

# UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PERUGIA

## DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA

Allegati al Verbale n. 4 dell' 8/06/2017

n.20 allegati suddivisi e numerati per ogni rispettivo al punto del seguente Ordine del Giorno:

### ORDINE DEL GIORNO

1. Approvazione verbali
2. Comunicazioni del presidente
3. Convenzioni, contratti e progetti di ricerca
4. Richiesta assegni di ricerca e borse di studio e di ricerca finanziati dal D.I.
5. Approvazione relazioni annuali assegnisti di ricerca
6. Richiesta di attivazione di contratti di lavoro subordinato assimilato a lavoro dipendente a tempo determinato
7. Richiesta di contratti di lavoro autonomo
8. Autorizzazioni di spesa
9. Ratifica decreti
10. Proposta di intitolazione sala riunioni ex DIEI
11. Varie ed eventuali

#### **Riservato ai Professori di Prima e Seconda Fascia, Ricercatori Universitari e Rappresentanti degli Studenti**

12. Regolamenti didattici e programmazione didattica a.a. 2017/2018
13. Approvazione relazione tecnico-scientifica ricercatori a tempo determinato
14. Varie ed eventuali

#### **Riservato ai Professori di Prima e Seconda Fascia, Ricercatori Universitari**

15. Fondo di ricerca di base
16. "Fondo per il finanziamento dei dipartimenti universitari di eccellenza"- art.1, c.314-337, Legge 232/2016
17. Varie ed eventuali

#### **Riservato ai Professori di Prima e Seconda Fascia, Ricercatori Universitari a tempo indeterminato**

18. Varie ed eventuali

#### **Riservato ai Professori di Prima e Seconda Fascia**

19. Programmazione posti di professore di II fascia: chiamata ai sensi dell'art.24-comma 6- Legge 240/2010
20. Proposta di chiamata di professore di seconda fascia ai sensi dell'art.24, comma 5, della Legge 240/2010
21. Relazioni triennali professori di II fascia
22. Varie ed eventuali

#### **Riservato ai Professori di Prima Fascia**

23. Varie ed eventuali

IL SEGRETARIO

(sig. Giovanni Magara)

F.to Giovanni Magara

IL PRESIDENTE

(prof. Giuseppe Saccomandi)

F.to Giuseppe Saccomandi

Allegato N. ....1..... al punto  
dell'ordine del giorno N. ....5.....



Università degli Studi di Perugia

# **“Tecniche di analisi aerodinamica mediante prove in Galleria del Vento”**

Relazione Attività di Ricerca da 17/6/2016 a 6/06/2017

Perugia, li 7/06/2017

Ing. Matteo Becchetti

## Introduzione

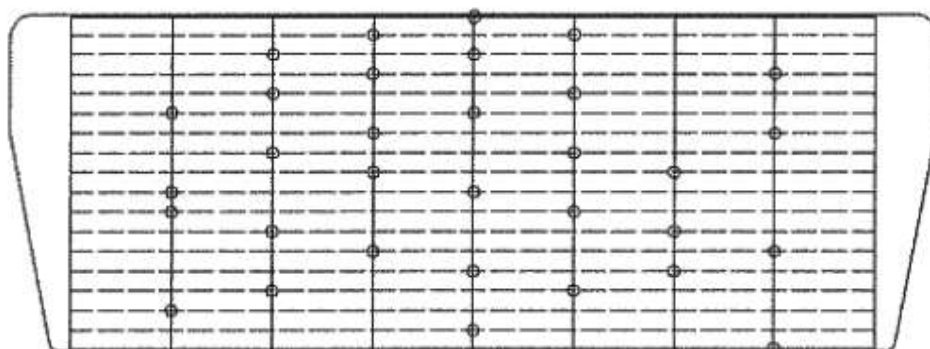
L'attività di ricerca sviluppata nell'ultimo anno ha riguardato principalmente due filoni: l'analisi dell'aerodinamica interna ed esterna del motoveicolo in particolar modo lo studio legato all'ottimizzazione del radiatore del motoveicolo e lo studio di metodi per l'analisi e l'ottimizzazione di un casco motociclistico e quella legata all'analisi di un piccolo aerogeneratore. Nello studio dei radiatori il fine non è solo quello di trovare la soluzione migliore in termini di resistenza aerodinamica ma quello di gettare le basi per sviluppare e consolidare una tecnica di misura utilizzabile non soltanto sulle moto ma su ogni tipo di veicolo per lo studio dell'aerodinamica interna. In letteratura non sono riportati moltissimi studi sull'aerodinamica interna dei veicoli, ancora meno sulle moto, per la maggior parte riguardano le performance di scambio termico ma pochi riguardano lo studio fluidodinamico legato ad esempio al cambiamento di alcuni parametri caratteristici e alle conseguenze che tali variazioni portano sullo stesso. Trattare un componente così importante e delicato come il radiatore solo dal punto di vista delle dissipazioni termiche è molto riduttivo, poiché influenza fortemente l'aerodinamica di tutto il mezzo. L'analisi e lo studio del casco è legato alle analogie che esso ha ad esempio in letteratura con il comportamento di una geometria nota come la sfera. Partendo da questa e ponendoci in un range di Reynolds opportuno si è analizzato il comportamento di una tipologia di casco opportunamente strumentato sia in galleria del vento che in strada.

Il secondo filone è stato legato all'analisi aerodinamica di un piccolo aerogeneratore testato nelle sue dimensioni reali direttamente nella galleria del vento, andando a studiare le sue peculiarità dinamiche legate alla variazione repentina del vento sotto l'aspetto aerodinamico, meccanico e sotto quello dell'ottimizzazione della potenza prodotta. Il comportamento meccanico, cioè le vibrazioni che sia la struttura di sostegno che la macchina in sé è responsabile ed è legato a diversi fenomeni sia aeroelastici che meccanici, collegabili alla natura della macchina stessa ma anche alle condizioni operative a cui questa viene posta. La tipologia di controllo (in modo da garantire che la macchina estragga più energia possibile) gioca un ruolo importante sia a livello energetico sia vibrazionale. Studi sono stati effettuati anche sul timone, organo essenziale per una piccola macchina eolica non provvista di regolazione dello yaw, dove si è analizzata la mutua interazione dello stesso con la struttura di sostegno, analizzando delle situazioni critiche per lo stesso.

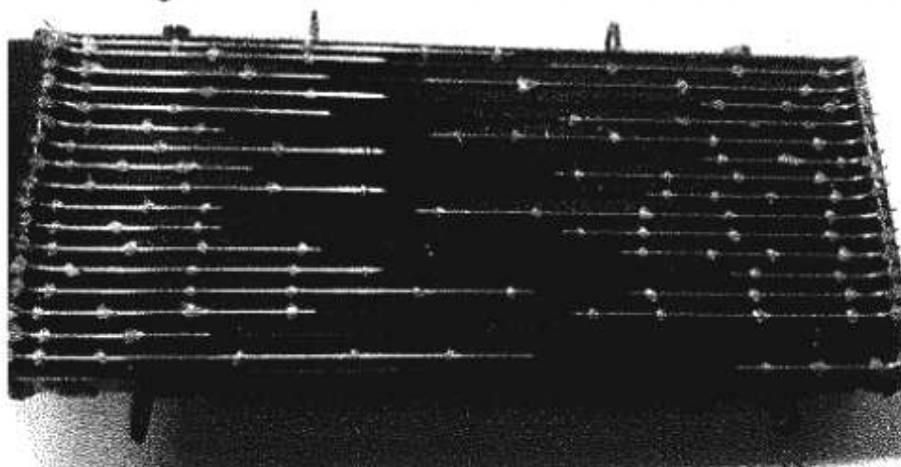
## Analisi effettuate su Motocicli.

### Aerodinamica Interna.

Uno studio accurato dell'flusso di aria interna di un veicolo può apportare numerosi miglioramenti sia dal punto di vista del raffreddamento del motore sia in termini di riduzione del drag e quindi minori consumi e prestazioni migliori. La problematica affrontata è stata quella di correlare le forze aerodinamiche agenti alla distribuzione di pressione sul radiatore e poi da questa ricavare delle mappe di velocità e del coefficiente di pressione per avere una visualizzazione delle reali condizioni di lavoro del radiatore stesso. Il setup sperimentale adottato è quello che prevede l'impiego di una serie di prese di pressione montate sul radiatore stesso. Questo sistema presenta il vantaggio di essere poco costoso, minimamente intrusivo viste le piccole dimensioni delle prese di pressione e uno tra i più precisi. L'utilizzo dei sistemi ottici è stato scartato per via degli spazi estremamente ridotti che si hanno in una moto sportiva. Per la costruzione delle prese di pressione sono stati utilizzati dei tubi in acciaio inox del diametro interno di 1 mm. Il primo passo è stato la scelta della disposizione dei misuratori sulla massa radiante; la disposizione è fondamentale per avere dei punti spaziatosi in maniera regolare e sufficientemente vicini l'uno all'altro per consentire un'interpolazione precisa dei valori e nel contempo garantire una intrusività minima. La distribuzione scelta è quella schematizzata nella figura seguente:

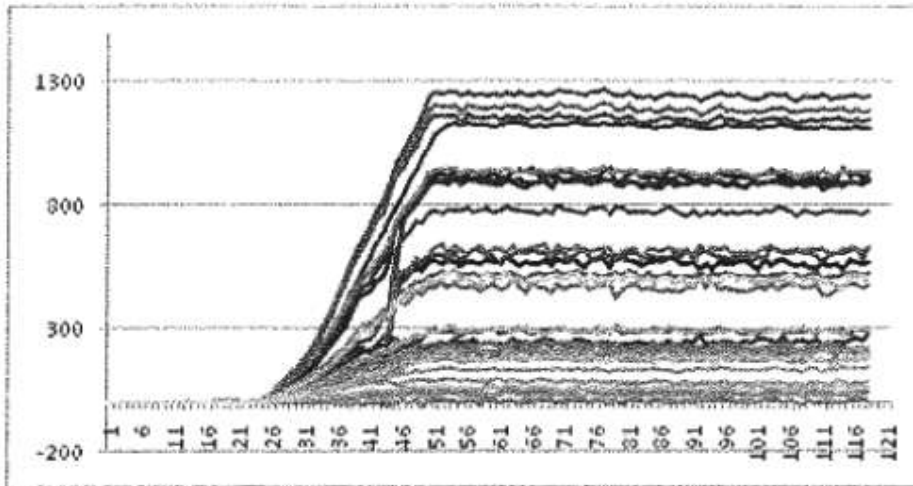


Infine nell'immagine successiva si evidenzia il radiatore strumentato a lavoro finito:



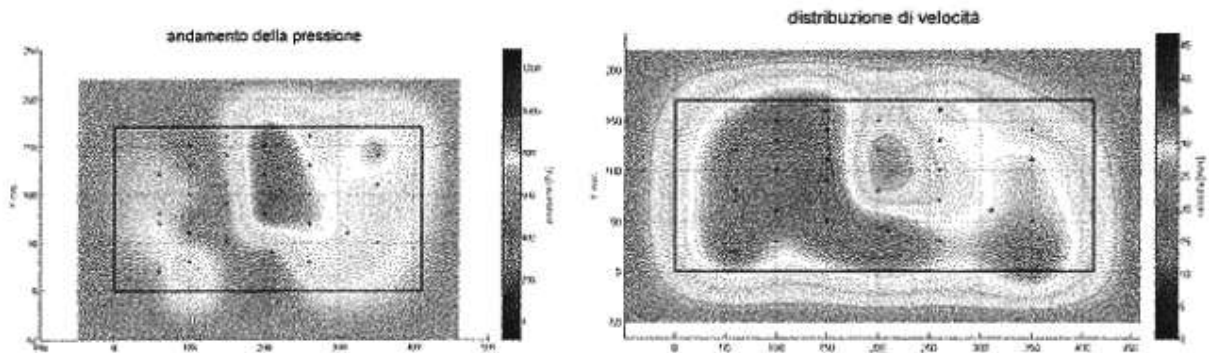
Radiatore strumentato appena prima di essere montato sulla moto.

Mediante il sistema di acquisizione in dotazione presso la galleria del vento sono stati acquisiti i segnali di pressione di tutti e 32 i punti di misura ubicati sul radiatore, 16 nella parte anteriore e 16 in quella posteriore. Un tipico esempio dei segnali acquisiti è visibile nella successiva figura:



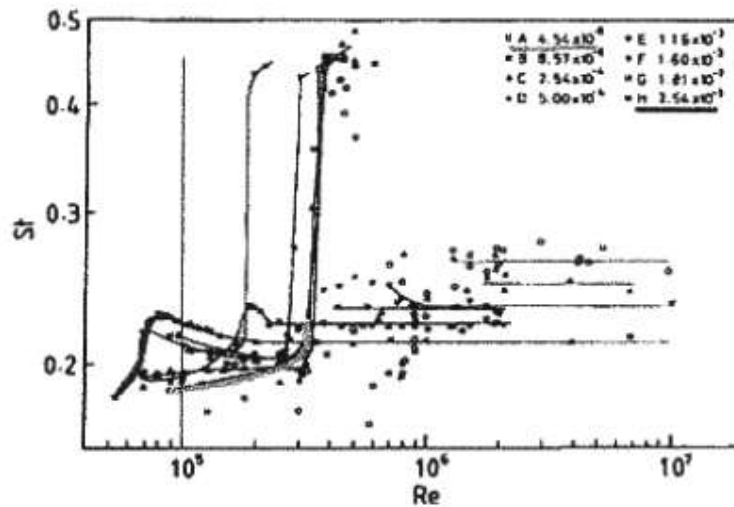
Time history dei segnali di pressione durante un test.

Successivamente è stato creato un tool in matlab in grado di ricostruire la mappa superficiale della distribuzione di pressione e velocità agente sulla superficie del radiatore:



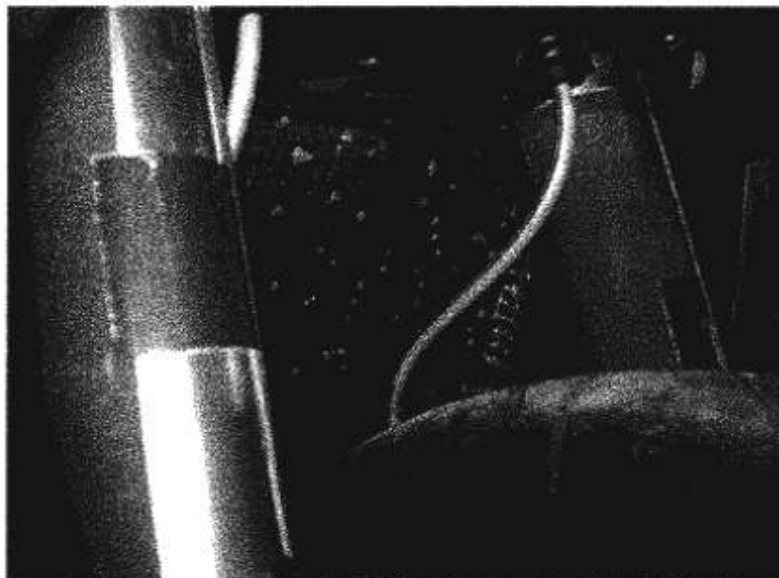
Tipico esempio di post processing dei dati di pressione e calcolo della mappa di velocità.

L'altro elemento posto davanti al radiatore è la forcella, in particolare le sospensioni della moto. Questo componente ha una funzione strutturale quindi la geometria risulta essere vincolata. Per far chiudere le linee di flusso attorno a questo elemento a sezione circolare si è deciso di lavorare sul numero di Strouhal. La frequenza di distacco di Strouhal è strettamente connessa alla rugosità superficiale. Da ricerche bibliografiche sono noti dati di uno studio svolto su dei cilindri ai quali è applicato un rivestimento che presenta diversi valori di rugosità superficiale. In particolare viene ottenuto un grafico che correla il numero di Strouhal a quello di Reynolds per cilindri di varie dimensioni e rugosità: ogni curva è relativa ad un valore del rapporto tra rugosità superficiale e diametro del cilindro.



