



All. B al DDPF n. 635 del 07/05/2019

**POR Marche FSE 2014/2020**

**Progetto “Dottorato Innovativo” - Borse di studio per dottorato di ricerca per l’innovazione del sistema regionale**

**Edizione Anno Accademico 2019/2020**

**TEMI DI RICERCA DOTTORATO INNOVATIVO**

**Università degli Studi di Urbino Carlo Bo**, rappresentata dal Tutor **Dott. Emanuele Lattanzi** (Ricercatore Universitario in Sistemi di Elaborazione delle Informazioni) designato a seguire il progetto di dottorato di ricerca oggetto del presente atto, in collaborazione

con il Cluster **\_e-Living Marche**

e con il co-supervisore **\_Prof. Sandro Fioretti\_**(Professore Associato in Bioingegneria elettronica e informatica) \_\_presso l’**Università Politecnica delle Marche** \_\_\_\_\_

descrizione soggetti che collaborano al progetto di ricerca e loro contributo (sintetico) :

Università di Urbino: attività di Tutoraggio (Prof. Emanuele Lattanzi) del progetto di ricerca e organizzazione di corsi di base e specifici nell'ambito del Dottorato in Research Methods in Science and Technology; avvio di una collaborazione con un'università estera per lo svolgimento del periodo di ricerca all'estero.

Università Politecnica delle Marche: attività di co-tutoraggio (Prof. Sandro Fioretti) del progetto di ricerca; partecipazione all’attività di ricerca.

Fondazione Cluster Marche: collaborazione nella realizzazione di iniziative di divulgazione e diffusione e nell’individuazione di ulteriori soggetti pubblico/privati eventualmente interessati al progetto di dottorato.

DIGIT S.r.l. Innovativa Società Benefit: collaborazione nella fase di sviluppo e testing dell'applicazione mobile. Creazione della piattaforma digitale per ospitare la banca dati. Attività di trasferimento tecnologico rivolto anche ad accrescere l'impatto sociale dei risultati delle attività di ricerca e sviluppo.

In attuazione delle Linee generali approvate con DGR n. 348 del 01.04.2019, si concorda che il tema di ricerca sarà svolto dal dottorando, nell'ambito del Settore **Salute e Benessere**

Dichiarazione relativa all'attuazione dell'intero percorso di dottorato, formazione, ricerca e valutazione nell'ambito del territorio regionale delle Marche, presso le sedi amministrativa ed operativa dell'Università beneficiaria e quelle delle imprese e dei cluster coinvolti, ubicate nella regione Marche, fatti salvi i periodi di studio e ricerca all'estero, programmati coerentemente con le attività di formazione e ricerca previste presso le sedi del soggetto proponente.

## **1. Informazioni sintetiche**

1.1 Titolo del progetto: **\_\_\_Sviluppo di un sistema di monitoraggio della stabilità posturale tramite smartphone per la prevenzione delle cadute negli anziani\_\_\_**

1.2 Abstract del progetto

max 1500 caratteri

L'Organizzazione Mondiale della Sanità, nel 2017, ha stimato che ogni anno sono circa 600.000 i decessi dovuti a cadute fatali, e che queste sono la seconda causa principale di morte accidentale involontaria, dopo le lesioni stradali. Le cadute sono spesso dovute alla perdita di efficacia del sistema adibito al controllo posturale, soprattutto fra gli anziani.

Il mantenimento dell'equilibrio posturale è affidato ad un sistema dinamico e complesso che prevede il coinvolgimento di più sistemi sensoriali, l'integrazione delle informazioni e l'attuazione di una strategia motoria con lo scopo di mantenere la postura eretta. La valutazione dello stato di salute di tale sistema, tradizionalmente, si effettua attraverso esami posturologici effettuati presso centri specializzati.

Lo scopo di questo progetto è quello di creare un sistema che permetta di valutare l'efficienza dell'equilibrio posturale nelle persone, in modo totalmente autonomo, facendo uso di un normale smartphone. Infatti, grazie ai segnali generati dall'accelerometro e dal giroscopio, presenti sugli smartphone, è possibile catturare la dinamica dell'equilibrio di un soggetto, ottenere informazioni preziose sul suo stato di salute e valutare la probabilità che questo possa andare incontro a cadute.

