
**Development of technologies for knowledge transfer and
adaptation among intelligent systems for home
automation applications**

**Sviluppo di tecnologie per il trasferimento e
l'adattamento di conoscenza tra sistemi intelligenti per
applicazioni domotiche**

Relazione Assegno di Ricerca

December, 2017 - December, 2018

Gabriele Costante

Dipartimento di Ingegneria
Università degli studi di Perugia



Contents

1	Introduction	3
2	J-MOD²: Joint Monocular Obstacle Detection and Depth Estimation	4
2.1	Introduction	4
2.2	Related Work	5
2.3	Network Overview	6
2.3.1	Exploiting detection to correct global scale estimations	8
2.4	Experiments	8
2.4.1	Datasets	8
2.4.2	Training and testing details	9
2.4.3	Test on UnrealDataset	10
2.4.4	Test: Zurich Forest Dataset	11
2.4.5	Qualitative analysis of the multi-task interaction	11
2.4.6	Navigation experiments	12
2.5	Conclusion and Future Work	13
3	Visual Localization in the Presence of Appearance Changes Using the Partial Order Kernel	15
3.1	Introduction	15
3.2	Related Work	16
3.3	Localization Using the Partial Order Kernel	16
3.3.1	Building the Graph Representations of Image Sequences	16
3.3.2	Comparing the DAGs Using the Partial Order Kernel	17
3.4	Experiments	18
3.4.1	Dataset and Parameters	18
3.4.2	Baseline Methods	19
3.4.3	Results	20
3.5	Conclusion and Future Work	20
4	Publications	21

Chapter 1

Introduction

This document contains the report of my research activities in the last year (2017/2018).

The first part of the report describes a novel contribution on obstacle detection for autonomous platforms. This aspect is fundamental in the context of home automation systems to enable mobile platforms to safely operate in unknown scenarios, avoiding collisions and computing safe trajectories. To this end, we propose an end-to-end deep architecture that jointly learns to detect obstacles and estimate their depth. Most of the existing approaches either rely on Visual SLAM systems or on depth estimation models to build 3D maps and detect obstacles. However, for the task of avoiding obstacles this level of complexity is not required. Recent works have proposed multi task architectures to both perform scene understanding and depth estimation. We follow their track and propose a specific architecture to jointly estimate depth and obstacles, without the need to compute a global map, but maintaining compatibility with a global SLAM system if needed. The network architecture is devised to jointly exploit the information of the obstacle detection task, that produces reliable bounding boxes, with the depth estimation one, increasing the robustness of both to scenario changes. We call this architecture J-MOD². We test the effectiveness of our approach with experiments on sequences with different appearance and focal lengths and compare it to SotA multi task methods that jointly perform semantic segmentation and depth estimation. In addition, we show the integration in a full system using a set of simulated navigation experiments where a MAV explores an unknown scenario and plans safe trajectories by using our detection model.

The second part of the report describes a novel approach for robot localization based on vision sensors. One of the most important aspects for visual localization is the robustness with respect to varying weather and lighting conditions. This is crucial to allow the robot to adapt itself to previously unseen conditions. Hence, we present a new sequence-based approach to visual localization using the Partial Order Kernel (POKer), a convolution kernel for string comparison, that is able to handle appearance changes and is robust to speed variations. We use multiple sequence alignment to construct directed acyclic graph representations of the database image sequences, where sequences of images of the same place acquired at different times are represented as alternative paths in a graph. We then use the POKer to compute the pairwise similarities between these graphs and the query image sequences obtained in a subsequent traversal of the environment, and match the corresponding locations. We evaluated our approach on a dataset which features extreme appearance variations due to seasonal changes. The results demonstrate the effectiveness of our approach, where it achieves higher precision and recall than two state-of-the-art baseline methods.

Chapter 2

J-MOD²: Joint Monocular Obstacle Detection and Depth Estimation

2.1 Introduction

Obstacle avoidance has been deeply studied in robotics due to its crucial role for vehicle navigation. Recently, the demand for faster and more precise Micro Aerial Vehicle (MAV) platforms has put even more attention on it. To safely execute aggressive maneuvers in unknown scenarios, the MAVs need a robust obstacle detection procedure.

Most fruitful approaches rely on range sensors, such as laser-scanner, stereo cameras or RGB-D cameras [1, 2, 3] to build 3D maps and compute obstacle-free trajectories. However, their use results in an increased weight and power consumption, which is unfeasible for small MAVs. Furthermore, their sensing range is either limited by device characteristics (RGB-D and lasers) or by camera baselines (stereo cameras).

Monocular Visual SLAM (VSLAM) approaches address the above limitations by exploiting single camera pose estimation and 3D map reconstruction [4, 5, 6, 7]. Nevertheless, these advantages come with costs: the absolute scale is not observable (which easily results in wrong obstacle distance estimations); they fail to compute reliable 3D maps on low-textured environments; the 3D map updates are slow with respect to real-time requirements of fast manoeuvres. With careful tuning, these approaches can be used for obstacle avoidance.

At the same time there are other approaches that tackle the problem more specifically. In this respect, a step toward more robust obstacle detection has been made by monocular depth estimation methods based on Convolutional Neural Networks (CNNs) [8, 9, 10]. Compared to standard VSLAM strategies, these works train CNN-based model to quickly compute depth maps from single image, which allows for fast trajectory replanning. However, as any data-driven approach, these depth models are biased with respect to appearance domains and camera intrinsics. Most of the CNN architectures so far proposed address the more general task of pixel-wise depth prediction and are not specifically devised for obstacle detection. However, recent works [11] [12] have digressed from this trail, proposing multi task network architectures to jointly learning depth and some semantic property of the images. These works show that the mutual information is beneficial to both tasks.

Driven by the previous considerations, in this work we propose a novel CNN architecture that jointly learns the task of depth estimation and obstacle detection. We aim to get, at the same time, the detection speed of CNNs approaches and more robustness to scale and appearance changes, using the joint learning of the depth distribution. The combination of these two tasks gives them mutual advantages: the depth prediction branch is informed with object structures, which result in more robust estimations. On the other hand, the obstacle detection model exploits the depth information to predict obstacle distance and bounding boxes more precisely. Our approach is similar to [11] and [12], but is specifically devised for obstacle detection, and not generic scene understanding, in order to achieve more robustness to appearance changes. We show the comparison with these two aforementioned methods in the experimental part of the work. We demonstrate the detection and depth estimation effectiveness of our approach in both publicly available and brand new sequences. In these experiments, we prove the robustness of the learned

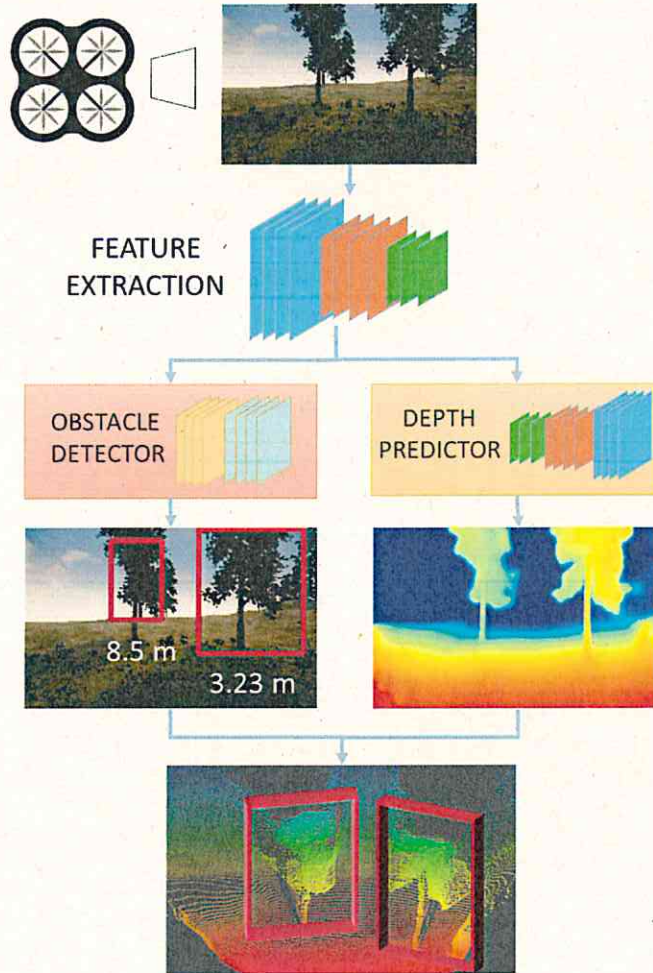


Figure 2.1: Overview of the proposed system: the architecture is composed by two networks that perform different, but connected tasks: obstacle detection and pixel-wise depth estimation. The two tasks are jointly learned and the feature extraction layers are in common. Thus, the resulting model has increased accuracy in depth prediction because of the semantic information received from the detector. On the other hand, the detector learns a better representation of obstacles through depth estimation.

models in test scenarios that differ from the training ones with respect to focal length and appearance. In addition, to demonstrate the detection advantages of the proposed detection system, we set up a full navigation avoidance system in a simulated environment with a MAV that detects obstacles and computes free trajectories as it explores the scene.

2.2 Related Work

The most straight-forward approaches to obstacle detection and depth estimation involve RGB-D or stereo cameras. Unfortunately, these sensors suffer from limited range, in particular stereo systems, that require large baselines to achieve acceptable performances [13]. For example, some authors explored pushbroom stereo systems on fixed-wing, high speed MAVs [14]. However, these approaches require too large baselines for small rotary wing MAVs. In addition, while short-range estimations still allow safe collision avoidance, it sets an upper bound to the robot's maximum operative speed. For all these reasons the study of alternative systems based on monocular cameras becomes relevant. Even with the limitation of monocular vision, our method can detect and localize obstacles up to 20 meters and compute dense depth maps up to 40 meters with a minor payload and space consumption.

Monocular obstacle detection can be achieved by dense 3D map reconstruction via SLAM or Structure from Motion (SfM) based procedures [6], [15], [16]. These systems perform a much more complex task though, and usually fail at high speeds, since they reconstruct the environment from frame to frame triangulation. In addition, with standard geometric monocular systems it is not possible to recover the absolute scale of the objects, without using additional information. In [17] the scale is recovered using the knowledge of the camera height from the ground plane, while [18] uses an inference based method on the average size of objects that frequently appear in the images (e.g. cars), then optimize to the whole trajectory. The lack of knowledge of the scale makes the obstacle avoidance a difficult task. For this reason, some approaches exploit optical information to detect proximity of obstacles from camera, or, similarly, detect traversable space, or use hand-crafted image features [19], [20], [21], [22], [23].

However, recently proposed deep learning-based solutions have shown robustness to the aforementioned issues. These models produce a dense 3D representation of the environment from a single image, exploiting the knowledge acquired through training on large labeled datasets, both real-world and synthetic [24], [8], [25], [9]. A few of these methods have been recently tested in obstacle detection and autonomous flight applications. In [26], the authors fine-tune on a self-collected dataset the depth estimation model proposed by [24] and use it for path planning. In [10] the authors exploit depth and normals estimations of a deep model presented in [8] as an intermediate step to train a visual reactive obstacle avoidance system. More recently, [10] proposed a similar approach, regressing avoidance paths directly from monocular 3D depth maps.

However, the aforementioned methods solve the task of depth estimation and from it derive the obstacle map. Another set of approaches use semantic knowledge to strengthen the detection task. On this line the works of [27], [11] and [12] train a multi task architecture for semantic scene understanding that is reinforced by the joint learning of a depth estimation task. However, these methods show better performances on classes such as “ground” or “sky”. Our intuition is that current depth estimators overfit their predictions on these classes, as they tend to have more regular texture and geometric structures. On the contrary, in robotic applications we want to train detection models to be as accurate as possible when estimating obstacle distances.

Following this multi task approaches, we propose a novel solution to the problem by jointly training a model for depth estimation and obstacle detection. While each task’s output comes from independent branches of the network, feature extraction from their common RGB input is shared for both targets. This choice improves both depth and detection estimations compared to single task models, as shown in the experiments. An approach similar to ours, applied to 3D bounding box detection, is presented in [28], where the authors train a three-loss model, sharing the feature extraction layers between the tasks.

In our system the obstacles bounding box regression part is obtained modifying the architecture of [29] making it fully convolutional. This allows for multiple bounding box predictions with a single forward pass. In addition, we also ask the obstacle detector to regress the average depth and the corresponding estimate variance of the detected obstacles.

Depth estimation is devised following the architecture of [9], improved by taking into account the obstacle detection branch. In particular, we correct the depth predictions by using the mean depth estimates computed by the obstacle detection branch to achieve robustness with respect to appearance changes. We prove the benefits of this strategy by validating the model in test sequences with different focal length and scene appearance. We compare our method to the ones of [11] and [12], showing a considerable increase of performances over these two baselines.

2.3 Network Overview

Our proposed network is depicted in Figure 2.2. Given an 256×160 RGB input, features are extracted with a fine-tuned version of the VGG19 network pruned of its fully connected layers [30]. VGG19 weights are initialized on the image classification task on the ImageNet dataset. Features are then fed to two, task-dependent branches: a depth prediction branch and an obstacle detector branch. The former is composed by 4 upconvolution layers and a final convolution layer which outputs the predicted depth at original input resolution. This branch, plus the VGG19 feature extractor, is equivalent to the fully

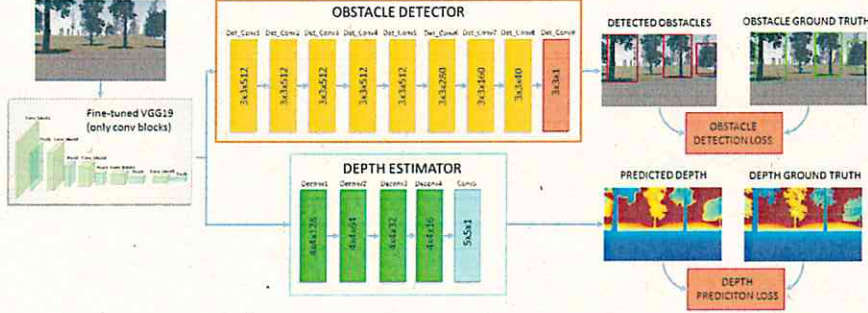


Figure 2.2: Architecture of J-MOD². Given an RGB input, features are extracted by the VGG19 module and then fed into the depth estimation and obstacle detection branches to produce dense depth maps and obstacles bounding boxes.

convolutional network proposed in [9]. We optimize depth prediction on the following loss:

$$L_{depth} = \frac{1}{n} \sum_i d_i^2 - \frac{1}{2n^2} \left(\sum_i d_i \right)^2 + \frac{1}{n} \sum_i [\nabla_x D_i + \nabla_y D_i] \cdot N_i^* \quad (2.1)$$

where $d_i = \log D_i - \log D_i^*$, D_i and D_i^* are respectively the predicted and ground truth depths at pixel i , N_i^* is the ground truth 3D surface normal, and $\nabla_x D_i$, $\nabla_y D_i$ are the horizontal and vertical predicted depth gradients. While the first two terms correspond to the scale invariant log RMSE loss introduced in [24], the third term enforces orthogonality between predicted gradients and ground truth normals, aiming at preserving geometrical coherence. With respect to the loss proposed in [8], that introduced a L2 penalty on gradients to the scale invariant loss, our loss performs comparably in preliminary tests.

The obstacle detection branch is composed by 9 convolutional layer with Glorot initialization. The detection methodology is similar to the one presented in [29]: the input image is divided into a 8×5 grid of square-shaped cells of size 32×32 pixels. For each cell, we train a detector to estimate:

- The (x, y) coordinates of the bounding box center
- The bounding box width w and height h
- A confidence score C
- The average distance of the detected obstacle from the camera m and the variance of its depth distribution v

The resulting output has a 40×7 shape. At test time, we consider only predictions with a confidence score over a certain threshold. We train the detector on the following loss:

$$L_{det} = \lambda_{coord} \sum_{i=0}^N [(x_i - x_i^*)^2 + (y_i - y_i^*)^2] + \lambda_{coord} \sum_{i=0}^N [(w_i - w_i^*)^2 + (h_i - h_i^*)^2] + \lambda_{obj} \sum_{i=0}^N (C_i - C_i^*)^2 + \lambda_{noobj} \sum_{i=0}^N (C_i - C_i^*)^2 + \lambda_{mean} \sum_{i=0}^N (m_i - m_i^*)^2 + \lambda_{var} \sum_{i=0}^N (v_i - v_i^*)^2 \quad (2.2)$$

where we set $\lambda_{coord} = 0.25$, $\lambda_{obj} = 5.0$, $\lambda_{noobj} = 0.05$, $\lambda_{mean} = 1.5$, $\lambda_{var} = 1.25$. Our network is trained simultaneously on both tasks. Gradients computed by each loss are backpropagated through their respective branches and the shared VGG19 multi-task feature extractor.

2.3.1 Exploiting detection to correct global scale estimations

The absolute scale of a depth estimation is not observable from a single image. However, learning-based depth estimators are able to give an accurate guess of the scale under certain conditions. While training, these models implicitly learn domain-specific object proportions and appearances. This helps the estimation process in giving depth maps with correct absolute scale. As the relations between object proportions and global scale in the image strongly depend on camera focal length, at test time the absolute scale estimation are strongly biased towards the training set domain and its intrinsics. For these reasons, when object proportions and/or camera parameters change from training to test, scale estimates quickly degrade. Nonetheless, if object proportions stay roughly the same and only camera intrinsics are altered at test time, it is possible to employ some recovery strategy. If the size of a given object is known, we can analytically compute its distance from the camera and recover the global scale for the whole depth map. For this reason, we suppose that the obstacle detection branch can help recovering the global scale when intrinsics change. We hypothesize that, while learning to regress obstacles bounding boxes, a detector model implicitly learns sizes and proportions of objects belonging to the training domain. We can then evaluate estimated obstacle distances from the detection branch and use them as a tool to correct dense depth estimations. Let m_j be the average distance of the obstacle j computed by the detector, \hat{D}_j the average depth estimation within the j -th obstacle bounding box, n_o the number of estimated obstacles, then we compute the correction factor k as:

$$k = \frac{\frac{1}{n_o} \sum_j^{n_o} m_j}{\frac{1}{n_o} \sum_j^{n_o} \hat{D}_j} \quad (2.3)$$

Finally, we calculate the corrected depth at each pixel i as $\bar{D}_i = kD_i$. To validate our hypothesis, in Section 2.4.3 we test on target domains with camera focal lengths that differ from the one used for training.

2.4 Experiments

2.4.1 Datasets

UnrealDataset

UnrealDataset is a self-collected synthetic dataset that comprises of more than 100k images and 21 sequences collected in a bunch of highly photorealistic urban and forest scenarios with Unreal Engine and the AirSim plugin [31], which allows us to navigate a simulated MAV inside any Unreal scenarios. The plugin also allows us to collect MAV’s frontal camera RGB images, ground truth depth up to 40 meters and segmentation labels. Some samples are shown in Figure 2.4(a). We postprocess segmentation labels to form a binary image depicting only two semantic classes: obstacle and non-obstacle by filtering these data with corresponding depth maps, we are finally able to segment obstacles at up to 20 meters from the camera and get ground truth labels for the detection network branch (Fig. 2.3). MAV’s frontal camera has a horizontal field of view of 81,5 degrees.

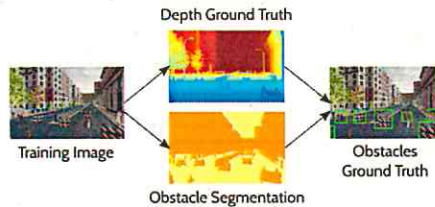


Figure 2.3: Given depth and segmentation ground truth, we compute obstacle bounding boxes for each training image. We evaluate only obstacles in a 20 meters range.

Zurich Forest Dataset

Zurich Forest Dataset consist of 9846 real-world grayscale images collected with a hand-held stereo camera rig in a forest area. Ground truth depth maps are obtained for the whole dataset through semi-

global stereo matching [32]. We manually draw 357 bounding boxes on a subset of 64 images to provide obstacle ground truth and evaluate detection in a real-world scenario.

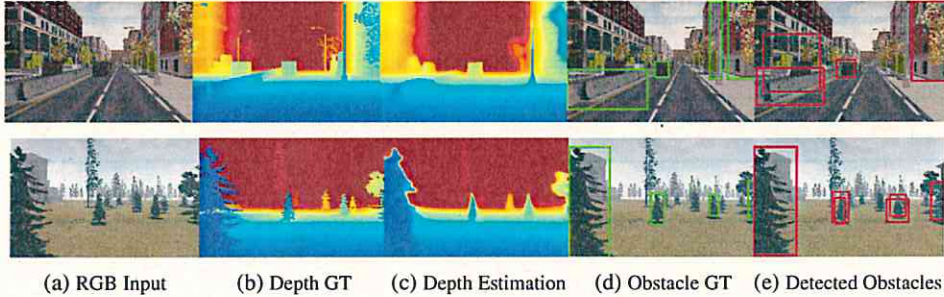


Figure 2.4: J-MOD² qualitative results on the UnrealDataset.

	DEPTH [9]	DETECTOR	EIGEN [8]	FULL-MAE [11]	JRN [12]	J-MOD ²	
RMSE Full Depth Map	3.653	-	3.785	7.566	7.242	3.473	Lower is better
Sc.Inv RMSE Full Depth Map	0.042	-	0.043	0.124	0.110	0.036	
Depth RMSE on Obs.(Mean/Var)	1.317 / 37.124	-	1.854 / 50.71	5.355/180.67	2.938 / 87.595	1.034 / 29.583	
Detection RMSE on Obs.(Mean/Var)	-	2.307 / 59.407	-	-	-	1.754 / 46.006	
Detection IOU	-	63.11%	-	32.58%	44.19%	66.58%	Higher is better
Detection Precision	-	72.15%	-	75.53%	54.37%	78.64%	
Detection Recall	-	90.05%	-	44.38%	49.55%	90.85%	

Table 2.1: Results on the UnrealDataset. For the depth estimation task we report full depth map RMSE and scale invariant errors, obstacle-wise depth and detection branches statistics (mean/variance) estimation errors and detector’s IOU, precision and recall.

2.4.2 Training and testing details

As baselines, we compare J-MOD² with:

- The depth estimation method proposed in [9].
- Our implementation of the multi-scale Eigen’s model [8].
- A simple obstacle detector, consisting of our proposed model, trained without the depth estimation branch.
- Our implementation of the multi-modal autoencoder (later referred as Full-MAE) proposed by Cadena et al. [11].
- Our implementation of the joint refinement network (later referred as JRN) proposed by Jafari et al. [12].

We train J-MOD² and all the baseline models on 19 sequences of the UnrealDataset. We left out sequences 09 and 14 for testing. All the approaches have been trained on a single NVIDIA Titan X GPU. Training is performed with Adam optimizer by setting a learning rate of 0.0001 until convergence. The segmentation tasks for the Full-MAE and the JRN baselines are trained to classify two classes: “obstacle” and “not obstacle”. The JRN is trained to fuse and refine depth estimations from our implementation of [8] with segmentation estimates from the SotA segmentation algorithm of Long et al. [33], as suggested by the authors, with the latter retrained on the 2-class segmentation problem of the UnrealDataset.

At test time, all baseline methods are tested using only RGB inputs. For both methods, we then infer obstacle bounding boxes from their depth and segmentation estimates applying the same procedure described in Figure 2.3, allowing direct comparison with our method. All the approaches are tested on the test sequences of the UnrealDataset and on the whole Zurich Forest Dataset. Note that, while testing on the latter, we do not perform any finetuning for both our method and the baselines.

At runtime, estimations require about 0.01 seconds per frame on a NVIDIA Titan X GPU. We also test J-MOD² on a NVIDIA TX1 board, to evaluate its portability on a on-board embedded system, measuring an average forward time of about 0.28 seconds per frame. The code for J-MOD² and all the baseline methods is available online¹

¹http://isar.unipg.it/index.php?option=com_content&view=article&id=47&catid=2&Itemid=188

To evaluate the depth estimator branch performance, we compute the following metrics:

- Linear RMSE and Scale Invariant Log RMSE ($\frac{1}{n} \sum_i d_i^2 - \frac{1}{n^2} (\sum_i d_i)^2$, with $d_i = \log y_i - \log y_i^*$) on the full depth map.
- Depth RMSE on Obstacles (Mean/Variance): For each ground truth obstacle, we compute its depth statistics (mean and variance) and we compare them against the estimated ones by using linear RMSE.

For the detector branch, we compute the following metrics:

- Detection RMSE on Obstacles (Mean/Variance): For each detected obstacle, we compare its estimated obstacle depth statistics (mean and variance) with the closest obstacle ones by using linear RMSE.
- Intersection Over Union (IOU)
- Precision and Recall.

2.4.3 Test on UnrealDataset

We report results on Table 2.1. For [9] and [8] we report results only on depth-related metrics, as they do not perform any detection. Results confirm how J-MOD² outperforms all the other baselines in all metrics, corroborating our starting claim: object structures learned by the detector branch improve obstacles depth estimations of the depth branch. At the same time, localization and accuracy of the detected bounding boxes improve significantly compared to our single-task obstacle detector. We do not experience significant performance discrepancies between urban and forest sequences. We expected our implementation of JRN to, at least, outperform [8] on depth metrics, according to the author’s paper results, but it was not verified on this dataset. Nevertheless, according to the results in [12], their multi-task strategy improves the single-task depth estimates, fed as the input of their model together with segmentation, of only about 2% on the RMSE metric, while our strategy lead to a 5% improvement on the same metric on the UnrealDataset. Qualitative results are shown on Figure 2.4.

	ORIGINAL SIZE		CROP 230X144		CROP 204X128		CROP 154X96		CROP 128X80	
	NoCor	Cor	NoCor	Cor	NoCor	Cor	NoCor	Cor	NoCor	Cor
RMSE Full Depth Map	2.179	2.595	2.632	3.042	4.052	3.991	8.098	6.234	10.825	8.045
Sc. Inv RMSE Full Depth Map	0.096	0.115	0.121	0.134	0.173	0.164	0.274	0.217	0.305	0.250
Depth RMSE on Obs.(Mean)	0.185	0.676	1.293	1.458	2.465	2.219	4.865	3.583	6.148	4.485
Detector RMSE on Obs.(Mean)	0.404		1.079		1.998		4.124		5.450	

Table 2.2: Results of J-MOD² on the sequence-20 of the UnrealDataset on different-sized central crops. For each crop, we report in bold the better estimation between unchanged (labeled as NoCor) and corrected depths (labeled as WithCor).

To validate our proposed depth correction strategy introduced in Section 2.3.1, we simulate focal length alterations by cropping and upsampling a central region of the input images of the UnrealDataset. We evaluate performances on different sized crops of images on the sequence-20, one of the training sequences, comprising of more than 7700 images. We choose to stage this experiment on a training sequence to minimize appearance-induced error and make evident the focal-length-induced error. We report results on Table 2.2. When no crop is applied, camera intrinsics are unaltered and appearance-induced error is very low, as expected. As correction is applied linearly on the whole depth map, when scale-dependant error is absent or low, such correction worsen estimations by 19% on non-cropped images. A 230×144 crop simulates a slightly longer focal length. All metrics worsen, as expected, and correction still cause a 15% higher RMSE error. When 204×128 crops are evaluated, correction starts to be effective, improving performances by 1, 45% with respect to the non-corrected estimation. On 154×96 crops, correction leads to a 23% improvement. On 128×80 crops, correction improves performance by 25%. We also observe how the detection branch outperforms the depth estimation branch on obstacle distance evaluation as we apply wider crops to the input. This results uphold our hypothesis that detection branch is more robust to large mismatches between training and test camera focal lengths and can be used to partially compensate the induced absolute scale estimation deterioration.

