'Unione Europea, una delle seguenti opzioni:**

- Diploma Supplement in inglese rilasciato dall'Università competente.
- "Attestato di comparabilità del titolo estero - CIMEA" rilasciato da CIMEA (Centro di Informazione sulla Mobilità e le Equivalenze Accademiche) tramite il servizio «diplome» all'indirizzo <https://cimea.diplo-me.eu/udine/#/auth/login>

**Per i titoli di studio rilasciati da un paese extra Unione Europea, una delle seguenti opzioni:**

- Dichiarazione di valore in loco del titolo posseduto e il certificato relativo al titolo con esami e votazioni. Il certificato in lingua diversa dall'italiano o dall'inglese deve essere accompagnato da traduzione ufficiale in una di tali lingue (certificata dall'autorità diplomatico-consolare competente o asseverata presso un tribunale in Italia).
- "Attestato di comparabilità del titolo estero - CIMEA" rilasciato da CIMEA (Centro di Informazione sulla Mobilità e le Equivalenze Accademiche) tramite il servizio «diplome» all'indirizzo <https://cimea.diplo-me.eu/udine/#/auth/login>

Se il Diploma Supplement o la dichiarazione/attestato di comparabilità non sono disponibili in sede di stipula del contratto, il candidato deve dimostrare di averne fatto richiesta e presentarli non appena possibile.

L'eventuale esclusione dalla procedura selettiva per mancanza dei requisiti di ammissibilità, per assenza dei documenti obbligatori, per mancata sottoscrizione della domanda di selezione o per presentazione della domanda di selezione con modalità diverse da quella prevista dal presente bando sarà comunicata agli interessati esclusivamente all'indirizzo e-mail indicato nella domanda di partecipazione alla selezione.

### Art. 3

L'assegno di ricerca di cui al presente bando non può essere conferito:

- ai dipendenti delle Università e dei soggetti di cui all'art. 22, comma 1, della legge 30 dicembre 2010, n. 240 (nel testo antecedente la riforma introdotta dalla Legge 29 giugno 2022, n. 79);
- a coloro che hanno già usufruito di assegni di ricerca ex legge 30 dicembre 2010, n. 240 (ante riforma introdotta dalla Legge 29 giugno 2022, n. 79) per il periodo massimo consentito dalla normativa, ad esclusione del periodo in cui l'assegno è stato fruito in coincidenza con il dottorato di ricerca, nel limite massimo della durata legale del relativo corso;
- a coloro che hanno già usufruito di assegni di ricerca e di contratti di ricercatore a tempo determinato previsti rispettivamente dagli artt. 22 e 24 della legge 30 dicembre 2010, n. 240 (nel testo antecedente la riforma introdotta dalla Legge 29 giugno 2022, n. 79) per complessivi 12 anni anche non continuativi;



- d) a coloro che hanno un grado di parentela o di affinità, fino al quarto grado compreso, con:
- il Rettore, il Direttore generale o un componente del Consiglio di amministrazione dell'Università degli Studi di Udine;
  - il responsabile scientifico o un professore/ricercatore appartenente al dipartimento o alla struttura sede dell'attività dell'assegno di ricerca d'interesse.

L'assegno di ricerca di cui al presente bando non può essere cumulato:

- a) con borse di studio a qualsiasi titolo conferite, tranne che con quelle concesse da istituzioni nazionali o straniere utili ad integrare, con soggiorni all'estero, l'attività di formazione o di ricerca dell'assegnista;
- b) con altri assegni di ricerca;
- c) con rapporti di lavoro dipendente ancorché part time, fatto salvo quanto previsto in materia per i dipendenti di pubbliche amministrazioni.

La titolarità dell'assegno di cui al presente bando è inoltre incompatibile con la contemporanea frequenza di corsi di laurea, laurea specialistica o magistrale, dottorato di ricerca con borsa e specializzazione medica, in Italia e all'estero.

#### Art. 4

I candidati devono allegare alla domanda di partecipazione alla selezione, a pena di esclusione:

- a) il curriculum scientifico professionale, dove siano evidenziate le attitudini del candidato idonee allo svolgimento e realizzazione del programma della ricerca (Allegato A);
- b) il documento di identità o altro documento di identificazione;
- c) (per i soli candidati con titolo di accesso conseguito all'estero) certificazione o autocertificazione del titolo accademico previsto per l'ammissione alla selezione e degli esami (con relativa valutazione) sostenuti durante il percorso di studio svolto all'estero e ogni ulteriore documento utile al fine della valutazione del titolo da parte della Commissione giudicatrice.