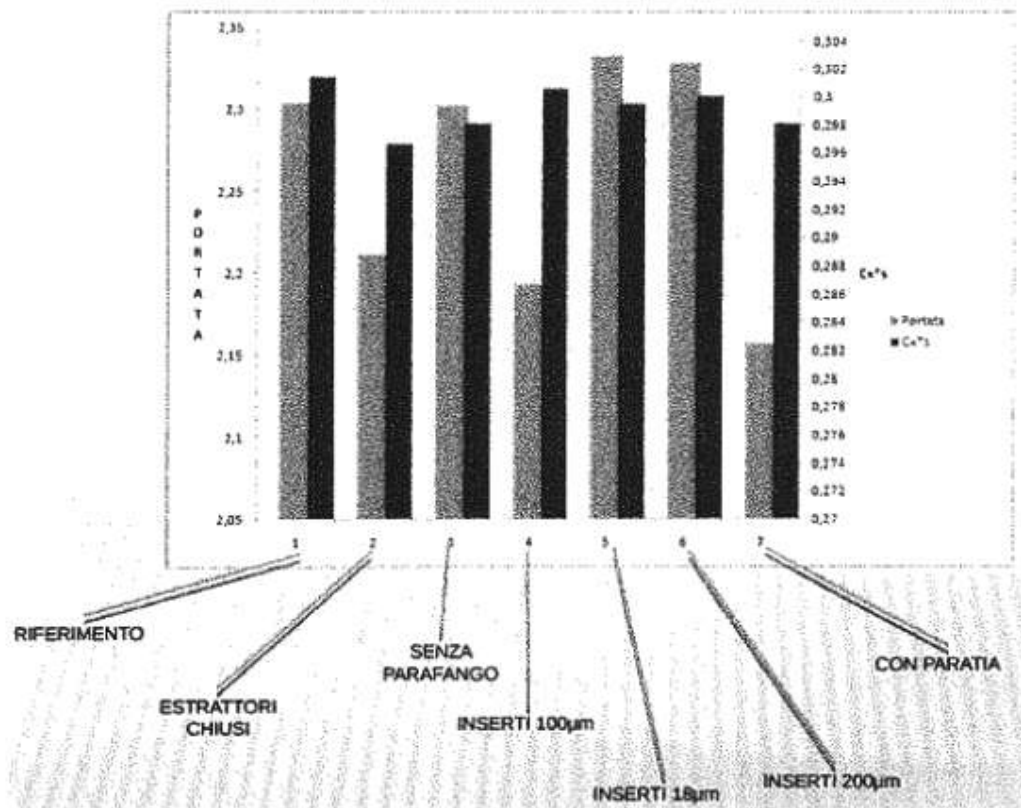
Andamento del numero di Strouhal in funzione del numero di Reynolds su geometria cilindrica in funzione della rugosità superficiale.

Si è deciso quindi di modificare la rugosità superficiale della forcella in modo da diminuire il numero di Strouhal. Si sono posti quindi sulla superficie laterale della forcella dei fogli a rugosità fissata da 18-100 e 200  $\mu\text{m}$ .



Dettaglio della forcella

Dall'analisi dei risultati si evidenzia come da un lato l'effetto dovuto agli inserti rugosi è fa aumentare la resistenza aerodinamica, inoltre la loro presenza influenza molto la conformazione della scia dietro la forcella. Variazioni sulla frequenza di distacco dei vortici influiscono molto sul funzionamento del radiatore o quantomeno sull'ombra aerodinamica che lascia la forcella sugli elementi retrostanti.

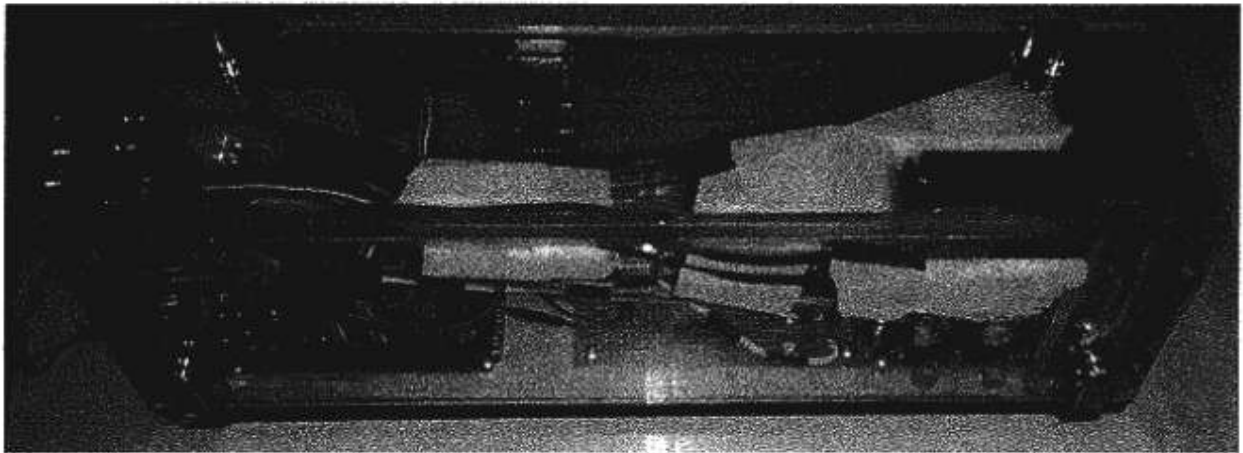


Analisi dei risultati di portata e drag nella campagna di prove effettuata.

La forcella si è rivelata essere un elemento estremamente sensibile dal punto di vista aerodinamico, è stato sufficiente applicare inserti rugosi di pochi centimetri quadrati di superficie per ottenere apprezzabili cambiamenti nelle forze e nelle mappe di pressione e velocità sul radiatore. L'inserimento di una rugosità pari a 18 µm produce un aumento della portata d'aria lavorata dal radiatore e ad una diminuzione della resistenza aerodinamica della moto rispetto all'uso di una rugosità pari a 200 µm.

## Aerodinamica Esterna.

Lo studio è stato focalizzato su un confronto tra le misure effettuate in galleria del vento e quelle su strada effettuate mediante l'ausilio di una attrezzatura sperimentale. Il casco utilizzato è stato fornito dalla ditta VEMAR Helmets, azienda leader nella produzione di caschi, ed è stato opportunamente preparato e strumentato mediante prese di pressione in modo da poter essere anche indossato per le prove su strada. L'apparecchiatura sperimentale, invece, è stata progettata ex-novo, il tutto con costi finali estremamente contenuti, con logica di programmazione basata su Arduino.



Sistema di acquisizione portatile costruito.

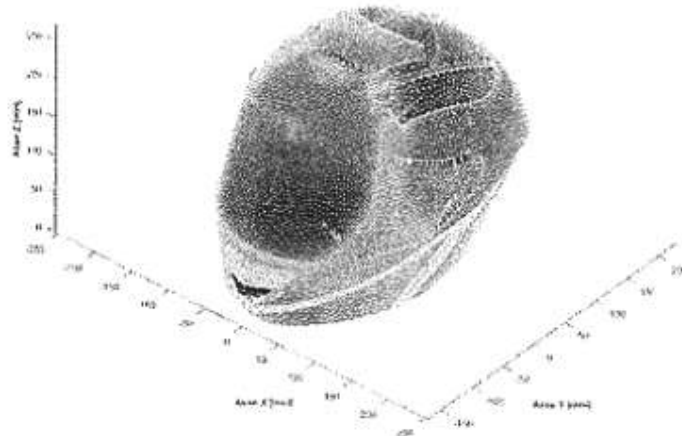


Casco strumentato.

Per una corretta analisi della distribuzione della pressione sulla superficie dello stesso si è ricostruita in 3D la geometria del casco e mediante un algoritmo di interpolazione si è ricostruita la mappa di pressione sulla superficie.

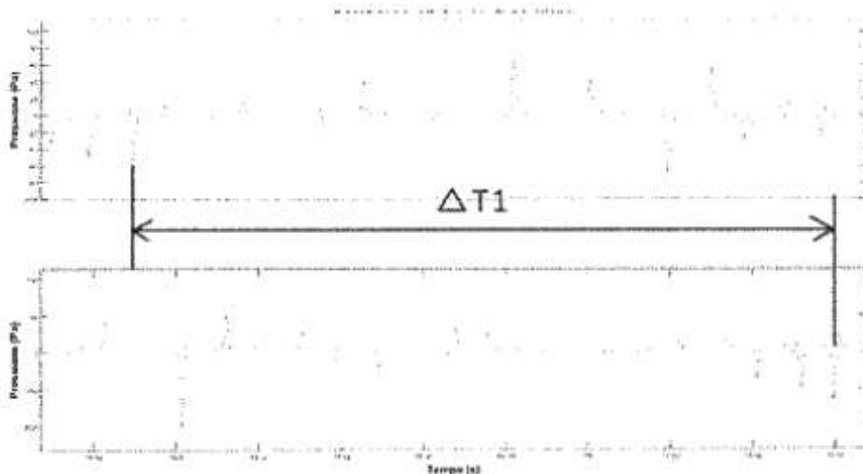


### Distribuzione delle pressioni (80 km/h)

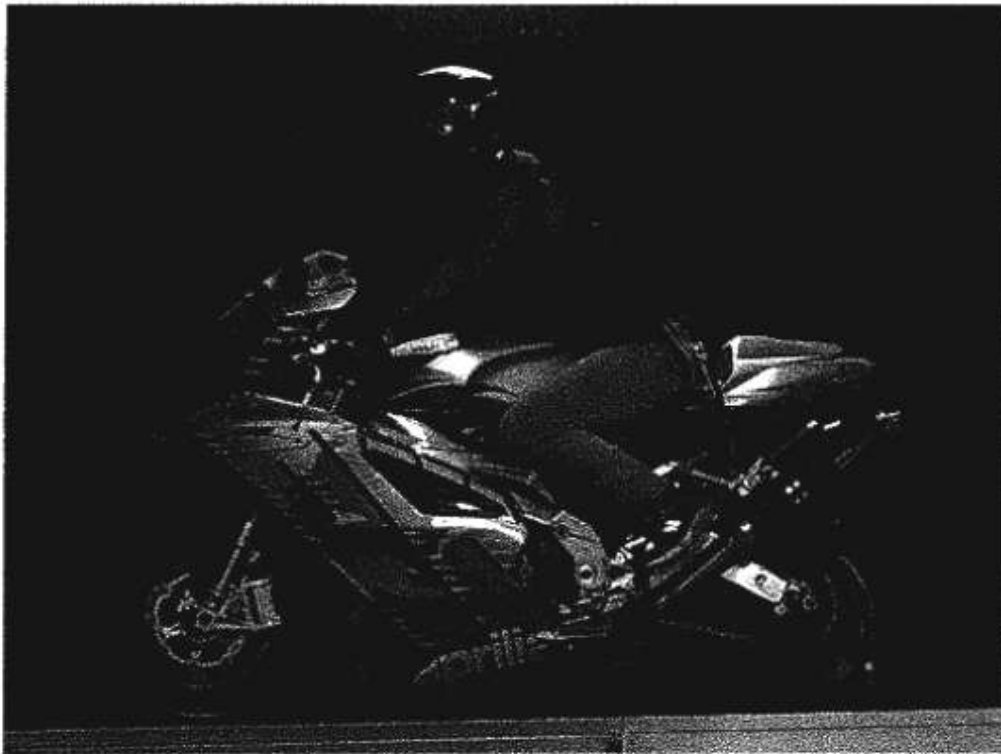


Andamento delle pressioni sul modello ricostruito al computer.

Vari test a differenti velocità sono stati effettuati in differenti configurazioni, paragonando il sistema portatile realizzato a quello presente in galleria e analizzando il comportamento del complesso moto pilota e casco sia in galleria del vento che nelle prove stradali. Parte dell'analisi è stata indirizzata alla ricerca del Vortex Shedding: tale fenomeno scaturisce dal distacco di vortici (alterni) rispetto alla superficie di un corpo di forma tozza investito da un fluido. Questi vortici si innescano simmetricamente rispetto al corpo, quindi studiando lo sfasamento del segnale acquisito da sensori diametralmente opposti del casco, è possibile stabilire se le frequenze ottenute dalle FFT, sono effettivamente relative al fenomeno del vortex shedding.

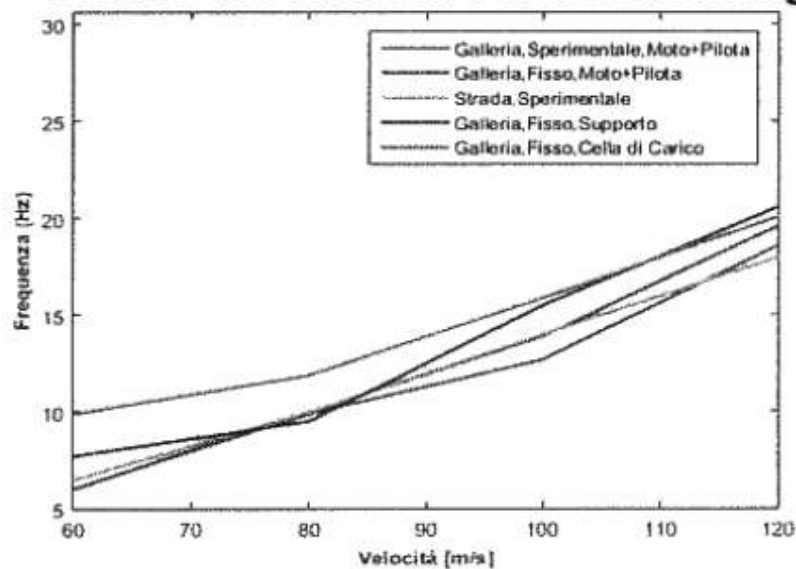


Fenomeno del vortex shedding e sua analisi nel dominio del tempo nel segnale di pressione di due sensori.



Prove in galleria con entrambi i sistemi di misura, quello della galleria e quello costruito per le prove in strada.

### Grafico dei valori di Vortex Shedding



Dalla raccolta di tutti i dati sperimentali acquisiti durante le varie campagne di test è possibile poi estrarre un modello che sintetizzi l'andamento del vortex shedding del casco a seconda delle condizioni di prova espletate. Tale formula sperimentale, derivante dalla formula di Strouhal, pertanto ci permetta di stimare questi effetti al variare delle condizioni operative (dimensioni del casco, velocità dell'aria). Da questi andamenti si decide di estrapolare due fattori di correzione, il primo riferito alla

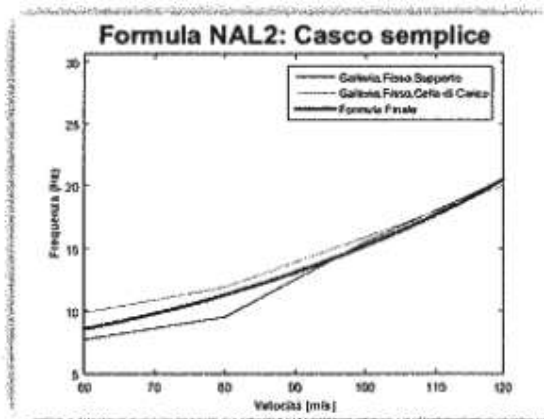
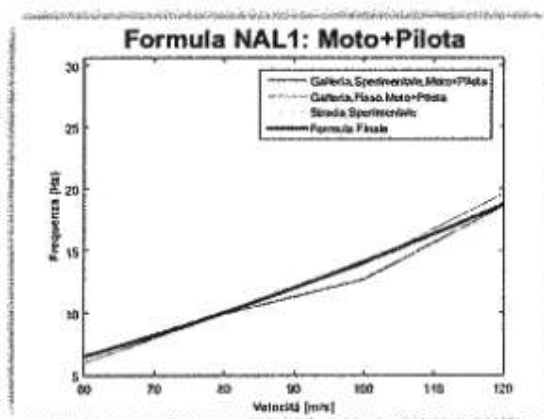
configurazione moto più pilota (NAL1), e l'altro alla configurazione casco semplice (NAL2), senza protezioni aerodinamiche. La formula da utilizzare nel caso in cui si debba studiare una configurazione moto più pilota è:

$$f_{AL1} = \frac{N_{AL1} \cdot v^{1.6}}{d_c} + q_{al1}$$

dove "NAL1" è un coefficiente che vale 0.02, "dc" è la dimensione caratteristica del casco, nel nostro caso 0.3 m (il diametro della calotta) e "v" è la velocità in m/s e "qal1=0.5 Hz". La relazione invece da utilizzare nel caso di casco senza protezione aerodinamica è:

$$f_{AL2} = \frac{N_{AL2} \cdot v^{2.5}}{d_c} + q_{al2}$$

Nella figura successive è possibile osservare i due grafici dell'andamento relativo alle due formule sperimentali per configurazione moto più pilota e casco semplice (ovvero senza copertura aerodinamica).



