

Sezione A (Obiettivi di ricerca del Dipartimento)

Quadro A.1 Dichiarazione degli obiettivi di ricerca del Dipartimento

A.1.1 Presentazione

Il Dipartimento di Ingegneria Civile (DINCI) ricade nell'area tecnologica CUN 08–Ingegneria Civile e Architettura e si ispira ai valori culturali che hanno da sempre contraddistinto l'ingegneria civile italiana, punto di riferimento nella pianificazione, costruzione e gestione delle infrastrutture e delle opere in ambiente urbano e nei contesti naturali.

I Settori Scientifico-Disciplinari in cui si esplica l'attività di ricerca sono riportati nella tabella seguente:

SSD	Area CUN	N. Ordinari	N. Associati	N. Ricercatori	Totale	Consistenza (%)
ICAR/01–Idraulica	08	3	2	2	7	13,5
ICAR/02–Costruzioni Idrauliche e Marittime e Idrologia	08	2	1	4	7	13,5
ICAR/04–Strade, Ferrovie e Aeroporti	08	-	-	1	1	1,9
ICAR/05–Trasporti	08	1	1	3	5	9,6
ICAR/06–Topografia e Cartografia	08	-	-	1	1	1,9
ICAR/07–Geotecnica	08	1	3	2	6	11,5
ICAR/08–Scienza delle Costruzioni	08	2	3	2	7	13,5
ICAR/09–Tecnica delle Costruzioni	08	2	2	2	6	11,5
ICAR/10–Architettura Tecnica	08	-	1	1	2	3,8
ICAR/14–Composizione Architettonica e Urbana	08	-	-	2	2	3,8
ICAR/17–Disegno	08	1	-	1	2	3,8
ICAR/20–Tecnica e Pianificazione Urbanistica	08	-	1	1	2	3,8
ICAR/21–Urbanistica	08	-	1	0	1	1,9
ICAR/22–Estimo	08	-	-	1	1	1,9
BIO/05–Zoologia	05	-	-	1	1	1,9
L-LIN/12–Lingua e Traduzione–Lingua Inglese	10	-	-	1	1	1,9
TOTALE		12	15	25	52	100

AREA CUN	Consistenza (%)
08	96,2
05	1,9
10	1,9
TOTALE	100

Il progetto culturale si basa sull'eredità dei tre Dipartimenti – Difesa del Suolo, Pianificazione territoriale, Strutture–*ante legem* 240/2010 e mantiene e rafforza le aree caratterizzanti dell'ingegneria civile, quali la Scienza e la Tecnica delle Costruzioni, l'Architettura tecnica e la Composizione architettonica, la Geotecnica, l'Idraulica e le Costruzioni idrauliche, le Strade, i Trasporti, l'Urbanistica e altre discipline di confine quali l'Estimo, la Tecnologia dei materiali e la Topografia. Ciascuna di esse sviluppa tematiche legate anche alla trasformazione delle opere, come è oggi richiesto dalla società, riprendendo temi classici dell'ingegneria civile e dell'architettura e riproponendoli alla luce delle nuove esigenze di sostenibilità e sicurezza.

Il DINCI persegue l'obiettivo di trasferire i risultati della ricerca sul territorio, per concorrere a dare risposta ai suoi problemi.

Il DINCI ha presenze di professori e ricercatori nei SSD maggiormente caratterizzanti l'area dell'ingegneria civile. Il successo ottenuto in progetti POR, PON e comunitari in genere consente di restare attivi in tematiche di grande utilità per il territorio e di essere competitivi nella ricerca a livello nazionale e internazionale. Il Dipartimento favorisce le ricerche intersettoriali e si collega a iniziative interdipartimentali.

Il DINCI ha attive numerose convenzioni per tirocini con enti pubblici e privati e con aziende, tramite le quali gli studenti e i neo laureati acquisiscono esperienza diretta del mondo del lavoro.

Nei laboratori attrezzati per la ricerca, viene anche effettuata attività conto terzi nel campo dell'idraulica, della geotecnica, dei materiali stradali, della pianificazione territoriale e delle strutture e materiali costruttivi.

Al DINCI fanno capo i seguenti laboratori di didattica e di ricerca:

Fluidodinamica; Grandi Modelli Idraulici; Geotecnica; Idraulica e Idrologia Urbana; Ingegneria dei Trasporti; Pianificazione dell'ambiente e del territorio; Ingegneria dei Materiali e delle Strutture; Prove Materiali e Strutture; Sperimentale di Ingegneria dei Materiali Stradali; Progettazione e Rilievo dell'Architettura.

Il DINCI intende promuovere attività di autovalutazione, monitorando la produzione scientifica dei docenti, e intende valorizzare le eccellenze, evidenziatesi con la VQR e con l'ASN, nonchè rimuovere le deficienze riscontrate in alcuni SSD.

A.1.2 Descrizione degli ambiti di interesse scientifico

Nella *Sezione di Difesa del Suolo* la ricerca è mirata alle problematiche relative al territorio sia naturale, sia urbanizzato: problemi idrici (acquedotti, fognature, depurazione), opere idrauliche fluviali e marittime, interazione acqua-sedimenti (trasporto solido, erosione, deposito), opere geotecniche, con particolare attenzione alla difesa dalle catastrofi naturali, quali piene, frane e terremoti, idrologia urbana, qualità delle acque e sostenibilità.

L'attività di ricerca della *Sezione Strutture* riguarda prevalentemente i temi di base dell'ingegneria strutturale e della meccanica dei materiali (materiali tradizionali e innovativi, omogeneizzazione, stabilità e biforcazione, danneggiamento e frattura), la modellazione e progettazione strutturale (strutture tradizionali, adeguamento sismico di strutture esistenti, strutture realizzate con materiali compositi, ponti di grande luce, vulnerabilità sismica delle costruzioni, etc.), e le problematiche delle costruzioni civili ed edili (caratteri architettonici e costruttivi del patrimonio costruito, metodi e tecniche per la sostenibilità ambientale del progetto architettonico, etc.). Sono presenti anche ambiti di ricerca, competenze e aree di sperimentazione relative al settore di Disegno e Restauro riguardanti sia i beni culturali (architettonici, archeologici, ecc.), sia il territorio urbano.