Alla domanda di partecipazione possono essere allegati ai fini valutativi, pubblicazioni e ogni altro titolo ritenuto utile a comprovare la qualificazione del candidato in relazione al programma di ricerca (Allegato A) e ad attestare l'eventuale attività di ricerca svolta presso soggetti pubblici e/o privati (con indicazione della decorrenza e durata).

I documenti e i titoli sopra citati devono essere presentati in lingua italiana o inglese, pena la non valutazione. I documenti e i titoli, originariamente in lingua diversa, devono essere accompagnati da una traduzione in italiano o in inglese effettuata dal candidato, sotto la sua responsabilità. La traduzione può limitarsi ad un abstract esteso con riferimento alla sola tesi.

I candidati italiani e comunitari che intendono presentare titoli riferiti a stati e fatti attestati da Pubbliche Amministrazioni devono procedere esclusivamente con autocertificazione.

I cittadini extracomunitari, regolarmente soggiornanti in Italia, possono autocertificare solo i dati verificabili o certificabili da soggetti pubblici italiani. Possono inoltre utilizzare le dichiarazioni sostitutive quando previsto da una convenzione internazionale presente tra l'Italia e il Paese di provenienza del dichiarante.

I cittadini extracomunitari non soggiornanti in Italia non possono autocertificare.



Vengono valutati solo i titoli posseduti dal candidato alla data di presentazione della domanda di selezione e presentati secondo le modalità di cui all'art. 5.

Costituisce causa di esclusione dalla selezione la mancata presentazione dei documenti obbligatori previsti dal presente articolo.

#### Art. 5

Le iscrizioni alla selezione iniziano il 14 dicembre 2023 ore 14:00 (ora italiana) e terminano il 14 marzo 2024 ore 14:00 (ora italiana).

La domanda di partecipazione alla selezione deve essere compilata, pena esclusione, utilizzando l'apposita procedura online, disponibile all'indirizzo web: <https://pica.cineca.it/>

La procedura prevede una fase di registrazione del candidato, per coloro che non hanno già un'utenza, e una fase successiva di compilazione della domanda.

Una volta completata, la domanda on line deve essere firmata con le modalità (firma manuale, con allegato documento di identità, o firma digitale) descritte nella procedura on line, a pena di esclusione dalla selezione. La domanda non dovrà essere firmata qualora si acceda alla procedura online sopraccitata mediante identificativo SPID.

Alla domanda di partecipazione alla selezione devono essere allegati in formato .pdf i titoli di cui all'art. 4. I singoli file, in formato .pdf, non possono avere dimensione superiore a 30MB.

La domanda di partecipazione alla selezione viene inviata automaticamente all'Università degli Studi di Udine con la chiusura definitiva della procedura on line.

L'Amministrazione universitaria:

- non si assume alcuna responsabilità nel caso sia impossibile leggere la documentazione presentata in formato elettronico a causa di file danneggiati;
- non accetta né prende in considerazione titoli o documenti pervenuti in formato cartaceo o con modalità diversa da quella indicata nel presente articolo.

Non è consentito il riferimento a documenti e pubblicazioni già presentati in occasione di altri concorsi.

L'Amministrazione non si assume alcuna responsabilità per il caso di dispersione di comunicazioni dipendente da inesatte indicazioni della residenza e del recapito da parte dell'aspirante o da mancata, oppure tardiva, comunicazione del cambiamento degli stessi, né per eventuali disguidi postali o telegrafici non imputabili a colpa dell'Amministrazione stessa.

I candidati sono invitati a non attendere gli ultimi giorni prima della data di scadenza per la presentazione della domanda di partecipazione alla selezione. L'Università non si assume alcuna responsabilità per eventuali malfunzionamenti dovuti a problemi tecnici e/o sovraccarico della linea di comunicazione e/o dei sistemi applicativi.



#### Art. 6

La prova di selezione si svolge secondo le modalità riportate nell'Allegato A.

La prova tenderà ad accertare la preparazione, l'esperienza e l'attitudine alla ricerca dei candidati. Essa consisterà nella valutazione del curriculum scientifico professionale, delle pubblicazioni e dei titoli presentati, e del colloquio, ove previsto.

#### Art. 7

La Commissione giudicatrice di concorso è individuata nell'Allegato A al presente bando di cui fa parte integrante.

La Commissione, nella prima seduta, nomina al proprio interno il Presidente ed il Segretario verbalizzante e stabilisce i criteri e le modalità di valutazione dei titoli e del colloquio, ove previsto.