## **Analisi effettuate su Aerogeneratori.**

Il secondo filone di ricerca ha riguardato principalmente l'analisi e l'ottimizzazione aerodinamica di una turbina eolica ad asse orizzontale in scala reale. Le finalità delle prove svolte sono molteplici e definibili come segue:

1. Studio della curva di potenza della turbina in funzione dei diversi schemi configurazionali adottabili per il rotore:

- rotore tripala;
- rotore con 5 pale;
- rotore con 6 pale.

2. Analisi del comportamento dinamico della turbina, nelle varie configurazioni sopracitate, in risposta ad un regime di velocità in input di tipo instabile. L'obiettivo è di ottenere una caratterizzazione della prestazione dinamica della turbina in ambiente urbano, oltre che comprendere quale conformazione del rotore possa essere più adeguata in relazione alle condizioni operative presenti nelle varie situazioni di ambienti reali.

3. Analisi della performance di potenza della turbina microeolica in relazione alle caratteristiche del controllore PID, al fine di ricercare la migliore combinazione dei parametri di controllo proporzionale, integrativo e derivativo in risposta ad un regime di vento instabile e nelle varie configurazioni del rotore (3,5 e 6 pale).

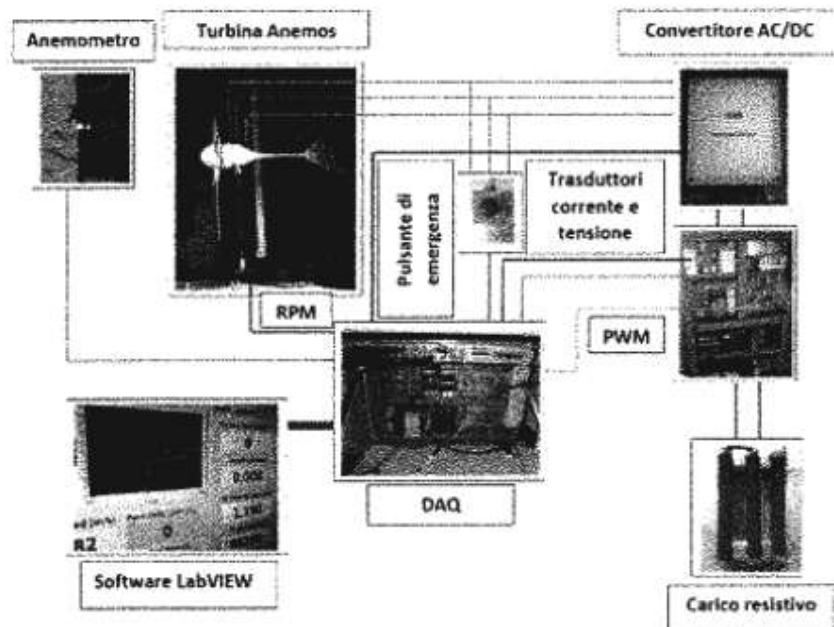
4. Caratterizzazione del comportamento dinamico della turbina rispetto alla natura complessa che ne governa il funzionamento: comprensione della differente modalità di influenza che gli aspetti aerodinamici, meccanici ed elettrici hanno sull'aerogeneratore.

In relazione agli scopi prefissi, al fine di poter ottenere risultati utili che presentino informazioni capaci di delineare il comportamento complessivo dell'aerogeneratore durante le prove, è stato necessario eseguire indagini sperimentali che si distinguessero per gli aspetti relativi alle caratteristiche del flusso d'aria interagente con la microturbina; da questo punto di vista possono essere definite due tipologie e modalità di analisi:

- **steady State Test:** finalizzato al calcolo delle curve del coefficiente di potenza ed alla qualificazione della efficienza dei vari componenti elettrici nella loro globalità. Questo metodo di test richiede il mantenimento della velocità del vento in ingresso ad un valore circa costante, ovvero si realizza in condizioni di prova mantenute stabili nel tempo;

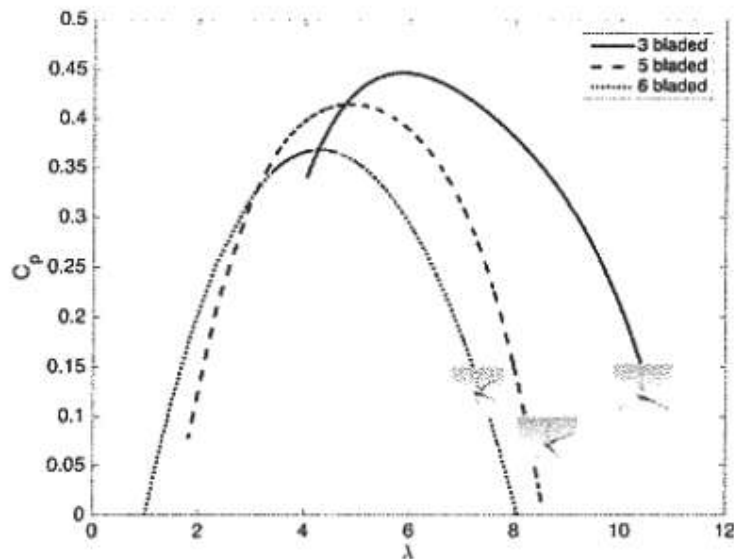
- **transient Test:** attuato per comprendere quale sia la risposta dinamica del sistema eolico in situazioni ambientali di vento approssimabili a quelle che esso troverà nelle condizioni reali di utilizzo (ambiente urbano); finalizzato alla comprensione di una efficace regolazione del controllo al fine di adeguare il comportamento della turbina per avere performance di potenza stabili ed affidabili. Il test è, conformemente a quanto delineato nel secondo capitolo, teso a rappresentare un andamento di velocità del vento simile a quello vigente in ambiente cittadino, ovvero presenta caratteristiche di instabilità e oscillazioni di velocità che approssimano un andamento sinusoidale con periodo non superiore ai 12 secondi.

La condizione di base affinché un sistema di generazione eolico possa produrre una forma di energia utilizzabile in uscita, è la presenza di un'adeguata condizione di vento; si richiede che esso sia in grado di fornire l'intensità energetica necessaria a produrre, in seguito all'interazione della massa ventosa col profilo palare, una forza di portanza, (per le turbine che sfruttano tale principio di funzionamento e anche per quella esaminata), sufficiente a mettere in rotazione le pale della turbina e dunque una coppia aerodinamica che sia in grado di avviare e sostenere il moto di rotazione del rotore. La coppia aerodinamica conferita al rotore viene poi ad essere tradotta, a meno di perdite energetiche di carattere meccanico, in una coppia meccanica trasmessa ad un albero solidale al rotore; la possibilità di completamento del meccanismo di conversione eolica è poi finalizzato attraverso l'impiego di un generatore elettrico, che in funzione della coppia elettromagnetica fornitagli in ingresso, sulla base di caratteristiche di efficienza definite da un rendimento elettrico, produce in uscita energia elettrica. La trasmissione di elettricità è realizzata poi attraverso un raddrizzatore di corrente (convertitore AC/DC), in grado di poter raddrizzare un segnale alternato in uno unidirezionale, e che dunque assolve il compito di realizzare la trasformazione da corrente alternata in ingresso dal generatore a corrente continua in uscita. L'azione di controllo del processo e dunque la possibilità di incidenza sulla sua natura dinamica, è deputata all'azione del controllore PID, il cui comportamento è implementato in ambiente LabVIEW; il controllo in retroazione ha come grandezza in input la differenza fra il valore della variabile di processo in esame (in tal caso la potenza elettrica in uscita), e quello obiettivo (setpoint) fissato per la medesima grandezza; in output è elaborata una grandezza di regolazione che agisce col fine di ridurre la differenza fra questi dati. Il controllore in tal caso governa l'entità di un carico resistivo mediante un meccanismo di modulazione di larghezza di impulso, (PWM, acronimo di Pulse-Width Modulation), governato dal rapporto fra la durata dell'impulso positivo e quello negativo (duty-cycle).



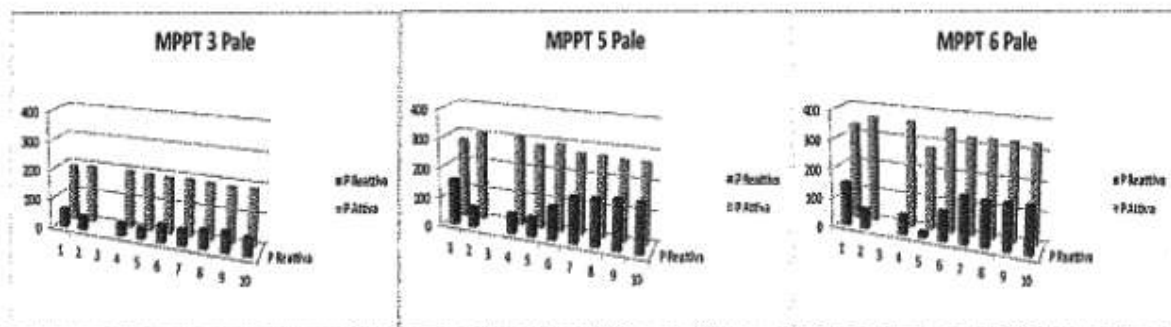
Schema del sistema utilizzato in galleria del vento.

Le analisi hanno portato alla determinazione delle curve di potenza dell'aerogeneratore nelle tre configurazioni a 3-5-6 pale.



Curve sperimentali ottenute in galleria del vento.

Un'analisi dettagliata della potenza elettrica in uscita dal raddrizzatore e della sua suddivisione tra Attiva e Reattiva relativa al generatore scelto è visibile nella figura successiva:

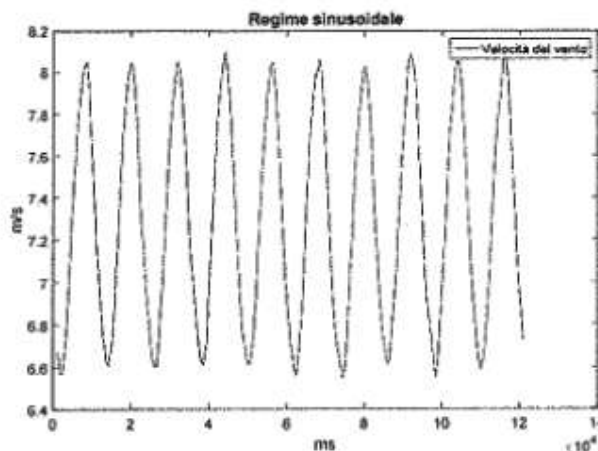


Andamento del carico attivo e reattivo in funzione del controllo.

Dalle analisi effettuate cambiando le variabili di controllo PID si evidenzia come cambia la potenza in uscita in funzione di come il controllore gestisce il carico da sottoporre alla macchina.

### Analisi dinamica della turbina

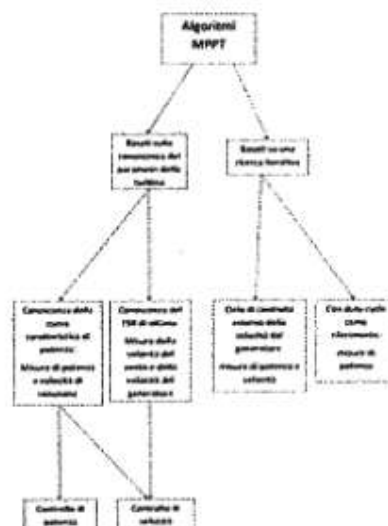
L'obiettivo di tale fase di studio è di comprendere la connessione fra la prestazione dinamica della turbina e il meccanismo di controllo PID. Le informazioni derivanti dalla sperimentazione sono interpretate al fine di individuare una combinazione ottimale per i parametri del regolatore, che possa permettere di raggiungere il più elevato livello prestazionale in termini di potenza. La condizione riprodotta in galleria del vento prevede di sottoporre il sistema eolico a delle caratteristiche del flusso d'aria che ripropongano quelle presenti in ambiente urbano. La turbina nelle configurazioni testate è stata sollecitata mediante un vento avente un regime sinusoidale. Il periodo della sinusoide si è attestato su valori compresi fra gli 11 e i 12 secondi:



Profilo di vento generato in galleria del vento.

La logica di controllo è implementata al fine di poter raggiungere dunque la miglior prestazione di potenza possibile, nel settore eolico la tecnica utilizzata è nota come maximum power point tracking (MPPT), il fine di tale strategia è come detto di massimizzare il livello di potenza estraibile in ogni condizione di funzionamento. Esistono diversi algoritmi di MPPT, tuttavia si possono distinguere due macrotipologie principali:

- algoritmi che richiedono un'aprioristica conoscenza dei parametri descrittivi della turbina al fine di calcolare la condizione operativa ottimale;
- algoritmi che si basano su un processo di ricerca iterativa del punto di ottimo attraverso successivi incrementi di potenza e velocità rotazionale.

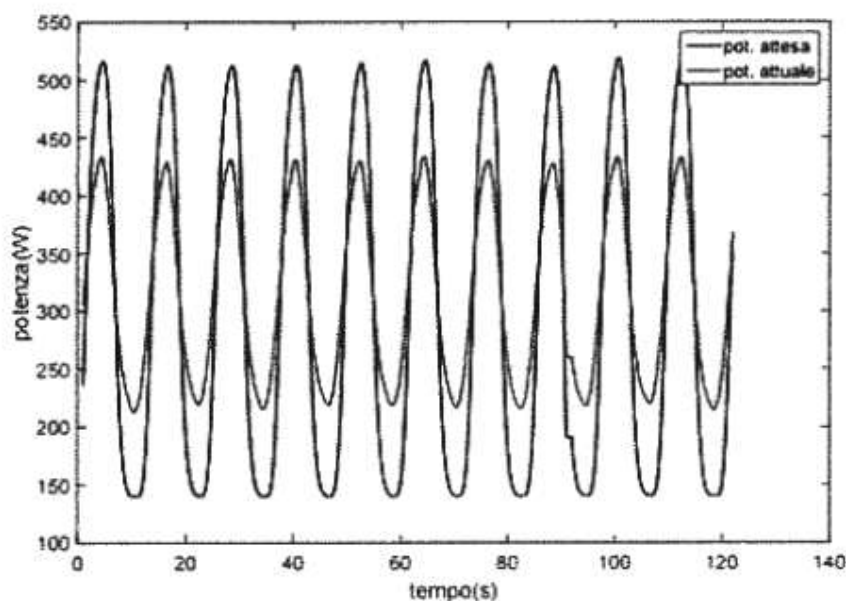


Tipologia di algoritmi MPPT.