Nella *Sezione di Pianificazione Territoriale e Trasporti*, l'attività di ricerca è mirata alle questioni delle trasformazioni territoriali, con particolare riferimento ai temi dell'ingegneria dei trasporti (progettazione, gestione e manutenzione delle infrastrutture e dei sistemi di trasporto, modellazione delle reti di trasporto, interazione trasporti-territorio-ambiente), della pianificazione territoriale (progettazione di strumenti urbanistici a scala urbana e di area vasta, di strumenti di recupero e rigenerazione urbana e di valutazione ambientale), della topografia (rilievo e rappresentazione del territorio, del costruito e degli oggetti e monitoraggio) e dell'estimo (valutazione degli immobili, degli impianti e delle imprese e stima dei costi in edilizia).

Gruppi di ricerca

Gruppo di Ricerca: Architettura Tecnica, Composizione Architettonica, Rilievo dell'Architettura

Componenti: Aldo DE SANCTIS, Alessandro CAMPOLONGO, Brunella CANONACO, Giuseppe FORTUNATO, Laura GRECO, Roberta LUCENTE

Le attività di ricerca sono sviluppate su temi di interesse scientifico: dall'analisi dei caratteri architettonici e costruttivi del patrimonio costruito italiano antico, premoderno e moderno, finalizzata a interventi di recupero e riqualificazione, allo studio di metodi e strumenti per il progetto architettonico, urbano e tecnologico.

Gruppo di Ricerca: Geotecnica

Componenti: Giovanni Raffaele Giuseppe DENTE, Ernesto AUSILIO, Enrico CONTE, Venanzio Raffaele GRECO, Roberto CAIRO, Antonello TRONCONE

Le attività di ricerca sono indirizzate su temi di rilevanza scientifica: modellazione sperimentale dell'interazione terreno-struttura in campo sismico con particolare riferimento alle fondazioni profonde; la risposta sismica locale in condizione *near-field*, ovvero per terremoti con ridotta profondità focale; la modellazione numerica in condizioni 2D e 3D di fenomeni di rottura nei pendii; lo sviluppo di metodi previsionali della mobilità di frane attive a causa di oscillazioni della falda.

Gruppo di Ricerca: Idraulica e Costruzioni Idrauliche

Componenti: Giancarlo ALFONSI, Francesco CALOMINO, Patrizia PIRO, Massimo VELTRI, Paolo VELTRI, Roberto GAUDIO, Giancarlo PRINCIPATO, Maria Carmela ALGIERI, Marco CARBONE, Antonino D'IPPOLITO, Samuele DE BARTOLO, Carmine FALLICO, Aldo Pedro FERRANTE, Attilio FIORINI MOROSINI, Ferdinando FREGA

Le attività di ricerca sono sviluppate su temi di rilevanza scientifica: Meccanica dei fluidi, idraulica fluviale, idraulica sotterranea, idraulica marittima, reti idriche, idrologia e idraulica urbana, dighe.

Gruppo di Ricerca: Scienza e Tecnica delle Costruzioni

Componenti: Domenico BRUNO, Renato Sante OLIVITO, Giuseppe SPADEA, Alfonso VULCANO, Vincenzo COLOTTI, Fabrizio GRECO, Paolo LONETTI, Salvatore LOPEZ, Luciano OMBRES, Francesco BENCARDINO, Fabio MAZZA, Paolo NEVONE BLASI, Giacinto PORCO

Le attività di ricerca sono sviluppatesu temidi interesse scientifico: meccanica dei materiali compositi, metodi di omogeneizzazione e multiscala, problemi di stabilità, frattura e danneggiamento, studio e applicazione dei materiali innovativi per il rinforzo delle strutture, modellazione e analisi nonlineare delle strutture, sistemi di riduzione del rischio sismico e valutazione della vulnerabilità sismica.

Gruppo di Ricerca: Strade e Trasporti

Componenti: Demetrio Carmine FESTA, Vittorio ASTARITA, Laura EBOLI, Giuseppe GUIDO, Gabriella MAZZULLA, Francesca SALVO, Rosolino VAIANA

Le attività di ricerca sono sviluppate su temi di rilevanza scientifica: pianificazione, progettazione, gestione ed esercizio delle infrastrutture e dei sistemi di trasporto, studio del deflusso veicolare stradale, applicazioni della

telematica ai trasporti, qualità dei trasporti collettivi, sicurezza stradale ed eco-sostenibilità ambientale delle pavimentazioni stradali, estimo.

Gruppo di Ricerca: Tecnica urbanistica

Componenti: *Gabrio CELANI, Mauro FRANCINI, Giuseppe ARTESE, Maria Francesca VIAPIANA*

Le attività di ricerca sono sviluppate su temi di interesse scientifico: smart city, pianificazione sostenibile e rigenerazione urbana, ruralità, beni culturali, mobilità, paesaggio, geomatica.

Dottorati di ricerca

I temi di ricerca rispecchiano l'acquisizione di risultati originali su tematiche ad ampio spettro e di carattere interdisciplinare e costituiscono parte integrante dell'offerta didattica di terzo livello del Dipartimento (Dottorato). I docenti del DINCI partecipano a due Dottorati di ricerca dell'Ateneo: Dottorato in Ingegneria Civile e Industriale e Dottorato in Scienze e Ingegneria dell'Ambiente, delle Costruzioni e dell'Energia. I corsi di Dottorato prevedono attività didattiche, seminari di alta qualificazione e appropriate attività di ricerca (<http://www.unical.it/portale/ricerca/dottorati/>), volte all'acquisizione di risultati e metodi originali, possibilmente suscettibili di pubblicazione in sedi scientifiche di riconosciuto valore nazionale e internazionale.

Le tematiche di ricerca dell'Area di Ingegneria Edilesi articolano in diversi SSD. Le tematiche del settore di Architettura Tecnica e della Produzione Edilizia interessano gli elementi metodologici di progettazione e di costruzione dell'organismo edilizio. L'attività di ricerca è mirata alla conoscenza dei procedimenti costruttivi degli edifici in rapporto all'ideazione della forma, alla funzionalità dello spazio, all'inserimento nel contesto tecnico-economico e storico-culturale e alle relative modalità organizzative del processo edilizio. Le tematiche di ricerca dell'area di composizione architettonica e urbana sono gli indirizzi teorico-metodologici della progettazione e riqualificazione architettonica e urbana, la ricostruzione storico-critica delle logiche dell'opera architettonica, l'analisi e la catalogazione dell'architettura premoderna, moderna e contemporanea. Queste tematiche intrecciano gli ambiti disciplinari della storia dell'architettura e del restauro. Le ricerche dell'area di disegno riguardano le tecniche della rappresentazione e il rilievo dell'architettura. La rappresentazione è vista non come struttura comunicativa elementare, ma come linguaggio complesso che consente di utilizzare le immagini come vere e proprie opportunità di analisi e di conoscenza dell'architettura. Il rilevamento edilizio e urbano, legato alla complessità e pertinenza della rappresentazione, è incentrato sul rilevamento tradizionale e informatizzato e si rivolge all'analisi delle potenzialità e dei livelli di qualità della nuova strumentazione. Nel settore di Disegno e Restauro si sperimentano temi inerenti la rappresentazione come linguaggio per l'analisi e il rilevamento dei beni culturali e dello spazio urbano; problematiche relative alla diagnostica non invasiva sui beni culturali, derivanti dall'impiego della termocamera e di nuovi strumenti; problemi di ricerca relativi alla salvaguardia e valorizzazione sia di opere architettoniche, sia del territorio urbano.