I risultati della valutazione dei titoli devono essere resi noti agli interessati nel corso del colloquio, ove previsto.

La Commissione dispone di un numero complessivo di 100 punti (cento centesimi) attribuibili alla selezione.

Al termine dei lavori la Commissione formula la graduatoria generale di merito sulla base del punteggio complessivo riportato da ogni candidato e provvede alla stesura del verbale delle operazioni concorsuali.

L'assegno è attribuibile, nel rispetto della graduatoria, ai candidati che abbiano riportato la votazione minima complessiva di 70/100 (settanta centesimi).

Il giudizio della Commissione è insindacabile nel merito.

La graduatoria sarà resa pubblica esclusivamente mediante pubblicazione sul sito dell'albo ufficiale dell'Ateneo.

L'esito della valutazione non sarà oggetto di comunicazione ai candidati.

Decadono dal diritto all'attribuzione dell'assegno di ricerca coloro che non dichiarano di accettarlo e non si presentano presso la struttura sede dell'attività di ricerca entro i termini comunicati dalla stessa anche con modalità non formali.

Deroghe a tale termine saranno concesse esclusivamente per cause di forza maggiore documentate.

#### Art. 8

L'attività di ricerca non può essere iniziata prima della sottoscrizione del contratto che definisce le modalità della collaborazione.

L'attività oggetto dell'assegno di ricerca dovrà presentare le seguenti caratteristiche:

- a) svolgersi nell'ambito del programma di ricerca oggetto dell'assegno e non esserne supporto meramente tecnico;
- b) stretto legame con la realizzazione del programma di ricerca che costituisce l'oggetto del rapporto con il vincitore;



- c) carattere continuativo e comunque temporalmente definito, non meramente occasionale, ed in rapporto di coordinamento rispetto alla complessiva attività dell'Ateneo;
- d) svolgimento in condizione di autonomia, nei soli limiti del programma predisposto dal Responsabile dello stesso, senza orario di lavoro predeterminato.

L'assegnista è tenuto a presentare, con le scadenze previste dal contratto, alla struttura di riferimento, una particolareggiata relazione scritta sull'attività svolta e sui risultati conseguiti, corredata dal parere del responsabile scientifico. L'assegnista dovrà inoltre consegnare relazioni intermedie e timesheet, qualora richiesti dalla struttura di riferimento.

Il recesso dal contratto può essere esercitato dall'assegnista o dalla struttura di riferimento.

Il contratto può essere risolto dalla struttura di riferimento, oltre che per le ipotesi di cui all'art. 9, comma secondo e terzo, del "Regolamento interno per il conferimento di assegni di ricerca ex legge 30 dicembre 2010 n. 240" dell'Università degli Studi di Udine, anche nel caso in cui venga meno il progetto di ricerca e pertanto la copertura finanziaria su cui grava l'assegno di ricerca.

#### Art. 9

All'assegno di cui al presente bando, si applicano:

- in materia fiscale le disposizioni di cui all'art. 4 della legge 13 agosto 1984, n. 476 e successive modificazioni e integrazioni;
- in materia previdenziale, le disposizioni di cui all'art. 2 commi 26 e seguenti della legge 8 agosto 1995, n. 335 e successive modificazioni e integrazioni;
- in materia di congedo obbligatorio per maternità le disposizioni di cui al decreto ministeriale 12 luglio 2007;
- in materia di congedo per malattia, le disposizioni di cui all'art. 1 comma 788 della legge 27 dicembre 2006 n. 296 e successive modificazioni.

Nel periodo di astensione obbligatoria per maternità l'indennità corrisposta dall'INPS ai sensi dell'art. 5 del decreto ministeriale 12 luglio 2007, è integrata dall'Università fino a concorrenza dell'intero importo dell'assegno di ricerca.

Il pagamento dell'assegno sarà effettuato in rate mensili.

#### Art. 10

I dati raccolti nell'ambito della procedura di cui all'art. 5 sono necessari per la corretta gestione della procedura di selezione, per l'eventuale successiva gestione dell'assegno di ricerca e per finalità connesse alla gestione dei servizi erogati dall'Università. L'Università degli Studi di Udine è il Titolare del Trattamento. In ogni momento, l'interessato può richiedere l'accesso, la rettifica nonché, compatibilmente con le finalità istituzionali dell'Ateneo, la cancellazione e la limitazione del trattamento o opporsi al trattamento dei propri dati. Può sempre proporre reclamo al Garante Italiano per la protezione dei dati. L'informativa completa è disponibile sul sito dell'Università degli Studi di Udine nella sezione "privacy" accessibile dalla home page [www.uniud.it](http://www.uniud.it) Link Diretto: <https://www.uniud.it/it/it/pagine-speciali/guida/privacy>



Art. 11

Per quanto non espressamente citato nel presente bando si fa riferimento alla normativa vigente in materia citata in premessa ed al "Regolamento interno per il conferimento di assegni di ricerca ex legge 30 dicembre 2010 n. 240" dell'Università degli Studi di Udine emanato con decreto rettorale 31 marzo 2021, n. 182.