Nella tabella seguente si fornisce l'elenco della serie di combinazioni dei parametri PID esplorati nei test:

Parametri di controllo PID			
	P	I	D
Test 1	0.001	0.01	0.003
Test 2	0.0001	0.01	0.003
Test 3	0.005	0.01	0.003
Test 4	0.001	0.1	0.003
Test 5	0.001	0.5	0.003
Test 6	0.001	0.03	0.003
Test 7	0.001	0.008	0.003
Test 8	0.001	0.01	0.1
Test 9	0.001	0.01	0.5
Test 10	0.001	0.01	0.01

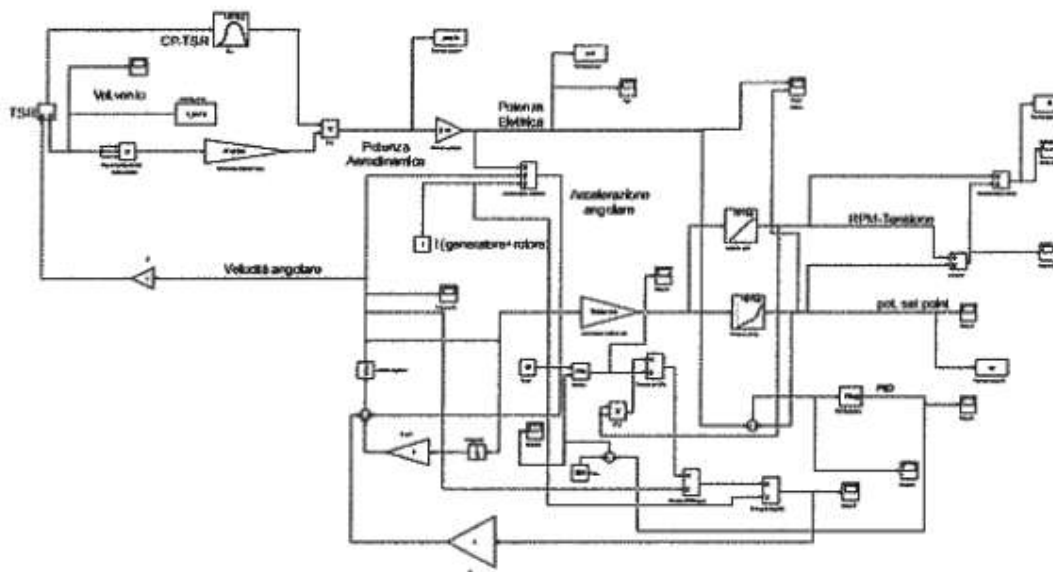
Nella figura seguente viene evidenziato un tipico test che evidenzia come il controllore segue la potenza elettrica ideale richiesta variandola al variare della velocità del vento in ingresso:



Andamento della potenza attesa e attuale durante un test eseguito.

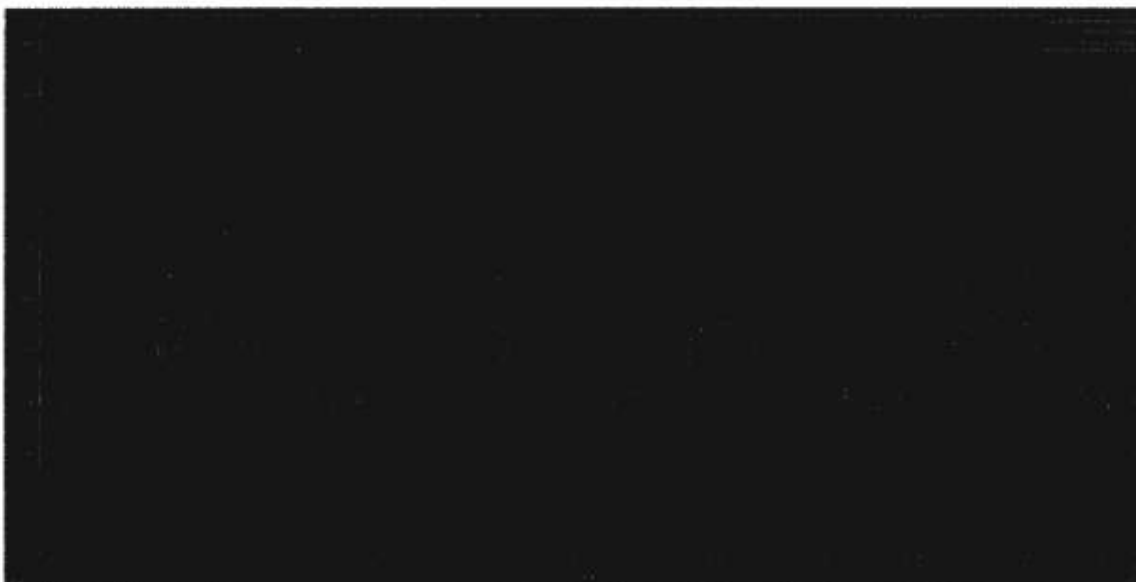
E' stato anche creato un modello Simulink della turbina stessa utilizzando i dati reali di vento come forzante in ingresso del sistema:





Schema del modello Simulink creato.

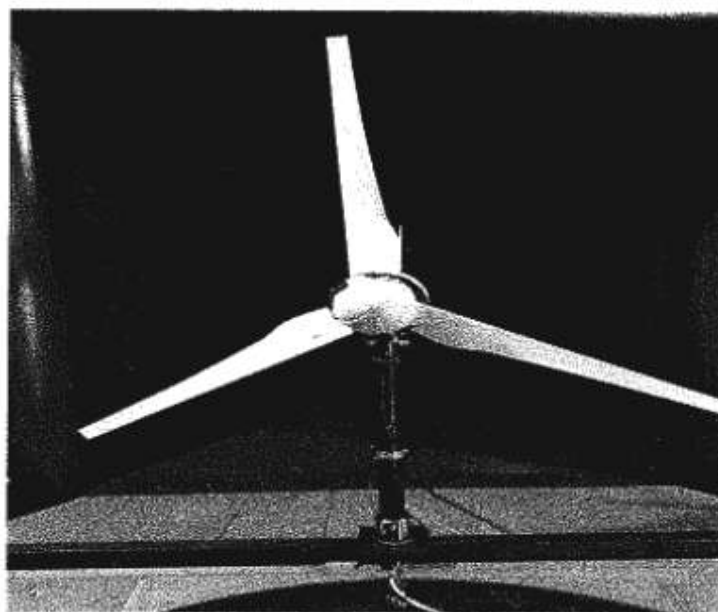
E in figura seguente è visibile il raffronto tra la potenza in uscita dall'aerogeneratore calcolata mediante il modello e quella acquisita durante le prove sperimentali:



Raffronto tra potenza attesa in blu e potenza attuale in giallo in uno dei test eseguiti.

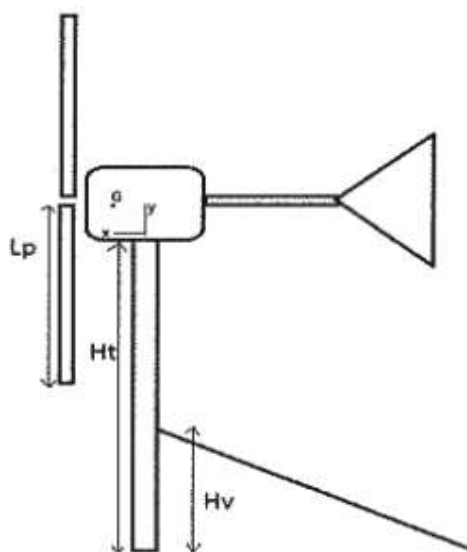
### **Analisi delle vibrazioni e modello FAST della turbina tripala.**

Successivamente si è deciso di analizzare il comportamento della macchina a tre pale utilizzando un software di Simulazione Nrel FAST e acquisendo segnali accelerometrici della turbina in varie configurazioni sia con vento costante che variabile.



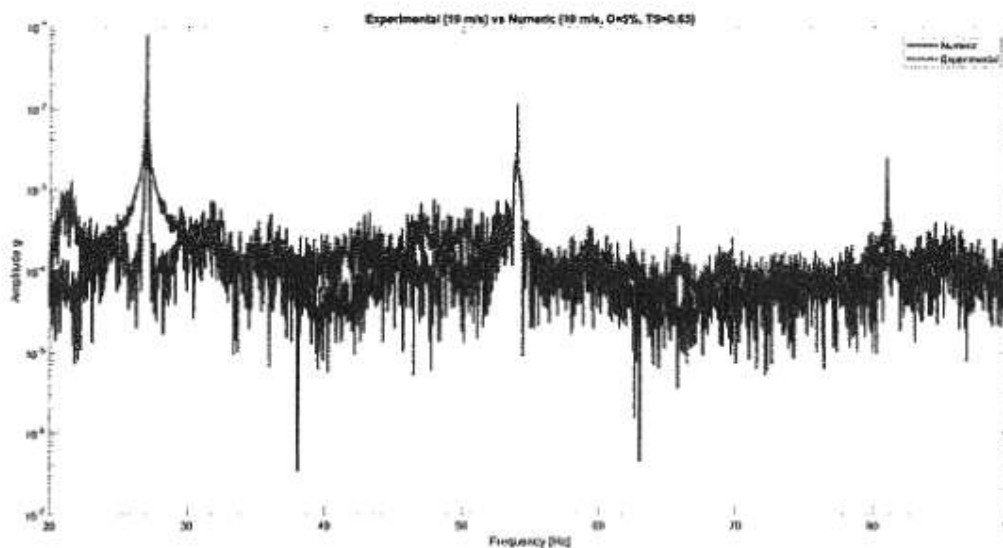
Turbina tripala utilizzata per i test e le analisi numeriche.

La scelta della turbina nella configurazione a tre pale è stata dettata dall'impossibilità di simulare con FAST le altre tipologie di turbine analizzate. Il codice Fast è usato per il dimensionamento di macchine di grossa taglia per cui si è reso necessario un adattamento di alcuni parametri della simulazione in modo da poterlo utilizzare. La turbina è stata schematizzata nel seguente modo:



Lp	1 m
Ht	0.98 m
Hv	0.55 m
XG	0.13 m
YG	0.2 m

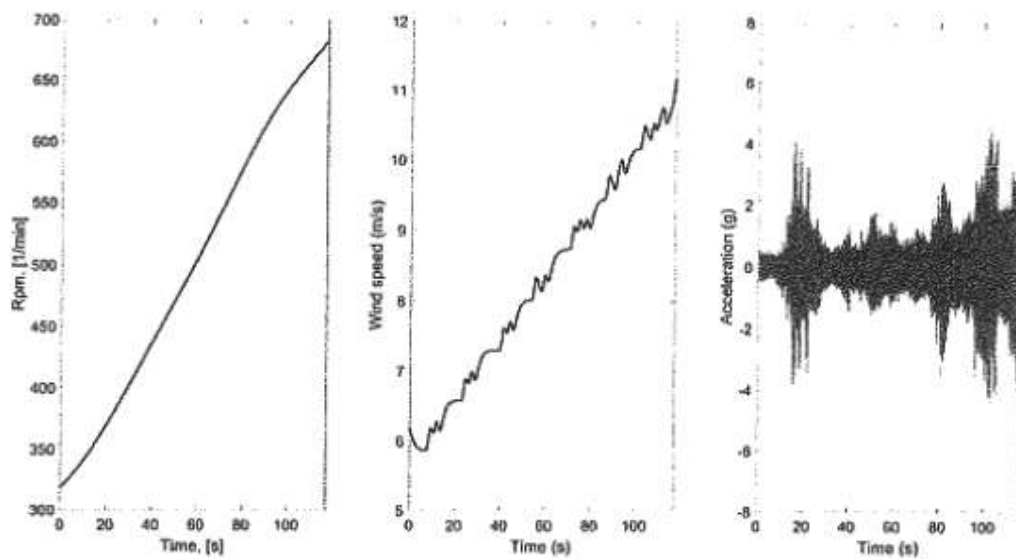
Utilizzando tali parametri come dati in ingresso al simulatore. Sono stati posti degli accelerometri triassiali sulla torre e dei monoassiali sul timone. L'analisi sul timone sarà poi evidenziata in seguito. Nella figura seguente viene analizzato il confronto tra l'analisi sperimentale e quella numerica relativa all'accelerometro posto sulla torre:



Raffronto tra analisi FAST e dati sperimentali sulla torre.

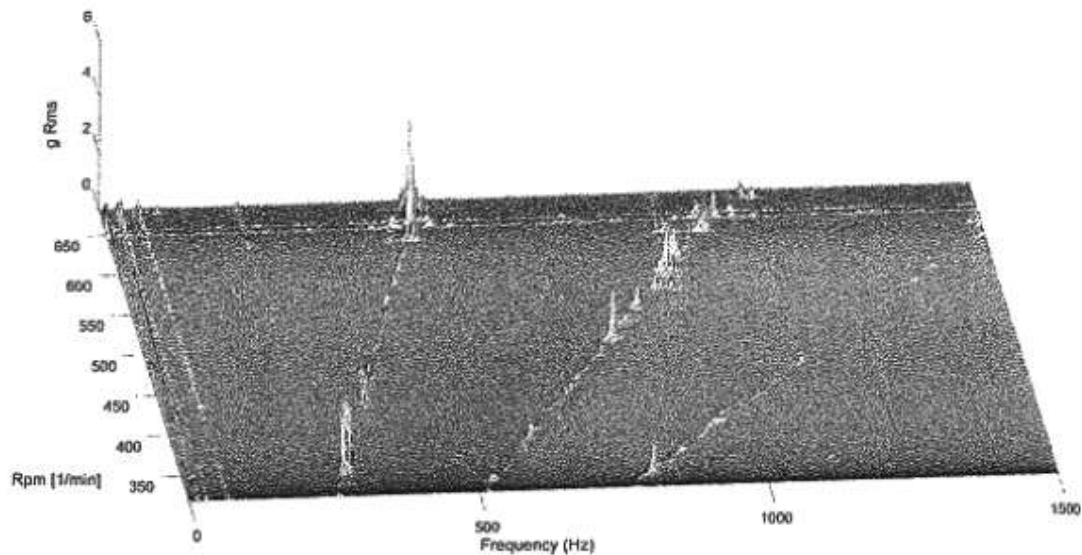
### Analisi delle Vibrazioni sul timone.

Estrema importanza è stata data alle analisi della vibrazione sul timone della turbina. La figura successiva mostra la rampa di vento e di velocità (la turbina era controllata in MPPT con il sistema PID legato alla curva di potenza del 3 pale) e il segnale il tempo dell'accelerometro.



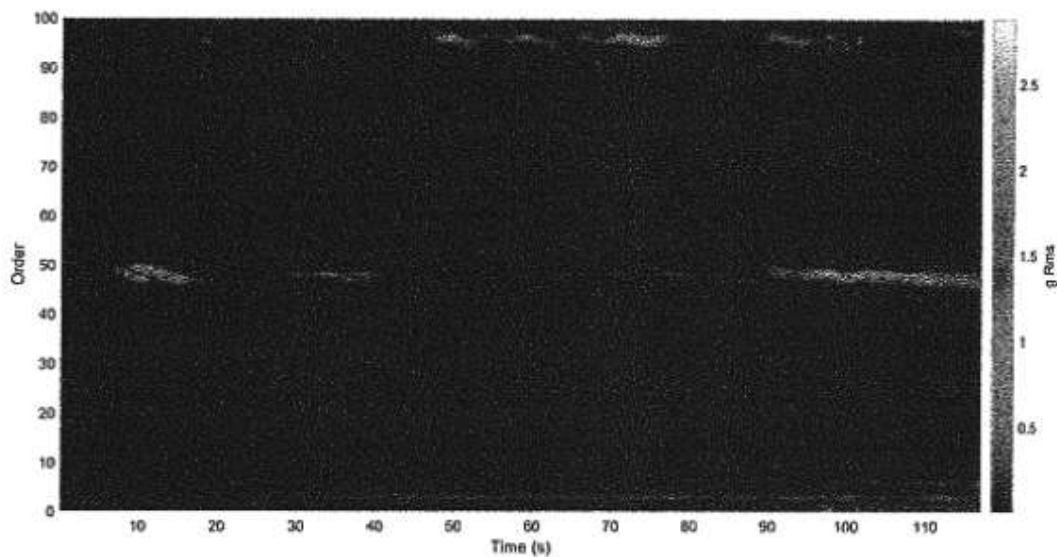
Segnali in tempo della velocità di rotazione del rotore, della velocità del vento e dell'accelerazione sul timone.