2.4.4 Test: Zurich Forest Dataset

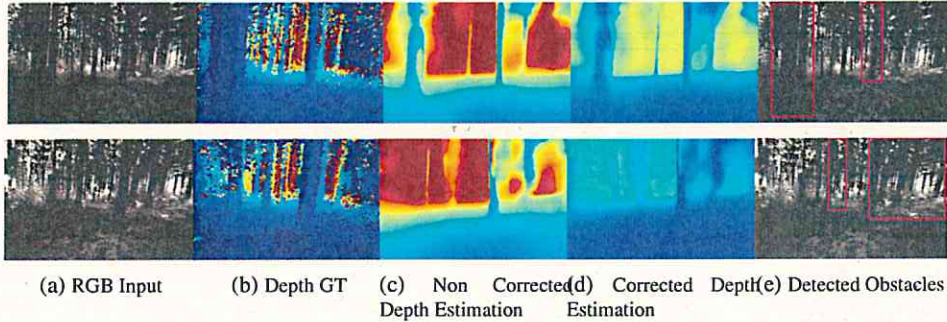


Figure 2.5: J-MOD² qualitative results on the Zurich Forest Dataset.

	DEPTH [9]		DETECTOR		EIGEN [8]		FULL-MAE [11]		JRN [12]		J-MOD ²	
	Cor	NoCor	Cor	NoCor	Cor	NoCor	Cor	NoCor	Cor	NoCor	Cor	NoCor
RMSE	-	12.421	-	-	-	14.640	-	17.581	-	10.114	9.009	12.569
Sc. Inv RMSE	-	0.873	-	-	-	1.025	-	1.711	-	0.702	0.429	0.954
Depth RMSE on Obs.(Mean)*	-	4.378	-	-	-	8.060	-	10.488	-	4.783	4.510	4.847
Detector RMSE on Obs.(Mean)*	-	-	-	6.277	-	-	-	-	-	-	-	3.702
Detector IOU*	-	-	-	14.4%	-	-	-	2.13%	-	9.19%	-	26.32%
Detector Precision*	-	-	-	25.32%	-	-	-	11.4%	-	13.18%	-	48.36%
Detector Recall*	-	-	-	10.80%	-	-	-	1.12%	-	6.72%	-	20.49%

Table 2.3: Results on the Zurich Forest Dataset. Metrics marked with a * symbol are evaluated on a subset of 64 images with ground truth bounding boxes.

Intrinsic parameters of this dataset do not match the UnrealDataset ones, causing large scale-induced errors. In addition, since transition from synthetic to real images is challenging without finetuning, performance of all methods worsen with respect to Table 2.1. However, we can evaluate the performance of J-MOD² corrected depth, as introduced in Section 2.3.1. Depth metrics (Linear RMSE and Scale Invariant MSE) refer to the whole dataset, while all the other metrics refer to the labelled subset, as described in Section 2.4.1. Results are reported on Table 2.3. J-MOD² outperforms all baselines in almost all metrics, which suggests improved generalization capabilities. Furthermore, we show how the correction factor improves J-MOD² depth estimation by about 28% on the RMSE metric.

2.4.5 Qualitative analysis of the multi-task interaction

Besides the advantages given by J-MOD² in terms of numerical performance, in the following, we qualitatively discuss the benefits of our joint architecture compared to its single task counterparts.

Figure 2.6 shows a comparison between the estimated obstacle bounding boxes of the detector-only architecture and the J-MOD² ones. It can be observed that, by exploiting the auxiliary depth estimation task, J-MOD² learns a detector that is aware of scene geometry. This results in an architecture that models a better concept of obstacle and, thus, is more precise in detecting what really determines a threat for the robot. Hence, it avoids wrong detections, such as ground surfaces (see Figures 2.6(a) and 2.6(b)), or full buildings of which only the closest part would constitute an immediate danger for navigation (see Figures 2.6(c) and 2.6(d)).

Similarly, depth estimation branch of the proposed J-MOD² approach takes advantage from the obstacle detector task to refine the estimation of the scene geometry. The representation learned by the J-MOD² depth estimation stream contains also visual clues about object shapes and proportions, which gives it the capability to integrate object semantics when estimating the scene depths. Compared to the depth-only architecture [9], our approach predicts sharper and more precise depth maps. This is more evident if we consider very thin elements and objects that could be mistaken for ground surfaces (*e.g.* consider the lamppost and the bollard in Figures 2.7(a)2.7(d) or the ground estimates in Figures 2.7(e)2.7(h)).

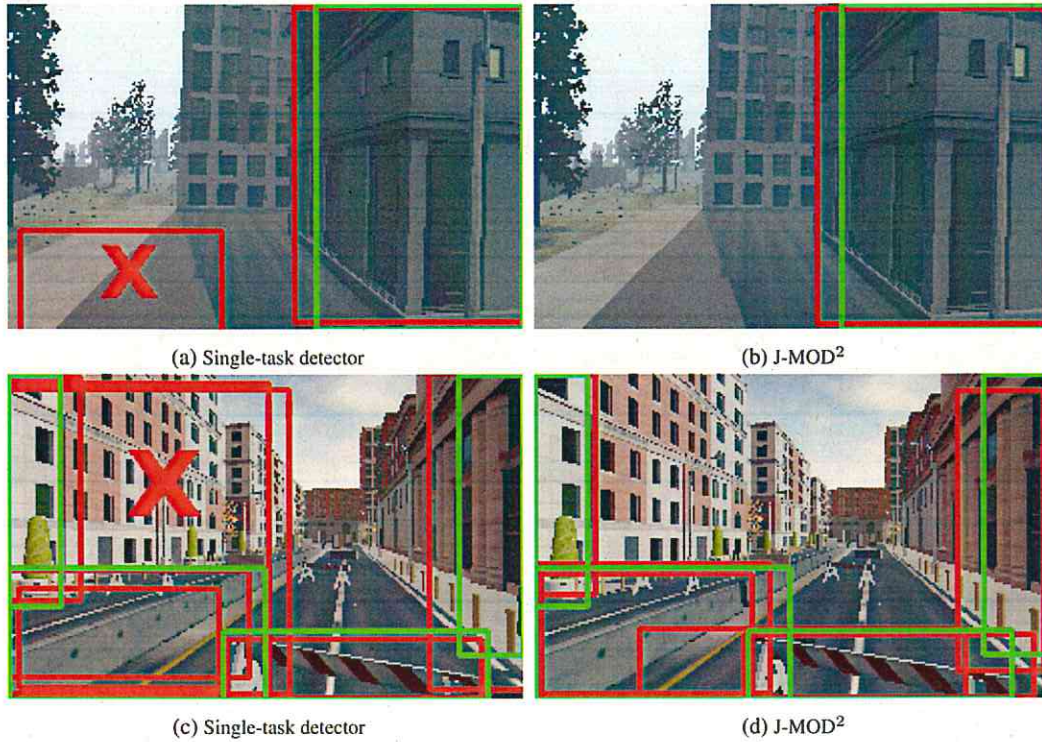


Figure 2.6: For each row, we compare J-MOD² obstacle detections with the detector-only architecture. Ground truth bounding boxes are reported in green, predictions in red. In the first example (first row), the single-task detector erroneously detects a false obstacle on the ground. Similarly, in the second example (second row), the single-task wrongly considers the whole building on the left as an obstacle while only its closest part is an immediate threat for robot navigation.

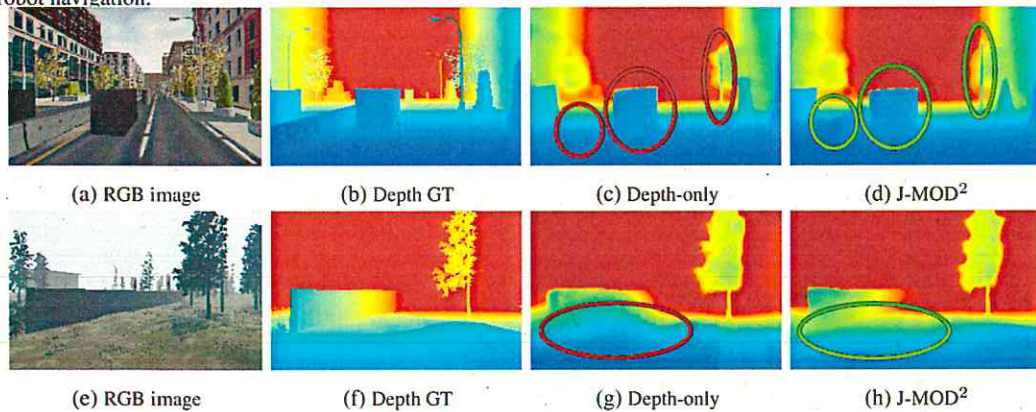


Figure 2.7: For each row, we compare J-MOD² depth maps with the ones predicted by the depth-only architecture. J-MOD² estimations are sharper and more defined. Consider, for example, the bollard and the lamppost in Figures 2.7(a)-2.7(d) or the ground surface in Figures 2.7(e)-2.7(h), whose depth is wrongly estimate by the depth-only estimator.

2.4.6 Navigation experiments

We further validate J-MOD² effectiveness for obstacle detection applications by setting up a simulated full MAV navigation system. We depict the system architecture in Figure 2.8. We create a virtual forest scenario on Unreal Engine, slightly different from the one used for dataset collection. The line-of-sight distance between the takeoff point and the designed landing goal is about 61 meters. Trees are about 6 meters tall and spaced 7 meters from each other, on average. An aerial picture of the test scenario is reported in Figure 2.8.

2.5 Conclusion and Future Work 2. J-MOD²: Joint Monocular Obstacle Detection and Depth Estimation

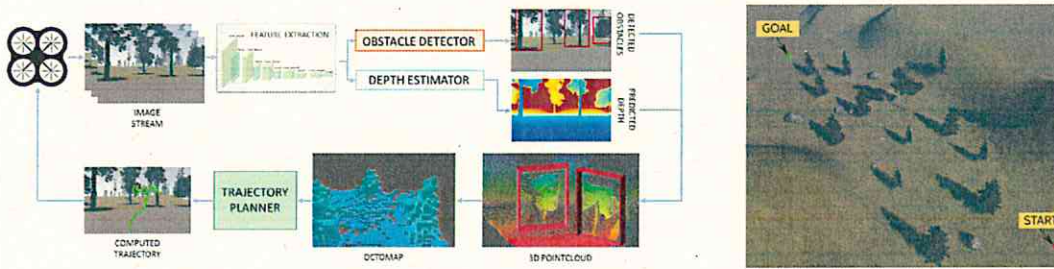


Figure 2.8: Architecture of the full navigation pipeline (on the left) and a aerial picture of the test scenario (on the right). For each RGB image captured by the MAV frontal camera, a depth map is computed and converted into a point cloud used to update the 3D map and compute an obstacle-free trajectory. The MAV then flies along the computed trajectory until a new obstacle is detected.

A simulated MAV is able to navigate into the scenario and collect RGB images from its frontal camera. We estimate depth from the captured input and we employ it to dynamically build and update an Octomap [34]. We plan obstacle-free trajectories exploiting an off-the shelf implementation of the RRT-Connect planner [35] from the *MoveIt!* ROS library, which we use to pilot the simulated MAV at a cruise speed of $1m/s$. Trajectories are bounded to a maximum altitude of 5 meters. As a new obstacle is detected along the planned trajectory, the MAV stops and a new trajectory is computed. The goal point is set 4 meters above the ground. For each flight, we verify its success and measure the flight distance and duration. A flight fails if the MAV crashes or gets stuck, namely not completing its mission in a 5 minute interval. We compare J-MOD² with the Eigen’s baseline, both trained on the UnrealDataset.

While planning, we add a safety padding on each Octomap obstacles. This enforces the planner to compute trajectories not too close to the detected obstacles. For each estimator, we set this value equal the average RMSE obstacle depth error on the UnrealDataset test set, as reported in Table 2.1: 1.034 meters for J-MOD², 1.854 meters for Eigen. We refer to this value as a reliability measure of each estimator; the less accurate an estimator is, the more padding we need to guarantee safe operation. We perform 15 flights for each depth estimator and report their results on Table 2.4.

	EIGEN [8]	J-MOD ²
Success rate	26.6%	73.3%
Failure cases	8 stuck / 3 crash	2 stuck / 2 crash
Avg. flight time	147s	131s
Std. Dev. Flight Time	18.51s	12.88s
Avg. flight distance	78m	77m
Std. Dev. Flight Distance	4.47m	9.95m

Table 2.4: Results of the navigation experiment. We compare the navigation success rate when using J-MOD² and Eigen’s approach as obstacle detection systems.

J-MOD² clearly performs better in all metrics, proving that how our method is effective for monocular obstacle detection. By analyzing failure cases, for 6 times the MAV using Eigen as obstacle detector got stuck in the proximity of goal point because ground was estimated closer than its real distance, causing planner failure in finding an obstacle-free trajectory to the goal. J-MOD² failures are mostly related on erratic trajectory computation which caused the MAV to fly too close to obstacles, causing lateral collisions or getting stuck in proximity of tree’s leaves.

2.5 Conclusion and Future Work

In this work, we proposed J-MOD², a novel end-to-end deep architecture for joint obstacle detection and depth estimation. We demonstrated its effectiveness in detecting obstacles on synthetic and real-world datasets. We tested its robustness to appearance and camera focal length changes. Furthermore, we deployed J-MOD² as an obstacle detector and 3D mapping module in a full MAV navigation system and we tested it on a highly photo-realistic simulated forest scenario. We showed how J-MOD² dramatically improves mapping quality in a previously unknown scenario, leading to a substantial lower navigation failure rate than other SotA depth estimators. In future works, we plan to further improve robustness over

2.5 Conclusion and Future Work 2. J-MOD²: Joint Monocular Obstacle Detection and Depth Estimation

appearance changes, as this is the major challenge for the effective deployment of these algorithms in practical real-world scenarios.

Chapter 3

Visual Localization in the Presence of Appearance Changes Using the Partial Order Kernel

3.1 Introduction

Accurate and efficient localization is a critical problem for autonomous navigation systems; however, real-life scenarios present many challenges for visual localization. One such challenge arises from changes in the appearance of the environment. Appearance changes result from a number of factors, including illumination variations, different weather conditions and seasonal changes. A localization system must be able to deal with the mismatches between the images that result from appearance changes. This is particularly important in long-term navigation tasks, where the robot revisits an environment multiple times.

In this work, we propose a novel sequence-based visual localization approach that addresses the problem of appearance changes. Our approach consists of two phases: the first phase is constructing the graph representations of database image sequences; the second phase is comparing the graphs to newly acquired query image sequences. In the first phase, we use a multiple sequence alignment algorithm [36] to align the alternative image sequences from the database, i.e. sequences of images of the same place that were previously collected at different times and, hence, differ in appearance. The output of each alignment is a directed acyclic graph (DAG). Using such a representation not only allows us to exploit the temporal sequentiality of images, but also efficiently models the alternative image sequences in the form of alternative paths in the graph. In addition, it does not require the alternative paths in the graph to be of equal length and therefore, is robust to differences in the traversal speed. In the second phase, we consider the query image sequences collected during the localization phase and convert them to DAGs without alternative paths. We measure the pairwise similarities between these graphs and the graphs constructed during the exploration phase using the Partial Order Kernel (POKer) [37]. The POKer is a convolution kernel developed for the comparison of strings that contain alternative substrings. It provides a measure of similarity that is equal to a weighted sum of the scores of local alignments between all possible pairs of paths in the two graphs. In other words, it sums up the contributions of all images. Based on these similarities, the corresponding locations are matched. We extract the image descriptors using a convolutional neural network (ConvNet) [38], trained for place recognition tasks, and use them in order to compare the images and compute the alignment scores. It has been shown that descriptors obtained by ConvNets specifically trained for place recognition have invariant properties with respect to appearance changes and increase the robustness of place recognition algorithms [39].

We evaluated our approach on the standard Nordland dataset which was collected across four different seasons. The image sequences from three seasons constitute the training data, and the sequence from the remaining season was used for testing, in a cross-validation fashion. The experimental results show that our approach is an effective method for localization in the presence of appearance changes.

3.2 Related Work

Various approaches have been proposed to address the problem of appearance changes. In [40], a probability distribution was learnt to model the illumination variation in images. In [41], to reduce illumination variations, images were transformed into an illumination-invariant colour space. A number of approaches exploit image descriptors such as SIFT and SURF to handle appearance changes (e.g., [42]). More recently, the use of ConvNets to extract descriptors that are robust to appearance changes has gained a lot of attention. In [43], a neural network was trained to learn illumination-invariant descriptors that map the image patches into a new lower-dimensional space where non-matching images are easily separable. Incorporating features learnt using ConvNets has been shown to improve the performance of place recognition systems, as these features are more robust to appearance changes [44, 45, 46]. In this work, we employ the recently released ConvNet VGG-Places365 [38] to extract the descriptors. This ConvNet was trained on a dataset of images from diverse types of environments. ConvNets specifically trained for place recognition have been shown to outperform networks trained using generic data [47, 39].

A number of approaches, relying on the fact that some appearance changes such as seasonal changes are cyclic and therefore predictable, learn a transformation between the images [48, 49]. In [49], a superpixel vocabulary for each season and a dictionary to translate the words from one season to their matches in another were generated. This, however, requires the pairs of training images to be perfectly aligned. Our approach does not make any assumptions on the nature of appearance changes or pixel alignment of images.

Another category of approaches leverage the sequentiality of images to handle appearance changes. The state-of-the-art method SeqSLAM [50] considers sequences of images instead of single images. Given an image, the method finds the local best match within every short image sequence. Localization is then done by searching the image similarity matrix for sequences of local best matches. SeqSLAM assumes constant speed during the traversals. A modified version of SeqSLAM that is invariant to speed variations was introduced in [51]. In our approach, we represent the multiple sequences of images of the same place collected at different times and possibly at different speeds as a partial order graph. The image sequences can diverge from one another to form alternative paths in the graph. These paths may be of different lengths. This allows us to deal with mismatches between the images that are due to speed variations. In [52], a Hidden Markov Model was used to compute the most likely path through the image similarity matrix. While the method, similar to ours, uses dynamic programming (the Viterbi algorithm) to align the sequences, transitions between states are probabilistic. By contrast, our proposed graph representation specifies exactly which transitions are possible at each point. In [53], a modified version of the Smith-Waterman algorithm [54] was used to find matching subsequences within the image sequences in order to detect intersections between maps. The multiple sequence alignment algorithm used in our approach is also an extended version of the Smith-Waterman algorithm, however, it works with partial order graphs instead of standard sequences.

The methods described in [55] and [56] built a directed acyclic data association graph to model the matching between an image sequence and a database. The localization task then becomes a minimum-cost flow problem, i.e., computing a shortest path in this graph. Our approach differs in that the graphs are constructed from the database image sequences only and are later compared to query image sequences using the POKer.

3.3 Localization Using the Partial Order Kernel

3.3.1 Building the Graph Representations of Image Sequences

We represent an image sequence (Fig. 3.1a) as a directed acyclic graph (DAG). In this graph, nodes represent images and there exist directed edges between nodes whose corresponding images are consecutive in the image sequence (Fig. 3.1b).

We use the Partial Order Alignment (POA) algorithm [36] to build the graph representations of database image sequences. The POA algorithm is an approach to multiple sequence alignment (MSA). It extends the classic sequence alignment algorithms of NeedlemanWunsch [57] and Smith-Waterman [54] to work with partial order graphs. Given a set of alternative image sequences from the database, i.e., image sequences which are of the same location but different due to appearance changes, we align each

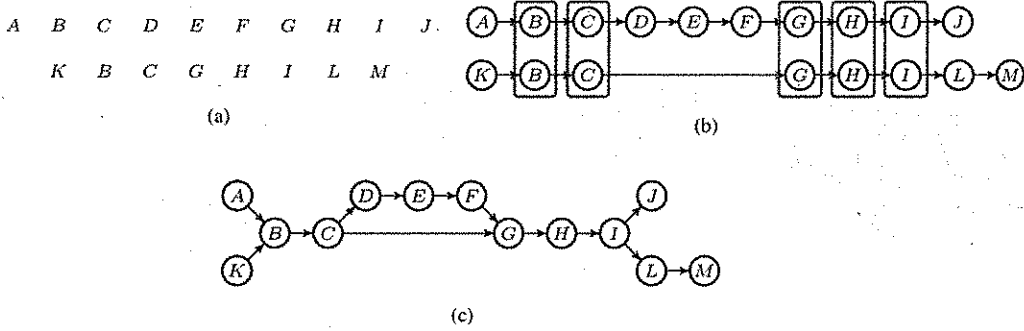


Figure 3.1: (a) String representation of two image sequences. Each letter denotes a single image. (b) DAG representation of two image sequences. (c) DAG representation of the MSA obtained by aligning the image sequences shown in (b) using the POA algorithm.

sequence to a growing MSA in an iterative manner. To find the optimal alignment, a similarity score is assigned to each aligned pair of images while gaps are penalized. We use the cosine similarity between the descriptors as scores. As for gaps, we use a linear gap penalty. Nodes that are aligned and identical (based on the high cosine similarity of their descriptors) are merged into a single node and redundant edges are removed so that there exists at most one edge between any given pair of nodes. The output is an MSA in the form of a DAG (Fig. 3.1c).

In the DAG representation of database image sequences, a node may have several predecessors and successors. Each path from a source to a sink node represents a complete traversal; merged nodes allow switching between alternative subsequences of images from different database sequences (e.g., J and LM in Fig. 3.1c). The paths may be of different lengths. Such a representation is advantageous as it does not assume that all regions within the sequences are homologous over their entire length, an assumption that indeed does not hold here due to appearance changes and speed variations. The POA algorithm runs in polynomial time, while obtaining the pairwise alignments between all possible pairs of image sequences would require exponential time.

The query image sequences are represented simply as DAGs without any branches (Fig. 3.1b).

3.3.2 Comparing the DAGs Using the Partial Order Kernel

We use the Partial Order Kernel (POKer) [37] to compute the similarities between the graph representations of database and query image sequences. The POKer is a convolution kernel [58] developed for the comparison of strings containing alternative substrings that, as we have shown, can be efficiently represented by DAGs. The POKer takes as input a pair of DAGs G_x and G_y . Let $\Pi_n(G_x)$ and $\Pi_n(G_y)$ be the sets of paths of length n in G_x and G_y , respectively. The POKer is then defined as

$$|CIK(G_x, G_y)| = \sum_{n \geq 0} K_n(G_x, G_y) \quad (3.1)$$

$$= \sum_{n \geq 0} \sum_{\substack{\pi_x \in \Pi_n(G_x) \\ \pi_y \in \Pi_n(G_y)}} \exp(\beta S(\pi_x, \pi_y)) \quad (3.2)$$

where $S(X, Y)$ is the score of the local alignment of the n nodes along a path π_x in G_x with the same number of nodes along a path π_y in G_y , and $\beta \geq 0$ is a parameter. For the alignments, we use the same scores and gap penalty as in Section 3.3.1. Valid values for β are those for which the kernel remains positive semi-definite.

The POKer produces a measure of similarity that is equal to an exponentially weighted sum of the scores of all the possible local alignments between any path in G_x and any path in G_y , that is, any choice of image subsequences. This accounts for the contributions of all the alignments of subsequences from the query image sequence against subsequences from the paths in the database graph. The importance of the contribution of non-optimal alignments to the kernel value is controlled by parameter β . For $\beta \rightarrow \infty$, only the best alignments are taken into account.

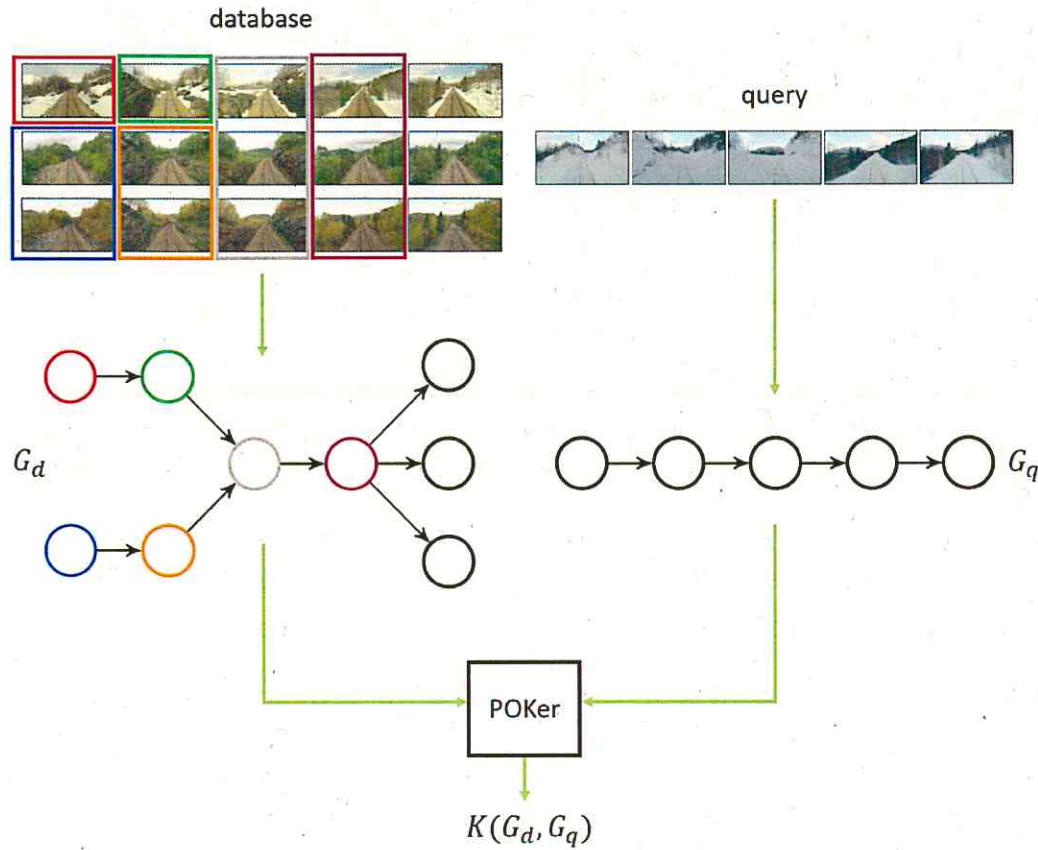


Figure 3.2: Overview of our method applied to the Nordland dataset. On the left: three database image sequences of a place in spring, summer and autumn, respectively. A DAG representation of these alternative sequences is built using the POA algorithm. On the right: a query image sequence of the same place in winter, represented as a DAG. Query and database graphs are compared using the POKer which produces a measure of similarity between the graphs.

The POKer is implemented using dynamic programming. Despite considering the contributions of a number of paths that is exponential in the number of branching points in the database graph, the POKer has a time complexity that is linear in the number of nodes in the strong product of the two DAGs.