Grazie a questo sistema sarà possibile ideare un protocollo di autoanalisi che permetta ad ogni individuo di avere immediatamente una valutazione qualitativa e quantitativa del suo stato di equilibrio.

1.3 Parole chiave: **Esame stabilometrico; smartphone; elaborazione segnali; intelligenza artificiale**

1.4 Corso di Dottorato di Ricerca di afferenza **RESEARCH METHODS IN SCIENCE AND TECHNOLOGY**

curriculum in: Area tematica **“FORMAL MODELS, DATA ANALYSIS AND SCIENTIFIC COMPUTING”**

1.5 Ambito di ricerca specifico, in sinergia con il Cluster: Salute e Benessere

Descrizione apporto del Cluster al progetto di ricerca:

La fondazione Cluster Marche potrà supportare il progetto di ricerca in qualità di partner per iniziative di divulgazione e diffusione dei risultati della ricerca stessa. In particolare, risultano evidenti le convergenze tematiche del progetto di dottorato con le quelle relative alle attività del cluster denominato “E-living Marche” (sicurezza, benessere e comfort, ambienti intelligenti e tecnologie multimediali, sensoristica, salute e invecchiamento attivo). Il cluster si occuperà di attività di diffusione e valorizzazione dei risultati, intercettando il maggior numero possibile di stakeholder e incrementando la competitività sia nel settore domotico che nelle connessioni tra questo e le imprese che operano nel mondo della salute.

## **2. Informazioni di dettaglio**

2.1 Obiettivi (Indicare gli obiettivi e i presupposti scientifici e/o formativi del progetto, evidenziando le motivazioni della collaborazione con il Cluster)

max 2000 caratteri

La posizione eretta dell'uomo è una posizione di equilibrio instabile di tipo oscillatorio. Infatti, esso si mantiene in equilibrio grazie a piccole ma continue oscillazioni che hanno lo scopo di controbilanciare la forza di gravità che tenderebbe a farlo cadere. Affinché il corpo sia in equilibrio è necessario che la forza di gravità, che agisce idealmente sul suo centro di massa (Center of Mass - CoM), e la forza causata dalla reazione vincolare del suolo, che si applica al suo centro di pressione (Center of Pressure - CoP), si trovino allineate sull'asse della verticale del soggetto.

Il controllo della postura eretta può essere descritto riferendosi al modello del pendolo inverso che sta alla base di numerosi studi sulla posturologia statica. [J. Massion, “Postural control system,” Current Opinion in Neurobiology, 1994.] Grazie ad una veloce modulazione dell'attività dei muscoli della caviglia si ha una variazione del CoP che genera una coppia tale da contrastare la caduta del corpo.

Il presente progetto di dottorato si pone l'obiettivo di sviluppare e testare un sistema per la valutazione dello stato di salute dell'equilibrio monitorando gli spostamenti del CoM attraverso l'utilizzo dei soli sensori di cui dispone un normale smartphone (come ad esempio accelerometro e giroscopio). Grazie all'integrazione e allo sviluppo di algoritmi di intelligenza artificiale, inoltre, sarà possibile creare un sistema esperto in grado di comunicare tempestivamente il verificarsi di condizioni di inefficienza del sistema di equilibrio che potrebbero, in futuro, portare a cadute.

Il ruolo del Cluster come aggregatore di capacità e competenze in ambito pubblico e privato risulta pertanto di particolare rilevanza nello sviluppo del presente progetto al fine di supportare eventuali processi di trasferimento tecnologico facilitando lo scambio di informazioni il networking sulle tematiche in oggetto tra le varie componenti aderenti al Cluster.

2.2 Descrivere gli elementi di innovazione del progetto in relazione a: interdisciplinarietà (con riferimento particolare alla congiunzione di competenze tra gli Atenei coinvolti), intersettorialità ed internazionalizzazione

max 2000 caratteri

Dal punto di vista della interdisciplinarietà gli elementi innovativi del progetto si possono riassumere nell'utilizzo di tecnologie portatili e indossabili (come smartphone o smartwatch) proprie dell'ingegneria unite agli algoritmi di intelligenza artificiale propri dell'informatica. Inoltre, lo studio e la modellazione del sistema deputato al mantenimento dell'equilibrio posturale del corpo umano, contengono una forte connotazione bio-ingegneristica e sanitaria.