Dall'eccitazione mediante rampa di vento si è potuto estrarre la waterfall dell'accelerazione relativa all'accelerometro posto sul timone:



Waterfall dell'accelerometro posizionato sul timone.

Si notano diverse frequenze strutturali (frequenze costanti al variare degli rpm della macchina) e una linea principale che se analizzata con un diagramma agli ordini è localizzata al 50mo ordine:



Analisi agli ordini dell'accelerometro posizionato sul timone

Tale andamento era localizzato anche nell'accelerometro posto nella torre il che dimostra il mutuo legame tra torre e timone, la vibrazione strutturale della torre provoca a sua volta un'eccitazione del timone che entra in risonanza nel momento in cui la rotazione incrocia una delle frequenze proprie del timone stesso.

### **Pubblicazioni effettuate durante l'attività di ricerca.**

Dynamic experimental and numerical analysis of loads for an horizontal axis micro wind turbine. F. Castellani, M. Becchetti, D. Astolfi, F. Cianetti: Turbwind 2017 Riva del Garda 15-16/06/2017 (Accettata e in attesa di essere pubblicata).

Investigation of terrain and wake effects on the performance of wind farms in complex terrain using numerical and experimental data. F Castellani, D. Astolfi, M. Mana, E. Piccioni, M. Becchetti, L. Terzi: Wind Energy 2017 Pubblicata il 24/2/2017 DOI: 10.1002/we.2094.

Experimental diagnosis of cavitation for a hydraulic monotube shock absorber  
G. Morettini, N. Bartolini, D. Astolfi, L. Scappaticci, M. Becchetti, F. Castellani: Diagnostyka, 2016 Vol 17 No 3.

L'assegnista

*Becchetti M*

Il Responsabile del Progetto

*F. Castellani*



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI  
DI PERUGIA

Allegato N. 1 al punto  
dell'ordine del giorno n. 9  
12 maggio 2017

Decreto n. 43

**Approvazione corso di dottorato XXXIII ciclo in INGEGNERIA  
INDUSTRIALE E DELL'INFORMAZIONE**

**II DIRETTORE**

- Vista la nota MIUR del 21/04/2017 n.12311 relativa alle "Indicazioni operative sulle procedure di accreditamento dei dottorati A.A. 2017.2018-XXXIII ciclo";
- Vista la nota dirigenziale del 28.04.2017 n.30842 -Corsi di dottorato di ricerca-Proposte per il XXXIII ciclo a.a.2017.2018;
- Vista la proposta di accreditamento inviata dal Coordinatore del corso di dottorato in "Ingegneria Industriale e dell'informazione";
- Considerata l'urgenza e l'impossibilità di convocare in tempi utili il Consiglio di Dipartimento di Ingegneria;
- Ritenuta la propria competenza;

**DECRETA**

di approvare le seguenti convenzioni allegate:

- Convenzione tra l'Università degli Studi di Perugia e TAMURA Europe Ltd
- Convenzione tra l'Università degli Studi di Perugia e Acciai Speciali Terni S.p.A.

e la scheda di accreditamento allegata, del corso di dottorato in "Ingegneria Industriale e dell'Informazione" - XXXIII ciclo conforme alla scheda inserita nel sito del CINECA.

Il presente decreto sarà portato a ratifica del consiglio di dipartimento nella prima seduta utile.



IL DIRETTORE  
(Prof. Giuseppe Saccomandi)

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA

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



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI  
DI PERUGIA

Allegato N. ....2..... al punto  
dell'ordine del giorno N. ....9..... ✓

Decreto n. 45 del 12/05/2017

Master Universitario di II livello in "Data Science a.a. 2016-2017" – docenza

**II DIRETTORE**

- Visto** il D.R. n. 1192 del 29.07.2016 di approvazione dell'istituzione/attivazione del Master di II livello in "Data Science" presso l'Università degli Studi di Perugia – Dipartimento di Ingegneria;
- Tenuto conto** l'art.9 del "Regolamento in materia di corsi per master universitario e corsi di perfezionamento dell'Università degli Studi di Perugia";
- Considerato** il Regolamento didattico del Master di I livello in "Data Science";
- Considerata** la disponibilità dei docenti e ricercatori universitari del Dipartimento di Ingegneria all'affidamento di attività didattiche nei corsi di studio del dipartimento di afferenza;
- Considerate** le disponibilità all'insegnamento, correlate da relativo curriculum scientifico o professionale, di personale esterno, riguardo all'attribuzione di moduli di insegnamento per contratto, ai sensi dell'art.23, comma 1, della L.240/2010;
- Ritenuta** la propria competenza;

**DECRETA**

di considerare le disponibilità all'insegnamento, correlate da relativo curriculum scientifico o professionale, di personale esterno e del parere di congruità del NVA riguardo all'attribuzione di moduli di insegnamento per contratto, a titolo gratuito/retribuito, ai sensi dell'art.23, comma 1, della L.240/2010 per il I Master di II livello in "Data Science a.a. 2016-2017"

insegnamento	SSD	ore	euro	docenza
Big data Processing and Tools	ING-INF/03	14	1.400,00	Prof. Yuri V. Demchenko

Il presente decreto sarà portato a ratifica del consiglio di dipartimento nella prima seduta utile.



IL DIRETTORE  
(Prof. Giuseppe Saccomandi)

**DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA**

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  
Tel: +3975 585 3605-3603-3604



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI  
DI PERUGIA

15 maggio 2017

Allegato N. 3 al punto  
dell'ordine del giorno N. 9

Decreto n.46

### IL DIRETTORE

Considerata  
Visto

la delibera del Consiglio del Dipartimento di Ingegneria del 16.02.2017;  
il verbale del Centro Interuniversitario di Ricerca sull'Inquinamento e  
sull'Ambiente "Mauro Felli" (CIRIAF) del 12.05.2017 relativo alla proposta  
di nomina della commissione per la procedura di valutazione comparativa  
per un posto di ricercatore universitario a tempo determinato, a tempo  
definito, ai sensi dell'art.24-comma 3-lettera a) Legge 240/2010;

Ritenuta

la propria competenza;

### DECRETA

di designare i componenti la commissione per la procedura di valutazione comparativa per  
ricercatore universitario a tempo determinato, ai sensi dell'art.24-comma 3-lettera a) Legge  
240/2010 per il seguente

SC 09/C2 - SSD ING-IND/10

prof. Franco Cotana - Università degli Studi di Perugia

prof. Francesco Asdrubali - Università di Roma Tre

prof.ssa Eugenia Rossi di Schio- Università degli Studi di Bologna

Il presente decreto sarà portato a ratifica del consiglio di dipartimento nella prima seduta utile.



IL DIRETTORE  
Prof. Giuseppe Saccomandi

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA

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



**UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PERUGIA**  
**Dipartimento di Ingegneria**  
**Il Direttore**

Allegato N. ....4..... al punto  
dell'ordine del giorno N. ....9.....

Oggetto:  
Approvazione  
modifiche  
all'accordo di  
partenariato -  
PSR 2014-  
2020 Regione  
Umbria -  
Sottomisura  
16.2.1- prof.  
Paolo Valigi  
prof. Fabio  
Radicioni

Ratificato dal  
Consiglio il  
\_\_\_\_\_

**Visto** l'art. 9 del regolamento di funzionamento del Dipartimento di Ingegneria;

**Visto** che la Regione Umbria nell'ambito del "Programma di Sviluppo Rurale per l'Umbria (PSR) 2014-2020, con decreto dirigenziale n. 5652 del 27/06/2016 (e ss.mm.ii) ha approvato il bando di evidenza pubblica concernente modalità e criteri per la concessione degli aiuti previsti dalla sottomisura 16.2.1 "Sostegno a progetti pilota e allo sviluppo di nuovi prodotti, pratiche, processi e tecnologie realizzati da Reti e Poli di nuova costituzione";

**Richiamato** il proprio decreto n. 68 del 22/09/2016, ratificato dal Consiglio del Dipartimento di Ingegneria nella seduta del 29/09/2016, con il quale sono stati approvati, nell'ambito della sottomisura 16.2, "Sostegno a progetti pilota e allo sviluppo di nuovi prodotti, pratiche, processi e tecnologie realizzati da Reti e Poli di nuova costituzione" del "Programma di Sviluppo Rurale per l'Umbria (PSR) 2014-2020:

a) la Manifestazione di Interesse fra i diversi soggetti che intendono costituire il Gruppo Operativo e collaborare per la realizzazione del futuro Progetto dal titolo "*Progetto AgRobot: robot autonomi a servizio delle crescita economica e della sostenibilità ambientale dell'agricoltura umbra*", nella Focus Area 2A, sul tema: Migliorare le prestazioni economiche di tutte le aziende agricole e incoraggiare la ristrutturazione e l'ammodernamento delle aziende agricole;

b) lo schema di Accordo per la costituzione del partenariato ai fini della presentazione della Manifestazione di Interesse fra i diversi soggetti che intendono costituire il Gruppo Operativo e collaborare per la realizzazione del futuro progetto;

**Dato atto** che in vista della scadenza del 24 maggio 2017 fissata dalla Regione Umbria per la presentazione delle rimodulazioni dei progetti si rende necessaria l'approvazione delle modifiche ai documenti di cui sopra, e in particolare l'aggiornamento dell'elenco dei partner aziendali;

**Dato atto** che i seguenti nuovi partner intendono sottoscrivere l'Accordo succitato:

LUCCHI ELETTROMECCANICA SRL (di seguito "**LUCCHI SRL**"), con sede legale in RIMINI Via Palmiro Togliatti, 3, C.A.P. 47900 RIMINI (RN), iscritta al Registro delle Imprese di RIMINI al num.RN 279814, C.F.e P.I. n. 03144170408 ai fini del presente Accordo rappresentata da LUCCHI GIORGIO, munito dei necessari poteri di firma;

ALL VINEYARD SRL (di seguito "**ALL VINEYARD**"), con sede legale in FAENZA (PG), VIA SALVOLINI 43 48018, iscritta al Registro delle Imprese di RAVENNA al num. RA - 175318, C.F. e partita IVA n. 02142110390, ai fini del presente Accordo rappresentata da GIANLUIGI BACCARINI, munito dei necessari poteri di firma;

**Preso atto** altresì che, rispetto all'elenco originario dei partner, non hanno rinnovato l'interesse alla partecipazione le seguenti imprese:

ENERGREEN SRL (di seguito "**ENERGREEN SRL**"), con sede legale in POJANA MAGGIORE (VI), Via VIA PIETRE, N° 73, C.A.P 36026, iscritta al Registro delle Imprese di VICENZA al num. 276328, C.F. 02799730243 e partita IVA n. 02799730243;

**Dato atto** che, rispetto alla versione originale, vi è altresì la modifica dell'artt. 3 (impegni delle parti) aggiornata coi nuovi partner e dell'art.4 (costi del progetto) dell'impegno della Università degli Studi di Perugia, che è ora stimato fino ad un massimo di 190.000,00 pari ad una previsione di attivazione di n. 5 annualità per assegni di ricerca.

**Dato atto** che, con l'esclusione di quanto sopra riportato, non sono state apportate altre modifiche allo stesso;

**Ravvisata** l'urgenza di provvedere a dette modifiche, stante l'approssimarsi della scadenza del termine ultimo assegnato dalla Regione Umbria, e in considerazione del fatto che non è prevista in tempo utile la convocazione di un Consiglio di Dipartimento;

**DECRETA**

1. di approvare, fermo il resto, nell'ambito della sottomisura 16.2.1, "Sostegno a progetti pilota e allo sviluppo di nuovi prodotti, pratiche, processi e tecnologie realizzati da Reti e Poli di nuova costituzione" del "Programma di Sviluppo Rurale per l'Umbria (PSR) 2014-2020, il nuovo schema di Accordo per la costituzione del partenariato ai fini della presentazione della Manifestazione di Interesse fra i diversi soggetti che intendono costituire il Gruppo Operativo e collaborare per la realizzazione del futuro progetto (all. 1), relativo al progetto dal titolo: "*Progetto AgRobot: robot autonomi a servizio delle crescita economica e della sostenibilità ambientale dell'agricoltura umbra*", nella Focus Area 2A, sul tema: Migliorare le prestazioni economiche di tutte le aziende agricole e incoraggiare la ristrutturazione e l'ammodernamento delle aziende agricole, dando atto delle modifiche sostanziali apportate in premessa per quanto riguarda elenco dei partner, impegno finanziario da parte dell'Università degli Studi di Perugia e ripartizione dello stesso

Il presente decreto sarà sottoposto alla ratifica del prossimo Consiglio di Dipartimento.

Perugia, 15/05/2017



Il Direttore  
(Prof. Giuseppe Saccomandi)

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Giuseppe Saccomandi".

Il Direttore

Oggetto:  
Approvazione  
modifiche  
all'accordo di  
partenariato -  
PSR 2014-  
2020 Regione  
Umbria -  
Sottomisura  
16.1 - prof.  
Francesco  
Fantozzi

Ratificato dal  
Consiglio il

**Visto** l'art. 9 del regolamento di funzionamento del Dipartimento di Ingegneria;

**Visto** che la Regione Umbria nell'ambito del "Programma di Sviluppo Rurale per l'Umbria (PSR) 2014-2020, con decreto dirigenziale n. 5648 del 27/06/2016 (e ss.mm.ii) ha approvato il bando di evidenza pubblica concernente modalità e criteri per la concessione degli aiuti previsti dalla sottomisura 16.1 "Sostegno per costituzione e gestione Gruppi Operativi dei PEI in materia di produttività/sostenibilità dell'agricoltura";

**Richiamato** il proprio decreto n. 69 del 22/09/2016, ratificato dal Consiglio del Dipartimento di Ingegneria nella seduta del 29/09/2016, con il quale sono stati approvati, nell'ambito della sottomisura 16.1, "Sostegno per costituzione e gestione Gruppi Operativi dei PEI in materia di produttività/sostenibilità dell'agricoltura" del "Programma di Sviluppo Rurale per l'Umbria (PSR) 2014-2020:

a) la Manifestazione di Interesse fra i diversi soggetti che intendono costituire il Gruppo Operativo e collaborare per la realizzazione del futuro Progetto dal titolo *"Life Cycle Assessment delle filiere olivicole-olearie e vitivinicole, anche consociando specie zootecniche negli oliveti, per aumentare la sostenibilità ambientale ed economica delle aziende"*, nella Focus Area 3B, sul tema: Carbon Foot Print;

b) lo schema di Accordo per la costituzione del partenariato ai fini della presentazione della Manifestazione di Interesse fra i diversi soggetti che intendono costituire il Gruppo Operativo e collaborare per la realizzazione del futuro progetto;

**Dato atto** che in vista della scadenza del 24 maggio 2017 fissata dalla Regione Umbria per la presentazione delle rimodulazioni dei progetti si rende necessaria l'approvazione delle modifiche ai documenti di cui sopra, e in particolare l'aggiornamento dell'elenco dei partner aziendali;

**Dato atto** che i seguenti nuovi partner intendono sottoscrivere l'Accordo succitato:

Società Agricola Terre de la Custodia s.s. (di seguito "Terre de la Custodia"), con sede legale in Gualdo Cattaneo (PG), Loc. Palombara, C.A.P. 06035, iscritta al Registro delle Imprese di Perugia al num. 02692590546, C.F. e partita IVA n. 02692590546, ai fini del presente Accordo rappresentata da Giampaolo Farchioni, munito dei necessari poteri di firma;

Società Agricola Fonte Cupa s.s. (di seguito "Fonte Cupa"), con sede legale in Gualdo Cattaneo (PG), Loc. Fonte Cupa, C.A.P. 06035, iscritta al Registro delle Imprese di Perugia al num. 03030140549, C.F. e partita IVA n. 03030140549, ai fini del presente Accordo rappresentata da Marco Farchioni, munito dei necessari poteri di firma;