3.4 Experiments

3.4.1 Dataset and Parameters

We chose the Nordland dataset¹ for the experimental evaluation of our approach. The dataset consists of video footage of a 728km-long train journey between two cities in Norway, recorded from the perspective of the train driver. The journey was recorded once in every season. We subsampled each video at 0.5fps, yielding a total of four image sequences. We refer to these image sequences as the Spring, Summer, Autumn and Winter sequences. Note that all sequences are of equal length and that images with the same numerical index are from the same place (which serves as the ground truth). The dataset features severe appearance changes due to different weather conditions and seasonal changes. The train occasionally goes through tunnels and stops at stations. As customary for this dataset [39, 44], we removed all the images captured inside the tunnels and at the stops. The descriptors were extracted from the fifth layer

¹<https://nrkbeta.no/2013/01/15/nordlandsbanen-minute-by-minute-season-by-season/>

3.4 Experimental Visual Localization in the Presence of Appearance Changes Using the Partial Order Kernel

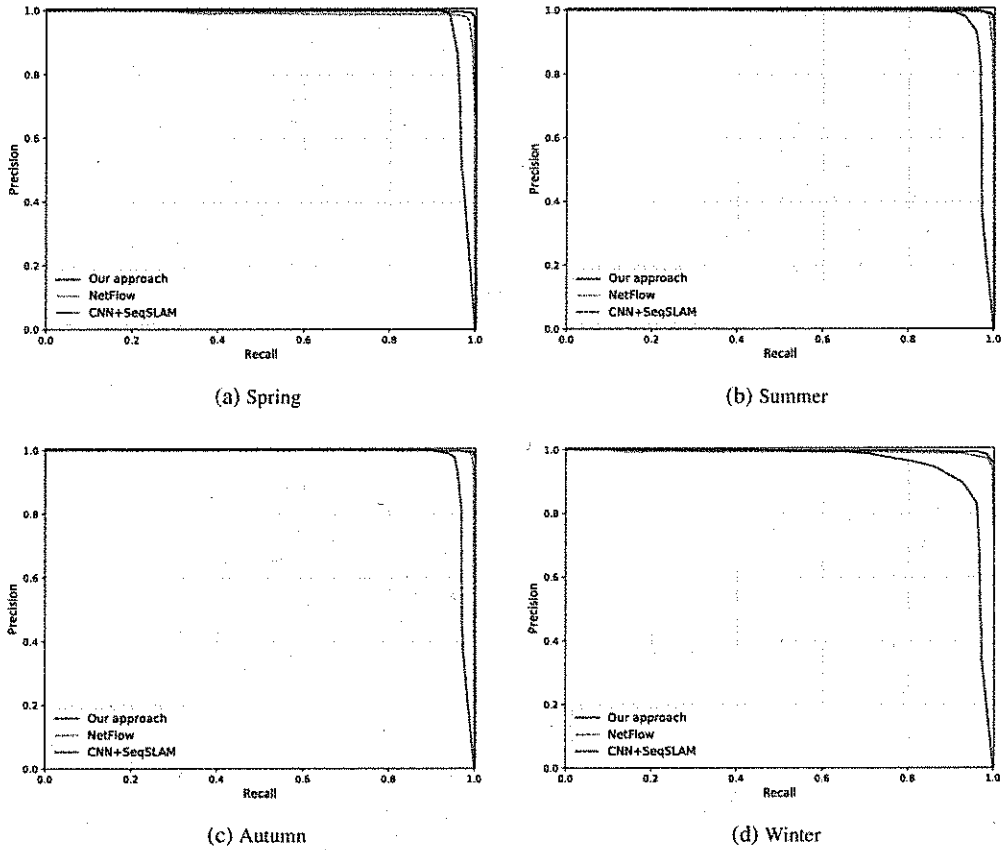


Figure 3.3: Precision-recall curves obtained for the four sets of experiments using the (a) Spring, (b) Summer, (c) Autumn and (d) Winter sequences as the query image sequence, respectively.

of the VGG-Places365 ConvNet [38]. We applied Locality-Sensitive Hashing (LSH) [59] to reduce the dimensionality of the descriptors from 100352 to 4096.

We performed four sets of experiments, each time using the image sequence belonging to a different season for generating the query image sequences. The data for each set of experiments was generated as follows: during the exploration phase, we consider three of the image sequences in the dataset, i.e., three seasons. We cut each sequence into subsequences of length 15. As a result, for each location, there exist three alternative image sequences in the database (one per season). We generate triplet image sequences by selecting the three image sequences of the same place in different seasons, according to the ground truth. For each triplet, we align the image sequences in that triplet and build its graph representation, as explained in Section 3.3.1 (e.g., left column in Fig. 3.2).

During the localization phase, we consider the remaining image sequence in the dataset, i.e., the fourth season. We generate the query image sequences by cutting this sequence into subsequences of length 15. We convert each of these to a DAG without alternative paths, as explained in Section 3.3.1 (e.g., right column in Fig. 3.2). We then compare them to the database triplets using the POKer.

For the alignment parameters, we used the Hamming distance between the descriptors as scores, since after applying LSH, the cosine similarity between the original high-dimensional data is approximated by the Hamming distance between the low-dimensional data. The gap penalty was set to -1 . For the POKer, we used $\beta = 1$.

3.4.2 Baseline Methods

We used two state-of-the-art baselines to evaluate the performance of our method: the algorithm presented in [55] using network flows, and SeqSLAM combined with ConvNet features. We refer to these methods

Precision (%)	Recall (%)		
	<i>Our approach</i>	<i>NetFlow</i>	<i>CNN+SeqSLAM</i>
100	90.7	37.0	75.5
95	99.9	99.2	92.6
90	99.9	99.6	95.1

Table 3.1: Comparison of the average recall values obtained by our method and the baselines.

as NetFlow and CNN+SeqSLAM, respectively. For both baselines, we used the same features as those used in our method, i.e., descriptors extracted by the pre-trained VGG-Places365 ConvNet.

Note that these methods match an image to another, not an image sequence to multiple image sequences (here, a triplet). Therefore, to obtain a measure of similarity between a query image sequence and a triplet of database image sequences we proceeded as follows: we compare the query image sequence to each database image sequence in the triplet separately. The results are three matrices, where each matrix stores the similarity scores between all pairs of images from the query sequence and one of the database sequences. We then fuse the three matrices by choosing the maximum score for each pair of images as their final similarity score (we considered both average and maximum of scores and chose the maximum as it yielded the better performance). The similarity between the query sequence and the database triplet is the average of entries in this matrix. Parameters for both baselines were set to those that performed best for the most challenging image sequences in the dataset (Summer vs. Winter).

3.4.3 Results

The precision-recall curves for the four sets of experiments are shown in Fig. 3.3. As can be seen, in each case, our method either matches or outperforms the baselines in all parts of the curve. Table 3.1 reports the recall values obtained by our method and the baselines for three precision values of practical interest, averaged over the four experiments. Our approach achieves a high level of recall ($> 90\%$) with 100% precision, and by sacrificing 5% of precision, almost 100% recall is achieved; in comparison, both NetFlow and CNN+SeqSLAM show (at times significantly) lower performance.

3.5 Conclusion and Future Work

In this work, we addressed the problem of appearance changes in visual localization by using a directed acyclic graph representation together with the Partial Order Kernel (POKer). The graph representation we introduced efficiently models appearance variations and correlations among consecutive images in the form of alternative paths in a graph.

We showed how the POKer effectively computes the similarities between these graphs to match the corresponding image sequences. Experiments on the standard Nordland dataset suggest that our approach is robust to severe appearance changes and significantly outperforms two state-of-the-art methods in such a setting. The results encourage us to investigate the application of our approach to further challenging scenarios, including localization in indoor environments and in the presence of extreme speed variations.

Chapter 4

Publications

1. **Gabriele Costante**, Jeffrey Delmerico, Manuel Werlberger, Paolo Valigi and Davide Scaramuzza *Exploiting photometric information for planning under uncertainty* 2018 Springer Robotics Research (pp. 107-124).
2. Maryam Abdollahyan, Silvia Cascianelli, Enrico Bellocchio, **Gabriele Costante**, Thomas A. Ciarfuglia, Francesco Bianconi and Mario L. Fravolini, *Visual Localization in the Presence of Appearance Changes Using the Partial Order Kernel* 2018 IEEE European Signal Processing Conference (EUSIPCO) (pp. 697-701).
3. Michele Mancini, **Gabriele Costante**, Paolo Valigi and Thomas A. Ciarfuglia *J-MOD²: Joint Monocular Obstacle Detection and Depth Estimation* 2018 IEEE Robotics and Automation Letters, 3(3), 1490-1497.
4. Silvia Cascianelli, **Gabriele Costante**, Alessandro Devo, Thomas A. Ciarfuglia, Paolo Valigi and Mario L. Fravolini *The Role of Input Preprocessing in Natural Language Video Description* 2018 IEEE Transactions on Multimedia, under review

Bibliography

- [1] Slawomir Grzonka, Giorgio Grisetti, and Wolfram Burgard, "A fully autonomous indoor quadrotor," *IEEE Transactions on Robotics*, vol. 28, no. 1, pp. 90–100, 2012.
- [2] Friedrich Fraundorfer, Lionel Heng, Dominik Honegger, Gim Hee Lee, Lorenz Meier, Petri Tanskanen, and Marc Pollefeys, "Vision-based autonomous mapping and exploration using a quadrotor mav," in *Intelligent Robots and Systems (IROS), 2012 IEEE/RSJ International Conference on*. IEEE, 2012, pp. 4557–4564.
- [3] Abraham Bachrach, Samuel Prentice, Ruijie He, Peter Henry, Albert S Huang, Michael Krainin, Daniel Maturana, Dieter Fox, and Nicholas Roy, "Estimation, planning, and mapping for autonomous flight using an rgb-d camera in gps-denied environments," *The International Journal of Robotics Research*, vol. 31, no. 11, pp. 1320–1343, 2012.
- [4] Markus W Achtelik, Simon Lynen, Stephan Weiss, Margarita Chli, and Roland Siegwart, "Motion- and uncertainty-aware path planning for micro aerial vehicles," *Journal of Field Robotics*, vol. 31, no. 4, pp. 676–698, 2014.
- [5] Davide Scaramuzza, Michael C Achtelik, Lefteris Doitsidis, Fraundorfer Friedrich, Elias Kosmatopoulos, Agostino Martinelli, Markus W Achtelik, Margarita Chli, Savvas Chatzichristofis, Laurent Kneip, et al., "Vision-controlled micro flying robots: from system design to autonomous navigation and mapping in gps-denied environments," *IEEE Robotics & Automation Magazine*, vol. 21, no. 3, pp. 26–40, 2014.
- [6] Jakob Engel, Thomas Schöps, and Daniel Cremers, "Lsd-slam: Large-scale direct monocular slam," in *European Conference on Computer Vision*. Springer, 2014, pp. 834–849.
- [7] Christian Forster, Matia Pizzoli, and Davide Scaramuzza, "Svo: Fast semi-direct monocular visual odometry," in *Robotics and Automation (ICRA), 2014 IEEE International Conference on*. IEEE, 2014, pp. 15–22.
- [8] David Eigen and Rob Fergus, "Predicting depth, surface normals and semantic labels with a common multi-scale convolutional architecture," in *Proceedings of the IEEE International Conference on Computer Vision*, 2015, pp. 2650–2658.
- [9] Michele Mancini, Gabriele Costante, Paolo Valigi, Thomas Alessandro Ciarfuglia, Jeffrey Delmerico, and Davide Scaramuzza, "Towards domain independence for learning-based monocular depth estimation," *IEEE Robotics and Automation Letters*, 2017.
- [10] Shichao Yang, Sandeep Konam, Chen Ma, Stephanie Rosenthal, Manuela Veloso, and Sebastian Scherer, "Obstacle avoidance through deep networks based intermediate perception," *arXiv preprint arXiv:1704.08759*, 2017.
- [11] C. Cadena, A. Dick, and I.D. Reid, "Multi-modal auto-encoders as joint estimators for robotics scene understanding," in *Proceedings of Robotics: Science and Systems*, AnnArbor, Michigan, June 2016.
- [12] O. H. Jafari, O. Groth, A. Kirillov, M. Y. Yang, and C. Rother, "Analyzing modular CNN architectures for joint depth prediction and semantic segmentation," in *2017 IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA)*, May 2017, pp. 4620–4627.

- [13] Clint Nours, Roland Meertens, Christophe De Wagter, and Guido de Croon, "Performance evaluation in obstacle avoidance," in *Intelligent Robots and Systems (IROS), 2016 IEEE/RSJ International Conference on*. IEEE, 2016, pp. 3614–3619.
- [14] Andrew J Barry and Russ Tedrake, "Pushbroom stereo for high-speed navigation in cluttered environments," in *2015 IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA), May 2015*, pp. 3046–3052.
- [15] Matia Pizzoli, Christian Forster, and Davide Scaramuzza, "Remode: Probabilistic, monocular dense reconstruction in real time," in *2014 IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA)*. IEEE, 2014, pp. 2609–2616.
- [16] H Alvarez, Lina María Paz, Jürgen Sturm, and Daniel Cremers, "Collision avoidance for quadrotors with a monocular camera," in *Experimental Robotics*. Springer, 2016, pp. 195–209.
- [17] Andreas Geiger, Julius Ziegler, and Christoph Stiller, "Stereoscan: Dense 3d reconstruction in real-time," in *Intelligent Vehicles Symposium (IV)*, 2011.
- [18] D. P. Frost, O. Khler, and D. W. Murray, "Object-aware bundle adjustment for correcting monocular scale drift," in *2016 IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA), May 2016*, pp. 4770–4776.
- [19] Stéphane Ross, Narek Melik-Barkhudarov, Kumar Shaurya Shankar, Andreas Wendel, Debadeepta Dey, J Andrew Bagnell, and Martial Hebert, "Learning monocular reactive uav control in cluttered natural environments," in *Robotics and Automation (ICRA), 2013 IEEE International Conference on*. IEEE, 2013, pp. 1765–1772.
- [20] Shreyansh Daftry, Sam Zeng, Arbaaz Khan, Debadeepta Dey, Narek Melik-Barkhudarov, J. Andrew Bagnell, and Martial Hebert, "Robust monocular flight in cluttered outdoor environments," *CoRR*, vol. abs/1604.04779, 2016.
- [21] Antoine Beyeler, Jean-Christophe Zufferey, and Dario Floreano, "Vision-based control of near-obstacle flight," *Autonomous robots*, vol. 27, no. 3, pp. 201–219, 2009.
- [22] Cooper Bills, Joyce Chen, and Ashutosh Saxena, "Autonomous mav flight in indoor environments using single image perspective cues," in *Robotics and automation (ICRA), 2011 IEEE international conference on*. IEEE, 2011, pp. 5776–5783.
- [23] Takayoshi Mori and Stefan Scherer, "First results in detecting and avoiding frontal obstacles from a monocular camera for micro unmanned aerial vehicles," in *Robotics and Automation (ICRA), 2013 IEEE International Conference on*. IEEE, 2013, pp. 1750–1757.
- [24] David Eigen, Christian Puhrsch, and Rob Fergus, "Depth map prediction from a single image using a multi-scale deep network," in *Advances in neural information processing systems*, 2014, pp. 2366–2374.
- [25] F. Liu, C. Shen, G. Lin, and I. Reid, "Learning depth from single monocular images using deep convolutional neural fields," *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, vol. 38, no. 10, pp. 2024–2039, Oct 2016.
- [26] Punarjay Chakravarty, Klaas Kelchtermans, Tom Roussel, Stijn Wellens, Tinne Tuytelaars, and Luc Van Eycken, "Cnn-based single image obstacle avoidance on a quadrotor," in *Robotics and Automation (ICRA), 2017 IEEE International Conference on*. IEEE, 2017, pp. 6369–6374.
- [27] Alex Kendall, Yarin Gal, and Roberto Cipolla, "Multi-task learning using uncertainty to weigh losses for scene geometry and semantics," *CoRR*, vol. abs/1705.07115, 2017.
- [28] Arsalan Mousavian, Dragomir Anguelov, John Flynn, and Jana Košecká, "3d bounding box estimation using deep learning and geometry," in *Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), 2017 IEEE Conference on*. IEEE, 2017, pp. 5632–5640.

- [29] Joseph Redmon, Santosh Divvala, Ross Girshick, and Ali Farhadi, "You only look once: Unified, real-time object detection," in *Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, 2016, pp. 779–788.
- [30] Karen Simonyan and Andrew Zisserman, "Very deep convolutional networks for large-scale image recognition," *arXiv preprint arXiv:1409.1556*, 2014.
- [31] Shital Shah, Debadeepta Dey, Chris Lovett, and Ashish Kapoor, "Airsim: High-fidelity visual and physical simulation for autonomous vehicles," *arXiv preprint arXiv:1705.05065*, 2017.
- [32] Heiko Hirschmüller, "Stereo processing by semiglobal matching and mutual information," *IEEE Transactions on pattern analysis and machine intelligence*, vol. 30, no. 2, pp. 328–341, 2008.
- [33] Jonathan Long, Evan Shelhamer, and Trevor Darrell, "Fully convolutional networks for semantic segmentation," in *Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, 2015, pp. 3431–3440.
- [34] Armin Hornung, Kai M Wurm, Maren Bennewitz, Cyrill Stachniss, and Wolfram Burgard, "Octomap: An efficient probabilistic 3d mapping framework based on octrees," *Autonomous Robots*, vol. 34, no. 3, pp. 189–206, 2013.
- [35] James J Kuffner and Steven M LaValle, "Rrt-connect: An efficient approach to single-query path planning," in *Robotics and Automation, 2000. Proceedings. ICRA '00. IEEE International Conference on. IEEE*, 2000, vol. 2, pp. 995–1001.
- [36] Christopher Lee, Catherine Grasso, and Mark F Sharlow, "Multiple sequence alignment using partial order graphs," *Bioinformatics*, vol. 18, no. 3, pp. 452–464, 2002.
- [37] Maryam Abdollahyan and Fabrizio Smeraldi, "POker: a partial order kernel for comparing strings with alternative substrings," in *25th European Symposium on Artificial Neural Networks, Computational Intelligence and Machine Learning (ESANN)*, 2017, pp. 263–268.
- [38] Bolei Zhou, Agata Lapedriza, Aditya Khosla, Aude Oliva, and Antonio Torralba, "Places: a 10 million image database for scene recognition," *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 2017.
- [39] Niko Sünderhauf, Sareh Shirazi, Feras Dayoub, Ben Upcroft, and Michael Milford, "On the performance of convnet features for place recognition," in *Intelligent Robots and Systems (IROS), 2015 IEEE/RSJ International Conference on. IEEE*, 2015, pp. 4297–4304.
- [40] Ananth Ranganathan, Shohei Matsumoto, and David Ilstrup, "Towards illumination invariance for visual localization," in *Robotics and Automation (ICRA), 2013 IEEE International Conference on. IEEE*, 2013, pp. 3791–3798.
- [41] Will Maddern, Alex Stewart, Colin McManus, Ben Upcroft, Winston Churchill, and Paul Newman, "Illumination invariant imaging: applications in robust vision-based localisation, mapping and classification for autonomous vehicles," in *Proceedings of the Visual Place Recognition in Changing Environments Workshop, IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA), Hong Kong, China, 2014*, vol. 2, p. 3.
- [42] Christoffer Valgren and Achim J Lilienthal, "SIFT, SURF & seasons: appearance-based long-term localization in outdoor environments," *Robotics and Autonomous Systems*, vol. 58, no. 2, pp. 149–156, 2010.
- [43] Nicholas Carlevaris-Bianco and Ryan M Eustice, "Learning visual feature descriptors for dynamic lighting conditions," in *Intelligent Robots and Systems (IROS 2014), 2014 IEEE/RSJ International Conference on. IEEE*, 2014, pp. 2769–2776.
- [44] Ruben Gomez-Ojeda, Manuel Lopez-Antequera, Nicolai Petkov, and Javier Gonzalez-Jimenez, "Training a convolutional neural network for appearance-invariant place recognition," *arXiv preprint arXiv:1505.07428*, 2015.

- [45] Niko Sünderhauf, Sareh Shirazi, Adam Jacobson, Feras Dayoub, Edward Pepperell, Ben Upcroft, and Michael Milford, "Place recognition with convnet landmarks: viewpoint-robust, condition-robust, training-free," *Proceedings of Robotics: Science and Systems XII*, 2015.
- [46] Silvia Cascianelli, Gabriele Costante, Enrico Bellocchio, Paolo Valigi, Mario L Fravolini, and Thomas A Ciarfuglia, "Robust visual semi-semantic loop closure detection by a covisibility graph and CNN features," *Robotics and Autonomous Systems*, vol. 92, pp. 53–65, 2017.
- [47] Zetao Chen, Obadiah Lam, Adam Jacobson, and Michael Milford, "Convolutional neural network-based place recognition," *arXiv preprint arXiv:1411.1509*, 2014.
- [48] Stephanie M Lowry, Michael J Milford, and Gordon F Wyeth, "Transforming morning to afternoon using linear regression techniques," in *Robotics and Automation (ICRA), 2014 IEEE International Conference on*. IEEE, 2014, pp. 3950–3955.
- [49] Peer Neubert, Niko Sünderhauf, and Peter Protzel, "Superpixel-based appearance change prediction for long-term navigation across seasons," *Robotics and Autonomous Systems*, vol. 69, pp. 15–27, 2015.
- [50] Michael J Milford and Gordon F Wyeth, "SeqSLAM: visual route-based navigation for sunny summer days and stormy winter nights," in *Robotics and Automation (ICRA), 2012 IEEE International Conference on*. IEEE, 2012, pp. 1643–1649.
- [51] Edward Pepperell, Peter I Corke, and Michael J Milford, "All-environment visual place recognition with SMART," in *Robotics and Automation (ICRA), 2014 IEEE International Conference on*. IEEE, 2014, pp. 1612–1618.
- [52] Peter Hansen and Brett Browning, "Visual place recognition using HMM sequence matching," in *Intelligent Robots and Systems (IROS 2014), 2014 IEEE/RSJ International Conference on*. IEEE, 2014, pp. 4549–4555.
- [53] Kin Ho and Paul Newman, "Multiple map intersection detection using visual appearance," in *International Conference on Computational Intelligence, Robotics and Autonomous Systems*, 2005.
- [54] T. F. Smith and Mitch Waterman, "Identification of common molecular subsequences," *Journal of molecular biology*, vol. 147, pp. 195–197, 1981.
- [55] Tayyab Naseer, Luciano Spinello, Wolfram Burgard, and Cyrill Stachniss, "Robust visual robot localization across seasons using network flows," in *AAAI Conference on Artificial Intelligence*, 2014, pp. 2564–2570.
- [56] Olga Vysotska and Cyrill Stachniss, "Lazy data association for image sequences matching under substantial appearance changes," *IEEE Robotics and Automation Letters*, vol. 1, no. 1, pp. 213–220, 2016.
- [57] Saul B Needleman and Christian D Wunsch, "A general method applicable to the search for similarities in the amino acid sequence of two proteins," *Journal of molecular biology*, vol. 48, no. 3, pp. 443–453, 1970.
- [58] David Haussler, "Convolution kernels on discrete structures," Tech. Rep., Technical report, Department of Computer Science, University of California at Santa Cruz, 1999.
- [59] Aristides Gionis, Piotr Indyk, Rajeev Motwani, et al., "Similarity search in high dimensions via hashing," in *Vldb*, 1999, vol. 99, pp. 518–529.

**Relazione tecnico-scientifica relativa all'assegno di ricerca svolto dal candidato
Valentina Palazzi presso il Dipartimento di Ingegneria, Università degli Studi di
Perugia, dal titolo: "Sensori RF senza fili realizzati con tecnologie innovative"
(docente responsabile: Paolo Mezzanotte)**

Periodo: 15/12/2017 – 14/12/2018

La ricerca scientifica portata avanti nel corso dell'assegno di ricerca in oggetto è dedicata allo sviluppo di tecnologie abilitanti per la diffusione capillare di paradigmi emergenti, come l'Internet of Things (IoT) e la comunicazione "Machine-to-Machine" (M2M), che siano al contempo a basso costo e basso impatto ambientale. Attualmente un numero sempre crescente di oggetti, compresi i beni di consumo, sono dotati di dispositivi elettronici, in modo che le informazioni possano essere raccolte dagli oggetti target e trasmesse in Internet [1]-[3]. Rendendo disponibile un numero enorme di dati ambientali in tempo reale, IoT e M2M possono avere un impatto positivo sulla nostra qualità della vita, con applicazioni in crescita in settori quali assistenza sanitaria, catena di fornitura, casa intelligente, settore automobilistico e agricoltura di precisione. Tuttavia, la diffusione pervasiva di miliardi di componenti elettronici difficilmente tracciabili nell'ambiente sta anche ponendo sfide significative, sia in termini di sostenibilità ambientale che in termini di approvvigionamento energetico dei dispositivi. Da un lato, il livello dei rifiuti elettronici (chiamato anche "e-waste") è allarmante. Le recenti stime delle Nazioni Unite indicano che ogni anno vengono prodotti circa 50 milioni di tonnellate di rifiuti elettronici nel mondo [4]. Questo numero sbalorditivo (quasi nove volte la massa della piramide di Cheope) è destinato ad aumentare nel prossimo decennio con lo sviluppo dell'IoT. Pertanto, per ridurre i rischi di inquinamento derivanti dall'IoT, i materiali tossici e non riciclabili utilizzati per l'elettronica dovrebbero essere sostituiti da materiali riciclabili e compostabili. D'altra parte, i sensori IoT non dovrebbero fare affidamento sulle batterie tradizionali, che sono tossiche, ingombranti e richiedono ricarica / sostituzione periodiche. Quest'ultimo aspetto è particolarmente limitante a causa dell'impossibilità di rintracciare tutti i dispositivi elettronici attivi e garantirne la manutenzione periodica. Pertanto, i sensori IoT dovrebbero derivare il loro approvvigionamento energetico da fonti di energia alternative. La mia ricerca è volta ad affrontare le sfide sopra descritte, aprendo la strada a nuovi paradigmi di design e coprendo molteplici aspetti della rivoluzione IoT.

Il mio progetto di ricerca parte dallo studio di nuovi materiali e tecnologie realizzative. Per quanto riguarda materiali dielettrici alternativi, il progetto si è concentrato sullo studio della carta, per il suo basso costo, flessibilità ed eco-compatibilità. Tale materiale è stato misurato in termini di proprietà elettromagnetiche (permittività e perdite dielettriche) e rugosità superficiale per consentire la progettazione di circuiti a radiofrequenza (RF). Altri materiali dielettrici alternativi adottati sono il "liquid cristal polymer" (LCP) e il "polylactid acid" (derivato dall'amido di mais). Le linee metalliche dei circuiti sono state realizzate sui substrati dielettrici ricorrendo alla tecnica di "metal adhesive laminate". Secondo questa tecnologia, un foglio di rame adesivo viene sagomato mediante tecniche fotolitografiche. Le piste di rame ottenute vengono quindi trasferite sul substrato e incollate sfruttando la stessa colla acrilica del rame. Tale tecnologia è stata utilizzata per costruire circuiti su carta funzionanti da 1 a 24 GHz, con risoluzioni fino a 100 μm . Nel corso dell'assegno sono state studiate anche tecnologie di tipo "additive manufacturing" alternative, come la stampa a getto d'inchiostro e la stampa 3D.

Per quanto riguarda lo sviluppo di sensori autonomi basati su fonti energetiche alternative, il progetto si è concentrato prevalentemente sull'energy harvesting di tipo elettromagnetico. Questo approccio stabilisce che i sensori attivi sono alimentati da segnali elettromagnetici convertiti in corrente continua. Le sorgenti elettromagnetiche utilizzate nel sistema possono essere i segnali di comunicazione già disponibili nell'ambiente (in questo caso il sistema prende il nome di "energy scavenging"), oppure possono essere segnali appositamente trasmessi per i sensori, come nel caso del "trasferimento di potenza wireless". Sebbene il primo approccio sia il più energeticamente conveniente, poiché i sensori sono alimentati da segnali trasmessi per scopi diversi che vengono in questo modo riciclati, tipicamente la densità di potenza disponibile negli ambienti è variabile e molto bassa. Per massimizzare l'affidabilità del sistema, l'efficienza di conversione dei dispositivi che convertono la potenza associata ai segnali elettromagnetici in dc deve essere ottimizzata per bassi livelli di potenza in ingresso (P_{avs}) e devono essere fatti per operare su vaste gamme dello spettro di frequenza, in modo che siano in grado di raccogliere energia da segnali di comunicazione trasmessi in bande diverse. Il circuito utilizzato per eseguire la conversione da RF a dc prende il nome di "rectenna" e consiste in un'antenna, utilizzata per ricevere i segnali RF, e un raddrizzatore, che esegue la conversione da RF a dc.