Proprio in questa disciplina, la collaborazione con l'Università Politecnica delle Marche (Laboratorio di Analisi del Movimento del Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione), apporterà competenze complementari rispetto al gruppo di Ingegneria Informatica dell'Università degli Studi di Urbino. Infatti, grazie all'esperienza pluriennale del gruppo di ricerca dell'Università Politecnica delle Marche, sarà possibile validare strumenti sviluppati nell'ambito del presente progetto di dottorato e applicarli, in una seconda fase, alla valutazione della probabilità di caduta nei soggetti anziani.

Il progetto può vantare anche una dimensione intersettoriale ben definita derivante dal coinvolgimento nella ricerca del Cluster che sottende vari settori industriali (medicale, domotico, tecnologico) e dal coinvolgimento dell'azienda DIGIT S.r.l. attiva nell'ambito del trasferimento tecnologico, nella divulgazione e nell'innovazione sociale mediata dalle tecnologie dell'informazione e della comunicazione.

Dal punto di vista dell'internazionalizzazione, il progetto di ricerca può contare sul coinvolgimento di diverse strutture Universitarie e non, che già collaborano con i docenti del gruppo di Ingegneria Informatica dell'Università di Urbino nell'ambito della ricerca scientifica. Lo stesso Dottorato in RESEARCH METHODS IN SCIENCE AND TECHNOLOGY ha una forte connotazione interdisciplinare e internazionale, rispettando i requisiti ministeriali sui dottorati innovativi internazionali e interdisciplinari.

2.3 Metodologia prevista (Indicare analiticamente i metodi e i tempi di ricerca e/o formazione con riferimento ai tre anni di corso. Evidenziare anche i ruoli sia delle università coinvolte, sia del cluster)

max 2000 caratteri

I ANNO: sarà caratterizzato dalla frequenza ai corsi previsti nel dottorato sui temi inerenti alle metodologie di ricerca con particolare riferimento alla modellizzazione, all'analisi dei dati e alla computazione (novembre 2019- luglio 2020).

Sul piano della ricerca, la prima parte (novembre 2019- gennaio 2020) prevederà lo studio della letteratura scientifica. In questo periodo si prevede una stretta interazione con il co-supervisore con un eventuale breve periodo di permanenza presso l'Università Politecnica delle Marche.

Seguirà un periodo di progettazione del sistema di analisi basato su smartphone e del protocollo di misura. (febbraio 2020-giugno 2020).

A metà del primo anno inizierà il periodo di stage presso l'azienda DIGIT S.r.l. per una durata totale di 12 mesi (luglio 2020-giugno 2021). Lo stage sarà articolato in: 1) implementazione dell'applicazione e validazione del protocollo di misura (luglio 2020-ottobre 2020); 2) implementazione e testing degli algoritmi di intelligenza artificiale (ottobre 2020-gennaio 2021); 3) rilascio e diffusione dell'applicazione con creazione di una banca dati (gennaio 2021-giugno 2021).

II ANNO: oltre ad ospitare la seconda metà dello stage, si concentrerà sull'elaborazione dei dati raccolti e sulla divulgazione, in collaborazione con il cluster, dei risultati ottenuti anche partecipando a conferenze del settore (luglio 2021-ottobre 2021).

III ANNO: si prevede l'inizio della stesura della tesi insieme al periodo di studio presso l'Università estera (novembre 2021-aprile 2022).

Nel periodo maggio 2022-ottobre 2022 si procederà al completamento della tesi di dottorato e all'organizzazione di iniziative per favorire la divulgazione e diffusione dei risultati della ricerca in collaborazione con il cluster e-Living. Il cluster, nel rispetto delle regole di riservatezza delle imprese e delle università partecipanti al progetto, promuoverà la disseminazione di best practices fra le imprese associate e fra gli attori locali.