Art. 12

Il funzionario responsabile del procedimento è la dott.ssa Sandra Salvador, Responsabile dell'Area Servizi per la Ricerca dell'Università degli Studi di Udine.

L'ufficio di riferimento presso l'Università degli Studi di Udine è l'Area Servizi per la Ricerca – Ufficio Formazione per la Ricerca, via Mantica n. 31 - 33100 Udine.

Per chiedere informazioni sul bando compilare il seguente modulo disponibile sul sito dell'Università degli Studi di Udine:

[https://helpdesk.uniud.it/SubmitSR.jsp?type=req&accountId=universityofudine&populateSR\\_id=42105](https://helpdesk.uniud.it/SubmitSR.jsp?type=req&accountId=universityofudine&populateSR_id=42105)





## Allegato A

### Responsabile scientifico della ricerca / Principal investigator:

Nome e cognome / Name and surname: Alberto Giulio Marcone  
 Qualifica / Position: Professore Ordinario / Full Professor  
 Dipartimento / Department: Scienze Matematiche, Informatiche e Fisiche (DMIF) / Mathematics, Computer Science and Physics  
 Area MUR / Research field: 01 – Scienze matematiche e informatiche  
 Settore concorsuale e Settore scientifico disciplinare / Scientific sector: 01/A1; MAT/01 – Logica matematica

### Titolo dell'assegno di ricerca / Topic of the research fellowship "assegno di ricerca":

*I bandi sono consultabili dal sito dell'Ateneo, del MUR e di Euraxess / The calls are available on the University, MUR and Euraxess websites*

#### Testo in italiano:

Analisi della forza in teoria degli insiemi, in analisi computabile e nell'aritmetica del second'ordine.

#### Text in English:

Analysis of strength in set theory, computable analysis and second order arithmetic.

### Obiettivi previsti e risultati attesi del programma di ricerca in cui si colloca l'attività dell'assegnista di ricerca / Foreseen objectives and results of the research programme performed by the research fellow "assegnista di ricerca":

*I bandi sono consultabili dal sito dell'Ateneo, del MUR e di Euraxess / The calls are available on the University, MUR and Euraxess websites*

#### Testo in italiano:

Abstract del progetto	L'obiettivo del progetto è l'analisi della forza, dal punto di vista della teoria degli insiemi, dell'analisi computazionale e dell'aritmetica del second'ordine, di affermazioni sia della logica matematica che della matematica nel suo complesso. Questo si colloca nel solco della ricerca, nella logica matematica, di modi di stimare e comparare la complessità dei problemi matematici. L'obiettivo sarà avvicinato da due direzioni: il primo approccio consiste nel valutare la forza assiomatica di un'affermazione matematica, dunque classificandola in base al suo livello di dimostrabilità in una gerarchia che include sottosistemi dell'aritmetica del second'ordine e grandi cardinali. Il secondo approccio consiste nel comparare i vari metodi usati per misurare la complessità e fornire stime concrete della complessità associata a problemi significativi. Più in dettaglio, vogliamo stabilire connessioni fra i sottosistemi dell'aritmetica del second'ordine più forti e l'analisi computazionale. Un'ulteriore area di ricerca è l'analisi di forme analoghe della proprietà di Baire e della misurabilità secondo Lebesgue per classi di sottoinsiemi di spazi completamente metrizzabili non separabili: questo dovrebbe avere bisogno di grandi cardinali, anche estremamente potenti.
-----------------------	--