Giontella Marco (di seguito "Giontella Marco"), con sede legale in Todi (PG), Voc. Collina snc - Frazione San Damiano, C.A.P. 06059, iscritta al Registro delle Imprese di Perugia al num. GNTMRC80S12D653B, C.F. GNTMRC80S12D653B e partita IVA n. 03499310542, ai fini del presente Accordo rappresentata da Marco Giontella, munito dei necessari poteri di firma;

Bucelletti Stefano (di seguito "Bucelletti Stefano"), con sede legale in Arezzo (AR) e unità locale in Castiglione del Lago (PG), Loc. Bologni snc, C.A.P. 06061, iscritta al Registro delle Imprese di Perugia al num. BCCSFN83H10A390F, C.F. BCCSFN83H10A390F e partita iva 02018430518, ai fini del presente accordo rappresentata da Bucelletti Stefano, munito dei necessari poteri di firma;

BCCSFN83H10A390F e partita iva 02018430518, ai fini del presente accordo rappresentata da Buccelletti Stefano, munito dei necessari poteri di firma;

Comunanza Agraria dell' Appennino Gualdese (di seguito "Comunanza"), con sede legale in Gualdo Tadino (PG), P.zza Martiri della Libertà n. 4, C.A.P. 06023, iscritta al Registro delle Imprese di Perugia, C.F. 00222380545, ai fini del presente accordo rappresentata da Monacelli Nadia, munito dei necessari poteri di firma;

Società Agricola Colle Pizzuto s.s. (di seguito "Colle Pizzuto"), con sede legale in Terni (TR), Via Gabriele D'Annunzio n. 12, C.A.P. 05100, iscritta al Registro delle Imprese di Terni al num. 01564980553, C.F. e partita IVA n. 01564980553, ai fini del presente Accordo rappresentata da Montagnoli Andrea, munito dei necessari poteri di firma;

Appolloni Giorgio (di seguito "Appolloni Giorgio"), con sede legale in Foligno (PG), Loc. Verchiano Via A. Cluffelli snc, C.A.P. 06034, iscritta al Registro delle Imprese di Perugia al num. PPLGRG61R21D653U, C.F. PPLGRG61R21D653U e partita IVA n.01796590543, ai fini del presente Accordo rappresentata da Appolloni Giorgio, munito dei necessari poteri di firma; e

Federazione Italiana delle Comunità Forestali (di seguito "Federforeste"), con sede legale in Roma (RM) Via XXIV Maggio n. 43, C.A.P. 00187, NON iscritta al Registro delle Imprese, C.F. e partita IVA n. 92036510342, ai fini del presente Accordo rappresentata da Gabriele Calliari, munito dei necessari poteri di firma;

Noesis snc di Diego Mattioli e Armando Fizzarotti (di seguito "Noesis snc"), con sede legale in Campello sul Clitunno (PG), Via del Mulino 19, CAP 06042, iscritta al Registro delle Imprese di Perugia al num. PG-245671, C.F. e partita IVA n. 02852860549, ai fini del presente accordo rappresentata da Diego Mattioli, munito dei necessari poteri di firma;

**Preso atto** altresì che, rispetto all'elenco originario dei partner, non hanno rinnovato l'interesse alla partecipazione le seguenti imprese:

SOCIETA' AGRICOLA AGRITOSTI SOCIETA' SEMPLICE, con sede legale in PIETRALUNGA (PG), Via VOC. CAPELLI SAN FAUSTINO C.A.P 06026, iscritta al Registro delle Imprese di PERUGIA al num. 210129 C.F. 01970430540 e partita IVA n. 01970430540;

Az. Agricola Valle dell'Oasi di Giordano Mainò, con sede legale in CASTIGLIONE DEL LAGO (PG), Via MUGNANESI FRAZ. PORTO N° 2 C.A.P 06061, iscritta al Registro delle Imprese di PERUGIA al num. 172832 C.F. MNAGDN69B19C309E e partita IVA n. 01966700542;

**Dato atto** che, rispetto alla versione originale, vi è altresì la modifica dell'artt. 3 (impegni delle parti) aggiornata coi nuovi partner e dell'art.4 (costi del progetto) dell'impegno della Università degli Studi di Perugia, che è ora stimato fino ad un massimo di 201.188,86 pari ad una previsione di attivazione di n. 8 annualità per assegni di ricerca e per spese di missione degli assegnisti.

**Dato atto** che, con l'esclusione di quanto sopra riportato, non sono state apportate altre modifiche allo stesso;

**Ravvisata** l'urgenza di provvedere a dette modifiche, stante l'approssimarsi della scadenza del termine ultimo assegnato dalla Regione Umbria, e in considerazione del fatto che non è prevista in tempo utile la convocazione di un Consiglio di Dipartimento;

## **DECRETA**

1. di approvare, fermo il resto, nell'ambito della sottomisura 16.1, "Sostegno per costituzione e gestione Gruppi Operativi dei PEI in materia di



produttività/sostenibilità dell'agricoltura" del "Programma di Sviluppo Rurale per l'Umbria (PSR) 2014-2020, il nuovo schema di schema di Accordo per la costituzione del partenariato ai fini della presentazione della Manifestazione di Interesse fra i diversi soggetti che intendono costituire il Gruppo Operativo e collaborare per la realizzazione del futuro progetto (all. 1), relativo al progetto dal titolo: *"Life Cycle Assessment delle filiere olivicole-olearie e vitivinicole, anche consociando specie zootecniche negli oliveti, per aumentare la sostenibilità ambientale ed economica delle aziende"*, nella Focus Area 3B, sul tema: Carbon Foot Print.

Il presente decreto sarà sottoposto alla ratifica del prossimo Consiglio di Dipartimento.

Perugia, 15/05/2017



Il Direttore  
Prof. Giuseppe Saccomandi

**UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PERUGIA**  
**Dipartimento di Ingegneria**  
**Il Direttore**

Allegato N. ....6..... al punto  
dell'ordine del giorno N. ....9.....

Oggetto:  
Approvazione  
modifiche  
all'accordo di  
partenariato -  
PSR 2014-  
2020 Regione  
Umbria -  
Sottomisura  
16.1 - prof.  
Stefano Saetta

Ratificato dal  
Consiglio il

**Visto** l'art. 9 del regolamento di funzionamento del Dipartimento di Ingegneria;

**Visto** che la Regione Umbria nell'ambito del "Programma di Sviluppo Rurale per l'Umbria (PSR) 2014-2020, con decreto dirigenziale n. 5648 del 27/06/2016 (e ss.mm.ii) ha approvato il bando di evidenza pubblica concernente modalità e criteri per la concessione degli aiuti previsti dalla sottomisura 16.1 "Sostegno per costituzione e gestione Gruppi Operativi dei PEI in materia di produttività/sostenibilità dell'agricoltura";

**Richiamato** il proprio decreto n. 70 del 22/09/2016, ratificato dal Consiglio del Dipartimento di Ingegneria nella seduta del 29/09/2016, con il quale sono stati approvati, nell'ambito della sottomisura 16.1, "Sostegno per costituzione e gestione Gruppi Operativi dei PEI in materia di produttività/sostenibilità dell'agricoltura" del "Programma di Sviluppo Rurale per l'Umbria (PSR) 2014-2020:

a) la Manifestazione di Interesse fra i diversi soggetti che intendono costituire il Gruppo Operativo e collaborare per la realizzazione del futuro Progetto dal titolo "*Progetto di innovazione sui processi di trasformazione sulla gestione di filiera e sulla logistica dei prodotti agroalimentari*", nella Focus Area 3A, sul tema: I processi di trasformazione, gestione e logistica dei prodotti agroalimentari;

b) lo schema di Accordo per la costituzione del partenariato ai fini della presentazione della Manifestazione di Interesse fra i diversi soggetti che intendono costituire il Gruppo Operativo e collaborare per la realizzazione del futuro progetto;

**Dato atto** che in vista della scadenza del 24 maggio 2017 fissata dalla Regione Umbria per la presentazione delle rimodulazioni dei progetti si rende necessaria l'approvazione delle modifiche ai documenti di cui sopra, e in particolare l'aggiornamento dell'elenco dei partner aziendali;

**Dato atto** che i seguenti nuovi partner intendono sottoscrivere l'Accordo succitato:

**Azienda agricola Casabionda di Pandolfi Pietro Antonio** (di seguito "**Società F**", con sede legale in Costacciaro (PG), Frazione Casabionda, 3, C.A.P 06021, iscritta al Registro delle Imprese di Perugia al num. REA PG-231003, C.F. e partita IVA n. 02472470547, ai fini del esente Accordo rappresentata da Pandolfi Pietro Antonio, munito dei necessari poteri di firma;

**Gruppo Cooperative Agricole di Trevi Società Cooperativa Agricola** (di seguito "**Società G**", con sede legale in Trevi (PG), Pietra Rossa, 37, C.A.P 80517, iscritta al Registro delle Imprese di Perugia al num. REA PG-101790, C.F. e partita IVA n. 00252910542, ai fini del esente Accordo rappresentata da Chianella Luciano, munito dei necessari poteri di firma;

**Fattoria Terra e Vita Società agricola a r.l.** (di seguito "**Società H**", con sede legale in Perugia (PG), Via Venti Settembre, 57, C.A.P 06124, iscritta al Registro delle Imprese di Perugia al num. REA PG-279911, C.F. e partita IVA n. 03313390548, ai fini del esente Accordo rappresentata da Giovi Rizeiro, munito dei necessari poteri di firma;

**Fratelli Testi e figli Società Agricola Semplice** (di seguito "**Società I**", con sede legale in Perugia (PG), Strada Ranco, 6, C.A.P 06080, iscritta al Registro delle Imprese di Perugia al num. REA PG-179326, C.F. e partita IVA n.

00455840546, ai fini del esente Accordo rappresentata da Testi Mauro, munito dei necessari poteri di firma;

**Azienda Agricola Alessandri Società semplice** (di seguito "**Società L**", con sede legale in Foligno (PG), Frazione Fraia, C.A.P 06034, iscritta al Registro delle Imprese di Perugia al num. REA PG-223409, C.F. e partita IVA n. 02527190546, ai fini del esente Accordo rappresentata da Alessandri Domenico, munito dei necessari poteri di firma;

**Tascini Luca** (di seguito "**Società M**", con sede legale in Città di Castello (PG), Località San Donino, 3, C.A.P 06012, iscritta al Registro delle Imprese di Perugia al num. REA PG-198649, C.F. e partita IVA n. 01438250548, ai fini del esente Accordo rappresentata da Tascini Luca, munito dei necessari poteri di firma;

**Società agricola Agritiber Società semplice** (di seguito "**Società N**", con sede legale in Umbertide (PG), Via Colonnata, 1, C.A.P 06019, iscritta al Registro delle Imprese di Perugia al num. REA PG-126181, C.F. e partita IVA n. 00340460542, ai fini del esente Accordo rappresentata da Pazzagli Marco, munito dei necessari poteri di firma;

**Molinagri Società semplice agricola** (di seguito "**Società O**", con sede legale in Perugia (PG), Strada Tiberina, 186, C.A.P 06134, iscritta al Registro delle Imprese di Perugia al num. REA PG-199204, C.F. e partita IVA n. 02093130546, ai fini del esente Accordo rappresentata da Molinari Massimiliano, munito dei necessari poteri di firma;

**Impresa Verde Umbria Srl** (di seguito "**Società P**"), con sede legale in Perugia (PG), Via Settevalli 131/F, C.A.P 06129, iscritta al Registro delle Imprese di Perugia al num. PG 183310, C.F. e partita IVA n. 02168620546, ai fini del presente Accordo rappresentata da Albano Agabiti, munito dei necessari poteri di firma;

**Società agricola Canavelle Società Semplice di Pauselli Fabio & Stefano** (di seguito "**Società Q**"), con sede legale in Umbertide (PG), Loc. Badia 287/A, C.A.P 06019, iscritta al Registro delle Imprese di Perugia al num. PG 211897, C.F. e partita IVA n. 02361270545, ai fini del presente Accordo rappresentata da Pauselli Stefano, munito dei necessari poteri di firma;

**S.AGRI.V.IT. - Società agricola Vitivinicola italiana a responsabilità limitata** (di seguito "**Società R**"), con sede legale in Roma (RM), Via Alberico II, 33, C.A.P 00193, iscritta al Registro delle Imprese di Perugia al num. RM 1026020 con sede operativa in Magione (PG), Via Cavalieri di Malta, 31, 06063 Magione PG, C.F. e partita IVA n. 07326481004, ai fini del presente Accordo rappresentata da Giulio Senni, munito dei necessari poteri di firma.

**Preso atto** altresì che, rispetto all'elenco originario dei partner, non hanno rinnovato l'interesse alla partecipazione la seguente impresa :

**Azienda Fioriti Fabrizio**, con sede legale in Gubbio (PG), Loc. Carbonesca, 15 C.A.P 06100, iscritta al Registro delle Imprese di Perugia al num. REA PG-187613 C.F. e partita IVA n. 02199440542; nonchè il Centro Interuniversitario di Ricerca sull'Inquinamento da Agenti Fisici "Mauro Felli" - CIRIAF - dell'Università degli Studi di Perugia;

**Dato atto** che, con l'esclusione dell'elenco dei partner aderenti all'accordo, non sono state apportate altre modifiche allo stesso;

**Ravvisata** l'urgenza di provvedere a dette modifiche, stante l'approssimarsi della scadenza del termine ultimo assegnato dalla Regione Umbria, e in considerazione del fatto che non è prevista in tempo utile la convocazione di un Consiglio di Dipartimento;



**DECRETA**

1. di approvare, fermo il resto, nell'ambito della sottomisura 16.1, "Sostegno per costituzione e gestione Gruppi Operativi dei PEI in materia di produttività/sostenibilità dell'agricoltura" del "Programma di Sviluppo Rurale per l'Umbria (PSR) 2014-2020, il nuovo schema di schema di Accordo per la costituzione del partenariato ai fini della presentazione della Manifestazione di Interesse fra i diversi soggetti che intendono costituire il Gruppo Operativo e collaborare per la realizzazione del futuro progetto (all. 1), relativo al progetto dal titolo: *Progetto di innovazione sui processi di trasformazione sulla gestione di filiera e sulla logistica dei prodotti agroalimentari*", nella Focus Area 3A, sul tema: I processi di trasformazione, gestione e logistica dei prodotti agroalimentari.

Il presente decreto sarà sottoposto alla ratifica del prossimo Consiglio di Dipartimento.