Le tematiche di ricerca dell'Area di Ingegneria Geotecnica interessano la caratterizzazione geotecnica dei terreni mediante prove geofisiche attraverso studi teorici sulla propagazione delle onde sismiche nei terreni non saturi sottoposti a eccitazioni di piccola ampiezza; studi di risposta sismica locale; i cedimenti di fondazioni superficiali o su pali e, nell'ambito dello stesso tema, il problema della previsione del decorso dei cedimenti nel tempo nei terreni a grana fina saturi o insaturi, per effetto dell'applicazione di carichi esterni variabili nel tempo o di variazioni della pressione interstiziale al contorno. Altri argomenti di ricerca sono il miglioramento dei terreni in sito, l'analisi della stabilità dei pendii in terreni con comportamento *strain-softening* e il comportamento dinamico dei pali.

Le tematiche di ricerca dell'Area di Ingegneria Idraulica-Costruzioni idrauliche si articolano in entrambi i SSD ICAR/01 e ICAR/02. Nel primo, gli interessi di ricerca vanno dalla turbolenza all'Idraulica dei mezzi porosi, all'Idraulica fluviale (in particolare, trasporto solido ed escavazione localizzata) e ai modelli idraulici in scala ridotta. Nel secondo, accanto alla parte di ricerca più tradizionale riguardante l'Idrologia, le Acque sotterranee, l'Idraulica fluviale, le Dighe, gli Impianti Idroelettrici, le Sistemazioni Fluviali, le Bonifiche e Irrigazioni, gli Acquedotti, le Fognature urbane, gli Impianti Speciali Idraulici, l'Idrodinamica costiera e i Sistemi di difesa dei litorali, si studiano aspetti innovativi e tecniche ecosostenibili (sistema domotico) per gli impianti degli edifici; sistemazioni idrauliche con tecniche di ingegneria naturalistica; tecniche di difesa costiera a basso impatto ambientale; tecniche d'ingegneria sostenibile applicate all'idraulica urbana, modellazione idrologica e idraulica in ambiente urbano, modellazione dei fenomeni idrodispersivi con tecniche numeriche lagrangiane, caratterizzazione dei fiumi per il Minimo Deflusso Vitale (DMV) e l'Indice di Funzionalità Fluviale (IFF).

Nell'Area di Ingegneria Strutturale le tematiche di ricerca interessano i due SSD di Scienza delle Costruzioni e di Tecnica delle Costruzioni e riguardano, oltre che argomenti di base peculiari dei SSD, anche tematiche di ricerca applicata. Relativamente al settore di Scienza delle Costruzioni, le principali tematiche di ricerca sono: lo studio e la

modellazione dei problemi di frattura e danneggiamento nei materiali compositi (danneggiamento interlaminare e intralaminare nei compositi fibro-rinforzati; danneggiamento e plasticità; modelli accoppiati di piastra multilayer ed elementi di interfaccia, delaminazione dinamica); lo studio del comportamento meccanico dei materiali con microstruttura eterogenea (omogeneizzazione, approcci multiscala, innesco ed evoluzione di microfratture, instabilità microscopica e macroscopica); lo studio e l'applicazione dei materiali innovativi per il rinforzo delle strutture (*debonding* in travi rinforzate con materiali compositi; formulazioni dinamiche con metodi ALE); l'analisi e la modellazione strutturale (ponti strallati, sospesi e combinati, carichi mobili); gli aspetti di base e avanzati della meccanica del continuo (problemi di stabilità, contatto unilatero, legami costitutivi); il recupero e l'adeguamento strutturale di costruzioni mediante utilizzo di materiali innovativi (strutture murarie, compositi di tipo non tradizionale); l'analisi del rischio sismico di costruzioni di rilevante interesse (opere di tipo storico-monumentale, rafforzamento e adeguamento con materiali di nuova generazione); la sperimentazione sui materiali e sulle strutture (metodi non distruttivi, murature, controllo, collaudo e monitoraggio). Relativamente al settore di *Tecnica delle Costruzioni*, le principali tematiche di ricerca sono: il rinforzo delle strutture in cemento armato e in acciaio con materiali compositi (delaminazione dell'FRP), la sperimentazione, l'applicazione di linee guida e l'analisi teorica del comportamento di elementi strutturali (travi e nodi trave-pilastro in calcestruzzo armato rinforzati con materiali innovativi e/o realizzati in calcestruzzo ad alte prestazioni, resistenza, duttilità locale/globale e performance); l'ingegneria antisismica (strutture intelaiate in C.A. isolate alla base in prossimità di faglia; edifici in C.A. con controventi dissipativi isteretici; protezione antisismica di ponti; modellazione e analisi dinamica non-lineare di strutture intelaiate spaziali in C.A. soggette ad azioni sismiche bidirezionali); la modellazione in campo non-lineare di strutture composte acciaio-calcestruzzo.

I principali temi di ricerca dell'Area di Ingegneria dei Trasporti interessano i SSD di Trasporti, di Strade, Ferrovie, Aeroporti e di Estimo, e sono l'analisi e la gestione della domanda di trasporto passeggeri e merci, il monitoraggio e la modellazione del deflusso veicolare stradale, l'analisi delle interazioni trasporti-territorio-ambiente, il progetto funzionale delle reti delle infrastrutture e dei servizi di trasporto, i materiali tradizionali e innovativi per la costruzione delle sovrastrutture stradali e aeroportuali, la sicurezza stradale, la metodologia quantitativa finalizzata alla determinazione del valore degli immobili ordinari e con valenze storico-culturali, alla quantificazione dei danni cagionati da esondazioni fluviali, allo studio del valore degli immobili in relazione alle classi di prestazione energetica e ai modelli automatici di valutazione in ambiente GIS.