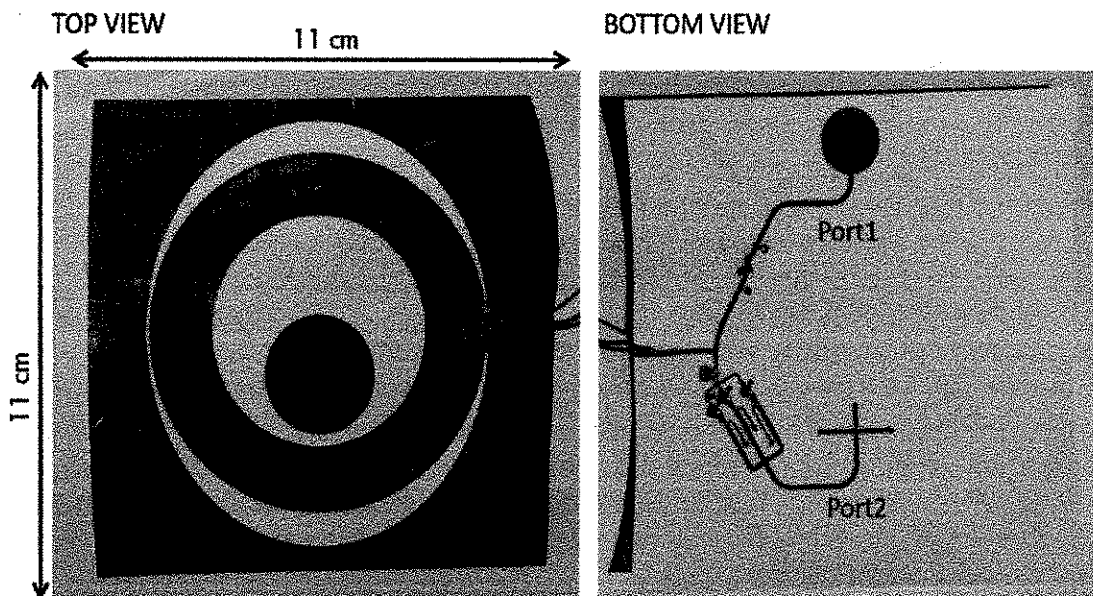


Figura 1 Rectenna multibanda su carta

In particolare, è stata sviluppata una rectenna per il funzionamento multibanda su carta. La rectenna si basa su due antenne slot annidate, un layout a doppia faccia e due raddrizzatori di cui uno con rami paralleli. Il prototipo realizzato è mostrato in Fig.1. Il circuito progettato si è dimostrato in grado di raccogliere energia in tutte le bande LTE e con potenze in ingresso a partire da $10 \mu W$, in una varietà di scenari pratici, raggiungendo una copertura di banda più elevata rispetto alle altre rectenne realizzate utilizzando tecnologie non convenzionali che costituiscono lo stato dell'arte.

L'attività di ricerca è stata anche rivolta allo sviluppo di transponder che non necessitano di alimentazione dc, basati sul principio del "RF carrier re-use". Di solito questi sistemi soffrono di distanze di lettura ridotte. La mia ricerca si è concentrata sul trasferimento delle operazioni più complesse dai transponder al lettore, in modo da ridurre la potenza richiesta per attivare i

transponder. In particolare, sono stati progettati nuovi sistemi wireless passivi basati sul principio del radar armonico. Nei sistemi armonici, il lettore trasmette un segnale sinusoidale con una frequenza f_0 e ha il ricevitore sintonizzato su $2f_0$ per rilevare la seconda armonica generata dal transponder, come mostrato in Fig.2.

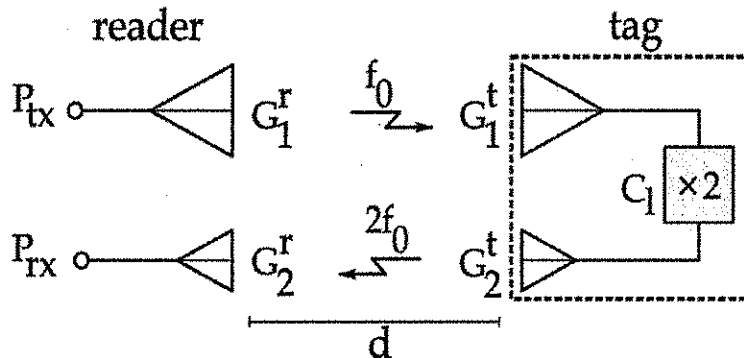


Figura 2 Schema di un sistema wireless basato sul principio del radar armonico

Alcuni importanti progressi sono stati dimostrati rispetto allo stato dell'arte, che sono qui brevemente riportati.

- E' stata sviluppata un'analisi teorica dei sistemi armonici, sia in termini di link budget che di radar cross section. Tale analisi, che comprende lo studio dell'andamento del conversion loss del duplicatore al variare della potenza in ingresso, è stata utilizzata per prevedere le prestazioni dei transponder e ottimizzarne il progetto.

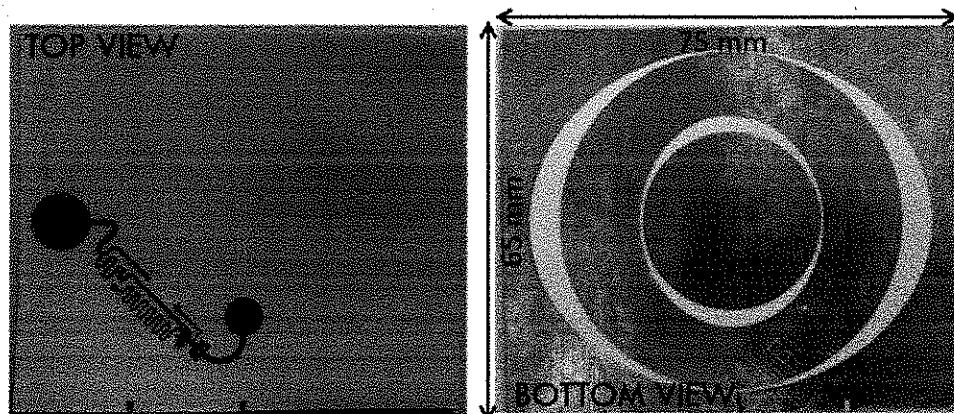


Figura 3 Tag armonico a un bit su carta

- E' stato progettato e realizzato un transponder armonico a un bit su carta, che consente di ottenere distanze di lettura di 4 metri con una potenza trasmessa di appena 40 mW (vedi Fig.3). Anche questo transponder si basa su un sistema di antenne slot annidate e su un layout a doppia faccia. Tra le due antenne è stato progettato un duplicatore di frequenza. Il circuito utilizza un unico componente commerciale, ovvero un diodo Schottky non polarizzato, ed è ottimizzato per potenze di ingresso di 25 μ W. Il layout del duplicatore comprende un condensatore distribuito multi-finger, con linee di larghezza pari a 0.15 mm. Il modulo, progettato per $f_0 = 1,2$ GHz, pesa solo 3 grammi e presenta un'area di 75x65mm².

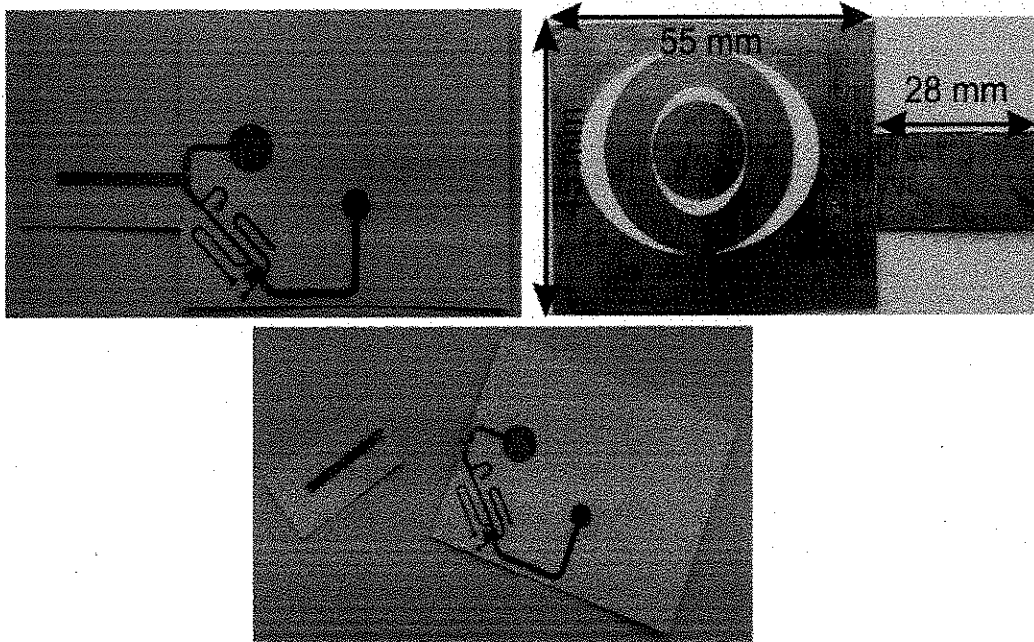


Figura 4 Crack sensor armonico

- E' stato progettato un sensore di crepe wireless adatto per il monitoraggi degli edifici (vedere Fig.4). Il sensore si basa su un sistema di due antenne, un duplicatore di frequenza e uno stub aperto che opera come filtro arresta banda alla frequenza f_0 ed è posto all'ingresso del duplicatore. Se integro, il sensore non ri-trasmette alcun segnale a $2f_0$ quando viene interrogato (il segnale a f_0 viene cortocircuitato dallo stub); invece, se la crepa si allarga, lo stub viene rimosso e il sensore risponde trasmettendo un segnale a $2f_0$ che viene interpretato come un allarme. Il prototipo, fabbricato su carta e funzionante a $f = 2,45$ GHz, è stato testato con una potenza trasmessa EIRP di 316 mW (12 volte inferiore al limite di trasmissione europeo), dimostrando una distanza di lettura compresa tra 1 e 5 metri. Questa è una performance da record per sensori per le crepe passivi e senza fili. Il sistema è inoltre stato testato in presenza di più tag, sottolineando il suo potenziale per il rilevamento wireless in presenza di sensori distribuiti.

La ricerca sopra descritta ha prodotto le seguenti pubblicazioni:

- V. Palazzi, *et al*, "A Novel Ultra-Lightweight Multiband Rectenna on Paper for RF Energy Harvesting in the Next Generation LTE Bands", *IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques*, vol. 66, n.1, pp. 366-379, Jan. 2018.
- F. Alimenti, *et al.*, "Smart Hardware for Smart Objects: Microwave Electronic Circuits to Make Objects Smart," *IEEE Microwave Magazine*, vol. 19, no. 6, pp. 48-68, Sept.-Oct. 2018.
- Valentina Palazzi, Federico Alimenti, Paolo Mezzanotte, Giulia Orecchini, Luca Roselli, "Analysis of a multi-node system for crack monitoring based on zero-power wireless harmonic transponders on paper", *2018 IEEE Topical Conference on Wireless Sensors and Sensor Networks (WiSNet)*, 14-17 January 2018, pp. 92-95.
- Luca Roselli, Paolo Mezzanotte, Valentina Palazzi, Stefania Bonafoni, Giulia Orecchini, Federico Alimenti, "WPT-Enabling Distributed Sensing", in *Recent Wireless Power Transfer Technologies via Radio Waves*, River Publisher, pp. 173-208, 2018.

Riferimenti:

- [1] S. Kim, R. Vyas, J. Bito, K. Niotaki, A. Collado, A. Georgiadis, and M. M. Tentzeris, "Ambient RF Energy-Harvesting Technologies for Self-Sustainable Standalone Wireless Sensor Platforms," *Proc. IEEE*, vol.102, no. 11, pp. 1649–1666, Nov. 2014.
- [2] R. Vyas, V. Lakafosis, H. Lee, G. Shaker, L. Yang, G. Orecchini, A. Traille, M. M. Tentzeris, and L. Roselli, "Inkjet Printed, Self Powered, Wireless Sensors for Environmental, Gas, and Authentication-Based Sensing," *IEEE Sensors J.*, vol. 11, no. 12, pp. 3139–3152, Dec. 2011.
- [3] R. J. Vyas, B. B. Cook, Y. Kawahara, and M. M. Tentzeris, "EWEHP: A Batteryless Embedded Sensor-Platform Wirelessly Powered From Ambient Digital-TV Signals," *IEEE Trans. Microw. Theory Techn.*, vol. 61, no. 6, pp. 2491–2505, Jun. 2013.
- [4] C. P. Balde, V. Forti, V. Gray, R. Kuehr, and P. Stegmann, "The Global E-waste Monitor 2017: Quantities, Flows and Resources," United Nations University, International Telecommunication Union, and International Solid Waste Association, Tech. Rep., 2017.

**Relazione tecnico-scientifica relativa all'assegno di ricerca svolto dal candidato
Valentina Palazzi presso il Dipartimento di Ingegneria, Università degli Studi di
Perugia, dal titolo: "Sensori RF senza fili realizzati con tecnologie innovative"
(docente responsabile: Paolo Mezzanotte)**

Periodo: 15/12/2018 – 03/02/2019

La ricerca scientifica portata avanti nel corso dell'assegno di ricerca in oggetto è dedicata allo sviluppo di tecnologie abilitanti per la diffusione capillare di paradigmi emergenti, come l'Internet of Things (IoT) e la comunicazione "Machine-to-Machine" (M2M), che siano al contempo a basso costo e basso impatto ambientale. In particolare, la mia ricerca nel periodo in oggetto si è rivolta allo sviluppo di sensori in ambito agricoltura di precisione.

Secondo le stime della "Food and Agriculture Organization" delle Nazioni Unite, la produzione alimentare dovrà aumentare del 60% rispetto alla produzione media analizzata dal 2005 al 2007 per sostenere la crescita della popolazione mondiale, stimata intorno ai 9 miliardi entro il 2050 [1]. Allo stesso tempo, però, l'area coltivata a livello globale aumenterà solo in misura trascurabile, il che significa che migliorare la produttività agricola proteggendo al contempo l'ambiente sta diventando di cruciale importanza per ridurre i problemi di malnutrizione ed evitare terra, aria e acqua siano irrimediabilmente danneggiate.

L'agricoltura di precisione è uno dei mezzi più efficaci attualmente disponibile per raggiungere gli obiettivi summenzionati. Il principio base dell'agricoltura di precisione consiste nel dispiegare sistemi di telecomunicazione e di rilevamento distribuiti così da acquisire consapevolezza delle condizioni della terra e delle colture a livello locale e determinare in tempo reale le azioni più adatte (come l'irrigazione, la preparazione del terreno e la raccolta) per ogni area specifica, in modo da migliorare la produttività, riducendo allo stesso tempo gli sprechi di risorse e i costi di produzione. A causa della grande estensione dei terreni e della varietà di parametri da monitorare, un gran numero di sensori dovrà essere schierato. Tecnologie wireless quali i sistemi RFID, sono preferiti per i ridotti costi di installazione e di manutenzione [2]. Pertanto, è previsto che un numero enorme di sensori sarà abbandonato nell'ambiente. la riduzione del loro impatto ambientale è pertanto di estrema importanza per ridurre il rischio di un crescente inquinamento [3], [4].

In particolar modo, mi sono dedicata allo sviluppo di un sistema di rilevamento della temperatura delle foglie delle colture basato sulla tecnologia RFID per l'agricoltura di precisione. A tal proposito sono stati sviluppati dei transponder wireless basati sul chip EM4325 di EM Microelectronic, che presenta un sensore di temperatura integrato (il prototipo realizzato è illustrato in Fig.1). Il chip viene fatto funzionare in modalità semi-attiva e l'energia richiesta è fornita da una cella solare commerciale flessibile (in questa specifica applicazione quattro celle con una tensione di circuito aperto pari a 0.7V sono connesse in serie). L'antenna è realizzata su un substrato di polylactic acid adottando il metodo del nastro adesivo di rame e il layout è ottimizzato per ottenere un transponder compatto, adatto per essere applicato alle foglie. Un test sul campo ha dimostrato che i sensori possono essere implementati con successo per monitorare la temperatura delle foglie e, attraverso l'analisi della differenza di temperatura tra la foglia e l'aria, possono essere usati per controllare lo stato di stress idrico delle colture.

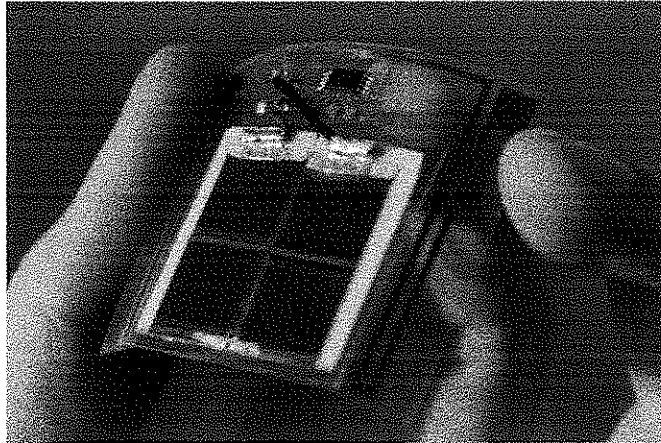


Figura 1 Sensore per agricoltura di precisione alimentato tramite celle solari flessibili

La ricerca sopra descritta ha prodotto la seguente pubblicazione:

- V. Palazzi, F. Gelati, U. Vaglioni, F. Alimenti, P. Mezzanotte, L. Roselli, "**Leaf-Compatible Autonomous RFID-based Wireless Temperature Sensors for Precision Agriculture**", accepted for publication in 2019 IEEE Topical Conference on Wireless Sensors and Sensor Networks (WISNet), 20-23 January 2019.

Referimenti:

- [1] N. Alexandratos, J. Bruinsma, et al., "World agriculture towards 2030/2050: the 2012 revision," ESA Working paper FAO, Rome, Tech. Rep., 2012.
- [2] S.-N. Daskalakis, J. Kimionis, A. Collado, M. M. Tentzeris, and A. Georgiadis, "Ambient FM backscattering for smart agricultural monitoring," in Microwave Symposium (IMS), 2017 IEEE MTT-S International. IEEE, 2017, pp. 1339–1341.
- [3] C. P. Balde, V. Forti, V. Gray, R. Kuehr, and P. Stegmann, "The Global E-waste Monitor 2017: Quantities, Flows and Resources," United Nations University, International Telecommunication Union, and International Solid Waste Association, Tech. Rep., 2017.
- [4] F. Alimenti, V. Palazzi, C. Mariotti, P. Mezzanotte, R. Correia, N. B. Carvalho, and L. Roselli, "Smart Hardware for Smart Objects: Microwave Electronic Circuits to Make Objects Smart," IEEE Microw. Mag., vol. 19, no. 6, pp. 48–68, 2018.



Università degli Studi di Perugia
Dipartimento di Ingegneria

D.D. n. 117/2018

Il Direttore del Dipartimento di Ingegneria

Oggetto:

Procedura di selezione comparativa per titoli e colloquio, per l'assegnazione di un contratto di collaborazione coordinata e continuativa – Resp. Prof. Castellani

VISTA la Delibera del Consiglio del Dipartimento di Ingegneria nella seduta del 06/12/2018 che autorizza la spesa e l'emissione del bando per l'attribuzione di un contratto di collaborazione coordinata e continuativa dal titolo "**Analisi numerico-sperimentale di realizzabilità di componenti meccanici in materiali compositi ed eventuali verifiche in termini di interazione fluido-struttura e di comportamento aerodinamico**" per lo svolgimento di attività presso il Dipartimento di Ingegneria;

VISTA la comunicazione del Prof. Francesco Castellani, concernente la commissione giudicatrice del concorso per l'attribuzione di detto contratto;

VISTO l'avviso di procedura comparativa D.D. n. 115/2018 pubblicato in data odierna

DECRETA

di nominare la commissione giudicatrice delle procedure per l'attribuzione di quanto sopra richiamato, come di seguito indicato:

Prof. Francesco Castellani	P.A.	Presidente
Prof. Carlo Nazareno Grimaldi	P.O.	Membro
Prof. Michele Battistoni	P.A.	Membro
Prof. Francesco Mariani	P.A.	Supplente
Prof. Luca Landi	P.A.	Supplente

Il presente decreto sarà portato a ratifica del prossimo Consiglio di Dipartimento.

Perugia, 17/12/2018

Il Direttore
F.to. Giuseppe Saccomandi



Allegato N.2..... al punto
dell'ordine del giorno N.

Università degli Studi di Perugia Dipartimento di Ingegneria

D.D. n. 118/2018

Il Direttore del Dipartimento di Ingegneria

Oggetto:

Procedura di selezione comparativa per titoli e colloquio, per l'assegnazione di un contratto di prestazione lavoro autonomo – Resp. Prof. Di Giacomo

VISTA la Delibera del Consiglio del Dipartimento di Ingegneria nella seduta del 06/12/2018 che autorizza la spesa e l'emissione del bando per il conferimento di un incarico di collaborazione finalizzato al supporto alla ricerca dal titolo "**Progetto e sviluppo di un portale Web e di un'app mobile per la fruizione di percorsi turistici**" per lo svolgimento di attività presso il Dipartimento di Ingegneria;

VISTA la comunicazione del Prof. Emilio Di Giacomo, concernente la Commissione giudicatrice del concorso per l'attribuzione di detto contratto;

VISTO l'avviso di procedura comparativa D.D. n. 116/2018 pubblicato in data odierna

DECRETA

di nominare la commissione giudicatrice delle procedure per l'attribuzione di quanto sopra richiamato, come di seguito indicato:

Prof. Emilio Di Giacomo	P.A.	Presidente
Dott. ssa Carla Binucci	Ricercatore	Membro
Dott. Luca Grilli	Ricercatore	Membro
Prof. Giuseppe Liotta	P.O.	Supplente
Prof. Walter Didimo	P.A.	Supplente

Il presente decreto sarà portato a ratifica del prossimo Consiglio di Dipartimento.

Perugia, 19/12/2018

Il Direttore
F.to Giuseppe Saccomandi



**Dipartimento di Ingegneria
Università degli Studi di Perugia**

Allegato N.3..... al punto
dell'ordine del giorno N.10.....

Decreto n. 119/2018

Oggetto:

Approvazione atti, e
graduatoria di merito per
il conferimento di una
borsa di studio per
attività di ricerca post-
laurea procedura di
selezione comparativa
D.D. n. 111/2018 -
Resp. Dott.ssa Pisello

Il Direttore

- VISTO** il Regolamento concernente il conferimento di borse di studio per la ricerca e la formazione avanzata, emanato con DR. N. 1527 del 05/07/2005;
- VISTO** il chiarimento interpretativo sull'art.18 c. 5 L. 240/210 espresso dall'Amministrazione Centrale di questo Ateneo con Circolare Prot. 2014/0017480 del 10/06/2014;
- VISTO** il D.L. n. 5/2012, art. 49, comma 1, lettera h), p.5;
- VISTO** il Decreto del Direttore del Dipartimento di Ingegneria n. 109/2018 del 28/11/2018 che autorizza la spesa e l'emissione del bando per l'attribuzione di una borsa di studio per attività di ricerca post laurea dal titolo "**Studio delle prestazioni termo-energetiche di materiali innovativi per la mitigazione dell'isola di calore urbana e l'efficienza energetica del costruito**" per lo svolgimento di attività presso il Dipartimento di Ingegneria;
- VISTO** l'avviso di procedura comparativa D.D. n. 111/2018 pubblicato in data 03/12/2018;
- ESAMINATI** i verbali della riunione della Commissione giudicatrice redatti in data odierna;
- VERIFICATA** la regolarità della procedura,

DECRETA

Art. 1 - Sono approvati gli atti della procedura di valutazione comparativa D.D. n. 111/2018, per il conferimento di una borsa di studio, per l'espletamento di attività presso il Dipartimento di Ingegneria, della durata e per l'importo ivi indicati;

Art. 2 - E' approvata la seguente graduatoria di idoneità della procedura di valutazione comparativa di cui all'art. 1 del presente decreto:

1^ - DI GRAZIA MATTEO (81/100)

Art. 3 - E' dichiarato assegnatario della selezione di cui all'art. 1 del presente decreto il **Dott. DI GRAZIA MATTEO** a cui si conferisce la borsa di studio oggetto della sopra richiamata procedura comparativa.

Il presente decreto sarà portato a ratifica del prossimo Consiglio di Dipartimento.

Perugia, 21/12/2018

Il Direttore
F.to Giuseppe Saccomandi



Dipartimento di Ingegneria
Università degli Studi di Perugia

Decreto n. 1/2019

Il Direttore

Oggetto:

Approvazione atti, e graduatoria di merito per il conferimento di un incarico di prestazione d'opera intellettuale ex art. 7 co. 6 D. Lgs 165/01 procedura di selezione comparativa D.D. 115/2018 – Resp. Prof. Castellani

- VISTO** l'art. 7, comma 6 del D. Lgs. n. 165/2001 e successive modifiche;
- VISTO** l'art. 73 del Regolamento dell' Università degli Studi di Perugia per l'Amministrazione, la Finanza e la Contabilità;
- VISTO** il Regolamento dell' Università degli Studi di Perugia per la disciplina delle procedure comparative preliminari alla stipula di contratti di collaborazione coordinata e continuativa ovvero occasionale, emanato con D.R. n. 1461 del 25.7.2006;
- VISTA** la Delibera del Consiglio del Dipartimento di Ingegneria nella seduta del 06/12/2018 che autorizza la spesa e l'emissione del bando per l'attribuzione di un incarico di collaborazione coordinata e continuativa avente ad oggetto **"Analisi numerico-sperimentale di realizzabilità di componenti meccanici in materiali compositi ed eventuali verifiche in termini di interazione fluido-struttura e di comportamento aerodinamico"**;
- VERIFICATA** l'assenza di professionalità interne con Avviso pubblicato in data 07/12/2018 sul sito web dell'Ateneo;
- VISTO** l'avviso di procedura comparativa D.D. n. 115/2018 pubblicato in data 17/12/2018 sul sito web dell'Ateneo;
- Considerato altresì che**, come disposto dall'art. 1, comma 303, lett. a) della Legge n. 232/2016, l'efficacia del conferimento del suddetto incarico *non* sarà più subordinata al positivo esito del controllo preventivo di legittimità della Corte dei Conti (previsto dall'art. 3, comma 1, lettera f-bis, legge 20/1994, modificato dall'art. 17, comma 30, del D. Lgs. 78/2009, convertito con L. 102/2009);
- ESAMINATI** i verbali della riunione della Commissione giudicatrice redatti in data odierna;
- VERIFICATA** la regolarità della procedura,

DECRETA

Art. 1 – Sono approvati gli atti della procedura di valutazione comparativa, per il conferimento di un incarico di collaborazione coordinata e continuativa, per l'espletamento di attività altamente qualificate indicate nell' avviso di procedura comparativa D.D. n. 115/2018 pubblicato in data 17/12/2018, della durata e per l'importo ivi indicati;

Art. 2 – E' approvata la seguente graduatoria di idoneità della procedura di valutazione comparativa di cui all'art. 1 del presente decreto:

1^ - SCAPPATICCI LORENZO (68/100)

Art. 3 – E' dichiarato assegnatario della selezione di cui all'art. 1 del presente decreto il **Dott. SCAPPATICCI LORENZO** a cui si conferisce l'incarico oggetto della sopra richiamata procedura comparativa.

Il presente decreto sarà portato a ratifica del prossimo Consiglio di Dipartimento.