2.4 Risultati attesi ed impatto (Indicare: l'impatto sulle relazioni scientifiche e tecnologiche e sullo sviluppo della risorsa umana; i benefici per il cluster; le sinergie e ricadute per il territorio, inclusa l'esplicitazione delle azioni di public engagement e di trasferimento delle conoscenze che si intendono implementare)

max 4000 caratteri

Sul piano delle relazioni scientifiche e tecnologiche il progetto di ricerca porterà ad un rafforzamento delle collaborazioni tra l'Università di Urbino e l'Università Politecnica delle Marche nell'ambito della ingegneria informatica e della bioingegneria. Allo stesso modo porterà ad instaurare rapporti di ricerca con le Università e i centri di ricerca stranieri da cui provengono i docenti internazionali del Dottorato in RESEARCH METHODS IN SCIENCE AND TECHNOLOGY come, ad esempio, il Cyber-Physical Systems Research Division Faculty of Informatics della Vienna University of Technology.

Le attività di formazione e ricerca previste forniranno i principi, le conoscenze e le competenze necessari ad affrontare con piena consapevolezza, con responsabilità e con metodo l'attività di ricerca in ambito scientifico e tecnologico. Grazie al progetto il/la dottorando/a avrà l'opportunità di approfondire questioni etiche e metodologiche (il coinvolgimento di soggetti umani nel processo di misura e validazione porterà a definire, insieme al Comitato Etico dell'Università, un protocollo sperimentale approvato eticamente). Inoltre, il/la dottorando/a avrà modo di sviluppare senso critico, di applicare metodologie qualitative e quantitative, di fare esperienza nella costruzione, nella caratterizzazione, nella validazione e nell'uso di modelli della realtà. Infine, potrà perfezionare la propria capacità di scrittura di articoli scientifici e di confrontarsi con la comunità internazionale di riferimento.

Per quanto riguarda il cluster ci sarà la possibilità di condividere con le aziende del territorio i risultati del progetto di dottorato e di venire a contatto con enti di ricerca nazionali e internazionali. Il gruppo di ricerca si pone l'obiettivo di analizzare i possibili impieghi dell'analisi stabilometrica low-cost in ambiti diversi da quello della previsione del rischio di caduta. A titolo di esempio sarebbe possibile studiare la correlazione con tasso alcolemico nei giovani, gli effetti sull'equilibrio di attività ad alto impatto psicofisico o monitorare altre categorie di utenti con specifiche patologie/esigenze.

In termini di sinergie e ricadute per il territorio marchigiano si avranno numerosi effetti. A partire dalla collaborazione con l'azienda DIGIT S.r.l. che sarà partecipe nelle fasi di validazione testing e exploitation dei risultati scientifici. Inoltre, la definizione di un sistema automatico per la valutazione del rischio di cadute nell'anziano porterà a collaborazioni con imprese del territorio in grado di produrre ed immettere sul mercato strumenti medicali. Infine, la creazione di una banca dati consultabile liberamente sarà di stimolo per altre aziende e enti di ricerca del territorio che volessero effettuare analisi statistiche o correlazioni con fenomeni di rilevanza sanitaria e socioeconomica.

I risultati finali del progetto di dottorato, così come la metodologia applicata, gli algoritmi ed i dispositivi saranno oggetto di iniziative di divulgazione e sensibilizzazione organizzate sul territorio e nell'ambito dei Cluster di imprese: seminari, eventi, workshop, sessioni di utilizzo guidato dell'applicazione.

Dal punto di vista del public engagement vale la pena di sottolineare la natura di "società benefit" dell'azienda DIGIT S.r.l. individuata come partner del progetto, che si pone l'impatto sociale positivo come obiettivo statutario.

2.5 Collaborazioni per lo sviluppo del progetto (indicare collaborazioni eventualmente già in essere sia con le altre università del territorio, sia relative a progetti europei o altri bandi competitivi, sia a rapporti con centri di eccellenza nazionali e stranieri o Enti di ricerca che si intendono coinvolgere per l'implementazione del progetto)

max 2000 caratteri

Il progetto di dottorato si avvarrà della collaborazione con l'Università Politecnica delle Marche, e in particolare con il Laboratorio di Analisi del Movimento del Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione, nella persona del Prof. Sandro Fioretti co-tutor, che detiene competenze bioingegneristiche complementari rispetto al gruppo di Ingegneria Informatica dell'Università degli Studi di Urbino di cui fa parte il tutor Prof. Emanuele Lattanzi.

Inoltre, saranno utili le collaborazioni già attivate con DIGIT srl nell'ambito dello sviluppo applicazioni per dispositivi mobili, e la collaborazione con il Cyber-Physical Systems Research Division Faculty of Informatics della Vienna University of Technology.