I principali temi di ricerca dell'Area di Tecnica Urbanistica interessano i SSD di Tecnica urbanistica e Pianificazione Territoriale, di Urbanistica e di Topografia e, oltre agli argomenti canonici dei SSD, sono l'analisi, lo studio e la comparazione degli strumenti della pianificazione urbanistica e territoriale e della programmazione comunitaria e complessa, al fine di delineare una nuova identità della pianificazione e delle tecniche urbanistiche, in grado di rendere più coerente l'elaborazione e la gestione di piani e progetti applicativi con le differenti esigenze urbane e territoriali, l'utilizzo delle nuove tecniche (lidar aereo e terrestre, fotogrammetria digitale, mobile mapping, gnss, stazioni totali robotizzate, sistemi inerziali e di navigazione satellitare) con applicazioni ai problemi di sicurezza stradale, pianificazione territoriale, difesa del suolo (monitoraggio di frane), idraulica fluviale.

Nel DINCI sono attivi numerosi progetti di collaborazione internazionale, tramite accordi, con istituzioni anche extra-europee, tra cui: l'*Imperial College* di Londra (UK), l'*Università della Florida* (USA), l'*Istituto Superior Técnico* di Lisbona (Portogallo), l'*Indian Institute of Technology* di Kharagpur (India), la *West Virginia University* (USA), la *McMaster University* (Canada), l'*Università di Montpellier*, l'*École Nationale des Ponts et Chaussées* di Parigi (Francia), l'*École Nationale Supérieure d'Architecture* di Grenoble (Francia), l'*École Nationale Supérieure d'Architecture de Paris Val de Seine* (Francia), l'*Universitat Politècnica de Catalunya (ETSAB)* (Spagna), l'*Università del Maryland* (USA), l'*Università di Santa Barbara* (USA), l'*Università di Montreal* (Canada), l'*Università di Waterloo* (Canada), l'*Università di Catalogna* (Spagna), l'*Università della Cantabria* (Spagna), l'*Università di Granada* (Spagna), la *Central South University of China* (Cina).

A.1.3 Obiettivi di Ricerca Pluriennali – Linee di ricerca

Gruppo di Ricerca: Architettura Tecnica, Composizione Architettonica, Rilievo dell'Architettura

Componenti: Aldo DE SANCTIS, Alessandro CAMPOLONGO, Brunella CANONACO, Giuseppe FORTUNATO, Laura GRECO, Roberta LUCENTE

Le attività scientifiche del Gruppo ATCAR sono tutte riconducibili al filone dell'analisi dei caratteri architettonici e costruttivi del patrimonio costruito italiano antico, premoderno e moderno finalizzato a interventi di recupero e riqualificazione e allo studio di metodi e strumenti per il progetto architettonico, urbano e tecnologico.

Il programma di ricerca del gruppo nel triennio 2014/2016 intende:

- proseguire e ampliare la ricerca sul rilevamento avviata col PRIN 2011/13 (oggi in via di conclusione), promuovendo l'approfondimento e l'applicazione delle più evolute tecnologie per la documentazione, la comunicazione (ICT) e la valorizzazione dei Beni Architettonici presenti in Calabria;
- sperimentare e validare tecniche e procedure innovative di rilievo e restituzione (integrazione e ottimizzazione delle procedure di acquisizione, validazione di algoritmi per il trattamento delle immagini, ecc.) – in linea sia con gli obiettivi Horizon 2020 che con quelli del POR Calabria 2014/20 - applicate a complessi religiosi di medie e grandi dimensioni; provvedendo, inoltre, alla diffusione di tutte le informazioni – reperite e sviluppate – con immagini *ultra light resolution* ed elaborati complessi in grado di diffondere la conoscenza delle opere anche in modalità “facili” (tablet, smartphone ..), seppure scientificamente controllate;
- proseguire nel lavoro già avviato nel campo della definizione e sperimentazione di metodi e criteri innovativi per la valorizzazione e riqualificazione dei centri storici. Ambito dell'applicazione sperimentale è la Calabria Citra, con riferimento a rapporti inquadrati in protocolli di intesa e convenzioni già sottoscritte e in corso di definizione con alcune amministrazioni comunali del territorio. Questa attività si colloca nelle direttrici strategiche individuate dal DOS e da Horizon 2020, in un'ottica di trasferimento ai territori dei risultati della ricerca, sia in chiave di elaborazione teorico-metodologica, sia in chiave di applicazione progettuale;
- costruire degli apparati metodologici per il progetto urbano, architettonico e tecnologico con particolare riguardo alle diverse scalarità del progetto e alla sua intrinseca natura conoscitiva e speculativa. Tale linea di ricerca muove da un approccio teorico-critico che assume territori costruiti e progetti come fonti per lo studio, al fine di indagare le interconnessioni possibili dalla piccola alla grande scala;
- affrontare l'analisi dei caratteri architettonici e costruttivi del patrimonio italiano del XX secolo finalizzata alla conoscenza delle tecniche impiegate e alla formulazione di metodi e strumenti per il suo recupero. In particolare, tale ricerca ha per oggetto casi appartenenti sia al territorio calabrese (interventi pubblici e privati legati alla diffusione dell'architettura moderna nella prima metà del secolo e ai programmi del periodo del dopoguerra e oltre), sia al panorama nazionale (corpus di opere appartenenti ai programmi edilizi sviluppati dall'Ente Nazionale Idrocarburi negli anni '50 e '60);
- definire i criteri per la sostenibilità ambientale nel progetto architettonico e tecnologico contemporaneo, ricerca che trova particolare applicazione nell'ambito della già citata sperimentazione interuniversitaria avviata con la Facoltà di Architettura dell'Università Mediterranea di Reggio Calabria. Nel lavoro interdisciplinare, particolare attenzione è rivolta alle ricadute dei suddetti criteri nella costruzione degli apparati linguistico-formali degli insediamenti architettonici e urbani.

Gruppo di Ricerca: Geotecnica

Componenti: Ernesto AUSILIO, Enrico CONTE, Roberto CAIRO, Antonello TRONCONE

La ricerca sarà indirizzata su temi scientifici e di grande interesse per una Regione come la Calabria con elevato rischio sismico e idrogeologico. In particolare, saranno sviluppate le seguenti linee di ricerca:

- la modellazione sperimentale dell'interazione terreno-struttura in campo sismico con particolare riferimento alle fondazioni profonde;
- la risposta sismica locale in condizione near-field, ovvero per terremoti con ridotta profondità focale;
- la modellazione numerica in condizioni 2D e 3D di fenomeni di rottura nei pendii;
- lo sviluppo di metodi previsionali della mobilità di frane attive a causa di oscillazioni della falda.