Perugia, 08/01/2019

Il Direttore

F.to Giuseppe Saccomandi

inviato N. 4 al punto
dell'ordine del giorno N. 10



**Dipartimento di Ingegneria
Università degli Studi di Perugia**

Decreto n. 2/2019

Allegato N. 5 al punto
dell'ordine del giorno N. 10

Il Direttore

Oggetto:

Approvazione atti, e
graduatoria di merito per
Il conferimento di un
incarico di prestazione
d'opera intellettuale ex
art. 7 co. 6 D. Lgs
165/01 procedura di
selezione comparativa
D.D. 116/2018 – Resp.
Prof. Di Giacomo

- VISTO** l'art. 7, comma 6 del D. Lgs. n. 165/2001 e successive modifiche;
- VISTO** l'art. 73 del Regolamento dell' Università degli Studi di Perugia per l'Amministrazione, la Finanza e la Contabilità;
- VISTO** il Regolamento dell' Università degli Studi di Perugia per la disciplina delle procedure comparative preliminari alla stipula di contratti di collaborazione coordinata e continuativa ovvero occasionale, emanato con D.R. n. 1461 del 25.7.2006;
- VISTA** la Delibera del Consiglio del Dipartimento di Ingegneria nella seduta del 06/12/2018 che autorizza la spesa e l'emissione del bando per l'attribuzione di un incarico di prestazione di lavoro autonomo occasionale avente ad oggetto "**Progetto e sviluppo di un portale Web e di un'app mobile per la fruizione di percorsi turistici**";
- VERIFICATA** l'assenza di professionalità interne con Avviso prot. n. 98843 pubblicato in data 10/12/2018 sul sito web dell'Ateneo;
- VISTO** l'avviso di procedura comparativa D.D. n. 116/2018 pubblicato in data 19/12/2018 sul sito web dell'Ateneo;
- Considerato altresì che**, come disposto dall'art. 1, comma 303, lett. a) della Legge n. 232/2016, l'efficacia del conferimento del suddetto incarico *non* sarà più subordinata al positivo esito del controllo preventivo di legittimità della Corte dei Conti (previsto dall'art. 3, comma 1, lettera f-bis, legge 20/1994, modificato dall'art. 17, comma 30, del D. Lgs. 78/2009, convertito con L. 102/2009);
- ESAMINATI** i verbali della riunione della Commissione giudicatrice redatti in data 10/01/2019;
- VERIFICATA** la regolarità della procedura,

DECRETA

- Art. 1** – Sono approvati gli atti della procedura di valutazione comparativa, per il conferimento di un incarico di lavoro autonomo occasionale, per l'espletamento di attività altamente qualificate indicate nell' avviso di procedura comparativa D.D. n. 116/2018 pubblicato in data 19/12/2018, della durata e per l'importo ivi indicati;
- Art. 2** – E' approvata la seguente graduatoria di idoneità della procedura di valutazione comparativa di cui all'art. 1 del presente decreto:

1^ - ROMEO SALVATORE AGOSTINO (95/100)

- Art. 3** – E' dichiarato assegnatario della selezione di cui all'art. 1 del presente decreto il **Dott. ROMEO SALVATORE AGOSTINO** a cui si conferisce l'incarico oggetto della sopra richiamata procedura comparativa.

Il presente decreto sarà portato a ratifica del prossimo Consiglio di Dipartimento.

Perugia, 11/01/2019

Il Direttore

F.to Giuseppe Saccomandi



Dipartimento di Ingegneria
Università degli Studi di Perugia

Allegato N. 6 al punto
dell'ordine del giorno N. 10

Oggetto:

Autorizzazione
attivazione borsa di
studio per attività di
ricerca post-laurea -
proponente Prof.
Francesco Castellani

Decreto n. 3/2019

Il Direttore

- VISTA** la Legge n. 398 del 30 novembre 1989, recante "Norme in materia di borse di studio universitarie"
- VISTA** la Legge n. 210 del 03 luglio 1998, che, all' art. 4, comma 3, cita testualmente "...alle borse di studio conferite dalle università per attività di ricerca post-laurea si applicano le disposizioni di cui all'art. 6, commi 6 e 7, della legge 30 novembre 1989, n. 398...";
- VISTO** il Regolamento concernente il conferimento di borse di studio per la ricerca e la formazione avanzata, emanato con DR. N. 1527 del 05/07/2005;
- VISTO** il chiarimento interpretativo sull'art.18 c. 5 L. 240/210 espresso dall'Amministrazione Centrale di questo Ateneo con Circolare Prot. 2014/0017480 del 10/06/2014;
- VISTO** il D.L. n. 5/2012, art. 49, comma 1, lettera h), p.5;
- VISTO** il Progetto di Ricerca "WIND4EV - WIND TURBINE TECHNOLOGY EVOLUTION FOR LIFECYCLE OPTIMIZATION" Cod. n. 2018.0511.026, co-finanziato dalla Fondazione Cassa di Risparmio di Perugia, di cui è Responsabile Scientifico il prof. Francesco Castellani e nell'ambito del quale è previsto il finanziamento di borse di studio;
- VISTA** la richiesta presentata in data 11/01/2019 dal prof. Francesco Castellani, inerente l'attivazione della procedura per il conferimento di n. 1 borsa di studio per attività di ricerca post-laurea avente ad oggetto "**Analisi sperimentale e numerica dei carichi aeroelastici e delle condizioni operative di turbine eoliche ad asse orizzontale**", della durata di n. 5 mesi, eventualmente prorogabili, per l'importo di Euro 7.000,00, per lo svolgimento di attività presso il Dipartimento di Ingegneria;
- RAVVISATO** il carattere d'urgenza determinato esclusivamente dalla necessità di garantire l'inizio delle attività di studio e ricerca correlate alla suddetta borsa di studio;

DECRETA

di autorizzare l'emanazione del bando per l'attribuzione di n. 1 borsa di studio per attività di ricerca post-laurea, dal titolo "**Analisi sperimentale e numerica dei carichi aeroelastici e delle condizioni operative di turbine eoliche ad asse orizzontale**", della durata di n. 5 mesi, eventualmente prorogabili, per l'importo di Euro 7.000,00, per lo svolgimento di attività presso il Dipartimento di Ingegneria e la spesa che ne deriva.

La suddetta borsa, sarà finanziata con fondi di cui è responsabile la Dott.ssa Anna Laura Pisello, appostati sulla voce COAN 07.70.01.06.01, UA.PG.DING.FCRPG18FC.

Il presente decreto sarà portato a ratifica del prossimo Consiglio di Dipartimento.

Perugia, 14/01/2019

Il Direttore
F.to. Giuseppe Saccomandi



Dipartimento di Ingegneria
Università degli Studi di Perugia

Allegato N. 7 al punto
dell'ordine del giorno N. AD

Oggetto:

Autorizzazione
attivazione borsa di
studio per attività di
ricerca post-laurea -
proponente Prof. ssa
Cinzia Buratti

Decreto n. 4/2019

Il Direttore

- VISTA** la Legge n. 398 del 30 novembre 1989, recante "Norme in materia di borse di studio universitarie"
- VISTA** la Legge n. 210 del 03 luglio 1998, che, all' art. 4, comma 3, cita testualmente "...alle borse di studio conferite dalle università per attività di ricerca post-laurea si applicano le disposizioni di cui all'art. 6, commi 6 e 7, della legge 30 novembre 1989, n. 398...";
- VISTO** il Regolamento concernente il conferimento di borse di studio per la ricerca e la formazione avanzata, emanato con DR. N. 1527 del 05/07/2005;
- VISTO** il chiarimento interpretativo sull'art.18 c. 5 L. 240/210 espresso dall'Amministrazione Centrale di questo Ateneo con Circolare Prot. 2014/0017480 del 10/06/2014;
- VISTO** il D.L. n. 5/2012, art. 49, comma 1, lettera h), p.5;
- VISTO** il Progetto di Ricerca "ReScaLe - FiAer: Produzione di pannelli isolanti eco - sostenibili mediante REcupero degli SCarti del LEGno derivanti dalla realizzazione di sistemi FInestrati innovativi a base di AERogel monolitico" Cod. n. 2018.0503.026, co-finanziato dalla Fondazione Cassa di Risparmio di Perugia, di cui è Responsabile Scientifico la prof.ssa Cinzia Buratti e nell'ambito del quale è previsto il finanziamento di borse di studio;
- VISTA** la richiesta presentata in data 11/01/2019 dalla prof. ssa Cinzia Buratti, inerente l'attivazione della procedura per il conferimento di n. 1 borsa di studio per attività di ricerca post-laurea avente ad oggetto "**Realizzazione di pannelli a base di legno riciclato e di vetrate innovative e loro caratterizzazione sperimentale in termini di proprietà termiche, acustiche e ottiche**", della durata di n. 18 mesi, eventualmente prorogabili, per l'importo di Euro 23.400,00, per lo svolgimento di attività presso il Dipartimento di Ingegneria;
- RAVVISATO** il carattere d'urgenza determinato esclusivamente dalla necessità di garantire l'inizio delle attività di studio e ricerca correlate alla suddetta borsa di studio;

DECRETA

di autorizzare l'emanazione del bando per l'attribuzione di n. 1 borsa di studio per attività di ricerca post-laurea, dal titolo "**Realizzazione di pannelli a base di legno riciclato e di vetrate innovative e loro caratterizzazione sperimentale in termini di proprietà termiche, acustiche e ottiche**", della durata di n. 18 mesi, eventualmente prorogabili, per l'importo di Euro 23.400,00, per lo svolgimento di attività presso il Dipartimento di Ingegneria e la spesa che ne deriva.
La suddetta borsa, sarà finanziata con fondi di cui è responsabile la Prof.ssa Cinzia Buratti, appostati sulla voce COAN 07.70.01.06.01, UA.PG.DING.FCRPG18CB.

Il presente decreto sarà portato a ratifica del prossimo Consiglio di Dipartimento.

Perugia, 14/01/2019

Il Direttore
F.to. Giuseppe Saccomandi

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PERUGIA
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA

IL DIRETTORE

D.D. n. 5/2019

Visti gli artt. 42 dello Statuto e 94 del Regolamento Generale di Ateneo;

Considerato l'art. 12 del Regolamento di funzionamento del Dipartimento di Ingegneria;

Considerate le finalità del framework intergovernativo pan-Europeo denominato *Erasmus+ CBHE INNOVATE*;

Vista la call, in scadenza il prossimo 12 febbraio 2019, che prevede la possibilità di presentare proposte, che contribuiscono al progresso scientifico e tecnologico, economico, culturale o sociale della conoscenza e allo sviluppo dell'Europa, attraverso il finanziamento di attività di networking a vantaggio di attività di formazione e ricerca finanziate;

Tenuto conto che le *Erasmus+ CBHE INNOVATE* hanno i seguenti obiettivi: "1. Modernisation of Civil Engineering master study programs in line with national needs and contemporary EU trends. 2. Establishment/modernisation of Civil Engineering laboratories and creating the network of labs for a sustainable and resilient environment in Albania among the partner HEIs. 3. Training of academic staff for further improvement of teaching methodologies fostering international and cross-sectoral knowledge, expertise and best practice exchange. 4. Develop certified LLL courses to increase specific skills of civil engineering professionals in Albania. 5. Upgrading didactic materials in English/Albanian (e-books, manuals for laboratory work, lecture notes, etc.) for the modernisation of the master's level education in civil engineering" aperte a ricercatori e docenti nonché altri stakeholders;

Tenuto conto di quanto disciplinato nei documenti che regolamentano la sottomissione e l'implementazione della *Erasmus+ CBHE INNOVATE*;

Tenuto conto che non vi sono costi da sostenere per il Bilancio di Ateneo;

Vista la comunicazione in data 11/01/2019, inoltrata dal dott. Marco Corradi, referente scientifico per l'Università degli Studi di Perugia, inerente la richiesta di autorizzazione per la presentazione della seguente proposta di dal titolo "INNOVATE - ImprovemeNt of master level education in the field Of ciVil engineering in Albanian universiTIEs";

Ritenuta la propria competenza;

DECRETA

Di approvare la presentazione della proposta di *Erasmus+ CBHE INNOVATE* denominata "INNOVATE - ImprovemeNt of master level education in the field Of ciVil engineering in Albanian universiTIEs" e di concedere nulla osta affinché il personale docente afferente al Dipartimento di Ingegneria (DI), di seguito elencato, possa partecipare e svolgere attività d tale Azione: Marco Corradi, main proposer e responsabile scientifico; Antonio Borri e Emanuela Speranzini quale secondary proposers;

Il presente decreto sarà sottoposto alla ratifica del Consiglio nella sua prossima riunione.

Perugia, 15.01.2019

Il Direttore

F.to. Prof. Giuseppe SACCOMANDI



Università degli Studi di Perugia
Dipartimento di Ingegneria

Allegato N. 3 al punto
dell'ordine del giorno N. 10

D.D. n. 7/2019

Il Direttore del Dipartimento di Ingegneria

Oggetto:

Procedura di selezione comparativa per titoli e colloquio, per l'assegnazione di una Borsa di Studio per attività di ricerca Post-Laurea - Resp. Prof. Castellani

VISTO il Decreto del Direttore del Dipartimento di Ingegneria n. 3/2019 del 14/01/2019 che autorizza la spesa e l'emissione del Bando per l'attribuzione di una Borsa di Studio per attività di ricerca Post Laurea dal titolo "**Analisi sperimentale e numerica dei carichi aeroelastici e delle condizioni operative di turbine eoliche ad asse orizzontale**" per lo svolgimento di attività presso il Dipartimento di Ingegneria;

VISTA la comunicazione del prof. Francesco Castellani, concernente la commissione giudicatrice del concorso per l'attribuzione di detta Borsa di Studio;

VISTO l'avviso di procedura comparativa D.D. n. 6/2019 del 16/01/2019 pubblicato in data odierna

DECRETA

di nominare la commissione giudicatrice delle procedure per l'attribuzione di quanto sopra richiamato, come di seguito indicato:

Prof. Francesco Castellani	P.A.	Presidente
Prof. Lucio Postriotti	P.A.	Membro
Prof. Luca Landi	P.A.	Membro
Prof. Filippo Cianetti	P.A.	Supplente
Prof. Michele Battistoni	P.A.	Supplente

Il presente decreto sarà portato a ratifica del prossimo Consiglio di Dipartimento.

Perugia, 16/01/2019

Il Direttore
F.to Giuseppe Saccomandi



Allegato N. al punto
dell'ordine del giorno N.

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PERUGIA DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA

Decreto n. 8 del 28/01/2019

Autorizzazione rinnovo assegno di ricerca del Dott. Riccardo Rossi

IL DIRETTORE

Visto l' art.22 la legge n.240 del 30/12/2010;

Visto il Decreto del MIUR n.102 del 9/3/2011;

Visto il regolamento di Ateneo per gli assegni di ricerca di cui alla L.n.240/2010 emanato con D.R.n.656 del 18/04/2011;

Visto l'art. 32 del vigente Regolamento per l'amministrazione, la finanza e la contabilità dell'Università degli Studi di Perugia, emanato con D.R. n.389 del 18/03/2013 successivamente modificato con D.R. n.469 del 24/03/2016 ;

Vista la nota prot. n. 7747 del 11/03/2014 della Ripartizione Didattica con cui sono state impartite le disposizioni relative alle procedure amministrativo-contabili per la richiesta di attivazione e/o rinnovi di Assegni di Ricerca;

Vista la nota del Dirigente della Ripartizione Gestione Risorse Finanziarie prot. N. 3449 del 03.02.2015 recante "Note operative U.GOV – modalità di attivazione/proroga/rinnovi assegni di ricerca ...";

Vista la direttoriale prot. n. 92123 del 15/12/2016 relativa alle nuove modalità per l'attivazione di Assegni di ricerca su nuovi finanziamenti acquisiti a partire dall'esercizio 2017, dalla quale si evince chiaramente che per le procedure i cui costi graveranno su finanziamenti da esterni all'uopo destinati, antecedenti il 1/1/2017, la procedura rimane invariata;

Vista la richiesta inoltrata dal Prof. Roberto Vincenti Gatti per il rinnovo dell'assegno di ricerca già titolare il Dott. Riccardo Rossi dal titolo: " Studio e progettazione di antenne ad array per applicazioni radar e data-link", presentata in data 8/01/2019;

Considerato che l'assegno, di cui è titolare il Dott. Riccardo Rossi, scade il 28/02/2019 e che al momento non è prevista una seduta del Consiglio di Dipartimento;

Ravvisato il carattere d'urgenza determinato esclusivamente dalla necessità di garantire continuità alle attività di ricerca correlate al progetto che, per il completamento necessita ulteriori studi specifici nel campo delle Antenne Array;

Visto il DSA n. 36 del 6/11/2018 relativo a disposizioni per l'attivazione di n.1 assegno di ricerca richiesto dal Dott. R. Vincenti Gatti e la correlata copertura finanziaria;

Visto il D.R. n. 2277 del 20/11/2018 relativo all'emanazione del bando richiesto dal Dott. R. Vincenti Gatti;

Considerato che l'espletamento della procedura di selezione di cui al bando sopracitato si è conclusa con esito negativo e la conseguente mancata attivazione;

DECRETA

- 1) di autorizzare il rinnovo dell'assegno di ricerca, dal titolo: " Studio e progettazione di antenne ad array per applicazioni radar e data-link", Settore scientifico disciplinare ING-INF-02 già titolare Dott. Riccardo Rossi.
- 2) di autorizzare l'Ufficio Compensi ad utilizzare, per l'erogazione delle mensilità al Dott. Riccardo Rossi già titolare dell'assegno di ricerca, dal titolo: " Studio e progettazione di antenne ad array per applicazioni radar e data-link", le economie determinate dalla mancata designazione del vincitore della selezione per l'assegno di ricerca di cui al bando emanato con D.R. n.2277/18 e le cui risorse sono disponibili alla voce COAN 04.08.01.02.01 "Assegni di ricerca" sulla UA.ACEN (DSA 36/2018).

Il presente decreto sarà portato a ratifica del prossimo Consiglio di Dipartimento.
Perugia, 28.01.2019

Il Direttore

f.to Prof. Giuseppe Saccomandi



Atteggato N. al punto
dell'ordine del giorno N.

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PERUGIA DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA

Decreto n. 9 del 28/01/2019

Autorizzazione n. 1 nuovo assegno di ricerca annuale proponente Prof. Paolo Valigi,

IL DIRETTORE

Visto l' art.22 la legge n.240 del 30/12/2010;

Visto il Decreto del MIUR n.102 del 9/3/2011;

Visto il regolamento di Ateneo per gli assegni di ricerca di cui alla L.n.240/2010 emanato con D.R.n.656 del 18/04/2011;

Visto l'art. 32 del vigente Regolamento per l'amministrazione, la finanza e la contabilità dell'Università degli Studi di Perugia, emanato con D.R. n.389 del 18/03/2013 successivamente modificato con D.R. n.469 del 24/03/2016 ;

Vista la nota prot. n. 7747 del 11/03/2014 della Ripartizione Didattica con cui sono state impartite le disposizioni relative alle procedure amministrativo-contabili per la richiesta di attivazione e/o rinnovi di Assegni di Ricerca;

Vista la nota del Dirigente della Ripartizione Gestione Risorse Finanziarie prot. N. 3449 del 03.02.2015 recante "Note operative U.GOV – modalità di attivazione/proroga/rinnovi assegni di ricerca ...";

Vista la direttoriale prot. n. 92123 del 15/12/2016 relativa alle nuove modalità per l'attivazione di Assegni di ricerca su nuovi finanziamenti acquisiti a partire dall'esercizio 2017;

Vista la richiesta inoltrata dal docente: Prof. Paolo Valigi per 1 nuovo assegno di ricerca annuale dal titolo: "*Studio e Sviluppo di algoritmi per la stima di parametri e per la prognostica, con applicazione al settore aeronautico*", presentata in data 17/01/2019;

Vista la copertura finanziaria dell' assegno di ricerca suddetto che sarà garantita con fondi allocati sulla voce COAN CA.07.70.01.04.01 - Costi operativi progetti - quota di competenza per finanziamenti competitivi per ricerca da parte dell'unione europea sulla macrovoce "Finanziamento Assegni di Ricerca" del PJ: UA.PG.DING. E_BRAKE17PV;

Ravvisato il carattere d'urgenza determinato esclusivamente dalla necessità di garantire l'inizio delle attività di ricerca correlate al progetto relativo allo studio di modelli e strumenti di gestione per la sostenibilità nelle filiere agroalimentari,

DECRETA

- 1) L'autorizzazione all'emanazione del bando per l'attivazione del nuovo assegno di ricerca annuale sopracitato dal titolo: "*Studio e Sviluppo di algoritmi per la stima di parametri e per la prognostica, con applicazione al settore aeronautico*", nonché l'autorizzazione al Segretario Amministrativo del Dipartimento di Ingegneria a predisporre le procedure necessarie affinché l'Ufficio Compensi dell'Ateneo possa procedere al pagamento delle mensilità spettanti al vincitore.

Il presente decreto sarà portato a ratifica del prossimo Consiglio di Dipartimento.

Perugia, 28/01/2019

Il Direttore

f.to Prof. Giuseppe Saccomandi



Allegato N. 12 al punto
dell'ordine del giorno N. 10

D.D. n. 10/2019

IL DIRETTORE

Oggetto:
Procedura di
selezione
comparativa per la
stipula di n.1
contratto per
attività tutorato
D.M. 1047/2017

Publicato in
data 30/01/2019

Visto lo Statuto dell'Università degli Studi di Perugia;
Visto l'art. 13 della Legge n. 341/1990, "Riforma degli ordinamenti didattici universitari";
Visto l'art. 13 della Legge n. 390/1991, "Norme sul diritto agli studi universitari";
Visto il D.M. n. 590/1999, "Regolamento recante norme concernenti l'autonomia didattica degli Atenei";
Visto l'art.3 del D.M. n. 1047/2017;
Visto il Regolamento per la disciplina delle procedure comparative preliminari alla stipula di contratti di collaborazione coordinata e continuativa ovvero occasionale, emanato con D.R. n. 1461 del 25.07.2006;
Vista la comunicazione del 28.05.2018, prot.n.40262, del Direttore Generale di assegnazione al Dipartimento di Ingegneria della quota di euro 5.522,00 riguardante il Fondo per il sostegno dei giovani e Piani per l'orientamento, ai sensi dell'art.3 DM 29/12/2017 – n.1047";
Vista la rettorale n.39581 del 27.05.2016 avente ad oggetto "Uniformazione del servizio tutorati e riqualificazione della figura dello studente tutor";
Considerato che la copertura finanziaria sarà utilizzato il fondo assegnato a questo Dipartimento dall'Ateneo ai sensi e per gli effetti dell'art.3 DM 29/12/2017 n.1047, iscritto al bilancio unico alla voce COAN CA.04.09.01.02.04 "Assegni per l'incentivazione dell'attività di tutorato" UA.PG.DING – PJ:ART3DM1047_17_TUTORATO17_DING;
Considerata la rinuncia del vincitore della procedura comparativa per attività di tutorato a.a. 2018.2019, D.D. n.82 del 18.09.2018;

DECRETA

l'emissione del seguente avviso di procedura comparativa

Art. 1 - Oggetto procedura comparativa

Per l'a.a. 2018/2019 è indetta la procedura di selezione comparativa, per soli titoli, per l'assegnazione di n.1 contratto da 50 ore per attività tutoriali, per le esigenze dei corsi di studio del Dipartimento di Ingegneria, consistenti in attività di supporto e orientamento da parte di studenti capaci e meritevoli nei confronti di altri studenti, per contribuire al buon andamento delle attività didattiche:

attività di tutorato per i corsi di studio del Dipartimento di Ingegneria	ore	retribuzione oraria € 10,00	compenso lordo per contratto € 500,00
Analisi matematica II c.d.l. Ing.Informatica ed Elettronica	50		

Le attività da svolgere saranno concordate con il delegato al tutorato del Dipartimento di Ingegneria e con i presidenti dei Consigli di Corso di Studio competenti nel **periodo febbraio-luglio 2019**.



Art 2. Requisiti per l'ammissione e incompatibilità

Possono presentare domanda di ammissione alla selezione comparativa gli studenti iscritti regolarmente a un corso di dottorato di ricerca o a un corso di laurea specialistica (di cui al D.M. n.509/99) o di laurea magistrale (di cui al D.M. n.270/04 e successive modificazioni e integrazioni) in Fisica o Matematica o Ingegneria Industriale o Ingegneria Meccanica o Ingegneria Informatica e dell'Automazione o Ingegneria Elettronica e delle Telecomunicazioni o Ingegneria Elettronica per l'Internet-of-Things.

I requisiti di ammissione dovranno essere posseduti alla data di scadenza del termine fissato per la presentazione della domanda di partecipazione alla selezione indicata nel successivo art.3.

I candidati dovranno dichiarare la propria disponibilità, pena l'esclusione, per tutto il periodo previsto per l'attività stessa e di essere liberi da impegni che possano ostacolare la presenza e la reperibilità all'interno della struttura universitaria.

Gli assegni sono compatibili con la fruizione delle borse di studio di cui all'art.8 della L 390/1991.

Gli assegni sono incompatibili con lo svolgimento delle collaborazioni studentesche (150 ore) e con le attività tutoriali svolte autonomamente dai Dipartimenti riferibili al medesimo anno accademico di conferimento dell'assegno, nonché ogni altra incompatibilità prevista dalla legislazione vigente in materia.

Sono esclusi dalla selezione gli studenti che:

- siano lavoratori dipendenti o autonomi;
- abbiano richiesto una iscrizione a tempo parziale e gli studenti che rivestano lo status di "fuori corso" alla data di scadenza del bando (nota rettorale prot.n.39381 del 27.05.2016);
- siano destituiti, dispensati o licenziati dall'impiego presso una Pubblica Amministrazione per persistente insufficiente rendimento, ovvero siano cessati con provvedimento di licenziamento o destituzione a seguito di provvedimento disciplinare o di condanna penale, o siano stati dichiarati decaduti da altro pubblico impiego per averlo conseguito mediante la produzione di documenti falsi o viziati da invalidità insanabile o abbiano subito una condanna penale che, in base alla normativa vigente, preclude l'instaurazione di un rapporto di lavoro con la Pubblica Amministrazione.

Art 3. Domanda di partecipazione e termini di presentazione

Le domande di partecipazione alla selezione, a pena esclusione, devono essere redatte e sottoscritte in carta semplice in conformità al Mod. "A" allegato al presente avviso, devono essere indirizzate al **Direttore del Dipartimento di Ingegneria Università degli Studi di Perugia – via G.Duranti, 93 - 06125 Perugia** e devono essere fatte pervenire entro e non oltre il **giorno 8 febbraio 2019** mediante il servizio postale o mediante consegna diretta alla Segreteria amministrativa del Dipartimento di Ingegneria - via G.Duranti, 93 - 06125 Perugia nei giorni dal lunedì al venerdì dalle ore 9,00 alle ore 13,00.

Qualora il termine cada di sabato o di giorno festivo, la scadenza viene differita al primo giorno feriale utile.

La domanda deve essere presentata in plico sigillato, all'esterno del quale il candidato dovrà riportare, oltre al proprio nome e cognome, la dicitura "**SELEZIONE ASSEGNI TUTORATO A.A. 2018/2019**"



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI PERUGIA

Il candidato la cui domanda pervenga a questa struttura oltre il termine da ultimo indicato si intende automaticamente escluso, senza alcun onere di comunicazione da parte del Dipartimento.

Farà fede, pertanto, solo il timbro di arrivo del Protocollo del Dipartimento di Ingegneria.

L'omessa apposizione della firma autografa a sottoscrizione della domanda è motivo di tassativa esclusione dalla selezione.