Obiettivi del progetto	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Esplorare nuovi collegamenti fra l'analisi computazionale e i sottosistemi dell'aritmetica del second'ordine più potenti.</li> <li>• Condurre uno studio complessivo della struttura globale del lattice di Weihrauch.</li> <li>• Espandere la nostra comprensione della reverse mathematics di strutture combinatoriali numerabili, includendo l'analisi della congettura di Fraïssé.</li> <li>• Investigare la forza della coerenza di aspetti della GDST singolare.</li> <li>• Introdurre analoghi della misurabilità secondo Lebesgue e della proprietà di Ramsey per spazi non separabili, calibrandone la coerenza della loro esistenza.</li> </ul>
Stato dell'arte	<p>Marcone è stato attivo nel campo della reverse mathematics fin dai primi anni Novanta. Uno degli sviluppi più significativi dell'area è un articolo di Gherardi e Marcone del 2009 [5], che ha dato il via a un esteso programma che mira ad utilizzare la riducibilità di Weihrauch per classificare teoremi matematici. A partire da queste fondamenta, un successivo articolo del 2020 di Kihara, Marcone e Pauly [6] ha esteso questo progetto per comprendere i livelli più alti della gerarchia della reverse mathematics.</p> <p>Recentemente, è aumentato di molto l'interesse verso la generalizzazione delle tecniche della teoria descrittiva degli insiemi a spazi non separabili. Questa estensione, nota come Teoria Descrittiva Generalizzata degli Insiemi (GDST), ha già prodotto numerose applicazioni significative. Per esempio, ha facilitato connessioni fra la complessità topologica della relazione di isomorfismo fra modelli non numerabili di una data teoria <math>T</math> e le proprietà di stabilità di <math>T</math>, come rilevato in [4].</p> <p>Articoli come [1,3] hanno allargato ulteriormente gli orizzonti della GDST per incorporare anche i cardinali singolari. Questo avanzamento ha aperto nuove possibilità di esplorazione delle connessioni fra la topologia generale, lo studio di grandi cardinali come <math>\aleph_0</math> (introdotto da Woodin), e la ricerca della classificazione di strutture non separabili. GDST continua a svelare nuove informazioni utili e costruire collegamenti fra diverse aree della matematica.</p>
Descrizione del progetto	<p>La reverse mathematics fornisce una struttura per classificare teoremi basati sui sottosistemi dell'aritmetica del second'ordine necessari per dimostrarli. La riducibilità di Weihrauch, invece, inizialmente sviluppata nell'ambito dell'analisi computazionale, è uno strumento per comparare la complessità di funzioni multivalori, tenendo conto di aspetti topologici e computazionali: considerando i teoremi come "problemi", la riducibilità di Weihrauch offre un approccio naturale per stimare la loro complessità. Marcone e Gherardi hanno intrapreso il tentativo di investigare le relazioni fra questi due approcci in [5], e più recentemente Marcone, i suoi studenti di dottorato e altri ricercatori hanno esteso l'esplorazione di teoremi classificati più in alto nella reverse mathematics [6]. Vogliamo dare ulteriori contributi a questa linea di ricerca ottenendo nuovi risultati in questa direzione. Inoltre, vogliamo ottenere informazioni globali sul lattice di Weihrauch,</p>





	<p>incluso lo studio dell'esistenza di catene cofinali massimali e di un operatore jump invariante sui gradi.</p> <p>Marcone ha da molto tempo un interesse nella reverse mathematics di grafi, ordini parziali e ordini parziali ben fondati. Ha di recente scritto un survey [7] su aspetti specifici di questo argomento. Il progresso significativo di Montalbán del 2017 riguardante la forza della congettura di Fraïssé ha avvicinato a una potenziale risoluzione di questo annoso problema aperto nella reverse mathematics. Inoltre, diverse aree interessanti della combinatorica numerabile rimangono inesplorate secondo la reverse mathematics.</p> <p>Il concetto di espandere la classificazione di problemi da strutture numerabili e spazi separabili a strutture non numerabili e spazi non separabili ha dato luce a quella che ora si chiama Teoria Descrittiva Generalizzata degli Insiemi (GDST). Mentre questa teoria finora si era focalizzata soprattutto su cardinali regolari, trovando connessioni interessanti fra GDST e la teoria della stabilità di Shelah, questo successo ha motivato l'avventurarsi di GDST oltre i cardinali regolari. Lo spostamento dai cardinali regolari a quelli singolari rappresenta uno degli sviluppi più interessanti della teoria.</p> <p>Al contrario del caso regolare, dove fenomeni di indipendenza spesso complicano risultati desiderabili [4], è stato dimostrato che nel caso singolare di cofinalità omega la teoria è più robusta. Molti risultati della teoria descrittiva classica possono essere generalizzati a questo nuovo contesto, anche se con tecniche nuove e più intricate [3]. Questo include la Proprietà dell'Insieme Perfetto per insiemi definibili o la dicotomia di Silver per relazioni di equivalenza analitiche. Il nostro obiettivo consiste nel continuare questa analisi in varie direzioni, stabilendo una fondazione solida che ci permetterà di approssimare specifici problemi di classificazione.</p> <p>Esploreremo proprietà di regolarità che vanno oltre la Proprietà dell'Insieme Perfetto, come la proprietà di Baire, la misurabilità secondo Lebesgue o la proprietà di Ramsey. Il nostro obiettivo è di identificare gli analoghi più appropriati di queste proprietà, e determinare i grandi cardinali necessari affinché diverse famiglie canoniche di insiemi possiedano queste regolarità. Un obiettivo fondamentale è di vagliare la coerenza dell'espressione "Tutti gli insiemi sono X", dove X è una proprietà di regolarità, una ricerca iniziata con la Proprietà dell'Insieme Perfetto in [2]. Questo studio coinvolge tecniche di combinatorica infinita (specialmente singolare), forcing di Prikry e teoria dei modelli interni. La Proprietà di Baire sarà particolarmente preziosa dal punto di vista pratico, dato che è uno degli strumenti fondamentali della teoria descrittiva degli insiemi.</p>
<p>Possibili potenzialità applicative</p>	<p>La classificazione dei problemi è un aspetto centrale della pratica matematica, e una struttura teorica gioca un ruolo vitale nel formulare le giuste domande e potenzialmente trovare risposte accurate.</p> <p>La riducibilità di Weihrauch è uno strumento più fine della reverse mathematics per valutare la forza di teoremi attraverso diverse aree matematiche. Nel farlo, affronta significative questioni fondazionali.</p>