Tali linee di ricerca si innestano su ambiti di ricerca recentemente avviati, e in tal senso, ne rappresentano una prosecuzione e avanzamento, ma tengono conto dello stato dell'arte della ricerca nel settore mirando a fornire contributi di fondamentale interesse per l'avanzamento delle conoscenze nell'ambito del panorama scientifico nazionale e internazionale.

Le suddette linee, inoltre, trovano riscontro in programmi di ricerca, a livello nazionale ed europeo, riguardanti la prevenzione e la gestione dei rischi naturali e la difesa del territorio e delle infrastrutture. Esse risultano coerenti con gli obiettivi tematici di interesse nell'ambito del DOS Regione Calabria 2014-2020 e, in particolare, con riferimento all'obiettivo OT5 per quanto riguarda il rischio sismico e idrogeologico, e con l'obiettivo OT6 per la prevenzione e la conservazione dei centri storici nei riguardi del verificarsi di calamità naturali.

Gruppo di Ricerca: Idraulica e Costruzioni Idrauliche

Componenti: Giancarlo ALFONSI, Francesco CALOMINO, Patrizia PIRO, Massimo VELTRI, Paolo VELTRI, Roberto GAUDIO, Giancarlo PRINCIPATO, Maria Carmela ALGIERI, Marco CARBONE, Antonino D'IPPOLITO, Samuele DE BARTOLO, Carmine FALLICO, Aldo Pedro FERRANTE, Attilio FIORINI MOROSINI, Ferdinando FREGA

La ricerca sarà indirizzata sui seguenti temi scientifici:

- Meccanica dei fluidi: 1) indice di resistenza nelle tubazioni internamente corrugate in pressione e a superficie libera; 2) modellazione di fenomeni idrodinamici con sviluppo di modelli numerici basati sulla tecnica lagrangiana particellare *meshless* SPH (*SmoothedParticleHydrodynamics*).
- Idraulica Fluviale: 1) erosione localizzata in letti di sedimenti incoerenti e coesivi; 2) confluente fluviali; 3) turbolenza in alvei vegetati e con letti di ghiaia; 4) utilizzo di descrittori morfometrici per l'analisi dei reticoli idrografici a scala di bacino e di canale; 5) riossigenazione dei corsi d'acqua caratterizzati dalla presenza di salti.
- Idraulica sotterranea: 1) analisi di scala dei parametri caratteristici degli acquiferi; 2) influenza dell'eterogeneità dei mezzi porosi sul trasporto di massa; 3) impiego di fibre vegetali per la bonifica degli acquiferi contaminati da metalli pesanti.
- Idraulica Marittima: 1) interazione fra moto ondoso e infrastrutture marittime: studio dell'azione indotta dal moto ondoso su opere marittime a parete verticale e forata e su condotte sottomarine posate sul fondo e protette da blocchi di cls a monte di esse, con modellazione SPH e indagini sperimentali in canale ondogeno 2D con nuovi sensori di pressione, ad alta risoluzione spazio-temporale, per la determinazione dei carichi idrodinamici indotti su tali opere. 2) Calibrazione e validazione di modelli analitici e numerici per la stima della vulnerabilità di aree costiere protette da dune: sviluppo di adeguati strumenti operativi per la stima della vulnerabilità delle regioni costiere, conseguente a fenomeni di erosione della spiaggia e del cordone dunale e/o determinata dall'azione congiunta dell'innalzamento del livello del mare e di eventi meteorologici eccezionali. Raccolta e analisi di informazioni e lo sviluppo di modelli, analitici e numerici, per effettuare stime quantitative e fisicamente basate della vulnerabilità e del rischio di aree costiere derivanti da erosione o inondazione.
- Reti idriche: 1) applicazione di metodologie di calibrazione per la ricerca delle perdite idriche; 2) ottimizzazione nella scelta della tipologia di misure da eseguire in rete e dei punti in cui effettuare le stesse; 3) gestione in tempo reale delle reti, mediante tecniche di telecontrollo delle pressioni con posa in opera di apparecchiature idonee a controllare le pressioni lungo le condotte ovvero all'uscita dei nodi, prima dell'erogazione alle utenze.
- Idrologia e Idraulica Urbana: 1) *rischio allagamenti*: studio di sistemi per la gestione e riduzione delle portate (Invarianza idraulica) e dei volumi (Invarianza idrologica) affluenti alle reti di drenaggio urbano e fluviali, supportato dall'uso di software commerciale (GIS, SWMM, etc.) e modelli matematici sviluppati *ad hoc*; 2) *qualità delle acque*: caratterizzazione delle acque meteoriche di dilavamento e studio di soluzioni innovative e a basso impatto ambientale. Difesa dall'inquinamento dei corpi recettori nell'ambito di una pianificazione sostenibile del territorio; 3) *ambiente*: interventi eco-sostenibili per il recupero di aree inquinate, valorizzazione di sistemi di gestione delle acque in area urbana e di ecosistemi fluviali, rinaturalizzazione con specie autoctone; 4) *risparmio idrico*: gestione della risorsa idrica, proposta di sistemi d'irrigazione innovativi, sistemi per lo stoccaggio, il recupero e il riuso di acque grigie e meteoriche; 5) *acqua ed energia*: Sistemi integrati fra infrastrutture idrauliche ed elettriche (recupero da reti idriche di distribuzione, mini-idroelettrico, etc.); 6) *smartcities*: integrazione delle reti idriche in un sistema ICT urbano (pianificazione e gestione intelligente del sistema idrico integrato, controllo e modulazione delle portate erogate, ricerca perdite, controllo e gestione delle reti di drenaggio finalizzata al recupero e alla diminuzione del carico inquinante scaricato, etc.).
- Dighe: 1) studio delle tematiche dei Piani di gestione e di laminazione dinamica, con particolare riferimento alle problematiche legate al Bilancio idrico e al Deflusso Minimo Vitale (D.M.V.); 2) piccole dighe e sistemazioni idraulico-forestali con tecniche di Ingegneria Naturalistica (I.N.).