Nella domanda di ammissione il candidato dovrà dichiarare in modo chiaro, ai sensi del del D.P.R. 445/2000 e sotto la propria responsabilità:

1. le proprie generalità, data e luogo di nascita, residenza e recapito eletto ai fini della selezione;
2. la propria cittadinanza;
3. il proprio stato civile;
4. di non aver un grado di parentela o di affinità fino al 4° grado compreso con un professore o ricercatore appartenente al Dipartimento di Ingegneria (art. 18 co. 1 lettera C L.240/2010);
5. di non trovarsi nelle condizioni di incompatibilità e/o di esclusione previste dall'art. 2 dell'avviso di selezione e di rendersi pienamente disponibile e libero da impegni che possano ostacolare la propria presenza e reperibilità all'interno del Dipartimento per tutta la durata del contratto;
6. l'iscrizione ad un corso di dottorato di ricerca o a un corso di laurea specialistica o di laurea magistrale, con il numero complessivo di CFU maturati e l'elenco degli esami sostenuti nell'ambito del Corso stesso, con l'indicazione dei rispettivi CFU e della data;
7. l'eventuale laurea di primo livello e l'eventuale laurea magistrale o specialistica ovvero del vecchio ordinamento già possedute, nonché la data di conseguimento del titolo;
8. gli ulteriori eventuali titoli accademici, didattici, scientifici e professionali attinenti all'incarico da ricoprire;
9. di autorizzare la pubblicazione on line del *curriculum vitae* sul sito web dell'Ateneo nel caso di sottoscrizione del contratto ai sensi del D.L. 196/2003.

I candidati dovranno allegare, **pena l'esclusione dalla selezione**, copia fotostatica di un documento di identità in corso di validità e curriculum vitae, datato e firmato e corredato di dichiarazione sostitutiva dell'atto di notorietà resa utilizzando il Mod. "B" allegato al presente bando come parte integrante e sostanziale.

I candidati possono inoltre allegare in copia dichiarata conforme all'originale (Mod."B") i titoli dichiarati del curriculum.

L'autocertificazione e le dichiarazioni sostitutive di atto di notorietà sono soggette a controllo di veridicità del suo contenuto da parte dell'amministrazione del Dipartimento.

Nel caso di dichiarazioni mendaci, falsità negli atti o uso di atti falsi, si procederà ai sensi del Codice Penale e delle Leggi speciali vigenti in materia.

Gli interessati dovranno redigere la domanda secondo il modello "A" allegato al presente bando, di cui fa parte integrante.

L'amministrazione del Dipartimento non procederà a comunicazioni individuali circa gli esiti del concorso; ogni comunicazione verrà data esclusivamente tramite pubblicazione sul sito Web del Dipartimento di Ingegneria <http://ing.unipg.it/>

Art. 4 - Commissione esaminatrice

La commissione esaminatrice è nominata, ai sensi dell'art.6 del Regolamento per la disciplina delle procedure comparative preliminari alla stipula di contratti di collaborazione

Via G. Duranti, 93
06125 Perugia

Direttore
Segretario Amministrativo
Segreteria Amministrativa
Segreteria Didattica

Tel: +3975 585 3600
Tel: +3975 585 3653
Tel: +3975 585 3657-3652-3949-3686-3688 FAX 3654
Tel: +3975 585 3605-3603-3604



coordinata e continuativa ovvero occasionale di questo Ateneo, con Decreto del Direttore del Dipartimento ed è formata, nel rispetto del principio delle pari opportunità, da tre docenti esperti nella materia, di cui uno con funzioni di Presidente.

Art. 5 Valutazione comparativa

La valutazione è effettuata mediante un esame comparativo dei titoli, secondo criteri predeterminati dalla commissione.

La commissione, ai fini della graduatoria finale attribuisce ai titoli un punteggio massimo di 100 punti.

In caso di parità di punteggio prederà in graduatoria il candidato più giovane.

La commissione redige apposito verbale contenente il punteggio complessivo attribuito a ciascun candidato e la graduatoria di merito.

Dopo l'accertamento della regolarità degli atti concorsuali e l'approvazione, effettuata con Decreto del Direttore del Dipartimento, della graduatoria di merito, l'esito della selezione sarà reso noto mediante pubblicazione sul sito Web del Dipartimento di Ingegneria all'indirizzo <http://ing.unipg.it/>

La pubblicazione rappresenterà l'unico mezzo di notifica agli interessati dell'esito della selezione.

Art. 6 - Contratto

I candidati risultati vincitori saranno invitati alla stipula del contratto di collaborazione esterna così come previsto dalla normativa vigente in materia.

Il contratto verrà stipulato nel rispetto delle delibera n.3 adottata dal Senato Accademico in data 23 marzo 2010, che dispone "Un medesimo soggetto non può essere titolare di più di un contratto per attività tutoriali nel medesimo anno accademico nell'Università degli Studi di Perugia".

In caso di rinuncia del vincitore o di risoluzione del contratto, il Direttore stipula il contratto con altro candidato, utilmente collocato e secondo l'ordine della graduatoria.

Il corrispettivo della prestazione è comprensivo degli oneri a carico del prestatore e dell'Ateneo, onnicomprensivo di qualsiasi spesa che il prestatore dovesse sostenere in ordine all'esecuzione dell'incarico.

Il contratto può essere risolto nei casi di grave inadempimento con provvedimento del Direttore, sentito il delegato del tutorato del Dipartimento di Ingegneria.

Il contratto è risolto automaticamente in caso di ingiustificato mancato inizio o ritardo dell'attività.

Art. 7- Dati personali

Il conferimento dei dati personali è obbligatorio ai fini della valutazione dei requisiti di partecipazione, pena l'esclusione dalla procedura comparativa. Ai sensi dell'art. 13 del D. Lgs. 30.6.2003, n. 196, i dati personali forniti dai candidati saranno raccolti presso il Dipartimento di Ingegneria, per le finalità di gestione della selezione e saranno trattati presso una banca dati automatizzata anche successivamente all'instaurazione del rapporto di lavoro medesimo. Il conferimento di tali dati è obbligatorio ai fini della valutazione dei requisiti di partecipazione, pena l'esclusione dalla selezione. Ai candidati sono riconosciuti i diritti di cui all'art. 7 del citato decreto legislativo n. 196/2003, in particolare, il diritto di accedere ai propri dati personali, di chiederne la rettifica, l'aggiornamento e la cancellazione, se incompleti, erronei o raccolti in violazione della legge, nonché di opporsi al loro trattamento per motivi legittimi, rivolgendo le richieste alla Università degli Studi di Perugia - Dipartimento di Ingegneria.



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI PERUGIA

Art. 8 – Norme finali e transitorie

Per tutto quanto non previsto nel presente bando di selezione, valgono le disposizioni vigenti in materia.

Art. 9 - Pubblicazione

Il presente avviso di selezione verrà reso pubblico mediante pubblicazione sulla pagina Web del Dipartimento di Ingegneria all'indirizzo <http://ing.unipg.it/>

Perugia, 30 gennaio 2019

Il Direttore

F.to Giuseppe Saccomandi



Allegato N. 13 al punto
dell'ordine del giorno N. 10

Università degli Studi di Perugia
Dipartimento di Ingegneria

D.D. n. 12/2019

Il Direttore del Dipartimento di Ingegneria

Oggetto:

Procedura di selezione comparativa per titoli e colloquio, per l'assegnazione di una Borsa di Studio per attività di ricerca Post-Laurea – Resp. Prof. ssa Buratti

VISTO il Decreto del Direttore del Dipartimento di Ingegneria n. 4/2019 del 14/01/2019 che autorizza la spesa e l'emissione del Bando per l'attribuzione di una Borsa di Studio per attività di ricerca Post Laurea dal titolo "**Realizzazione di pannelli a base di legno riciclato e di vetrate innovative e loro caratterizzazione sperimentale in termini di proprietà termiche, acustiche e ottiche**" per lo svolgimento di attività presso il Dipartimento di Ingegneria;

VISTA la comunicazione della prof. ssa Cinzia Buratti, concernente la commissione giudicatrice del concorso per l'attribuzione di detta Borsa di Studio;

VISTO l'avviso di procedura comparativa D.D. n. 11/2019 del 05/02/2019 pubblicato in data 05/02/2019

DECRETA

di nominare la commissione giudicatrice delle procedure per l'attribuzione di quanto sopra richiamato, come di seguito indicato:

Prof. ssa Cinzia Buratti	P.A.	Presidente
Prof. Federico Rossi	P.O.	Membro
Dott. Ssa Beatrice Castellani	Ricercatore	Membro
Prof. ssa Elisa Moretti	P.A.	Supplente
Prof. Andrea Nicolini	P.A.	Supplente

Il presente decreto sarà portato a ratifica del prossimo Consiglio di Dipartimento.

Perugia, 07/02/2019

Il Direttore
F.to. Giuseppe Saccomandi



**Dipartimento di Ingegneria
Università degli Studi di Perugia**

Allegato N. al punto
dell'ordine del giorno N.

Decreto n. 13/2019

Oggetto:

Approvazione atti, e
graduatoria di merito per
il conferimento di una
borsa di studio per
attività di ricerca post-
laurea procedura di
selezione comparativa
D.D. n. 6/2019 - Resp.
Prof. Castellani

Il Direttore

- VISTO** il Regolamento concernente il conferimento di borse di studio per la ricerca e la formazione avanzata, emanato con DR. N. 1527 del 05/07/2005;
- VISTO** il chiarimento interpretativo sull'art.18 c. 5 L. 240/210 espresso dall'Amministrazione Centrale di questo Ateneo con Circolare Prot. 2014/0017480 del 10/06/2014;
- VISTO** il D.L. n. 5/2012, art. 49, comma 1, lettera h), p.5;
- VISTO** il Decreto del Direttore del Dipartimento di Ingegneria n. 3/2019 del 14/01/2019 che autorizza la spesa e l'emissione del bando per l'attribuzione di una borsa di studio per attività di ricerca post laurea dal titolo "**Analisi sperimentale e numerica dei carichi aeroelastici e delle condizioni operative di turbine eoliche ad asse orizzontale**" per lo svolgimento di attività presso il Dipartimento di Ingegneria;
- VISTO** l'avviso di procedura comparativa D.D. n. 6/2019 pubblicato in data 16/01/2019;
- ESAMINATI** i verbali della riunione della Commissione giudicatrice redatti in data odierna;
- VERIFICATA** la regolarità della procedura,

DECRETA

Art. 1 - Sono approvati gli atti della procedura di valutazione comparativa D.D. n. 6/2019, per il conferimento di una borsa di studio, per l'espletamento di attività presso il Dipartimento di Ingegneria, della durata e per l'importo ivi indicati;

Art. 2 - E' approvata la seguente graduatoria di idoneità della procedura di valutazione comparativa di cui all'art. 1 del presente decreto:

1^ - NATILI FRANCESCO (80/100)

Art. 3 - E' dichiarato assegnatario della selezione di cui all'art. 1 del presente decreto il **Dott. NATILI FRANCESCO** a cui si conferisce la borsa di studio oggetto della sopra richiamata procedura comparativa.

Il presente decreto sarà portato a ratifica del prossimo Consiglio di Dipartimento.

Perugia, 11/02/2019

Il Direttore
F.to Giuseppe Saccomandi



Allegato N. 1 al punto
dell'ordine del giorno N. 11

UNIVERSITA DEGLI STUDI DI PERUGIA
Dipartimento di Ingegneria

D.S.A. n. 01/2019

Il Segretario Amministrativo

Oggetto:

Autorizzazione
all'acquisto di beni e
servizi informatici
all'esterno del
Mercato Elettronico
della P.A. in deroga
all'obbligo di cui
all'art. 1 - commi
512 e 514 - della
legge 208/2015
(Disposizioni per la
formazione del
bilancio annuale e
pluriennale dello
Stato)

VISTI gli art. 60 e 61 del vigente Regolamento per l'Amministrazione, la Finanza e la Contabilità dell'Università degli Studi di Perugia - emanato con D.R. n. 389 del 18.03.2013; in vigore dal 1° gennaio 2015 - modificato con D.R. n. 469 del 24.03.2016;

VISTO l'art. 1 comma 450 del L. 296/2006, come modificato dall'art. 22 comma 8 L. 114/2014, dall'art. 1 commi 495 e 502 L. 208/2015 e dall'art. 1 comma 1 L. 10/2016, circa gli obblighi per le amministrazioni pubbliche di far ricorso al mercato elettronico della pubblica amministrazione (MEPA) per gli acquisti di beni e servizi di importo pari o superiore a 1.000,00 euro e al di sotto della soglia di rilievo comunitario, ovvero di fare ricorso ad altri mercati elettronici istituiti ai sensi dell'art. 328 del DPR 207/2010;

VISTI i commi 512 e 514 dell'art. 1 della legge della legge 208/2015 (Disposizioni per la formazione del bilancio annuale e pluriennale dello Stato);

VISTA la Legge n. 208/2015 - Disposizioni per la formazione del bilancio annuale e pluriennale dello Stato (legge di stabilità 2016), che in particolare all'art. 1, comma 516 recita "Le amministrazioni e le società di cui al comma 512 possono procedere ad approvvigionamenti al di fuori delle modalità di cui ai commi 512 e 514 esclusivamente a seguito di apposita autorizzazione motivata dell'organo di vertice amministrativo, qualora il bene o il servizio non sia disponibile o idoneo al soddisfacimento dello specifico fabbisogno dell'amministrazione ovvero in casi di necessità ed urgenza comunque funzionali ad assicurare la continuità della gestione amministrativa. Gli approvvigionamenti effettuati ai sensi del presente comma sono comunicati all'Autorità nazionale anti-corruzione e all'Agid;

VISTA la delibera della Corte dei Conti - Sezione Regionale Di Controllo Per L'Umbria n. 52/2016/PAR - in particolare laddove recita "Più in dettaglio si contempla la possibilità di approvvigionamento al di fuori delle modalità previste dal citato comma 512 solamente in alcuni casi (autorizzazione motivata dell'organo di vertice amministrativo, solo per beni non disponibili o idonei o nei casi di necessità ed urgenza, con comunicazione all'Anac e all'Agid- comma 516). Inoltre la mancata osservanza delle disposizioni dettate in materia rileva ai fini della responsabilità disciplinare e per danno erariale (comma 517)";

VISTA la richiesta inoltrata dal Prof. Francesco BIANCONI in data 06/09/2018, per l'acquisto di una N. 3 licenza software "EXPANDRIVE EDUCATIONAL + Lifetime Upgrade" - prodotta e commercializzata da EXPANDRIVE - Boston, Mass. - USA e di una licenza WING IDE PRO prodotta e commercializzata da Wingware - Cambridge, Mass.- USA ;

VERIFICATO che i sopracitati operatori economici non sono presenti sul MePA e che tali licenze possono essere acquistate esclusivamente tramite i siti WEB dei rispettivi produttori ;



CONSIDERATO altresì che la spesa del suddetto acquisto graverà sul PJ:UA.PG.DING.MONDI5FB, responsabile Prof. Francesco BIANCONI, i cui fondi sono appostati sulla voce COAN del budget economico, CA. 07.70.01.05.01 - Costi operativi progetti - Attività c/terzi e cessione di risultati di ricerca - del Bilancio autorizzatorio dell'esercizio in corso;

DECRETA

di autorizzare la deroga all'obbligo di acquisto di beni e servizi informatici attraverso il Me.Pa. per il rinnovo di una N.3 licenze "EXPANDRIVE EDUCATIONAL + Lifetime Upgrade" e di una licenza "WINGIDE PRO", per un importo complessivo di 185,97 USD pari ad Euro 162,60 al cambio attuale;

Perugia, 07/01/2019

Il Segretario Amministrativo
Dipartimento di Ingegneria

F.to Sig. Giovanni Magara



Allegato N. 2 al punto
dell'ordine del giorno N. M.....

UNIVERSITA DEGLI STUDI DI PERUGIA
Dipartimento di Ingegneria

D.S.A. n. 2/2019

Il Segretario Amministrativo

VISTA la Legge n. 240/2010;

VISTO l'art. 32 del vigente Regolamento per l'amministrazione, la finanza e la contabilità dell'Università degli Studi di Perugia, emanato con D.R. n.389 del 18/03/2013, successivamente modificato con D.R. n.469 del 24/03/2016 che, nello specifico al punto 1) lettera b) **"le variazioni del budget all'interno del singolo Centro Gestionale comportanti trasferimento di risorse tra conti di budget economico o, parimenti, tra conti di budget degli investimenti, previa verifica del rispetto dei vincoli di legge sulle singole nature di spesa interessate e a condizione che non alterino la disponibilità complessiva del Centro"**: sono sempre assunte con provvedimento del Responsabile dei Centri Istituzionali che provvede quindi alla conseguente registrazione nel gestionale di contabilità UGov e che è responsabile dell'invio in posta elettronica, per conoscenza, del provvedimento al Collegio dei Revisori e successivamente inoltrare lo stesso provvedimento all'Ufficio Coordinamento e controllo Centri Istituzionali e Centri di Servizio;

VISTA la nota del Dirigente della Ripartizione Gestione Risorse Finanziarie prot. N. 3449 del 03.02.2015 recante *"Note operative U.GOV – modalità di attivazione/proroga/rinnovi assegni di ricerca ..."*

VISTA la direttoriale prot. n. 92123 del 15/12/2016 relativa alle nuove modalità per l'attivazione di Assegni di ricerca su nuovi finanziamenti acquisiti a partire dall'esercizio 2017, dalla quale si evince chiaramente che per la richiesta inoltra dal prof. P. Valigi rientra nella nuova modalità;

VISTA la richiesta inoltrata dal **Prof. Paolo Valigi** - SSD- ING-INF/04 per l'attivazione di un nuovo dell'assegno di ricerca dal titolo: *Studio e sviluppo di algoritmi per la stima di parametri e per la prognostica, con applicazione al settore aeronautico* con durata di 12 mesi per un importo pari ad € 23.800,00(EURO ventitremilaottocento/00);

CONSIDERATO che il costo del suddetto nuovo assegno sarà garantito con fondi appostati sulla macrovoce "Finanziamento Assegni di Ricerca nella voce di costo: CA 07.70.01.04.01 "Costi operativi progetti – finanziamenti competitivi erogati da organismi internazionali" PJ UA.PG.DING. E_BRAKE17PV di cui il richiedente è responsabile;

RITENUTO necessario procedere alle relative variazioni al Bilancio Unico di Ateneo di previsione annuale autorizzatorio dell'esercizio 2019

DECRETA

- 1) di autorizzare l'Ufficio Compensi ai successivi pagamenti delle mensilità spettante al vincitore a gravare su fondi appostati sulla macrovoce "Finanziamento per Assegni di Ricerca": PJ UA.PG.DING. E_BRAKE17PV per un totale di € 23.800,00 di cui è responsabile il Prof. Paolo Valigi;
Il presente decreto sarà portato a ratifica del prossimo Consiglio di Dipartimento.

Perugia, 01/02/2019

Il Segretario Amministrativo
Dipartimento di Ingegneria

F.to Sig. Giovanni Magara



Allegato N. 3 al punto
dell'ordine del giorno N. 11

UNIVERSITA DEGLI STUDI DI PERUGIA
Dipartimento di Ingegneria

D.S.A. n. 3/2019

Il Segretario Amministrativo

Oggetto:

Autorizzazione all'acquisto di beni e servizi informatici all'esterno del Mercato Elettronico della P.A. in deroga all'obbligo di cui all'art. 1 - commi 512 e 514 - della legge 208/2015 (Disposizioni per la formazione del bilancio annuale e pluriennale dello Stato)

VISTI gli art. 60 e 61 del vigente Regolamento per l'Amministrazione, la Finanza e la Contabilità dell'Università degli Studi di Perugia - emanato con D.R. n. 389 del 18.03.2013; in vigore dal 1° gennaio 2015 - modificato con D.R. n. 469 del 24.03.2016;

VISTO l'art. 1 comma 450 del L. 296/2006, come modificato dall'art. 22 comma 8 L. 114/2014, dall'art. 1 commi 495 e 502 L. 208/2015 e dall'art. 1 comma 1 L. 10/2016, circa gli obblighi per le amministrazioni pubbliche di far ricorso al mercato elettronico della pubblica amministrazione (MEPA) per gli acquisti di beni e servizi di importo pari o superiore a 1.000,00 euro e al di sotto della soglia di rilievo comunitario, ovvero di fare ricorso ad altri mercati elettronici istituiti ai sensi dell'art. 328 del DPR 207/2010;

VISTI i commi 512 e 514 dell'art. 1 della legge della legge 208/2015 (Disposizioni per la formazione del bilancio annuale e pluriennale dello Stato);

VISTA la Legge n. 208/2015 - Disposizioni per la formazione del bilancio annuale e pluriennale dello Stato (legge di stabilità 2016), che in particolare all'art. 1, comma 516 recita "Le amministrazioni e le società di cui al comma 512 possono procedere ad approvvigionamenti al di fuori delle modalità di cui ai commi 512 e 514 esclusivamente a seguito di apposita autorizzazione motivata dell'organo di vertice amministrativo, qualora il bene o il servizio non sia disponibile o idoneo al soddisfacimento dello specifico fabbisogno dell'amministrazione ovvero in casi di necessità ed urgenza comunque funzionali ad assicurare la continuità della gestione amministrativa. Gli approvvigionamenti effettuati ai sensi del presente comma sono comunicati all'Autorità nazionale anti-corruzione e all'Agid;

VISTA la delibera della Corte dei Conti - Sezione Regionale Di Controllo Per L'Umbria n. 52/2016/PAR - in particolare laddove recita "Più in dettaglio si contempla la possibilità di approvvigionamento al di fuori delle modalità previste dal citato comma 512 solamente in alcuni casi (autorizzazione motivata dell'organo di vertice amministrativo, solo per beni non disponibili o idonei o nei casi di necessità ed urgenza, con comunicazione all'Anac e all'Agid- comma 516). Inoltre la mancata osservanza delle disposizioni dettate in materia rileva ai fini della responsabilità disciplinare e per danno erariale (comma 517)";

VISTA la richiesta inoltrata dall'Ing. Anna Laura PISELLO in data 06/09/2018, per l'acquisto di una N. 1 licenza software "EMOTIV PRO - Annual License" - prodotta e commercializzata da EMOTIV- 490 Post ST. Suite 824 - San Francisco, CA94102 - USA";

VERIFICATO che il sopracitato operatore economico non è presente sulla vetrina MePA e che tale licenza può essere acquistata esclusivamente tramite i siti WEB del produttore stesso;

CONSIDERATO altresì che la spesa del suddetto acquisto graverà sul PJ:UA.PG.DING.SWSHEATING17AP, responsabile Ing. Anna Laura PISELLO, i cui fondi sono appostati sulla voce COAN del budget economico, CA. 07.70.01.04.01 - Costi operativi



progetti – Quota di competenza e di finanziamenti competitivi per ricerca da parte dell'Unione Europea - del Bilancio autorizzatorio dell'esercizio in corso;

DECRETA

di autorizzare la deroga all'obbligo di acquisto di beni e servizi informatici attraverso il Me.PA. per il rinnovo di una N:1 licenza "EMOTIV PRO - Annual License" per un importo di USD 2.160,00 (pari al cambio attuale ad euro 1934,71) + IVA.

Perugia, 01/02/2019

Il Segretario Amministrativo
Dipartimento di Ingegneria

F.to Sig. Giovanni Magara



Allegato N.4..... al punto
dell'ordine del giorno N.11.....

UNIVERSITA DEGLI STUDI DI PERUGIA

Dipartimento di Ingegneria

D.S.A. n. 4/2019

Il Segretario Amministrativo

VISTO La legge 240/2010;

VISTO l'art. 32 del vigente Regolamento per l'amministrazione, la finanza e la contabilità dell'Università degli Studi di Perugia, vigente che, nello specifico al punto 1) lettera b) recita "le variazioni del budget all'interno del singolo Centro Gestionale comportanti trasferimento di risorse tra conti di budget economico o, parimenti, tra conti di budget degli investimenti, previa verifica del rispetto dei vincoli di legge sulle singole nature di spesa interessate e a condizione che non alterino la disponibilità complessiva del Centro": sono sempre assunte con provvedimento del Responsabile dei Centri Istituzionali che provvede quindi alla conseguente registrazione nel gestionale di contabilità U-Gov e che è responsabile dell'invio in posta elettronica, per conoscenza, del provvedimento al Collegio dei Revisori e successivamente inoltrare lo stesso provvedimento all'Ufficio Coordinamento e controllo Centri Istituzionali e Centri di Servizio;

VISTO il nuovo Regolamento per l'attività conto terzi, emanato con D.R. n.201 del 18/02/2015, approvato dal Senato Accademico e dal Consiglio di Amministrazione nelle sedute del 04/02/2015;

VISTI i piani finanziari redatti, ai sensi degli art.9 e 10 del sopracitato regolamento per l'attività conto terzi, dai singoli responsabili scientifici dei progetti conto terzi nel corso dell'esercizio 2019 e dai quali risulta, quale quota destinata al prelievo forfettario per costi per attività di ricerca un ammontare complessivo pari ad € 21.328, così suddivisi:

Prof. Lucio Postriotti:

PJ UA.PG.DING.GENERAL14LP CA.07.70.01.05.01 "Costi operativi progetti - attività c/terzi e cessione di risultati di ricerca per € 3.528,00;

PJ UA.PG.DING.MAMARE14LP CA.07.70.01.05.01 "Costi operativi progetti - attività c/terzi e cessione di risultati di ricerca per 3.600,00;

PJ UA.PG.DING.PIAGGI14LP CA.07.70.01.05.01 "Costi operativi progetti - attività c/terzi e cessione di risultati di ricerca per € 4.200,00;

Prof. Antonio Borri:

PJ UA.PG.DING.PRETLA18AB CA.07.70.01.05.01 "Costi operativi progetti - attività c/terzi e cessione di risultati di ricerca per € 4.655,19;

PJ UA.PG.DING.PRESLA17AB CA.07.70.01.05.01 "Costi operativi progetti - attività c/terzi e cessione di risultati di ricerca per € 5.344,81;

VISTA la richiesta presentata in data 12/02/2019 dal prof. Lucio Postriotti in merito allo spostamento delle quote destinate al prelievo forfettario appostate sui PJ sopra indicati al PJ UA.PG.DING.41RCV14LP per poter cofinanziare un progetto di ricerca sullo studio sperimentale e numerica di sistemi SCR e di iniezione diretta del combustibile;

VISTA la richiesta presentata in data 13/02/2019 dal prof. Antonio Borri in merito allo spostamento delle quote destinate al prelievo forfettario appostate sui PJ sopra indicati al PJ UA.PG.DING.RELUIS19AB per poter cofinanziare un progetto di ricerca sullo studio sperimentale in laboratorio ed in siti di strutture civili;

CONSIDERATO che, la predisposizione di una procedura contabile mediante trasferimento interno per l'assegnazione delle citate risorse, utilizzabili per costi a sostegno delle spese generali ed in ogni caso per attività di interesse comune della Struttura, garantisce una più

Oggetto:

Disposizioni per trasferimenti interni – Movimentazioni interne per prelievo forfettario dipartimento 15% da attività conto terzi per la copertura dei costi per la ricerca



agevole e opportuna corretta imputazione del singolo costo a carico del PJ di riferimento, assicurando il corretto funzionamento del metodo "cost to cost";

RITENUTO necessario procedere alle relative variazioni al Bilancio Unico di Ateneo di previsione annuale autorizzatorio dell'esercizio 2019;

DECRETA

- 1) di autorizzare, a seguito del trasferimento interno, in premessa indicato, per complessivi € 21328 , suddiviso per le quote di seguito riportate a gravare sui PJ a fianco di ciascuna indicati: € 3.528,00 PJ UA.PG.DING. GENERAL14LP, € 3.600,00 PJ: UA.PG.DING. MAMARE14LP, € 4.200,00 PJ UA.PG.DING.PIAGGI14LP, €4.655,19 PJ UA.PG.DING.PRESTLA18AB e € 5.344,814 PJ UA.PG.DING.PRESTLA17AB e del reincameramento della suddetta somma nei trasferimenti interni di ricavo (voce COAN CA.03.05.01.12.01 "Trasferimenti Interni Vari"), la conseguente variazione:

Voce COAN

CA.03.05.01.12.01 "Trasferimenti Interni Vari"

UA.PG.DING.41RICV14LP	3	+ € 11.328,00
UA.PG.DING.RELUIS19AB		+ € 10.000,00
TOTALE		+ € 21.328,00

Voce COAN

07.70.01.06.01- "Costi operativi progetti- finanziamenti non competitivi per la ricerca"

UA.PG.DING. 41RICV14LP		+ € 11.328,00
UA.PG.DING.RELUIS19AB		+ € 10.000,00
TOTALE		+ € 21.328,00

- 2) Di trasmettere scansione dell'originale del presente decreto al Collegio dei Revisori dei Conti, come previsto dall'art.32 del vigente Regolamento per l'amministrazione, la finanza e la contabilità, richiamato in premessa.