	<p>Per esempio, la riducibilità di Weihrauch identifica casi in cui un certo ammontare di non uniformità è necessario e determina se molteplici applicazioni di un'affermazione sono necessarie per dedurre un'altra affermazione. Mentre diversi esempi di questo fenomeno sono già stati scoperti, un'ulteriore esplorazione potrà illuminare l'intricata rete di relazioni fra teoremi matematici.</p> <p>La Teoria Descrittiva Generalizzata degli Insiemi (GDST) per cardinali singolari ha il potenziale per rivoluzionare lo studio degli spazi non separabili e stabilire una fondazione solida per la classificazione di strutture non numerabili. Inoltre, può fare luce sulle peculiarità della combinatorica cardinale singolare e offrire maggiore comprensione sulla connessione fra IO e la teoria descrittiva.</p>
Bibliografia	<p>[1] Andretta, Motto Ros. Souslin quasi-orders and bi-embeddability of uncountable structures. Mem. Amer. Math. Soc. 2022; Volume 277, Number 1365.</p> <p>[2] Dimonte. A Solovay-like model for singular generalized descriptive set theory. Topology Appl., 323(2023), Paper No. 108284.</p> <p>[3] Dimonte, Motto Ros. Generalized Descriptive Set Theory at Singular Cardinals of Countable Cofinality. In preparation.</p> <p>[4] Friedman, Hyttinen, Kulikov. Generalized Descriptive Set Theory and Classification Theory. Mem. Amer. Math. Soc., 230, 2014.</p> <p>[5] Gherardi, Marcone. How Incomputable Is the Separable Hahn-Banach Theorem? Notre Dame J. Form. Log., 50:393-425, 2009.</p> <p>[6] Kihara, Marcone, Pauly. Searching for an analogue of ATR0 in the Weihrauch lattice. J. Symb. Log., 85:1006-1043, 2020.</p> <p>[7] Marcone. The reverse mathematics of wqos and bqos. Trends in Logic 53, 189–219, 2020.</p>

Text in English:

Abstract	<p>Our focus is the analysis of the strengths, via set theory, computable analysis and second order arithmetic, of statements both in mathematical logic and in general mathematics. This is part of a more general pursuit in mathematical logic, that involves finding ways to assess and compare the complexity of mathematical problems. There will be two approaches on this subject: the first approach consists in evaluating the axiomatic strength of a mathematical statement, therefore classifying it on the basis of its level of provability within a hierarchy that ranges from subsystems of second order arithmetic to large cardinals. The second approach consists in comparing the various methods used to measure complexity and to provide concrete assessments of the complexity associated with significant problems. Specifically, we wish to establish connections between the higher levels of second order arithmetic and computable analysis. An additional topic of research is the analysis of the analogue of the Baire property and Lebesgue measurability for classes of subsets of non separable completely metrizable spaces: this should involve large cardinals up to the higher extremes.</p>
----------	--