Gruppo di Ricerca: Scienza e Tecnica delle Costruzioni

Componenti: Domenico BRUNO, Renato Sante OLIVITO, Giuseppe SPADEA, Alfonso VULCANO, Vincenzo COLOTTI, Fabrizio GRECO, Paolo LONETTI, Salvatore LOPEZ, Luciano OMBRES, Francesco BENCARDINO, Fabio MAZZA, Paolo NEVONE BLASI, Giacinto PORCO

Le linee di ricerca che saranno sviluppate dai docenti del settore di Scienza delle Costruzioni afferenti alla sezione Strutture nel triennio 2014-2016 sono:

- Meccanica dei materiali compositi (frattura, omogeneizzazione, approcci multiscala, dinamica, stabilità);
- Studio e applicazione dei materiali innovativi per il rinforzo delle strutture (strutture in c.a., in acciaio, strutture in muratura e storico-monumentali, compositi di tipo non tradizionale, studi sperimentali);
- Modellazione e analisi nonlineare delle strutture (risposta strutturale di ponti di grande luce del tipo strallato, sospeso e combinati, condizioni estreme di carico, carichi mobili, comportamento statico e dinamico non lineare di edifici e di ponti).
- Sistemi di riduzione del rischio sismico e valutazione della vulnerabilità sismica (edifici e ponti, controventi dissipativi isteretici e viscoelastici basati sul controllo degli spostamenti, isolamento alla base, terremoti "near-fault").

Tali linee di ricerca si innestano su ambiti di ricerca recentemente avviati, e in tal senso ne rappresentano una prosecuzione e avanzamento, ma tengono conto dello stato dell'arte della ricerca nel settore mirando a fornire

contributi di fondamentale interesse per l'avanzamento delle conoscenze nell'ambito del panorama scientifico nazionale e internazionale, specie nell'ambito dei materiali innovativi per applicazioni strutturali e della meccanica delle strutture.

Tali linee di ricerca trovano riscontro nell'orientamento delle ricerche in ambito comunitario, in generale, e in ambito territoriale e di Ateneo, in particolare.

Le suddette linee di ricerca, con particolare riferimento alle ricerche riguardanti i materiali innovativi per applicazioni strutturali, sono infatti coerenti con i programmi di lavoro previsti in Horizon 2020, quali "Secure, Clean and Efficient Energy" Call Energy Efficiency (EE 1 – 2014: Manufacturing of prefabricated modules for renovation of building) e "Smart, green and integrated transport" Call 'Mobility for Growth' (8. Infrastructure MG.8.1-2014. Smarter design, construction and maintenance; 1. Aviation MG.1.1-2014 e MG. 1.8-2014-2015).

Le tematiche di ricerca sopra riportate sono inoltre coerenti con gli obiettivi tematici di interesse nell'ambito del DOS Regione Calabria 2014-2020, e in particolare con l'obiettivo OT5 con riferimento al rischio sismico e con quello OT6 per la conservazione delle costruzioni storico-monumentali anche mediante l'utilizzo di materiali innovativi.

In aggiunta, notevole è l'attualità e l'interesse per il territorio calabrese, attesa l'elevata pericolosità sismica dei nostri siti e la spiccata vulnerabilità delle costruzioni esistenti, delle tematiche inerenti al rischio sismico e l'utilizzo di materiali innovativi per il rinforzo strutturale. I risultati di tali ricerche, pertanto, forniranno un contributo utile a migliorare lo stato delle conoscenze nel nostro territorio, promuovendo studi e analisi più accurate per garantire livelli di sicurezza più elevati alle costruzioni.

I risultati attesi riguardano pubblicazioni su riviste scientifiche di rilievo internazionale, anche con coautori internazionali, contributi a convegni con pubblicazione dei relativi atti, tesi di dottorato, seminari e convegni.

Gruppo di Ricerca: Strade e Trasporti

Componenti: Demetrio Carmine FESTA, Vittorio ASTARITA, Laura EBOLI, Giuseppe GUIDO, Gabriella MAZZULLA, Francesca SALVO, Rosolino VAIANA

Le attività scientifiche del Gruppo Strade e Trasporti sono tutte riconducibili al filone della pianificazione, progettazione, gestione ed esercizio delle infrastrutture e dei sistemi di trasporto; in questo contesto, esse possono essere inquadrare in più filoni di ricerca, alcuni di recente attivazione.

- Studio del deflusso veicolare stradale. Il traffico stradale costituisce uno dei fenomeni più vistosi della società contemporanea. La conoscenza e la modellazione dei parametri del deflusso (velocità, distanziamento e densità dei veicoli, comportamento dei conducenti) costituisce il necessario fondamento per la adozione di misure di regolazione del traffico e di miglioramento delle condizioni di sicurezza. L'attività di ricerca svolta presso il Dipartimento è stata orientata a combinare gli avanzamenti teorici e metodologici con il rilievo sperimentale delle condizioni del deflusso.
- Rappresentazione e simulazione delle reti di trasporto in condizioni dinamiche. Il crescente livello del traffico e la conseguente inadeguatezza delle infrastrutture di trasporto a sopportare ulteriori incrementi della domanda di mobilità sono la causa della sovrassaturazione temporanea di molti elementi delle reti di trasporto, siano esse stradali, ferroviarie, aeree. I fenomeni di sovrassaturazione non sono rappresentabili con i classici modelli statici di assegnazione e caricamento delle reti. Questi fenomeni sono pertanto sempre più l'oggetto di studi basati su una dinamica intraperiodale, ovvero all'interno dell'arco di riferimento giornaliero (*withindaydynamic*), e sul conseguente alternarsi di diversi scenari giornalieri successivi (*day to daydynamic*). Lo studio delle reti di trasporto in condizioni dinamiche si può dividere nei classici campi dello studio della domanda, della offerta e della interazione domanda-offerta.
- Applicazioni della telematica ai trasporti. Questo filone di ricerca si propone di studiare e approfondire le nuove tecnologie e le possibili applicazioni dei nuovi sistemi di rilievo del traffico e di informazione all'utenza per il miglioramento delle condizioni del deflusso stradale in ambito urbano ed extraurbano. Ed inoltre ogni possibile applicazione degli smartphone e di Internet mobile per il miglioramento del funzionamento dei sistemi di trasporto.
- Qualità dei trasporti collettivi. Analisi delle prestazioni dei sistemi di trasporto collettivo (trasporto su gomma, trasporto ferroviario, trasporto aereo), anche tramite l'uso di sistemi cooperativi basati sul coinvolgimento degli utenti, indagini di *Customer Satisfaction* tramite mezzi tradizionali (*face-to face*) e innovativi (smartphone, web), misure di qualità dei servizi di trasporto collettivo *performance-based*, misure di qualità dei servizi di trasporto collettivo *perception-based*, misure di qualità dei servizi di trasporto collettivo tramite uso congiunto di indicatori *performance-based* e *perception-based*, analisi e misura della accessibilità ai sistemi di trasporto collettivo, tecniche avanzate per la misura di copertura del servizio.
- Sicurezza stradale. Gli orientamenti comunitari (UE 2011-2020) riguardanti un approccio integrato alla sicurezza del traffico stradale rappresentano le linee guida entro cui il gruppo intende sviluppare la propria ricerca. Nell'ultimo quinquennio, ha avuto ampia diffusione l'uso di moderne tecnologie (*satellite-based*: GSM, GPRS, ITS, etc) finalizzate al miglioramento della sicurezza stradale e capaci di consentire lo scambio di dati e informazioni tra