Il presente decreto sarà portato a conoscenza del Consiglio di Dipartimento nella prima seduta utile.

Perugia, 15/02/2019

Il Segretario Amministrativo
Dipartimento di Ingegneria
F.to Giovanni Magara



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI PERUGIA

Oggetto:
Conferimento Incarico
Vice Segretario

Allegato N.5..... al punto
dell'ordine del giorno N.11.....

D.S.A. n. 5/2019

IL SEGRETARIO AMMINISTRATIVO

- VISTO** Il vigente Statuto dell'Università degli Studi di Perugia;
- VISTO** Il vigente Regolamento generale di Ateneo;
- VISTO** Il vigente Regolamento per l'Amministrazione, la Finanza e la Contabilità;
- RICHIAMATO PRESO ATTO** Il D.Lgs. n.165/2001 ed in particolare l'art.52; della dotazione organica del Dipartimento di Ingegneria;
- TENUTO CONTO** del miglioramento dell'organizzazione e della qualità dei servizi in conformità ai principi di efficacia ed efficienza;
- TENUTO CONTO** delle esperienze pregresse maturate da lungo tempo, della professionalità acquisita con lo svolgimento di compiti inerenti la gestione amministrativo-contabile e delle specifiche competenze ottenute attraverso vari corsi di aggiornamento e formazione;
- RITENUTO** opportuno e conveniente dal punto di vista organizzativo garantire al meglio il servizio di Segreteria e un adeguato e funzionale supporto amministrativo a tutte le attività programmate dalla Struttura, nonché a sostituire il Segretario in caso di sua assenza o impedimento;
- RITENUTO** La propria competenza;

DISPONE

di conferire l'affidamento dell'incarico di Vice Segretario Amministrativo alla dott.ssa Laura Mosconi, categoria C, con decorrenza 15 Febbraio 2019, che coadiuverà il Direttore e il Segretario Amministrativo per la predisposizione di tutti gli adempimenti correlati alle mansioni assegnate, curandone l'istruttoria.

Il presente decreto sarà portato a conoscenza del Consiglio di Dipartimento nella prima seduta utile.

Perugia, 15/02/2019

IL SEGRETARIO AMMINISTRATIVO

F.to Giovanni Magara

(All. n. 1 punto n. 14)



Università degli Studi Perugia

**RELAZIONE SULLA ATTIVITÀ SCIENTIFICO - ACCADEMICA
SVOLTA NEL PERIODO 01.08.2017 - 29.11.2018**

da

Anna Laura Pisello

Ricercatore di Fisica Tecnica Ambientale (ING-IND/11 – settore concorsuale 09/C2)



DI – Dipartimento di Ingegneria



CIRIAF – Centro Interuniversitario di ricerca sull'inquinamento e
l'ambiente Mauro Felli

e-mail: anna.pisello@unipg.it

skype: *anna.laura.pisello*

web: <http://scholar.google.it/citations?user=yKLQuV8AAAAJ&hl=it>

http://www.researchgate.net/profile/Anna_Laura_Pisello/publications/

<http://orcid.org/0000-0002-4527-6444>





L'ing. Anna Laura Pisello, risultata aggiudicataria della procedura di rinnovo in relazione alla valutazione comparativa per la copertura di n° 1 posto di ricercatore universitario a tempo determinato di tipo A per il settore scientifico disciplinare ING-IND/11 (Fisica Tecnica Ambientale) presso l'Università degli Studi di Perugia, ha preso servizio il 1 Agosto 2017, afferendo al Dipartimento di Ingegneria. Giunta al termine del periodo di servizio da RTD-A, comunica le sue dimissioni a partire dalla data 29 Agosto 2018, per prendere successivamente servizio in data 1 Dicembre 2018 da RTD di tipo B. Si riassumono di seguito le attività scientifiche e didattiche svolte nel periodo in oggetto, al fine dell'espletamento dei necessari atti di valutazione.

SOMMARIO

1.	NOTE BIOGRAFICHE	4
2.	ATTIVITÀ ACCADEMICO/DIDATTICA	4
3.	ATTIVITÀ SCIENTIFICA.....	7
4.	TEMATICHE ED INDIRIZZI DI RICERCA	12
5.	PUBBLICAZIONI DEL PERIODO.....	14
6.	NOTA.....	21



1. NOTE BIOGRAFICHE

Nata a Fermo (FM) il 3 Maggio 1985.

Attualmente Ricercatore a tempo determinato di Tipo B. SSD ING-IND/11 Fisica Tecnica Ambientale – settore concorsuale 09/C2, presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Università degli Studi di Perugia.

Titolare di abilitazione da professore di seconda fascia, in risposta al BANDO D.D. 1532/2016 per il SETTORE CONCORSUALE 09/C2 FISICA TECNICA E INGEGNERIA NUCLEARE, con giudizio unanime della commissione e l'aggiudicazione di n. 7 titoli su 9, dal 04/04/2017 al 04/04/2023 (art. 16, comma 1, Legge 240/10).

Ricercatore a tempo determinato di Tipo A. SSD ING-IND/11 Fisica Tecnica Ambientale – settore concorsuale 09/C2, presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Università degli Studi di Perugia, dal 1-08-2014 al 30-11-2018.

Titolo di **Dottore di Ricerca** in Ingegneria Energetica presso dell'Università degli Studi di Perugia (XXV ciclo). Titolo della tesi "Cool roofs and the energy performance of residential buildings: experimental optimization, numerical analysis and field tests", Relatore: prof. ing. Franco Cotana.

Abilitazione alla professione di Ingegnere, gennaio 2007, Iscrizione all'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Perugia al n. A 3248.

Laurea Specialistica in Ingegneria Edile (A.A. 2008-2009) presso il Politecnico di Milano con votazione finale di laurea: 110/110 e lode.

2. ATTIVITÀ ACCADEMICO/DIDATTICA

L'attività accademica svolta nel periodo descritta di seguito concerne gli impegni didattici e le partecipazioni ad organi accademici e commissioni, lo svolgimento di seminari e docenze su invito presso l'Università di afferenza ed altre istituzioni di rilievo in Italia ed all'estero.

Attività didattica in Italia

- | | |
|--------------------|---|
| <i>2018-2019</i> | <i>Docente del Corso di Fisica tecnica Ambientale (110 ore) del CdL LX036 in Ingegneria Edile-Architettura dell'Università degli Studi di Perugia.</i> |
| <i>2016 - 2018</i> | <i>Docente del Modulo "Impianti" nell'insegnamento "Fisica Tecnica Ambientale" (40 ore) nel CdL LX036 in Ingegneria Edile-Architettura dell'Università degli Studi di Perugia.</i> |
| <i>2016 – oggi</i> | <i>Titolare del corso "C11 – Thermal energy storage applications for buildings" nell'ambito del Progetto Europeo INPATH TES, finalizzato a sviluppare un corso di dottorato internazionale sul tema Thermal-Energy Storage.</i> |
| <i>2017-2018</i> | <i>Relatore o co-relatore di oltre 15 tesi di laurea specialistica o magistrale presso il Dipartimento di Ingegneria ed il Dipartimento di Ingegneria Civile ed Ambientale</i> |



dell'Università degli Studi di Perugia nei Corsi di Laurea in Ingegneria Civile, Ingegneria Meccanica, Ingegneria per l'ambiente ed il territorio, Ingegneria Edile-Architettura.

2017-2018 Co-relatore delle tesi di dottorato di n.1 dottorando di ricerca dell'Università di Perugia (Corsi in Ingegneria Energetica ed Energia e Sviluppo Sostenibile dell'Università degli Studi di Perugia). Attualmente co-tutor o tutor di n.5 dottorandi (Corsi in Ingegneria Energetica ed Energia e Sviluppo Sostenibile dell'Università degli Studi di Perugia) ed un dottorando "industriale" nello stesso corso.

Organizzazione di corsi tecnico-scientifici internazionali nell'ambito delle attività didattiche ufficiali del corso di dottorato in Energia e Sviluppo Sostenibile

Organizzazione, nell'ambito delle attività didattiche ufficiali del corso di dottorato in Energia e sviluppo sostenibile, di corsi di approfondimento scientifico rivolti agli studenti di dottorato ed ai ricercatori con relatori provenienti da qualificate istituzioni nazionali ed internazionali, tra cui si riportano di seguito i più significativi:

- Prof. Luisa F. Cabeza, Università di Lleida, dal titolo "How to prepare a H2020 EU project" (15-01-2018)
- Prof. Stefano Paolo Corgnati, Politecnico di Torino, dal titolo "Towards net-zero energy buildings" (18-19 e 29-09-2017)
- Prof. Luisa F. Cabeza, Università di Lleida, dal titolo "Thermal Energy Storage: Possibilities and Outlook" (20-01-2018)
- Prof. Riccardo Paolini, University of New South Wales, dal titolo "Local climate change and overheating mitigation in Australian cities" (20-12-2017)

Attività di partecipazione a collegi ed organi di valutazione di scuole di dottorato di ricerca in Italia ed all'estero

2016 – oggi Membro del Collegio dei docenti. del corso di Dottorato in "Energia e sviluppo sostenibile" accreditato ANVUR, presso il CIRIAF (Centro Interuniversitario di Ricerca sull'Inquinamento e l'Ambiente Mauro Felli) – Università degli Studi di Perugia convenzionato con l'Università di Lleida (Spagna).

2018 Commissario di valutazione di tesi (su invito) per il conseguimento del titolo di Dottore di Ricerca nel corso di dottorato in Energy, Chemical and Environmental Engineering presso l'Università di Siviglia.

Attività scientifica e didattica ufficiale mediante la formale attribuzione di incarichi presso istituzioni estere

2018 Posizione ufficiale (appointment) Visiting Research Collaborator nel programma Environmental Engineering and Water Resources Program del Dipartimento di Ingegneria civile ed ambientale, presso la scuola di ingegneria e scienze applicate della Princeton University (NJ, USA), 2018 – in corso.2017

2017 – in corso Responsabile dell'accordo bilaterale (memorandum of understanding) fra la Princeton University (NJ, USA), e l'Università degli Studi di Perugia in qualità di program coordinator e research coordinator per conto dell'Università degli Studi di Perugia con



l'obiettivo di supportare l'attività accademica congiunta fra i due atenei sia dal punto di vista scientifico che didattico attraverso progetti di ricerca congiunta, scambi di studenti e ricercatori, ecc. Validità biennale, rinnovabile, a partire dal 08/08/2017.

- 2018 Incarico seminariale su invito presso la Princeton University (Princeton, NJ, Stati Uniti) dal titolo "On buildings shedding their skin in urban systems: a multidisciplinary and multidomain approach for energy efficiency and environmental comfort in indoors and outdoors"
- 2017 Membro del comitato organizzatore e relatore ad invito presso il Consolato Italiano (Istituto Italiano di Cultura) a New York della Scuola Estiva "World heritage studies Summer School 2017". Intervento dal titolo "Energy efficiency and environmental sustainability in historical buildings"

Partecipazione a conferenze scientifiche internazionali in qualità di "chairman" (moderatore di sessione) o relatore su invito

- 2018 Moderatore del workshop internazionale "Noon to noon with energy and environmental challenges", presso l'Università degli Studi di Perugia (febbraio 2018).
- 2017 Relatore plenario su invito al 10° Congreso Nacional Ingeniería Termodinámica (Lleida, giugno 2017) - Plenary presentation (V288) dal titolo "Are we able to take advantage of envelope dynamics for improving building thermal-energy efficiency and urban wellbeing?"

Partecipazione a comitati scientifici e comitati organizzatori di congressi nazionali e internazionali

- 2018-in corso Membro dello Scientific Advisory board della Conferenza internazionale SDEWES 2019 - 14th Conference on Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems, Dubrovnik.
- 2017 – in corso Membro del Scientific and Planning Committee della 5th International Conference on Countermeasures to Urban Heat Islands (IC2UHI), dicembre 2019, International Institute of Information Technology - Hyderabad, India.
- 2017 – in corso Membro del Scientific Committee della conferenza Advances in Thermal Energy Storage, maggio 2019, Università di Lleida, Spagna.
- 2017 – 2018 Membro del International Programme committee della conferenza internazionale Sustainability in Energy and Buildings, SEB-18, giugno 2018, Gold coast, Australia.
- 2016 – 2018 Membro del Scientific Committee della conferenza 14th International conference on energy storage, aprile 2018, Cukurova University, Adana, Turchia.
- 2017-in corso Membro del Local Organising Committee del 16° Convegno Internazionale della "International Building Performance Simulation Association" (IBPSA) Building Simulation 2019, settembre 2019, Roma.
- 2017-2018 Membro organizzatore e del comitato scientifico del workshop internazionale "Noon to noon with energy and environmental challenges", febbraio 2018, Perugia.



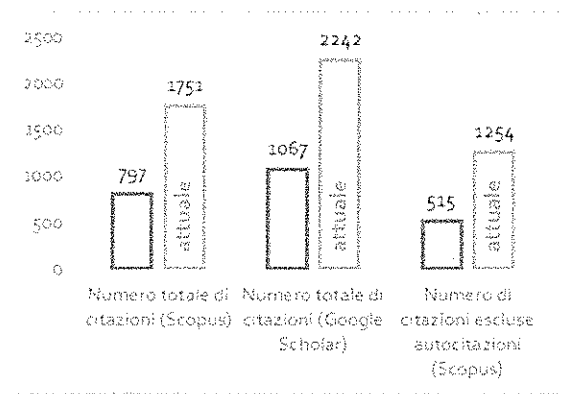
- 2017 Membro del International Programme committee della conferenza internazionale Sustaina-bility in Energy and Buildings, SEB-17, luglio 2017, Creta.
- 2018 Membro del comitato organizzatore del 16° Congresso CIRIAF 2016, del 17th° Congresso CIRIAF 2018 e del 18° Congresso CIRIAF 2018.

Partecipazione a conferenze scientifiche nazionali ed internazionali in qualità di relatore o contributore di una o più memorie scientifiche agli atti

- 2018 Conferenza 14th International conference on energy storage, aprile 2018, Cukurova University, Adana, Turchia.
- 2018 Conferenza internazionale SDEWES 2018 - 13th Conference on Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems, Palermo.
- 2017 Conferenza 72° congresso nazionale ATI, "GESTIONE INTELLIGENTE E OTTIMALE DEI SISTEMI ENERGETICI" INTELLIGENT AND OPTIMAL MANAGEMENT OF ENERGY SYSTEMS, settembre 2017, Lecce.

3. ATTIVITÀ SCIENTIFICA

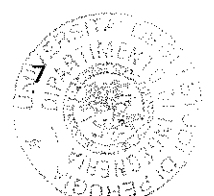
Informazioni Bibliometriche confrontate rispetto alla data di consegna del report triennale (aggiornato in data 03-03-2017)



I valori di H index alla fine del triennio erano pari a 17 (Scopus) e 20 (Google Scholar). Alla data del 30 novembre 2018 corrispondevano a 26 (Scopus) e 27 (Google Scholar)

Premi conseguiti nel periodo

- 2018 Riconoscimento per essere co-autore di uno dei 10 articoli più visitati della rivista WIREs Energy and Environment (Wiley, I.F. 2.514)
- 2018 Riconoscimento per l'invito ad elaborare articoli di review nella rivista Wiley Interdisciplinary Reviews: Energy and Environment (Volume 7, Issue 4, July/August 2018, Article number e294) dal titolo "Facing the urban overheating: Recent



developments. Mitigation potential and sensitivity of the main technologies” Pisello, A.L., et al.

2017 Riconoscimento per l’invito ad elaborare articoli di review nella rivista Solar Energy, 144, pp. 660-680. I.F. 4.374 a nome singolo dal titolo “State of the art on the development of cool coatings for buildings and cities”.

Attività di terza missione, ricerca applicata e trasferimento tecnologico mediate contratti di ricerca

2017 - oggi Responsabile tecnico-operativo dell’unità subcontraente CIRIAF nell’ambito del progetto di trasferimento tecnologico COLD ENERGY, presentato in risposta al bando “Fast Track to Innovation Pilot - Innovation actions” (close-to-the-market innovation activities) finanziato nell’ambito del programma Horizon 2020 (Topic: FTIPilot-01-2016).

2016 – oggi Brevetto pendente (n. 102016000127043) dal titolo “Malte cementizie colorate con proprietà termiche e ottico-energetiche ottimizzate per il raffrescamento passivo (Malt-Opt)” già approvato dalla commissione Brevetti dell’Università di Perugia e dell’Università La Sapienza di Roma, degli inventori Anna Laura Pisello, Franco Cotana, Federica Rosso, Marco Ferrero. Si allega La manifestazione di interesse che l’azienda di settore CVR s.r.l. ha già dimostrato rispetto a tale invenzione.

2016 – 2018 Responsabile tecnico-operativo della convenzione di ricerca sottoscritta fra le parti (i) CIRIAF (Centro Interuniversitario di Ricerca sull’Inquinamento e l’Ambiente Mauro Felli) e l’azienda (ii) Luigi Metelli S.p.A. a seguito della aggiudicazione di un progetto di ricerca finanziato su fondi regionali in relazione al bando BANDO L. 598/94 ART. 11 - RICERCA INDUSTRIALE E SVILUPPO SPERIMENTALE ENERGIA. Il titolo del progetto e della conseguente convenzione è “COOLCRETE: Sviluppo, test e ottimizzazione di calcestruzzi per pavimentazioni innovative ad elevate prestazioni termo-acustiche per il raffrescamento passivo degli edifici e la mitigazione dell’isola di calore e di rumore in ambito urbano”. Durata: 14 mesi.

Partecipazioni ad iniziative editoriali internazionali

2016 – oggi Editore capo (Editor in chief) della rivista internazionale Environmental Sciences and Sustainable Development Journal (IEREK-Elsevier)

2017 – oggi Membro del collegio editoriale (editorial board) della rivista internazionale Energy and Buildings (Elsevier, I.F. 4.457).

2016 – oggi Membro del collegio editoriale (editorial board) della rivista internazionale Energy Research & Social Science (Elsevier).

2017 - 2018 Co-editore ad invito (leader editor) del volume speciale (Special Issue) della rivista internazionale Energy and Buildings “Energy Storage for Building Applications” (Elsevier, I.F. 4.457).



- 2017 - 2018 Co-editore ad invito (guest co-editor) del volume speciale (Special Issue) intitolato "Recent Advances in Smart Materials for the Built Environment" della rivista internazionale open source Materials (MPDI, I.F. 2.728).
- 2017 - 2018 Co-editore ad invito (guest co-editor) del volume speciale (Special Issue) della rivista internazionale Solar Energy "Solar Thermal Energy Storage" (Elsevier, I.F. 3.685).
- 2017 - 2018 Co-editore ad invito (leader editor) del volume speciale (Special Issue) della rivista internazionale Energy and Buildings "Energy Storage for Building Applications" (Elsevier, I.F. 4.457).
- 2017 - 2018 Co-editore ad invite del volume special nella rivista Sustainability (MPDI) – titolo "17th CIRIAF National Congress—Energy—Environmental Sustainability and Seismic Retrofit of Built Heritage" (2017)
- 2015 - oggi Membro del collegio editoriale (editorial board) della rivista internazionale International Journal of Energy Science (Science and Engineering Publishing Company).
- 2015 - oggi Membro del collegio editoriale (editorial board) della rivista internazionale Energy Science & Engineering Journal (Society of Chemical Industry and John Wiley & Sons, Ltd)
- 2015 - oggi Editore associato (Associate editor) della rivista internazionale American Journal of Engineering and Applied Science (Science Publications) - <http://thescipub.com/journals/ajeas/editors>.
- 2016 - oggi Membro del collegio editoriale (editorial board) della rivista internazionale International Journal of Applied Engineering Research (IJAER) - (Research India Publications)
- 2010 - oggi Revisore delle seguenti riviste scientifiche internazionali nell'ambito della fisica tecnica (si citano le principali):
1. Applied Energy, Elsevier
 2. Applied Thermal Engineering, Elsevier
 3. Energy and Buildings, Elsevier
 4. Energy, Elsevier
 5. Solar Energy, Elsevier
 6. Solar Energy Materials and Solar Cells Elsevier
 7. Energy Efficiency, Springer
 8. Computers, Environment and Urban Systems, Elsevier
 9. Journal of Building Engineering, Elsevier
 10. Landscape and Urban Planning, Elsevier
 11. Sustainable Cities and Society, Elsevier
 12. Urban Climate, Elsevier
 13. International Journal of Low-Carbon Technologies, Oxford Journals
 14. British Journal of Applied Science & Technology, SCIENCEDOMAIN international
 15. Journal of Energy Storage, Elsevier
 16. Smart and Sustainable Built Environment, Emerald
 17. Energy Research & Social Science, Elsevier



18. Advances in Research, SCIENCEDOMAIN international
19. Mathematical Problems in Engineering, Hindawi Publishing Corporation
20. Materials, MPDI Publishing
21. Management of Environmental Quality: An International Journal, Emerald Publishing
22. Smart and Sustainable Built Environment, Emerald Publishing
23. Sustainability, MPDI
24. Energies, MPDI
25. Sensors, MPDI
26. Buildings, MPDI
27. Renewable Energy, Elsevier.

Partecipazioni ad associazioni tecnico-scientifiche di settore nel triennio

L'ing. Anna Laura Pisello partecipa come membro attivo alle seguenti associazioni scientifiche nazionali ed internazionali di riconosciuto prestigio nel settore di afferenza:

1. Membro del consiglio scientifico del CIRIAF (Centro Interuniversitario di Ricerca sull'Inquinamento e l'Ambiente Mauro Felli) dell'Università degli Studi di Perugia.
2. Membro della Associazione della Fisica Tecnica Italiana
3. Membro della Associazione Italiana delle Proprietà Termofisiche
4. Membro della AiCARR: Associazione Italiana Condizionamento dell'Aria Riscaldamento e Refrigerazione;
5. Membro del Comitato Scientifico Internazionale dell'Associazione IEREK (International Experts for Research Enrichment and Knowledge Exchange);
1. Membro co-fondatore della IBPSA-Italia, sezione italiana di IBPSA (International Building Performance Simulation Association);
2. Membro del CIB (International Council for Building) nell'ambito della Commissione internazionale di lavoro - Working Commission TG93 Building Zero Energy Settlements;
6. Membro del Gruppo di lavoro dell'Annex 66 promosso della International Energy Agency (IEA) nell'ambito del programma EBC (Energy in buildings and communities programme): IEA-EBC Annex 66 "Definition and Simulation of Occupant Behavior in Buildings", per le attività "Interdisciplinary International Survey on Occupant Behavior (OB) in Office Buildings" - Task Force Italiana – Subtask D.
7. Membro del Gruppo di lavoro dell'Annex 79 promosso della International Energy Agency (IEA) nell'ambito del programma EBC (Energy in buildings and communities programme): IEA-EBC Annex 79 "Occupant-Centric Building Design and Operation".
- 8.

Partecipazione e/o responsabilità scientifica di progetti di ricerca nel triennio

2018 – oggi Responsabile scientifico per UNIPG del Progetto GeoFit - Horizon 2020. Call H2020-LCE-2016-2017 (COMPETITIVE LOW-CARBON ENERGY). Numero di contratto: 792210. Acronimo: GeoFit. Titolo: Deployment of novel GEothermal systems, technologies and tools for energy efficient building retrofitting. *Durata: 48 mesi, 2018 – 2022.*



- 2018-oggi Responsabile scientifico per UNIPG del Progetto SOS CITTA' - SOSTENIBILITÀ AMBIENTALE DI SUPERFICI INNOVATIVE PER IL BENESSERE DEI CITTADINI E LA RESILIENZA DELLE CITTÀ, finanziato dal Bando della Fondazione Cassa di Risparmio di Perugia. Durata 24 mesi.
- 2018-oggi Responsabile scientifico per UNIPG del Progetto SWS-HEATING - Horizon 2020. Call H2020-LCE-2016-2017 (COMPETITIVE LOW-CARBON ENERGY). Numero di contratto: 764025-2. Acronimo: SWS-HEATING. Titolo: Development and Validation of an Innovative Solar Compact Selective-Water-Sorbent-Based Heating System. Durata: 48 mesi, 2018 – 2022.
- 2018-oggi Responsabile scientifico per CIRIAF del Progetto SAFERUP - Horizon 2020. Call H2020-MSCA-ITN-2017. Numero di contratto: 765057. Acronimo: SAFERUP. Titolo: Sustainable, Accessible, Safe, Resilient and Smart Urban Pavements. Type of action: MSCA-ITN-ETN (European Training Networks). Ruolo della sottoscritta: Co-Responsabile scientifico per conto dell'unità interna CIRIAF dell'Università degli Studi di Perugia, Responsabile scientifico del sottoprogetto ESR6 dal titolo COOL PAVEMENTS FOR URBAN HEAT ISLAND EFFECT MITIGATION (COOLUM), Tutor del ricercatore (ESR early stage researcher reclutato nell'ambito del Dottorato in Energia e Sviluppo Sostenibile) in corso di selezione per conto dell'unità operativa CIRIAF-UNIPG, Coordinatore del comitato di guida dei ricercatori reclutati dal progetto (n.15 ESR). Durata: 48 mesi, 2018 – 2022.
- 2017-oggi Responsabile scientifico per CIRIAF del Progetto REHIB – Marie Curie COFUND da parte del Governo Catalano – TCSPR17-1-0002 Acronimo: REHIB Titolo: Renewable energies in historical buildings Ruolo della sottoscritta: Responsabile scientifico per la sede ospitante il ricercatore dr. Alvaro De Gracia in visita presso la suddetta sede ospitante (CIRIAF – Università di Perugia) per 12 mesi. Durata: 24 mesi, 2018-2019, in corso.
- 2017-2018. Responsabile scientifico per CIRIAF del Progetto Microclimate control for the resilience of the cultural heritage - PRX17/00221 finanziato dal Ministerio de educacion, cultura y deporte (Spagna) Ruolo della sottoscritta: Co-responsabile scientifico per la sede ospitante il ricercatore prof. Luisa F. Cabeza in visita presso la suddetta sede ospitante (CIRIAF – Università di Perugia) per 6 mesi. Grant for mobility stays of professors, lecturers and senior researchers in foreign centres, included in the program "Salvador de Madaia" (Modality A) Durata: 6 mesi, dal 01-10-2017 al 31-03-2018.
- 2015 – oggi Contatto del partecipante (participant contact) per l'Università degli Studi di Perugia, gestore delle attività (task manager) del progetto europeo finanziato nell'ambito del programma Horizon 2020 nel bando H2020-EE-2015-1-PPP. Nome del progetto: Achieving near Zero and Positive Energy Settlements in Europe using Advanced Energy Technology. Codice della proposta: 678407. Acronimo: ZERO-PLUS. Argomento del bando: EE-02-2015. Tipologia di azione: Azione di Innovazione (Innovation Action – IA). Periodo di svolgimento: 2015-2019. Durata: 48 mesi.
- 2016 – oggi Contatto del partecipante (participant contact) per il centro CIRIAF dell'Università degli Studi di Perugia, gestore delle attività (task manager) del progetto europeo finanziato nell'ambito del programma Horizon 2020 nel bando H2020-DRS-2015. Nome del progetto: HEritage Resilience Against CLimate Events on Site. Codice della proposta: 700395. Acronimo: HERACLES. Argomento del bando: DRS-11-2015. Tipologia di



- azione: Azione di ricerca ed innovazione (Research and innovation action - RIA). Periodo di svolgimento: 2016-2019. Durata: 36 mesi.
- 2016 – 2018 Responsabile tecnico dell'unità di consulenza da parte del centro CIRIAF del progetto "COLO ARTE Conservazione e Valorizzazione degli edifici storici e delle opere d'arte". Progetto relativo al Bando 2015, finanziato dalla Fondazione Cassa di Risparmio di Perugia (codice progetto 2016.0276.021).
- 2016 – oggi Componente del gruppo di ricerca (referente per il CIRIAF) del progetto "SMART-BRICK: Novel strain-sensing nano-composite clay brick enabling self-monitoring masonry structures" (protocollo 2015MS5L27) finanziato dal Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca (MIUR) nell'ambito del bando "PRIN: Progetti di Ricerca di Rilevante Interesse Nazionale – Bando 2015".
- 2015 – 2018 Contatto del partecipante (participant contact) per l'Università degli Studi di Perugia, gestore delle attività (task manager) del progetto europeo finanziato nell'ambito del programma Horizon 2020 nel bando H2020-LCE-2014-2. Nome del progetto: PhD on Innovation Pathways for TES. Codice della proposta: 657466. Acronimo: INPATH-TES. Argomento del bando: LCE-20-2014. Tipologia di azione: Azione di supporto e coordinamento (Coordination and Support Action - CSA). Periodo di svolgimento: 2015-2018. Durata: 36 mesi.