Objectives of the project	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Exploring new connections between computable analysis and the higher levels of second order arithmetic.</li> <li>• Conducting a comprehensive study of the global structure of the Weihrauch lattice.</li> <li>• Expanding our understanding of the reverse mathematics of countable combinatorial structures, including the examination of Fraïssé's conjecture.</li> <li>• Investigating the consistency strength of content of singular Generalized Descriptive Set Theory (GDST).</li> <li>• Introducing the analogue of Lebesgue measurability and Ramsey-ness for non-separable spaces, as well as gauging the consistency of their existence.</li> </ul>
State of the art	<p>Marcone has been actively involved in the field of reverse mathematics since the early 1990s. A significant development in this area occurred with a paper by Gherardi and Marcone in 2009 [5], which initiated a widespread program focused on utilizing Weihrauch reducibility to classify mathematical theorems. Building upon this foundation, a subsequent paper in 2020 by Kihara, Marcone, and Pauly [6] extended this project to encompass the higher levels of the reverse mathematics hierarchy.</p> <p>In recent times, there has been a notable surge in interest surrounding the generalization of descriptive set theory to non-separable spaces. This extension, known as Generalized Descriptive Set Theory (GDST), has already yielded numerous significant applications. For instance, it has facilitated connections between the topological complexity of the isomorphism relation over uncountable models of a given theory <math>T</math> and the stability properties of <math>T</math> within the realm of model theory, as highlighted in [4].</p> <p>Expanding upon these achievements, papers such as [1, 3] have further broadened the scope of GDST to incorporate singular cardinals. This advancement has opened up avenues for exploring profound connections with general topology, studying very large cardinals like Woodin's <math>\aleph_1</math>, and delving into the classification of non-separable structures. As a result, GDST continues to unveil new insights and forge links between diverse areas of mathematics.</p>
Project description	<p>Reverse mathematics provides a framework for classifying theorems based on the subsystems of second order arithmetic required to prove them. Meanwhile, Weihrauch reducibility, initially developed in computable analysis, serves as a tool for comparing the complexity of multi-valued functions taking into account both topological and computational aspects. By viewing theorems as "problems," Weihrauch reducibility offers a natural approach to assess their complexity. Investigating the relationship between these two approaches, Marcone and Gherardi embarked on this endeavor in [5], and more recently, Marcone, his graduate students, and other researchers extended the exploration to theorems with higher classifications in reverse mathematics [6]. We intend to further contribute to this line of research by obtaining additional results in this direction. Additionally, we aim to obtain global insights into the</p>



	<p>Weihrauch lattice, including the study of the existence of cofinal and maximal chains and of a degree-invariant jump operator.</p> <p>Marcone has a longstanding research interest in the reverse mathematics of graphs, partial orders, and particularly well-partial orders. Recently, he authored a survey [7] on a specific aspect of this topic. The significant progress made by Montalbán in 2017 regarding the strength of Fraïssé's conjecture brings us closer to potentially resolving this long-standing open problem in reverse mathematics. Moreover, many captivating areas of countable combinatorics remain unexplored within the realm of reverse mathematics.</p> <p>The concept of expanding the classification of problems from countable structures and separable spaces to uncountable structures and non-separable spaces gave rise to what is now known as Generalized Descriptive Set Theory (GDST). While the theory has mainly focused on regular cardinals, resulting in remarkable connections between GDST and Shelah's stability theory in model theory, this success motivated to venture into the realm of GDST beyond regular cardinals. The shift from regular to singular cardinals represents one of the most exciting developments in the theory.</p> <p>Unlike the case of regular cardinals, where independence phenomena often complicate desirable results [4], it has been demonstrated that when <math>\kappa</math> is uncountable with countable cofinality, the theory becomes more robust. Many key results from classical descriptive set theory can be naturally generalized to this new context, albeit with different and more intricate techniques [3]. This includes properties such as the Perfect Set Property for definable sets and Silver's dichotomy for <math>\kappa</math>-analytic equivalence relations. Our objective is to further advance this analysis in various directions, establishing a solid foundation that will ultimately enable us to tackle specific classification problems.</p> <p>Firstly, building upon the work in [3], our aim is to prove additional fundamental dichotomies and structural results. This includes the Burgess' trichotomy and the Glimm-Effros dichotomy, while also assessing their set-theoretical strength in terms of large cardinals.</p> <p>In another line of investigation, we will explore regularity properties that go beyond the Perfect Set Property, such as the Baire Property or being Ramsey. Our goal is to identify the appropriate analogues of these properties in the GDST setting, identify definable sets that possess such properties, and determine the precise large cardinal strength required for various canonical families of sets to exhibit regularity. A fundamental objective is to ascertain the consistency strength of the statement "All sets are regular," a task that has been partially achieved for the Perfect Set Property [2]. This study will involve techniques from infinite combinatorics, especially singular cardinal combinatorics, Prikry-like forcing, and inner model theory. The Baire Property will prove particularly valuable from a practical standpoint, as it constitutes one of the foundational tools in descriptive set theory.</p>
--	--