veicolo e veicolo e/o tra veicolo e infrastruttura, fornendo di fatto un servizio diretto e/o indiretto di assistenza alla guida (*info-mobilityservices*). In questa direzione le linee di ricerca del gruppo intendono fornire un contributo allo sviluppo e ampliamento delle potenzialità di queste applicazioni, e nonché alla loro diffusione attraverso sistemi cooperativi, basati anche sul coinvolgimento degli utenti (Social Network etc.); in particolare, si intende sviluppare le analisi dello stile di guida dei conducenti sulla base del rilievo di fattori “oggettivi” (velocità, accelerazioni) e di fattori soggettivi (condizioni psico-fisiche), e l’analisi della percezione del rischio di incidente. Completano le linee di ricerca del gruppo i temi “più tradizionali” della sicurezza stradale quali *Accident Data Analysis, Road Safety Audit/Inspection, Microsimulazione del traffico, etc.*

- Eco-sostenibilità ambientale delle pavimentazioni stradali. Progettazione e applicazione di tecniche e tecnologie innovative (*Hot, Warm and Cold Mix Asphalt*) atte a massimizzare il riciclaggio di rifiuti provenienti dalla costruzione e demolizione di opere civili, con particolare riferimento ai conglomerati bituminosi dimessi per fresatura (RAP = *Reclaimed Asphalt Pavement*). Il loro utilizzo risulta presentare una notevole importanza strategica vista l’elevata disponibilità, a cui fa seguito la conseguente minimizzazione del depauperamento dei prodotti naturali (aggregati lapidei) non rinnovabili. Rilievo e analisi di performance del piano di rotolamento delle pavimentazioni stradali anche in rapporto al riconoscimento dei ruoli svolti da queste in termini di sicurezza (aderenza e drenabilità), ambientali e di costo (rumore e resistenza di rotolamento, comfort e conseguenti emissioni di gas di scarico e consumo di carburante).
- Estimo. Determinazione del valore di immobili ordinari e con particolari valenze (presenza di tetti verdi, *green buildings*), definizione di strategie estimative nell’ambito del “danno urbanistico” per individuare comprovate alternative di Piano, definizione di processi di stima dell’indennizzo per la realizzazione di opere idrauliche.

Gruppo di Ricerca: Tecnica urbanistica

Componenti: Gabrio CELANI, Mauro FRANCONI, Giuseppe ARTESE, Maria Francesca VIAPIANA

Partendo da quanto emerso in termini di deficit di *governance* e di organizzazione delle politiche del QSC (Quadro Strategico Comune), ma anche di molte politiche ordinarie di settore, ostacolo determinante all’efficacia degli interventi per lo sviluppo e la trasformazione del territorio, sono state identificate le seguenti linee di ricerca caratterizzanti la pianificazione territoriale e urbanistica, che in parte confermano quanto già avviato e in parte individuano nuovi percorsi di studio.

- Smart City: processi di *governance* a supporto della pianificazione territoriale strategica delle Smart cities.
- Pianificazione sostenibile e rigenerazione urbana: analisi di strumenti della pianificazione e progettazione a scala urbana e d’area vastavolti a qualificare il governo del territorio (rigenerazione del patrimonio culturale caratterizzante i centri storici minori, valutazione strategica del patrimonio ambientale anche ai fini della valorizzazione delle aree tutelate, etc.).
- Ruralità: definizione di metodi e modelli per lo studio di sistemi rurali a bassa densità a vocazione turistico-produttiva.
- Beni culturali: valorizzazione di ecosistemi di innovazione dei beni culturali.
- Mobilità: caratterizzazione degli assetti territoriali finalizzati alla sostenibilità di interventi di integrazione della pianificazione urbanistica e dei trasporti.
- Paesaggio: controllo delle trasformazioni del paesaggio attraverso sistema Lidar e telerilevamento.
- Geomatica: realizzazione di sistemi integrati di monitoraggio del territorio e dei beni culturali finalizzati all’ottimizzazione dei nuovi sensori di ultima generazione e alla messa a punto di servizi via WEB con l’utilizzo di sistemi Open GIS e l’interazione di cittadini tramite smartphone.

Tali linee di ricerca trovano riscontro nell’orientamento delle politiche comunitarie, in generale, e delle politiche territoriali e di Ateneo, in particolare.

Le prime, così come indicate in Horizon 2020 e dichiarate all’interno del Documento di Orientamento Strategico e nel successivo Accordo di partenariato sul quale si sta lavorando per la definizione dei Programmi Operativi, sottolineano come il suddetto deficit, che interessa le istituzioni pubbliche (Agenzie) e le aggregazioni pubblico/private (Poli di Innovazione Regionali), nella maggioranza dei casi sia associato a un non adeguato sistema gestionale/attuativo, così come a una integrazione fra programmi e interventi finora attuata solo parzialmente.

Le suddette linee di ricerca si pongono l’obiettivo di migliorare questa situazione considerando che, nel panorama scientifico nazionale e internazionale, l’integrazione ha ormai assunto un rilievo ancora più alto, e che lo stesso Quadro Territoriale Regionale Paesaggistico calabrese - riferimento di assoluto rilievo per la identificazione della dimensione territoriale degli interventi del QSC nel 2014-2020 e con valenza generale e trasversale come documento di pianificazione - individua fabbisogni, obiettivi e azioni di una politica integrata per il riequilibrio, lo sviluppo e la coesione del territorio calabrese.