4. TEMATICHE ED INDIRIZZI DI RICERCA

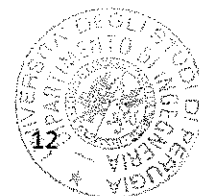
Le tematiche di ricerca approfondite si inquadrano nell'ambito della termofisica ed energetica del sistema edificio-impianto anche valutato mediante approcci multifisici implementati fino alla scala del distretto urbano, di cui sono investigate le condizioni di benessere microclimatico e valorizzazione delle risorse idriche per scopi energetici.

Più nel dettaglio, l'investigazione è stata orientata alla definizione, caratterizzazione ed ottimizzazione di materiali e metodi finalizzati al miglioramento delle prestazioni termo-energetiche, acustiche ed illuminotecniche dell'ambiente costruito e dei processi impiantistici al suo servizio, dalla scala del materiale fino a quella del quartiere in ambiente urbano.

Gli indirizzi specifici della ricerca in questo contesto tematico sono sinteticamente riportati di seguito.

- i. Sviluppo, caratterizzazione ed ottimizzazione di nuovi materiali per l'efficienza energetica, acustica ed illuminotecnica dell'involucro edilizio ed i rivestimenti esterni in ambiente urbano.

In questo ambito, sono stati sviluppati nuovi materiali compositi i quali sono stati sviluppati ed ottimizzati sulla base delle loro caratteristiche termofisiche, acustiche e ottico-energetiche per diversi scopi. In particolare, la ricerca si è focalizzata su tre categorie degli stessi: 1. I materiali freschi per l'involucro urbano anche di origine naturale, 2. I materiali in grado di ottimizzare la propria capacità di accumulo termo-energetico mediante cambiamento di fase, 3. Materiali biocompositi e riciclati nell'ottica dell'economia circolare, 4. Materiali adattivi del tipo termocromico, fluorescente, ecc.



La prima categoria di materiali prevede la realizzazione di sistemi in grado di riflettere la radiazione solare ma con particolare attenzione alla parte del vicino infrarosso, raggiungendo così prestazioni visive equivalenti a materiali tradizionali ma massimizzando le potenzialità di raffrescamento passivo quando esposti alla sorgente solare nel corso della giornata. Facendo seguito all'attività condotta durante il corso del dottorato di ricerca, sono state sviluppate membrane composite poliuretatiche ad elevata riflettanza solare ed emissività termica, testate mediante campagne sperimentali in laboratorio e di caratterizzazione permanente in situ.

I progressi innovativi condotti nel periodo hanno consistito:

- Nello sviluppo di una nuova metodologia analitica di combinazione delle prestazioni dinamiche dei materiali – caratterizzate sperimentalmente – all'interno dei modelli analitici di canopy urbana, come lo UCM (Urban Canopy Model) di Princeton, migliorato ed approfondito per quanto riguarda gli scambi termici attraverso le superfici costruite.
- La caratterizzazione sperimentale di materiali in sé e di pacchetti di involucro, attraverso la sperimentazione in regime dinamico di sistemi e componenti, i cui dati sono stati analizzati mediante modelli innovativi già oggetto di pubblicazione, come nel caso dei materiali a cambiamento di fase integrati in compositi cementizi e membrane poliuretatiche per il raffrescamento passivo.

L'utilizzo delle risorse messe a disposizione dal progetto INPATH TES ha anche permesso di sviluppare moduli didattici dedicati a queste nuove metodologie di analisi, impartiti attraverso la piattaforma didattica del progetto ed mediante lezioni ad invito presso atenei stranieri.

ii. Analisi termo-energetica in regime dinamico di sistemi edilizi ed impiantistici integrati.

Questo settore di analisi è stato principalmente rivolto alla valutazione in condizioni realistiche di regime dinamico delle prestazioni termo-energetiche degli edifici anche mediante la specifica investigazione e caratterizzazione termofisica delle condizioni al contorno soprattutto in area urbana densa. A tale scopo, è stato sviluppato un modello innovativo che è risultato adatto a predire il comportamento termo-energetico ed illuminotecnico di complessi edificio-impianto la cui prestazione è influenzata da ciò che viene definito "inter-building effect", particolarmente importante in ambiente urbano. In questo quadro, sono stati sviluppati studi mediante simulazione calibrata e validata anche termofluidodinamica computazionale per valutare le prestazioni di edifici nuovi ed esistenti, anche di carattere storico.

Il contributo innovativo apportato nel periodo ha permesso l'applicazione di questi modelli in casi di studio reali, pilota del progetto ZERO-PLUS in cui appunto le metodologie di analisi IBE sono state applicate e pubblicate.

iii. Monitoraggio in situ e modellazione microclimatica di ambienti interni ed esterni per il benessere ambientale e la mitigazione del fenomeno dell'isola di calore urbana.

Le attività di monitoraggio e modellazione microclimatica comprendono una vasta area di investigazione che coinvolge sia gli ambienti confinati che quelli aperti in cui sono stati analizzati, mediante modelli deterministici e statistici, condizioni al contorno realistiche utili per la risoluzione di problemi fisico-tecnici classici. In particolare, la determinazione delle condizioni al contorno di tipo realistico su base annuale è stata focalizzata in studi di carattere urbano nelle città di Perugia, Gubbio, Creta, Roma, New York, ed altri contesti statunitensi in cui è stato definito nel tempo e nello spazio il fenomeno di isola di



calore urbana anche durante altri stress combinati ad esempio con ondate di calore. Gli stessi fenomeni sono stati valutati per poter prevedere il comportamento termo-energetico degli edifici in maniera realistica. E' stato poi investigato il microclima di pertinenza alle risorse idriche ed, in particolare, è stata valutata l'azione mitigatrice del Lago Trasimeno ed il suo effetto sulle prestazioni del costruito della regione in cui, fra le altre, si evidenzia l'utile applicazione a supporto di campagne di pianificazione energetica su larga scala.

Il contributo innovativo apportato in questo periodo consiste nello sviluppo di una piattaforma sperimentale innovativa, indossabile, sviluppata nell'ambito del progetto HERACLES, che ha permesso di monitorare il benessere microclimatico dei pedoni in aree urbane e luoghi storico-archeologici. Tali analisi, opportunamente corroborate da elaborazione dati dedicata, sono già state oggetto di recente pubblicazione sempre nel periodo di riferimento.

Nell'ambiente indoor, il progresso del periodo consiste nell'aver effettuato le prime campagne sperimentali multifisiche e multidimensionali, con la collaborazione di colleghi a livello multidisciplinare è stata approfondita la componente " non fisica" della percezione attraverso misure ed analisi dati di tipo neurologico, fisiologico, comportamentale, condotte in parallelo alle misure termofisiche, acustiche ed illuminotecniche.

5. PUBBLICAZIONI DEL PERIODO¹

Sommario – tipologie di documenti:

- Articoli a rivista: 55
- Articoli in atti di convegni scientifici: 20
- Capitoli di libro: 1
- Articoli in fase di pubblicazione (secondo la piattaforma Scopus): 1
- Articoli di review: 1

1. Fabiani, C., Pisello, A.L.

56856637200;54896291600;

Coupling the transient plane source method with a dynamically controlled environment to study PCM-doped building materials

(2018) *Energy and Buildings*, 180, pp. 122-134.

DOI: 10.1016/j.enbuild.2018.09.008

DOCUMENT TYPE: Article

PUBLICATION STAGE: Final

SOURCE: Scopus

2. Castaldo, V.L., Pisello, A.L., Piselli, C., Fabiani, C., Cotana, F., Santamouris, M.

56109936000;54896291600;56532466200;56856637200;56231867900;7006575535;

How outdoor microclimate mitigation affects building thermal-energy performance: A new design-stage method for energy saving in residential near-zero energy settlements in Italy

(2018) *Renewable Energy*, 127, pp. 920-935. Cited 3 times.

DOI: 10.1016/j.renene.2018.04.090

DOCUMENT TYPE: Article

PUBLICATION STAGE: Final

¹ Come riportato nella piattaforma Scopus, ed aggiornato alla data 12-02-2019, accettati e/o pubblicati nel periodo di riferimento



SOURCE: Scopus

3. Castaldo, V.L., Pigliautile, I., Rosso, F., Cotana, F., De Giorgio, F., Pisello, A.L.
 56109936000;57194409282;56830260800;56231867900;57203815640;54896291600;
 How subjective and non-physical parameters affect occupants' environmental comfort perception
 (2018) *Energy and Buildings*, 178, pp. 107-129.
 DOI: 10.1016/j.enbuild.2018.08.020
 DOCUMENT TYPE: Article
 PUBLICATION STAGE: Final
 SOURCE: Scopus

4. Fabiani, C., Coma, J., Pisello, A.L., Perez, G., Cotana, F., Cabeza, L.F.
 56856637200;56016512000;54896291600;55418022800;56231867900;7004085845;
 Thermo-acoustic performance of green roof substrates in dynamic hygrothermal conditions
 (2018) *Energy and Buildings*, 178, pp. 140-153.
 DOI: 10.1016/j.enbuild.2018.08.024
 DOCUMENT TYPE: Review
 PUBLICATION STAGE: Final
 SOURCE: Scopus

5. Cabeza, L.F., de Gracia, A., Pisello, A.L.
 7004085845;35799440200;54896291600;
 Integration of renewable technologies in historical and heritage buildings: A review
 (2018) *Energy and Buildings*, 177, pp. 96-111. Cited 2 times.
 DOI: 10.1016/j.enbuild.2018.07.058
 DOCUMENT TYPE: Review
 PUBLICATION STAGE: Final
 ACCESS TYPE: Open Access
 SOURCE: Scopus

6. Pigliautile, I., Pisello, A.L.
 57194409282;54896291600;
 A new wearable monitoring system for investigating pedestrians' environmental conditions:
 Development of the experimental tool and start-up findings
 (2018) *Science of the Total Environment*, 630, pp. 690-706. Cited 1 time.
 DOI: 10.1016/j.scitotenv.2018.02.208
 DOCUMENT TYPE: Article
 PUBLICATION STAGE: Final
 SOURCE: Scopus

7. Pisello, A.L., Castaldo, V.L., Piselli, C., Cotana, F.
 54896291600;56109936000;56532466200;56231867900;
 Coupling artworks preservation constraints with visitors' environmental satisfaction: Results from an
 indoor microclimate assessment procedure in a historical museum building in central Italy
 (2018) *Indoor and Built Environment*, 27 (6), pp. 846-869. Cited 1 time.
 DOI: 10.1177/1420326X17694422
 DOCUMENT TYPE: Article
 PUBLICATION STAGE: Final
 SOURCE: Scopus

8. Pisello, A.L., Saliari, M., Vasilakopoulou, K., Hadad, S., Santamouris, M.
 54896291600;26635990000;35220787600;55133585100;7006575535;
 Facing the urban overheating: Recent developments. Mitigation potential and sensitivity of the main
 technologies
 (2018) *Wiley Interdisciplinary Reviews: Energy and Environment*, 7 (4), art. no. e294, . Cited 1 time.



DOI: 10.1002/wene.294
 DOCUMENT TYPE: Review
 PUBLICATION STAGE: Final
 SOURCE: Scopus

9. Fabiani, C., Pisello, A.L., D'Alessandro, A., Ubertini, F., Cabeza, L.F., Cotana, F.
 56856637200;54896291600;55562147400;55891659200;7004085845;56231867900;
 Effect of PCM on the hydration process of cement-based mixtures: A novel thermo-mechanical
 investigation
 (2018) *Materials*, 11 (6), art. no. 871, .
 DOI: 10.3390/ma11060871
 DOCUMENT TYPE: Article
 PUBLICATION STAGE: Final
 ACCESS TYPE: Open Access
 SOURCE: Scopus

10. Piselli, C., Castaldo, V.L., Pigliautile, I., Pisello, A.L., Cotana, F.
 56532466200;56109936000;57194409282;54896291600;56231867900;
 Outdoor comfort conditions in urban areas: On citizens' perspective about microclimate mitigation of
 urban transit areas
 (2018) *Sustainable Cities and Society*, 39, pp. 16-36. Cited 5 times.
 DOI: 10.1016/j.scs.2018.02.004
 DOCUMENT TYPE: Article
 PUBLICATION STAGE: Final
 SOURCE: Scopus

11. Rosso, F., Golasi, I., Castaldo, V.L., Piselli, C., Pisello, A.L., Salata, F., Ferrero, M., Cotana, F., de
 Lieto Vollaro, A.
 56830260800;56611898500;56109936000;56532466200;54896291600;24333293800;56830145200;5623
 1867900;57204303841;
 On the impact of innovative materials on outdoor thermal comfort of pedestrians in historical urban
 canyons
 (2018) *Renewable Energy*, 118, pp. 825-839. Cited 12 times.
 DOI: 10.1016/j.renene.2017.11.074
 DOCUMENT TYPE: Article
 PUBLICATION STAGE: Final
 SOURCE: Scopus

12. D'Oca, S., Pisello, A.L., De Simone, M., Barthelmes, V.M., Hong, T., Corgnati, S.P.
 56039820200;54896291600;23488406700;57170605200;7202830430;14627354500;
 Human-building interaction at work: Findings from an interdisciplinary cross-country survey in Italy
 (2018) *Building and Environment*, 132, pp. 147-159. Cited 1 time.
 DOI: 10.1016/j.buildenv.2018.01.039
 DOCUMENT TYPE: Article
 PUBLICATION STAGE: Final
 SOURCE: Scopus

13. D'Alessandro, A., Pisello, A.L., Fabiani, C., Ubertini, F., Cabeza, L.F., Cotana, F.
 55562147400;54896291600;56856637200;55891659200;7004085845;56231867900;
 Multifunctional smart concretes with novel phase change materials: Mechanical and thermo-energy
 investigation
 (2018) *Applied Energy*, 212, pp. 1448-1461. Cited 7 times.
 DOI: 10.1016/j.apenergy.2018.01.014
 DOCUMENT TYPE: Article
 PUBLICATION STAGE: Final



SOURCE: Scopus

14. Fabiani, C., Pisello, A.L., Paksoy, H.
56856637200;54896291600;6602929721;
Novel Building Materials
(2018) Comprehensive Energy Systems, 2-5, pp. 980-1017.
DOI: 10.1016/B978-0-12-809597-3.00257-1
DOCUMENT TYPE: Book Chapter
PUBLICATION STAGE: Final
SOURCE: Scopus

15. Fabiani, C., Pisello, A.L.
56856637200;54896291600;
Coupling controlled environmental forcing and transient plane source method: An innovative thermal characterization procedure for building insulation materials
(2018) Applied Thermal Engineering, 130, pp. 254-263. Cited 2 times.
DOI: 10.1016/j.applthermaleng.2017.10.155
DOCUMENT TYPE: Article
PUBLICATION STAGE: Final
SOURCE: Scopus

16. Castaldo, V.L., Pisello, A.L.
56109936000;54896291600;
Uses of dynamic simulation to predict thermal-energy performance of buildings and districts: a review
(2018) Wiley Interdisciplinary Reviews: Energy and Environment, 7 (1), art. no. e269, . Cited 2 times.
DOI: 10.1002/wene.269
DOCUMENT TYPE: Review
PUBLICATION STAGE: Final
SOURCE: Scopus

17. Piselli, C., Castaldo, V.L., Pisello, A.L.
56532466200;56109936000;54896291600;
How to enhance thermal energy storage effect of PCM in roofs with varying solar reflectance: Experimental and numerical assessment of a new roof system for passive cooling in different climate conditions
(2018) Solar Energy, . Article in Press.
DOI: 10.1016/j.solener.2018.06.047
DOCUMENT TYPE: Article in Press
PUBLICATION STAGE: Article in Press
SOURCE: Scopus

18. Makaremi, N., Schiavoni, S., Pisello, A.L., Cotana, F.
49961750700;55354894400;54896291600;56231867900;
Effects of surface reflectance and lighting design strategies on energy consumption and visual comfort
(2018) Indoor and Built Environment, . Article in Press. Cited 1 time.
DOI: 10.1177/1420326X18793170
DOCUMENT TYPE: Article in Press
PUBLICATION STAGE: Article in Press
SOURCE: Scopus

19. Barreneche, C., Pisello, A.L., Fernández, A.I., Cabeza, L.F.
36968473500;54896291600;57195584156;7004085845;
Experimental methods for the characterization of materials for latent thermal energy storage
(2018) Green Energy and Technology, PartF13, pp. 89-101.
DOI: 10.1007/978-3-319-96640-3_7



DOCUMENT TYPE: Book Chapter
 PUBLICATION STAGE: Final
 SOURCE: Scopus

20. Rosso, F., Jin, W., Pisello, A.L., Ferrero, M., Ghandehari, M.
 56830260800;54414232100;54896291600;56830145200;7003584135;
 Optical Characterization of Translucent Stone Subject to Degradation
 (2018) Smart Sensors, Measurement and Instrumentation, 28, pp. 233-240.
 DOI: 10.1007/978-3-319-70715-0_19
 DOCUMENT TYPE: Book Chapter
 PUBLICATION STAGE: Final
 SOURCE: Scopus

21. Romaní, J., Cabeza, L.F., Pérez, G., Pisello, A.L., de Gracia, A.
 57189524731;7004085845;55418022800;54896291600;35799440200;
 Experimental testing of cooling internal loads with a radiant wall
 (2018) Renewable Energy, 116, pp. 1-8. Cited 2 times.
 DOI: 10.1016/j.renene.2017.09.051
 DOCUMENT TYPE: Article
 PUBLICATION STAGE: Final
 SOURCE: Scopus

Pigliatile, I., Castaldo, V.L., Makaremi, N., Pisello, A.L., Cabeza, L.F., Cotana, F.
 57194409282;56109936000;49961750700;54896291600;7004085845;56231867900;
 On an innovative approach for microclimate enhancement and retrofit of historic buildings and
 artworks preservation by means of innovative thin envelope materials
 (2018) Journal of Cultural Heritage, . Article in Press.
 DOI: 10.1016/j.culher.2018.04.017
 DOCUMENT TYPE: Article in Press
 PUBLICATION STAGE: Article in Press
 SOURCE: Scopus

22. Saffari, M., Piselli, C., de Gracia, A., Pisello, A.L., Cotana, F., Cabeza, L.F.
 57021362200;56532466200;35799440200;54896291600;56231867900;7004085845;
 Thermal stress reduction in cool roof membranes using phase change materials (PCM)
 (2018) Energy and Buildings, 158, pp. 1097-1105. Cited 5 times.
 DOI: 10.1016/j.enbuild.2017.10.068
 DOCUMENT TYPE: Article
 PUBLICATION STAGE: Final
 SOURCE: Scopus

23. Downey, A., Pisello, A.L., Fortunati, E., Fabiani, C., Luzi, F., Torre, L., Ubertini, F., Laflamme, S.
 56574854800;54896291600;27967618800;56856637200;55655912100;7003508310;55891659200;34168
 028300;
 Durability assessment of soft elastomeric capacitor skin for SHM of wind turbine blades
 (2018) Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering, 10599, art. no. 105991J,
 . Cited 1 time.
 DOI: 10.1117/12.2296518
 DOCUMENT TYPE: Conference Paper
 PUBLICATION STAGE: Final
 SOURCE: Scopus

24. Pisello, A.L., Castaldo, V.L., Piselli, C., Fabiani, C., Cotana, F.
 54896291600;56109936000;56532466200;56856637200;56231867900;



Thermal performance of coupled cool roof and cool façade: Experimental monitoring and analytical optimization procedure

(2017) *Energy and Buildings*, 157, pp. 35-52. Cited 2 times.

DOI: 10.1016/j.enbuild.2017.04.054

DOCUMENT TYPE: Article

PUBLICATION STAGE: Final

SOURCE: Scopus

25. Rosso, F., Pisello, A.L., Castaldo, V.L., Ferrero, M., Cotana, F.

56830260800;54896291600;56109936000;56830145200;56231867900;

On innovative cool-colored materials for building envelopes: Balancing the architectural appearance and the thermal-energy performance in historical districts

(2017) *Sustainability (Switzerland)*, 9 (12), art. no. 2319, . Cited 1 time.

DOI: 10.3390/su9122319

DOCUMENT TYPE: Article

PUBLICATION STAGE: Final

ACCESS TYPE: Open Access

SOURCE: Scopus

26. Pisello, A.L., Rosso, F., Castaldo, V.L., Piselli, C., Fabiani, C., Cotana, F.

54896291600;56830260800;56109936000;56532466200;56856637200;56231867900;

The role of building occupants' education in their resilience to climate-change related events

(2017) *Energy and Buildings*, 154, pp. 217-231. Cited 9 times.

DOI: 10.1016/j.enbuild.2017.08.024

DOCUMENT TYPE: Article

PUBLICATION STAGE: Final

SOURCE: Scopus

27. Paolini, R., Zani, A., MeshkinKiya, M., Castaldo, V.L., Pisello, A.L., Antretter, F., Poli, T., Cotana, F.

49461629700;57191667801;57192168649;56109936000;54896291600;55210812400;55318960700;56231867900;

The hygrothermal performance of residential buildings at urban and rural sites: Sensible and latent energy loads and indoor environmental conditions

(2017) *Energy and Buildings*, 152, pp. 792-803. Cited 14 times.

DOI: 10.1016/j.enbuild.2016.11.018

DOCUMENT TYPE: Article

PUBLICATION STAGE: Final

SOURCE: Scopus

28. Rosso, F., Pisello, A.L., Castaldo, V.L., Fabiani, C., Cotana, F., Ferrero, M., Jin, W.

56830260800;54896291600;56109936000;56856637200;56231867900;56830145200;54414232100;

New cool concrete for building envelopes and urban paving: Optics-energy and thermal assessment in dynamic conditions

(2017) *Energy and Buildings*, 151, pp. 381-392. Cited 5 times.

DOI: 10.1016/j.enbuild.2017.06.051

DOCUMENT TYPE: Article

PUBLICATION STAGE: Final

SOURCE: Scopus

29. Piselli, C., Saffari, M., de Gracia, A., Pisello, A.L., Cotana, F., Cabeza, L.F.

56532466200;57021362200;35799440200;54896291600;56231867900;7004085845;

Optimization of roof solar reflectance under different climate conditions, occupancy, building configuration and energy systems

(2017) *Energy and Buildings*, 151, pp. 81-97. Cited 8 times.



DOI: 10.1016/j.enbuild.2017.06.045
 DOCUMENT TYPE: Article
 PUBLICATION STAGE: Final
 SOURCE: Scopus

30. D'Alessandro, A., Fabiani, C., Pisello, A.L., Ubertini, F., Luigi Materazzi, A., Cotana, F.
 55562147400;56856637200;54896291600;55891659200;57189389880;56231867900;
 Innovative concretes for low-carbon constructions: A review
 (2017) International Journal of Low-Carbon Technologies, 12 (3), pp. 289-309. Cited 6 times.
 DOCUMENT TYPE: Review
 PUBLICATION STAGE: Final
 SOURCE: Scopus

31. Castaldo, V.L., Pisello, A.L., Pigliautile, I., Piselli, C., Cotana, F.
 56109936000;54896291600;57194409282;56532466200;56231867900;
 Microclimate and air quality investigation in historic hilly urban areas: Experimental and numerical
 investigation in central Italy
 (2017) Sustainable Cities and Society, 33, pp. 27-44. Cited 6 times.
 DOI: 10.1016/j.scs.2017.05.017
 DOCUMENT TYPE: Article
 PUBLICATION STAGE: Final
 SOURCE: Scopus

32. Pisello, A.L., D'Alessandro, A., Sambuco, S., Rallini, M., Ubertini, F., Asdrubali, F., Materazzi,
 A.L., Cotana, F.
 54896291600;55562147400;56485983500;54947324700;55891659200;6506276783;6602673673;562318
 67900;
 Multipurpose experimental characterization of smart nanocomposite cement-based materials for
 thermal-energy efficiency and strain-sensing capability
 (2017) Solar Energy Materials and Solar Cells, 161, pp. 77-88. Cited 21 times.
 DOI: 10.1016/j.solmat.2016.11.030
 DOCUMENT TYPE: Article
 PUBLICATION STAGE: Final
 SOURCE: Scopus

33. Corgnati, S.P., Cotana, F., D'Oca, S., Pisello, A.L., Rosso, F.
 14627354500;56231867900;56039820200;54896291600;56830260800;
 A Cost-Effective Human-Based Energy-Retrofitting Approach
 (2017) Cost-Effective Energy Efficient Building Retrofitting: Materials, Technologies, Optimization and
 Case Studies, pp. 219-255. Cited 2 times.
 DOI: 10.1016/B978-0-08-101128-7.00008-3
 DOCUMENT TYPE: Book Chapter
 PUBLICATION STAGE: Final
 SOURCE: Scopus

34. Pisello, A.L., Fortunati, E., Fabiani, C., Mattioli, S., Dominici, F., Torre, L., Cabeza, L.F., Cotana,
 F.
 54896291600;27967618800;56856637200;25028214100;56059326200;7003508310;7004085845;562318
 67900;
 PCM for improving polyurethane-based cool roof membranes durability
 (2017) Solar Energy Materials and Solar Cells, 160, pp. 34-42. Cited 12 times.
 DOI: 10.1016/j.solmat.2016.09.036
 DOCUMENT TYPE: Article
 PUBLICATION STAGE: Final
 SOURCE: Scopus



35. Pisello, A.L.
54896291600;
State of the art on the development of cool coatings for buildings and cities
(2017) Solar Energy, 144, pp. 660-680. Cited 32 times.
DOI: 10.1016/j.solener.2017.01.068
DOCUMENT TYPE: Review
PUBLICATION STAGE: Final
SOURCE: Scopus

6. NOTA

La sottoscritta ha attraversato un periodo di congedo per maternità dal 3 luglio 2018 al 3 novembre 2018 (4 mesi).