Possible application potentialities	<p>At the heart of mathematical practice lies the classification of problems, and a theoretical framework plays a vital role in formulating the right questions and potentially finding accurate answers.</p> <p>Weihrauch reducibility refines reverse mathematics as a tool for evaluating the strength of theorems across diverse mathematical areas. In doing so, it addresses significant foundational issues. For example, Weihrauch reducibility identifies when a certain amount of non-uniformity is required to deduce another statement. While several examples of these phenomena have already been discovered, further exploration will illuminate the intricate network of relationships between mathematical theorems.</p> <p>Generalized Descriptive Set Theory (GDST) for singular cardinals has the potential to revolutionize the study of non-separable spaces and establish a solid foundation for classifying uncountable structures. Moreover, it has the capacity to shed light on the peculiarities of singular cardinal combinatorics and offer insights into the connection between Woodin's <math>I_0</math> and descriptive set theory.</p>
References	<p>[1] Andretta, Motto Ros. Souslin quasi-orders and bi-embeddability of uncountable structures. Mem. Amer. Math. Soc. 2022; Volume 277, Number 1365.</p> <p>[2] Dimonte. A Solovay-like model for singular generalized descriptive set theory. Topology Appl., 323(2023), Paper No. 108284.</p> <p>[3] Dimonte, Motto Ros. Generalized Descriptive Set Theory at Singular Cardinals of Countable Cofinality. In preparation.</p> <p>[4] Friedman, Hyttinen, Kulikov. Generalized Descriptive Set Theory and Classification Theory. Mem. Amer. Math. Soc., 230, 2014.</p> <p>[5] Gherardi, Marcone. How Incomputable Is the Separable Hahn-Banach Theorem? Notre Dame J. Form. Log., 50:393-425, 2009.</p> <p>[6] Kihara, Marcone, Pauly. Searching for an analogue of ATR0 in the Weihrauch lattice. J. Symb. Log., 85:1006-1043, 2020.</p> <p>[7] Marcone. The reverse mathematics of wqos and bqos. Trends in Logic 53, 189–219, 2020.</p>

**Struttura dell'Università di Udine presso la quale verrà sviluppata l'attività di ricerca / Department or other structure of the University of Udine where research activities will be carried out:**

Dipartimento di Scienze Matematiche, Informatiche e Fisiche (DMIF) / Department of Mathematics, Computer Science and Physics

**Importo dell'assegno di ricerca (al lordo oneri carico assegnista) / Total grant gross for the research fellowship:**

€ 19.367,00

**Durata dell'assegno di ricerca / Duration of the research fellowship "assegno di ricerca":**

12 mesi / months



#### Finanziamento / Financed by:

La copertura finanziaria graverà sui fondi/progetto:

- Risorse d'Ateneo: bando interno finanziamento assegni 2023 (D.R. n. 406/2023);
- Progetto/fondi: PRIN 2022 – “Models, sets and classifications”; Prot. n. 2022TECZJA. Decreto di finanziamento n. 973 del 30/06/2023 - Settore PE1. Codice CUP G53D23001890006. Ministero dell'Università e della Ricerca (Finanziato dall'Unione Europea, NextGenerationEU).

#### Requisiti di ammissione / Minimum qualifications necessary:

- Possesso del titolo di Dottore di ricerca o titolo equivalente conseguito all'estero;
- possesso di un curriculum scientifico professionale idoneo allo svolgimento dell'attività di ricerca contemplata.
- Research doctorate or equivalent qualification obtained abroad;
- professional scientific curriculum suitable for the research activity above mentioned.

#### Procedura selettiva / Competition procedure:

Valutazione per soli titoli / Assessment of qualifications only

#### Commissione giudicatrice / Examining Board:

Nome e Cognome	Qualifica	SSD	Università
<b>Membri Effettivi / Permanent members</b>			
Alberto Giulio Marcone	PO	MAT/01	Università degli Studi di Udine
Vincenzo Dimonte	PA	MAT/01	Università degli Studi di Udine
Giovanni Panti	PO	MAT /01	Università degli Studi di Udine
<b>Membro Supplente / Temporary member</b>			
Giovanna D'Agostino	PA	MAT/01	Università degli Studi di Udine