2.6 Stage, in Italia e/o all'estero (descrivere gli obiettivi e le finalità ed indicare la sede prevista)

max 2000 caratteri

Per quanto riguarda lo stage in Italia, il/la dottorando/a sarà ospitato per 12 mesi dall'azienda DIGIT srl nel periodo luglio 2020 - giugno 2021. Lo stage sarà articolato in una prima fase di implementazione dell'applicazione per smartphone e validazione del protocollo di misura (luglio 2020 - ottobre 2020), una seconda fase di implementazione e testing degli algoritmi di intelligenza artificiale (ottobre 2020 - gennaio 2021) ed una terza fase di rilascio e diffusione massiva dell'applicazione con conseguente creazione di una banca dati (gennaio 2021 - giugno 2021).

Per quanto riguarda l'estero, lo stage si svolgerà nell'ultimo anno di dottorato presso la Vienna University of Technology, con l'obiettivo di ricevere supervisione e supporto scientifico qualificato, da parte dei docenti impegnati sui temi dello sviluppo software mobile, nella stesura della tesi. Il periodo di permanenza presso la sede estera di sarà novembre 2021 - aprile 2022.

2.7 Descrizione principi orizzontali (sostenibilità ambientale, sviluppo sostenibile, pari opportunità e non discriminazione, accessibilità per le persone disabili)

max 1000 caratteri

Il progetto di ricerca garantisce il rispetto dei principi orizzontali (sostenibilità ambientale, sviluppo sostenibile, pari opportunità e non discriminazione, accessibilità per le persone disabili) così come riportati dal bando. Il rispetto di tali principi è garantito, tra l'altro, dal costituendo Dottorato in RESEARCH METHODS

IN SCIENCE AND TECHNOLOGY, che prevede attività formative specifiche su questioni etiche e metodologiche, e dal coinvolgimento del Comitato Etico di Ateneo nella definizione dei protocolli sperimentali.

2.8 Descrizione coerenza con la Smart Specialisation Strategy Regionale di cui alla DGR n.1511/2016 evidenziando il grado di innovazione, contenuti e metodologie di sviluppo, fattibilità tecnica e il cronoprogramma di attuazione con descrizione delle possibilità occupazionali nel sistema produttivo locale

Max 2000 caratteri

Il progetto si sviluppa totalmente attorno ad una delle priorità identificate con la Smart Specialization Strategy regionale ovvero quella che riguarda la promozione di soluzioni innovative per affrontare le sfide sociali delle comunità locali, con particolare riferimento all'ambito "Salute e benessere". Infatti, l'oggetto del dottorato sarà quello di creare un sistema per valutare l'efficienza dell'equilibrio posturale nelle persone, in modo totalmente autonomo, facendo uso di un normale smartphone. Grazie a questo sistema sarà possibile ideare un protocollo di autoanalisi che permetta ad ogni individuo di avere immediatamente una valutazione qualitativa e quantitativa del suo stato di equilibrio. L'integrazione di algoritmi di intelligenza artificiale, inoltre, darà luogo ad un sistema esperto in grado di comunicare tempestivamente il verificarsi di condizioni di inefficienza del sistema di equilibrio che potrebbero, in futuro, portare a cadute.

Il programma prevede le seguenti fasi:

-(novembre 2019- luglio 2020): frequenza ai corsi di dottorato, studio della letteratura scientifica.

Progettazione del sistema di analisi e protocollo di misura basato su smartphone.

-(luglio 2020 - ottobre 2020): implementazione dell'applicazione per smartphone e validazione del protocollo di misura (presso DIGIT S.r.l.).

-(ottobre 2020 - gennaio 2021): implementazione e testing degli algoritmi di intelligenza artificiale (presso DIGIT S.r.l.).

-(gennaio 2021 - giugno 2021): rilascio e diffusione massiva dell'applicazione con conseguente creazione di una banca dati (presso DIGIT S.r.l.)

-(luglio 2021 - ottobre 2021): elaborazione dei dati raccolti e divulgazione (Cluster).

-(novembre 2021 - aprile 2022): inizio della stesura della tesi insieme al periodo di studio presso l'Università estera selezionata.

-(maggio 2022 - ottobre 2022): completamento della tesi di dottorato e organizzazione di iniziative per favorire la divulgazione e diffusione dei risultati della ricerca.