A.1.4 Obiettivi Specifici, Realizzazione e Monitoraggio

Gli obiettivi della ricerca del Dipartimento per il triennio 2015-2017, in coerenza con gli obiettivi strategici della ricerca nel Piano Strategico d'Ateneo 2013-2015¹ e con le Politiche di Qualità dell'Ateneo, sono:

1. il consolidamento e/o il miglioramento della qualità scientifica e della produzione del Dipartimento;
2. l'aumento della capacità di attrazione internazionale, in particolare a livello di posizioni di ricerca (Assegni di ricerca, Dottorati di Ricerca, RTD);
3. il consolidamento e/o l'aumento della capacità di attrarre finanziamenti per la ricerca dall'esterno;
4. il consolidamento e/o l'aumento delle collaborazioni con enti pubblici e privati nazionali ed esteri nel campo della ricerca del Dipartimento e delle sue applicazioni;
5. il consolidamento e/o l'aumento del trasferimento di conoscenza al sistema produttivo.

Gli obiettivi sopra indentificati verranno monitorati annualmente, rispetto ai dati dell'anno precedente, dalla Commissione di Assicurazione della Qualità (vedi quadro B2 - politiche per l'AQ del Dipartimento) attraverso l'utilizzo dei seguenti indicatori.

Tabella 1

Obiettivo 1	
Consolidare e migliorare la qualità scientifica e la produzione del Dipartimento	
Monitoraggio	Riesame 2015
Scadenza obiettivo	2017
Azioni	Indicatori/monitoraggio
Azione 1.1 – Migliorare la qualità della ricerca secondo i canoni di valutazione universalmente accettati dalla comunità scientifica.	Variazione del numero dei docenti ammissibili secondo i criteri ANVUR per la partecipazione alle procedure dell'ASN (superamento delle mediane). <i>Si farà riferimento: per i ricercatori, alle mediane aggiornate e pubblicate dall'ANVUR per i candidati all'ASN a professore associato; per gli associati, a quelle per i candidati a professore ordinario; per gli ordinari, alle mediane per i candidati commissari per l'ASN.</i>
Azione 1.2 - Consolidare e/o aumentare il numero e la qualità di pubblicazioni di ricerca su riviste nazionali/internazionali e/o monografie su temi specifici (temi di ricerca) pubblicati presso editori nazionali/internazionali riconosciuti.	A. Settori bibliometrici: Numero di articoli di ricerca su riviste scientifiche nazionali e internazionali e di monografie pubblicate presso editori nazionali e internazionali riconosciuti (scopus, etc). B. Settori non bibliometrici: Numero di articoli di ricerca su riviste scientifiche nazionali e internazionali e di monografie, contributi in volumi o in atti di convegni pubblicati presso editori nazionali e internazionali riconosciuti. <i>Si farà riferimento: per le riviste, alle classi A e B definite dall'ANVUR; per monografie, contributi in volumi o in atti di convegni all'ISBN.</i>
Azione 1.3 - Consolidare e/o aumentare il numero degli interventi a convegni, workshops, seminari di studio (o altro).	Numero di contributi a conferenze o seminari presso convegni, workshops, schools e seminari di studio (o altro).
Obiettivo 2	
Aumentare la capacità di attrazione internazionale, in particolare a livello di posizioni di ricerca (Assegni di ricerca, Dottorati di Ricerca, RTD)	
Monitoraggio	Riesame 2015
Scadenza obiettivo	2017
Azioni	Indicatori/monitoraggio
Azione 2.1 - Aumentare la diffusione internazionale dei	Numero <i>fellow</i> stranieri (ricercatori italiani o stranieri che

¹ Al momento non esiste un Piano Strategico formalmente approvato relativo al triennio 2015-2017.

Bandi emanati dal Dipartimento relativi a posizioni di ricerca (dottorando, assegno di ricerca, RTD), in relazione ai più rilevanti settori di ricerca del Dipartimento.	afferiscono a università o centro di ricerca non nazionale) che presentano domanda a posizioni di ricerca all'interno del Dipartimento, in relazione ai posti banditi nell'anno.
Obiettivo 3 Consolidare e/o aumentare la capacità di attrarre finanziamenti per la ricerca dall'esterno	
Monitoraggio	Riesame 2015
Scadenza obiettivo	2017
Azioni	Indicatori/monitoraggio
Azione 3.1 - Consolidare e/o aumentare la partecipazione a bandi di ricerca competitivi, a valere su fondi nazionali e internazionali, nei settori di ricerca del Dipartimento.	A. Numero di progetti di ricerca finanziati sulla base di bandi competitivi, a valere su fondi nazionali e internazionali. B. Numero di partecipazioni a bandi di ricerca competitivi, a valere su fondi nazionali e internazionali. C. Numero di docenti coinvolti in progetti di ricerca finanziati sulla base di bandi competitivi, a valere su fondi nazionali e internazionali.
Azione 3.2 - Consolidare e aumentare i rapporti con le istituzioni e il sistema di imprese del territorio finalizzati alla fornitura di servizi di ricerca applicata (conto terzi).	A. Numero di convenzioni sottoscritte con enti o aziende pubblici/privati per la prestazione di servizi di ricerca applicata (conto terzi). B. Valore finanziario delle prestazioni in conto terzi, considerate per competenza come disciplinato nella convenzione.
Obiettivo 4 Consolidare e aumentare le collaborazioni con enti pubblici e privati nazionali ed esteri nel campo della ricerca del Dipartimento e delle sue applicazioni	
Monitoraggio	Riesame 2015
Scadenza obiettivo	2017
Azioni	Indicatori/monitoraggio
Azione 4.1 - Sperimentare nuovi modi di coinvolgere il tessuto socio-economico nella (ri)definizione dei diversi livelli di ricerca: dottorato, assegni di ricerca, ricercatori e docenti.	Numero di iniziative organizzate per presentare il Dipartimento e per coinvolgere e dialogare con aziende e altre realtà produttive.
Azione 4.2 - Aumentare le possibilità di collaborazioni dei dottorandi con enti o aziende pubblici/privati.	Numero di tesi e/o tirocini per dottorandi presso Enti di ricerca o aziende pubbliche/private.
Obiettivo 5 Consolidare e aumentare il trasferimento di conoscenza al sistema produttivo	
Monitoraggio	Riesame 2015
Scadenza obiettivo	2017
Azioni	Indicatori/monitoraggio
Azione 5.1 - Promozione, valorizzazione e protezione della proprietà intellettuale e sua valorizzazione commerciale.	A. Numero di brevetti con titolarità /cotitolarità depositati. B. Numero di imprese spin-off create.