Perugia, 15/05/2017



Il Direttore  
Prof. Giuseppe Saccomandi



## UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PERUGIA

Dipartimento di Ingegneria

Il Direttore

Allegato N. 7 al punto  
dell'ordine del giorno N. 9

Oggetto:  
Approvazione  
modifiche  
all'accordo di  
partenariato -  
PSR 2014-  
2020 Regione  
Umbria -  
Sottomisura  
16.1 - prof.  
Fabrizio  
Frescura

Ratificato dal  
Consiglio il

\_\_\_\_\_

**Visto** l'art. 9 del regolamento di funzionamento del Dipartimento di Ingegneria;

**Visto** che la Regione Umbria nell'ambito del "Programma di Sviluppo Rurale per l'Umbria (PSR) 2014-2020, con decreto dirigenziale n. 5648 del 27/06/2016 (e ss.mm.ii) ha approvato il bando di evidenza pubblica concernente modalità e criteri per la concessione degli aiuti previsti dalla sottomisura 16.1 "Sostegno per costituzione e gestione Gruppi Operativi dei PEI in materia di produttività/sostenibilità dell'agricoltura";

**Richiamato** il proprio decreto n. 72 del 22/09/2016, ratificato dal Consiglio del Dipartimento di Ingegneria nella seduta del 29/09/2016, con il quale sono stati approvati, nell'ambito della sottomisura 16.1, "Sostegno per costituzione e gestione Gruppi Operativi dei PEI in materia di produttività/sostenibilità dell'agricoltura" del "Programma di Sviluppo Rurale per l'Umbria (PSR) 2014-2020:

a) la Manifestazione di Interesse fra i diversi soggetti che intendono costituire il Gruppo Operativo e collaborare per la realizzazione del futuro Progetto dal titolo: "LIVESTOCK SMART FARMING", nella Focus Area 2A, sul tema: Il benessere animale nei sistemi di allevamento per rispondere alle nuove sfide del mercato per i prodotti di origine animale;

b) lo schema di Accordo per la costituzione del partenariato ai fini della presentazione della Manifestazione di Interesse fra i diversi soggetti che intendono costituire il Gruppo Operativo e collaborare per la realizzazione del futuro progetto;

**Dato atto** che in vista della scadenza del 24 maggio 2017 fissata dalla Regione Umbria per la presentazione delle rimodulazioni dei progetti si rende necessaria l'approvazione delle modifiche ai documenti di cui sopra, e in particolare l'aggiornamento dell'elenco dei partner aziendali;

**Dato atto** che i seguenti nuovi partner intendono sottoscrivere l'Accordo succitato:

**Ceccagnoli Alberta** (di seguito "**Società O**"), con sede legale in Città di Castello (PG), San Martino d'Upò 49, C.A.P 06012, iscritta al Registro delle Imprese di Perugia, al num. REA PG - 189536, Partita IVA n. 02090080546, ai fini del presente Accordo rappresentata da Ceccagnoli Alberta, munito dei necessari poteri di firma;

**Mesina Giovanni Battista** (di seguito "**Società P**"), con sede legale in Perugia (PG), Strada Morate Giuliano, C.A.P 06080, iscritta al Registro delle Imprese di Perugia, al num. REA PG - 217905, Partita IVA n. 02454840543, ai fini del presente Accordo rappresentata da Giovanni Battista Mesina, munito dei necessari poteri di firma;

**Fattoria S. Eufezio - Società Agricola Semplice** (di seguito "**Società Q**"), con sede legale in Narni (TR), S. Eufezio 3, C.A.P 05035, iscritta al Registro delle Imprese di Perugia, al num. REA TR - 102351, C.F. e partita IVA n. 01505820553, ai fini del presente Accordo rappresentata da Cipiccia Diego, munito dei necessari poteri di firma;

**Società agricola Mezzasoma Corrado e figlio s.s.** (di seguito "**Società R**"), con sede legale in Perugia (PG), Via Abbadiola snc, C.A.P 06070, iscritta al Registro delle Imprese di Perugia, al num. REA PG-168292, C.F. e partita IVA n. 01920810544, ai fini del presente Accordo rappresentata da Mezzasoma Carmelo, munito dei necessari poteri di firma;

**Ipericon Luigi** (di seguito "**Società S**"), con sede legale in Narni (TR), Frazione Vigne 108, C.A.P 05035, iscritta al Registro delle Imprese di Perugia, al num.

**Ipericon Luigi** (di seguito "**Società S**"), con sede legale in Narni (TR), Frazione Vigne 108, C.A.P 05035, iscritta al Registro delle Imprese di Perugia, al num. REA TR - 73103, Partita IVA n. 00351160551, ai fini del presente Accordo rappresentata da Ipericon Luigi, munito dei necessari poteri di firma;

**CENTRO PER LO SVILUPPO AGRICOLO E RURALE (CESAR)** (di seguito "**Società Z**"), con sede legale in Assisi (PG), Via Metastasio 22, C.A.P 06081 e sede amministrativa e operativa in Casalina di Deruta (PG), Via Risorgimento 3/b, C.A.P 06051 iscritta al Registro delle Imprese num. PG 221900, Partita IVA n. 01412030544 ai fini del presente Accordo rappresentata da Franco Moriconi munito dei necessari poteri di firma;

**Dato atto** che, con l'esclusione dell'elenco dei partner aderenti all'accordo, non sono state apportate altre modifiche allo stesso;

**Ravvisata** l'urgenza di provvedere a dette modifiche, stante l'approssimarsi della scadenza del termine ultimo assegnato dalla Regione Umbria, e in considerazione del fatto che non è prevista in tempo utile la convocazione di un Consiglio di Dipartimento;

#### DECRETA

1. di approvare, fermo il resto, nell'ambito della sottomisura 16.1, "Sostegno per costituzione e gestione Gruppi Operativi dei PEI in materia di produttività/sostenibilità dell'agricoltura" del "Programma di Sviluppo Rurale per l'Umbria (PSR) 2014-2020, il nuovo schema di schema di Accordo per la costituzione del partenariato ai fini della presentazione della Manifestazione di Interesse fra i diversi soggetti che intendono costituire il Gruppo Operativo e collaborare per la realizzazione del futuro progetto (all. 1), relativo al progetto dal titolo: "**LIVESTOCK SMART FARMING**", nella Focus Area 2A, sul tema: Il benessere animale nei sistemi di allevamento per rispondere alle nuove sfide del mercato per i prodotti di origine animale.

Il presente decreto sarà sottoposto alla ratifica del prossimo Consiglio di Dipartimento.

Perugia, 15/05/2017



Il Direttore  
(Prof. Giuseppe Saccomandi)

## UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PERUGIA

Dipartimento di Ingegneria

Il Direttore

Allegato N. 8  
 dell'Ordine del giorno N. 8  
 al punto 8

Oggetto:  
 Approvazione  
 modifiche  
 all'accordo di  
 partenariato -  
 PSR 2014-  
 2020 Regione  
 Umbria -  
 Sottomisura  
 16.1- prof.  
 Fabio Radicioni  
 Prof. Paolo  
 Valigi

Ratificato dal  
 Consiglio il

**Visto** l'art. 9 del regolamento di funzionamento del Dipartimento di Ingegneria;

**Visto** che la Regione Umbria nell'ambito del "Programma di Sviluppo Rurale per l'Umbria (PSR) 2014-2020, con decreto dirigenziale n. 5648 del 27/06/2016 (e ss.mm.ii) ha approvato il bando di evidenza pubblica concernente modalità e criteri per la concessione degli aiuti previsti dalla sottomisura 16.1 "Sostegno per costituzione e gestione Gruppi Operativi dei PEI in materia di produttività/sostenibilità dell'agricoltura";

**Richiamato** il proprio decreto n. 66 del 22/09/2016, ratificato dal Consiglio del Dipartimento di Ingegneria nella seduta del 29/09/2016, con il quale sono stati approvati, nell'ambito della sottomisura 16.1, "Sostegno per costituzione e gestione Gruppi Operativi dei PEI in materia di produttività/sostenibilità dell'agricoltura" del "Programma di Sviluppo Rurale per l'Umbria (PSR) 2014-2020:

a) la Manifestazione di Interesse fra i diversi soggetti che intendono costituire il Gruppo Operativo e collaborare per la realizzazione del futuro Progetto dal titolo: *"RTK Umbria 2.0: proto tipizzazione di una rete RTK e di applicazioni tecnologiche innovative per l'automazione dei processi colturali e la gestione delle informazioni per l'agricoltura di precisione"*, nella Focus Area 2A, sul tema: Migliorare le prestazioni economiche di tutte le aziende agricole e incoraggiare la ristrutturazione e l'ammmodernamento delle aziende agricole, in particolare per aumentare la quota di mercato e l'orientamento al mercato nonché la diversificazione delle attività, progetti d'innovazione;

b) lo schema di Accordo per la costituzione del partenariato ai fini della presentazione della Manifestazione di Interesse fra i diversi soggetti che intendono costituire il Gruppo Operativo e collaborare per la realizzazione del futuro progetto;

**Dato atto** che in vista della scadenza del 24 maggio 2017 fissata dalla Regione Umbria per la presentazione delle rimodulazioni dei progetti si rende necessaria l'approvazione delle modifiche ai documenti di cui sopra, e in particolare l'aggiornamento dell'elenco dei partner aziendali;

**Dato atto** che i seguenti nuovi partner intendono sottoscrivere l'Accordo succitato:

SOC. AGR. SANTA FELICISSIMA S.S. BLASI LUCA (di seguito "**SANTA FELICISSIMA S.S.**"), con sede legale in PIEGARÒ (PG), Via VOC. CASAVECCHIA N. 55 - FRAZ. MACERETO, N° 66, C.A.P 06066, iscritta al Registro delle Imprese di PERUGIA al num. 298195, C.F. e partita IVA n. 03560540548, ai fini del presente Accordo rappresentata da BLASI CARLO, munito dei necessari poteri di firma;

DI CAMILLO FRANCESCO (di seguito "**DI CAMILLO FRANCESCO**"), con sede legale in FOLIGNO (PG), Via P. MICCA 14/A, C.A.P 06034, iscritta al Registro delle Imprese di PERUGIA al num. 225158, C.F. 02777580545 e partita IVA n. 02369780545, ai fini del presente Accordo rappresentata da DI CAMILLO FRANCESCO, munito dei necessari poteri di firma;

AZIENDA VIVAISTICA REGIONALE UMBRAFLOR (di seguito "**UMBRAFLOR**") con sede legale in SPELLO (PG), VIA CASTELLACCIO N. 6, C.A.P. 06038, iscritta al Registro delle Imprese di PERUGIA al num. 221046, C.F. e partita IVA n. 02493000547, ai fini del presente Accordo rappresentata da VITALI SANDRO, munito dei necessari poteri di firma;

**Preso atto** altresì che, rispetto all'elenco originario dei partner, non hanno rinnovato l'interesse alla partecipazione le seguenti imprese:

**BLASI LUCA** con sede legale in Piegaro (PG), via Voc. Casavecchia – Fraz. Macereto Stradario 80434, n. 55, c.a.p. 06060, iscritta al registro delle Imprese di Perugia al n. 205001, C.F. BLSLCU64C20G478X e P.IVA n. 01526090541;

**SOCIETA' AGRICOLA AMEDEO CESARINI S.S.** con sede legale in Castiglione del Lago (PG) via degli Eroi – fraz. Vagliano Stradario 80956, n. 16, C.A.P. 06061, iscritta al Registro delle Imprese di Perugia al n. 204076, C.F. 01886160546 e partita IVA 01886160546;

**Dato atto** che, rispetto alla versione originale, vi è altresì la modifica dell'artt. 3 (Impegni delle parti) aggiornata coi nuovi partner e dell'art.4 (costi del progetto) dell'impegno della Università degli Studi di Perugia, che è ora stimato fino ad un massimo di 184.000,00 pari ad una previsione di attivazione di n. 4 annualità per assegni di ricerca;

**Dato atto** che, con l'esclusione di quanto sopra riportato, non sono state apportate altre modifiche allo stesso;

**Ravvisata** l'urgenza di provvedere a dette modifiche, stante l'approssimarsi della scadenza del termine ultimo assegnato dalla Regione Umbria, e in considerazione del fatto che non è prevista in tempo utile la convocazione di un Consiglio di Dipartimento;

#### DECRETA

1. di approvare, fermo il resto, nell'ambito della sottomisura 16.1, "Sostegno per costituzione e gestione Gruppi Operativi dei PEI in materia di produttività/sostenibilità dell'agricoltura" del "Programma di Sviluppo Rurale per l'Umbria (PSR) 2014-2020, il nuovo schema di schema di Accordo per la costituzione del partenariato ai fini della presentazione della Manifestazione di Interesse fra i diversi soggetti che intendono costituire il Gruppo Operativo e collaborare per la realizzazione del futuro progetto (all. 1), relativo al progetto dal titolo: "*RTK Umbria 2.0: proto tipizzazione di una rete RTK e di applicazioni tecnologiche innovative per l'automazione dei processi colturali e la gestione delle informazioni per l'agricoltura di precisione*", nella Focus Area 2A, sul tema: Migliorare le prestazioni economiche di tutte le aziende agricole e incoraggiare la ristrutturazione e l'ammodernamento delle aziende agricole, in particolare per aumentare la quota di mercato e l'orientamento al mercato nonché la diversificazione delle attività, progetti d'innovazione, dando atto delle modifiche sostanziali apportate in premessa per quanto riguarda elenco dei partner, impegno finanziario da parte dell'Università degli Studi di Perugia e ripartizione dello stesso.

Il presente decreto sarà sottoposto alla ratifica del prossimo Consiglio di Dipartimento.

Perugia, 15/05/2017

Il Direttore

(Prof. Giuseppe Saccomandi)



A handwritten signature in black ink, appearing to read "Giuseppe Saccomandi", written over the official stamp.

**UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PERUGIA**  
**Dipartimento di Ingegneria**  
**Il Direttore**

Allegato N. 9 al punto  
dell'ordine del giorno N. 9

Oggetto:  
Approvazione  
modifiche  
all'accordo di  
partenariato -  
PSR 2014-  
2020 Regione  
Umbria -  
Sottomisura  
16.1 - Prof.  
Paolo Valigi

Ratificato dal  
Consiglio il

\_\_\_\_\_

**Visto** l'art. 9 del regolamento di funzionamento del Dipartimento di Ingegneria;

**Visto** che la Regione Umbria nell'ambito del "Programma di Sviluppo Rurale per l'Umbria (PSR) 2014-2020, con decreto dirigenziale n. 5648 del 27/06/2016 (e ss.mm.ii) ha approvato il bando di evidenza pubblica concernente modalità e criteri per la concessione degli aiuti previsti dalla sottomisura 16.1 "Sostegno per costituzione e gestione Gruppi Operativi dei PEI in materia di produttività/sostenibilità dell'agricoltura";

**Richiamato** il proprio decreto n. 67 del 22/09/2016, ratificato dal Consiglio del Dipartimento di Ingegneria nella seduta del 29/09/2016, con il quale sono stati approvati, nell'ambito della sottomisura 16.1, "Sostegno per costituzione e gestione Gruppi Operativi dei PEI in materia di produttività/sostenibilità dell'agricoltura" del "Programma di Sviluppo Rurale per l'Umbria (PSR) 2014-2020:

a) la Manifestazione di Interesse fra i diversi soggetti che intendono costituire il Gruppo Operativo e collaborare per la realizzazione del futuro Progetto dal titolo: "*SM@RT METEO: tipizzazione di un sistema innovativo agro-meteorologico e monitoraggio fitopatologico a supporto delle imprese agricole*", nella Focus Area 3B, sul tema: prevenzione e gestione dei rischi aziendali attraverso progetti di innovazione che, tra le altre, affrontino le seguenti questioni: i danni causati da eventi meteorologici e la prevenzione attraverso allarmi su scala locale e l'uso di tecnologie intelligenti di rilevazione e trattamento precoce delle fitopatie;

b) lo schema di Accordo per la costituzione del partenariato ai fini della presentazione della Manifestazione di Interesse fra i diversi soggetti che intendono costituire il Gruppo Operativo e collaborare per la realizzazione del futuro progetto;

**Dato atto** che in vista della scadenza del 24 maggio 2017 fissata dalla Regione Umbria per la presentazione delle rimodulazioni dei progetti si rende necessaria l'approvazione delle modifiche ai documenti di cui sopra, e in particolare l'aggiornamento dell'elenco dei partner aziendali;

**Dato atto** che i seguenti nuovi partner intendono sottoscrivere l'Accordo succitato:

PERLEUVE SOCIETA' A RESPONSABILITA' LIMITATA (di seguito "**PERLEUVE S.R.L.**"), con sede legale in CORMONS (PG) VIA ISONZO, 25/1 CAP 34071, iscritta al Registro delle Imprese di VENEZIA GIULIA al num. GO -74982C.F. e partita IVA n. 01137140313, ai fini del presente Accordo rappresentata da LORENZO BIGOT, munito dei necessari poteri di firma;

CONSORZIO TUTELA VINI MONTEFALCO (di seguito "**CONSORZIO TUTELA VINI MONTEFALCO**"), con sede legale in MONTEFALCO (PG), PIAZZA DEL COMUNE N. 16, C.A.P.06036, iscritta al Registro delle Imprese di Perugia al num. 224661, C.F. 02546220548 e partita IVA n. 02546220548, ai fini del presente Accordo rappresentata da PAMBUFFETTI AMILCARE, munito dei necessari poteri di firma;