2.9 Descrizione delle attività programmate presso l'Ateneo. Azioni formative e di ricerca, modalità di esecuzione. Contenuti e modalità di svolgimento di eventuali attività di formazione integrativa che l'Università intende offrire al dottorando, anche attraverso il co-supervisore del progetto con altri eventuali Atenei. Descrizione strutture operative e scientifiche messe a disposizione del dottorando.

Max 2000 caratteri

Il Dottorato in RESEARCH METHODS IN SCIENCE AND TECHNOLOGY offre 60 CFU di didattica articolata in 15 insegnamenti prevalentemente erogati in lingua inglese. Di questi, sei avranno una verifica finale della conoscenza acquisita. Ai dottorandi verranno proposti moduli didattici di approfondimento dell'inglese tecnico-scientifico e della scrittura di report e articoli scientifici, per favorire la progressiva acquisizione di competenze di collaborazione e di comunicazione scientifica scritta e orale in un contesto internazionale. Il/la dottorando/a sarà tenuto a partecipare, inoltre, ad attività didattiche e seminariali specificamente orientate all'acquisizione delle competenze e delle conoscenze utili allo scouting delle opportunità di finanziamento, alla stesura e alla gestione di progetti collaborativi.

Nell'ambito della collaborazione con l'Università Politecnica delle Marche, il/la dottorando/a sarà tenuto a seguire seminari o corsi proposti dal co-tutor e relativi all'analisi del movimento e della postura.

Per quanto riguarda le strutture messe a disposizione del/la dottorando/a si possono elencare:

- Il laboratorio di progettazione e caratterizzazione hardware software del Dipartimento di Scienze di Pure e Applicate (DiSPEA) dell'Università degli Studi di Urbino
- Il Laboratorio di Analisi del Movimento del Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università Politecnica delle Marche
- il laboratorio di sviluppo software di DIGIT S.r.l..
- il costituendo Google Development Group ospitato da DIGIT S.r.l.

2.10 Relativamente alle attività da svolgersi presso imprese e cluster il progetto dovrà illustrare: le modalità di selezione delle imprese da coinvolgere nel progetto e la tipologia delle imprese, l'individuazione dei cluster tecnologici da coinvolgere indicandone ruolo ed attività, le modalità di svolgimento del tutoraggio, gli obiettivi prefissati per queste fasi del progetto relativamente alle ricadute rispetto al progetto di ricerca e alle competenze del dottorando

Max 2000 caratteri

Allo stato attuale è già stata individuata in DIGIT S.r.l. l'impresa partner del progetto presso la quale il/la dottorando/a effettuerà un periodo di stage. Le caratteristiche di S.r.l. innovativa e società benefit, i cui ambiti di competenza risultano particolarmente in linea con quelle che sono le tematiche oggetto del progetto di dottorato, rappresentano infatti il primo criterio di selezione adottato. DIGIT S.r.l. è inoltre caratterizzata da una spiccata vocazione al trasferimento e valorizzazione dei risultati di ricerca scientifica, essendo stata costituita come azione di valorizzazione dei risultati del progetto Europeo Crowd4Roads, incentrato sullo sviluppo di tecniche e strumenti per il coinvolgimento attivo dei cittadini nella gestione del bene pubblico.

Il progetto prevede il coinvolgimento del Cluster e-Living per fornire supporto in merito alle attività di:

- a. individuazione di eventuali ulteriori aziende interessate all'organizzazione degli stage o potenzialmente interessate alle ricadute del progetto in termini di trasferimento tecnologico.
- b. realizzazione di iniziative seminariali e divulgative sul tema del progetto in collaborazione con le Università coinvolte, in modo da coinvolgere un ampio numero di soggetti portatori di interesse (aziende aderenti ai Cluster e le aziende/organizzazioni del territorio).
- c. creazione di collaborazioni tra imprese sia appartenenti al cluster stesso, che ad altri cluster regionali, che operano su tematiche convergenti, incentivando la contaminazione e la collaborazione intersettoriale

**IL TUTOR DI ATENEO(\*)**

**Prof. Emanuele Lattanzi**

**(\*) Allegare curriculum vitae**

**VISTO SI APPROVA**

**II COORDINATORE DEL CORSO DI DOTTORATO**

**Prof. Alessandro Bogliolo**