CONSORZIO DI TUTELA DEI VINI DI TORGIANO (di seguito "**CONSORZIO TUTELA VINI TORGIANO**"), con sede legale in TORGIANO (PG), VIALE GIORGIO LUNGAROTTI N. 2, C.A.P.06089, iscritta al Registro delle Imprese di Perugia al num. 215728, C.F. 02413770542 e partita IVA n. 02413770542, ai fini del presente Accordo rappresentata da SEVERINI MARIATERESA, munita dei necessari poteri di firma;

del presente Accordo rappresentata da SEVERINI MARIATERESA, munita dei necessari poteri di firma;

CONSORZIO TUTELA VINI DI ORVIETO (di seguito "**CONSORZIO TUTELA VINI ORVIETO**"), con sede legale in ORVIETO (TR), CORSO CAVOUR N° 36, C.A.P. 05018, iscritta al Registro delle Imprese di Terni al num. 23806, C.F. 00085640555 e partita IVA n. 00085640555, ai fini del presente Accordo rappresentata da DUBINI GIOVANNI, munito dei necessari poteri di firma;

**Dato atto** che, rispetto alla versione originale, vi è altresì la modifica dell'artt. 3 (impegni delle parti) aggiornata coi nuovi partner e dell'art.4 (costi del progetto) dell'impegno della Università degli Studi di Perugia, che è ora stimato fino ad un massimo di 59.500,00 pari ad una previsione di attivazione di n. 2 assegni di ricerca e la quota SSSA è stata stimata in euro 30.000,00 con previsione di attivazione di n. 1 assegno di ricerca;

**Dato atto** che, con l'esclusione di quanto sopra riportato, non sono state apportate altre modifiche allo stesso;

**Ravvisata** l'urgenza di provvedere a dette modifiche, stante l'approssimarsi della scadenza del termine ultimo assegnato dalla Regione Umbria, e in considerazione del fatto che non è prevista in tempo utile la convocazione di un Consiglio di Dipartimento;

#### DECRETA

1. di approvare, fermo il resto, nell'ambito della sottomisura 16.1, "Sostegno per costituzione e gestione Gruppi Operativi dei PEI in materia di produttività/sostenibilità dell'agricoltura" del "Programma di Sviluppo Rurale per l'Umbria (PSR) 2014-2020, il nuovo schema di schema di Accordo per la costituzione del partenariato ai fini della presentazione della Manifestazione di Interesse fra i diversi soggetti che intendono costituire il Gruppo Operativo e collaborare per la realizzazione del futuro progetto (all. 1), relativo al progetto dal titolo: "*SM@RT METEO: tipizzazione di un sistema innovativo agro-meteorologico e monitoraggio fitopatologico a supporto delle imprese agricole*", nella Focus Area 3B, sul tema: prevenzione e gestione dei rischi aziendali attraverso progetti di innovazione che, tra le altre, affrontino le seguenti questioni: i danni causati da eventi meteorologici e la prevenzione attraverso allarmi su scala locale e l'uso di tecnologie intelligenti di rilevazione e trattamento precoce delle fitopatie, dando atto delle modifiche sostanziali apportate in premessa per quanto riguarda elenco dei partner, impegno finanziario da parte dell'Università degli Studi di Perugia e ripartizione dello stesso.

Il presente decreto sarà sottoposto alla ratifica del prossimo Consiglio di Dipartimento.

Perugia, 15/05/2017

Il Direttore  
(Prof. Giuseppe Saccomandi)





UNIVERSITÀ DEGLI STUDI  
DI PERUGIA

24 maggio 2017

Allegato N. 10 al punto  
dell'ordine del giorno N. 9

Decreto n.53

**Corso di dottorato XXXIII ciclo in INGEGNERIA INDUSTRIALE E  
DELL'INFORMAZIONE**

**IL DIRETTORE**

Vista la nota MIUR del 21/04/2017 n.12311 relativa alle "Indicazioni operative sulle procedure di accreditamento dei dottorati A.A. 2017.2018-XXXIII ciclo";  
Vista la nota dirigenziale del 28.04.2017 n.30842 -Corsi di dottorato di ricerca-Proposte per il XXXIII ciclo a.a.2017.2018;  
Viste le modifiche apportate alla convenzione con Acciai Speciali Terni approvata con D.D. n.43 del 12.05.2017;  
Considerata l'urgenza e l'impossibilità di convocare in tempi utili il Consiglio di Dipartimento di Ingegneria;  
Ritenuta la propria competenza;

**DECRETA**

di approvare le seguenti convenzioni allegate:

- Convenzione tra l'Università degli Studi di Perugia e Acciai Speciali Terni S.p.A.
- Convenzione tra l'Università degli Studi di Perugia e XEPICS ITALIA srl.

Il presente decreto sarà portato a ratifica del consiglio di dipartimento nella prima seduta utile.



IL DIRETTORE

Prof. Giuseppe Saccomandi

**DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA**

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



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI  
DI PERUGIA

Allegato N. ....14.... al punto  
dell'ordine del giorno N. ....9.....

**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PERUGIA**  
**DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA**

**IL DIRETTORE**

**D.D. n. 57/2017**

**VISTA** la Legge n. 240/2010;

**VISTO** il Regolamento Interno del Dipartimento di Ingegneria dell'Università degli Studi di Perugia, emanato con D.R. n.363 del 28/02/2014;

**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;

**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;

**VISTA** la nota del prof. Lucio Postriotti presentata in data 23/05/2017 con cui chiede, conseguentemente alla conclusione delle attività correlate alla Convenzione di ricerca stipulata in data 31/10/2012 con la ditta Brovedani SpA. dal tema: "*Caratterizzazione di un sistema di iniezione per farmaci denominato Nebulizzatore*" e che nell'ambito della quale non sono previsti ne ulteriori sviluppi ne tantomeno nuovi ricavi, le economie pari ad € 19.578,43 risultanti alla predetta data sul PJ UA.PG.DING.BROV12LP sulla voce COAN CA - 07.70.01.05.01 - Costi operativi progetti - attività c/terzi e cessione di risultati di ricerca, di poter utilizzare dette economie, previo storno nella pertinente voce COAN, per lo sviluppo di attività di ricerca e istituzionale;

**Ritenuta** la propria competenza;

**DECRETA**

- 1) di approvare quanto richiesto dal prof. L. Postriotti in merito alla conclusione e delle attività correlate alla Convenzione di ricerca stipulata in data 31/10/2012 con la ditta Brovedani SpA. dal tema: "*Caratterizzazione di un sistema di iniezione per farmaci denominato Nebulizzatore*";
- 2) di autorizzare il Segretario Amm.vo del Dipartimento ad istruire le procedure necessarie amministrative-contabili e di conseguenza alle corrispettive registrazioni contabili;

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

Perugia 26/05/2017

Il Direttore

(Prof. Giuseppe SACCOMANDI)



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





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

## UNIVERSITA DEGLI STUDI DI PERUGIA

### Dipartimento di Ingegneria

**D.S.A. n. 12/2017**

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, 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 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;

VISTE le richieste presentate dai docenti prof.ri Roberto Sorrentino, Francesco Castellani, Ermanno Cardelli e Gianluca Rossi in riferimento al trasferimento interno delle seguenti somme per pagamento fatture di acquisto e spese carte carburante:

€ 100,00 da UA.PG.DING.41RIVAFCA  
€ 900,00 da UA.PG.DING.SCHNEL14GR  
€ 500,00 da UA.PG.DING.41CONV14EC  
€ 767,22 da UA.PG.DING.RICVA14RS  
€ 1.532,87 da UA.PG.DING.40ARSC08RS

da reincamerare come di seguito riportato:

"UA.PG.DING.RICVARSB + € 2.300,09

"UA.PG.DING.CARTE\_CARBURANTE CARTE  
CARBURANTE KUWAIT PETROLEUM  
ITALIA SPA" + € 1.500,00

Oggetto:  
Disposizioni per  
trasferimenti  
interni –  
Movimentazioni  
interna per  
pagamento fatture  
acquisto e carte  
carburante



**CONSIDERATO** che, la predisposizione di una procedura contabile mediante trasferimento interno per l'assegnazione delle citate risorse, necessarie per il sostenimento di costi relativi allo sviluppo di attività di ricerca ed in ogni caso per attività di interesse comune della Struttura, garantisce una più agevole e opportuna corretta imputazione del singolo costo a carico del PJ di riferimento, assicurando il corretto funzionamento del metodo "cost to cost";

**CONSIDERATO** che il trasferimento summenzionato comporta una variazione contestuale di entrata e di spesa correlata ad entrate finalizzate in forza di legge, di atti contrattuali o convenzionali o di delibere degli Organi, non prevista nel Bilancio Unico di Previsione 2017;

**RITENUTO** di dover procedere quindi alle necessarie e relative variazioni di bilancio;

### DECRETA

- 1) *di autorizzare, a seguito del trasferimento interno, in premessa indicato, per complessivi € 3.800,09 suddiviso per le quote di seguito riportate a gravare sui PJ a fianco di ciascuna indicati :*

€ 100,00 da UA.PG.DING.41RIVAFCA  
€ 900,00 da UA.PG.DING.SCHNEL14GR  
€ 500,00 da UA.PG.DING.41CONV14EC  
€ 767,27 da UA.PG.DING.RICVA14RS  
€ 1.532,87 da UA.PG.DING.40ARSC08RS

*e del reincameramento della suddetta somma per complessivi € 3.800,09 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" di cui:

PJ: "UA.PG.DING.CARTE\_CARBURANTE CARTE  
CARBURANTE KUWAIT PETROLEUM  
ITALIA SPA" + € 1.500,00

*Voce COAN*

CA.03.05.01.12.01 "Trasferimenti Interni Vari" di cui:

PJ: "UA.PG.DING.RICVARSB" + € 2.300,09

**Totale** + € 3.800,09



*Voce COAN*

CA.07.70.01.05.01 "Costi operativi progetti - attivita' c/terzi e cessione di risultati di ricerca" di cui:

PJ: "UA.PG.DING.CARTE\_CARBURANTE CARTE  
CARBURANTE KUWAIT PETROLEUM  
ITALIA SPA" + € 1.500,00

*Voce COAN*

CA.07.70.01.06.01 "Costi operativi progetti – finanziamenti non competitivi per la ricerca" di cui:

PJ: "UA.PG.DING.RICVARSB" + € 2.300,09

**Totale** + € **3.800,09**

- 2) Di trasmettere scansione dell'originale del presente decreto al Collegio dei Revisori dei Conti, come previsto dalle "Linee guida per la gestione amministrativo-contabile del bilancio unico in contabilità finanziaria" approvate con delibera del Consiglio di Amministrazione del 17/12/2013, richiamata in premessa.

Perugia, 18/05/2017



Il Segretario Amministrativo  
Dipartimento di Ingegneria

(Sig. Giovanni Magara)



Allegato N. 2 al punto  
dell'ordine del giorno N. 11

## UNIVERSITA DEGLI STUDI DI PERUGIA

Dipartimento di Ingegneria

D.S.A. n. 13/2017

### 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, 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;

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 conclusi nel corso dell'esercizio 2017, dai quali risulta essere destinata, al personale TAB che non prende parte direttamente alle attività di ricerca un quota complessiva di € 8.043,95 (euro ottomilaquarantatre/95);

CONSIDERATO che per una più agevole gestione nella fase di liquidazione dei compensi al personale e al fine assicurare il corretto funzionamento del metodo "cost to cost", garantendo la corretta imputazione del costo a carico di ogni singolo PJ, si ritiene opportuno disporre un trasferimento interno per l'assegnazione delle suddette risorse, risultanti nelle disponibilità di una serie considerevole di progetti, ad un singolo PJ all'uopo generato;

CONSIDERATO che il trasferimento summenzionato comporta una variazione contestuale di entrata e di spesa correlata ad entrate finalizzate in forza di legge, di atti contrattuali o convenzionali o di delibere degli Organi, non prevista nel Bilancio Unico di Previsione 2017;

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

**Oggetto:**  
Disposizioni -  
trasferimenti per  
movimentazioni  
interne per  
- Quote per  
compensi attività  
conto terzi anno  
2017 personale TAB  
PJ in C/Terzi -  
- Aumento aliquota  
INPS anno -2017  
su assegni di ricerca  
1° quadrimestre 2017  
Autorizzazione  
Amm.ne Centrale  
partizione



Pag.n.2 DSA n. 13/2017

graveranno su finanziamenti da esterni all'uopo destinati, antecedenti il 1/1/2017, la procedura rimane invariata;

VISTA la nota prot. n. 37461 del 22/05/2017 con cui viene richiesta l'integrazione dell'importo a copertura degli Assegni di ricerca, tipo "B" L.240/2010 per aumento aliquote contributive INPS anno 2017 1° quadrimestre- per complessivi € 402.39 (quattrocentodue/39);

RITENUTO di dover procedere quindi alle necessarie e relative variazioni di bilancio Unico di Ateneo di previsione annuale autorizzatorio dell'esercizio 2017;

### DECRETA

1) di autorizzare, a seguito del trasferimento interno, in premessa indicato, per complessivi € 8.446,34 di cui € 8.043,95 quali quote per compensi in attività commerciale spettanti al personale/T/A appostati sulla voce CA. 07.70.01.05.01 "Costi operativi progetti- attività c/o terzi e cessione di risultati", suddiviso per le quote di seguito riportate a gravare sui PJ a fianco di ciascuna indicati :

€ 269,50	UA.PG.DING.PIAGG14GR
€ 25,00	UA.PG.DING.PREST15ANF
€ 170,00	UA.PG.DING.PREST15ANF
€ 350,00	UA.PG.DING.PREST16VIGA
€ 163,00	UA.PG.DING.PREST16ADI
€ 108,00	UA.PG.DING.PREST15ANF
€ 25,00	UA.PG.DING.PREST15ANF
€ 50,00	P UA.PG.DING.REST15ANF
€ 144,63	UA.PG.DING.PREST15ANF
€ 212,00	UA.PG.DING.CENBS115VP
€ 5.000,00	UA.PG.DING.41SISA11CB
€ 487,00	UA.PG.DING.SAIPEM16PM
€ 232,00	UA.PG.DING.SORT16FA
€ 154,00	UA.PG.DING.ACCSPT16ADS
€ 215,59	UA.PG.DING.PREST16CBR
€ 220,00	UA.PG.DING.ROSATH16RM
€ 218,23	UA.PG.DING.RICVARDING

ed € 402,39 quale integrazione dell'aumento delle aliquote contributive INPS per l'anno 2017 1° quadrimestre, appostati sulla voce CA. 07.70.01.06.01 "Costi operativi progetti - finanziamenti non competitivi per la ricerca "di cui:

dal PJ: UA.PG.DING.41ENEA09UD. per € 64,56 assegnisti F. BONUCCI e E. SISANI;

dal PJ:UA.PG.DING.41LIFE12FD per € 134,13 assegnista E. SEGOLONI;

dal PJ:UA.PG.DING.SORGAS14FC per € 37,29 assegnista P. SDRINGOLA;

dal PJ:UA.PG.DING.RELUISMA15AB per € 26,53 assegnista A. MOLINARI;



Pag.n.3 DSA n. 13/2017

dal PJ:UA.PG.DING.41RICV14LP per € 139,88 assegnista G. CAPONERI,

e del *reincameramento della suddetta somma nei trasferimenti interni di ricavo (voce COAN CA.03.05.01.12.01 "Trasferimenti Interni Vari" per € 8.043,95 e voce COAN CA.03.05.01.09.01 "Trasferimenti Interni Correnti" per € 402,36), la conseguente variazione:*

*Voce COAN*

CA.03.05.01.12.01 "Trasferimenti Interni Vari"	
"UA.PG.DING.ATTCOMRES14"	+ € 8.043,95
CA.03.05.01.09.01 "Trasferimenti Interni Correnti"	
UA.PG.DING	+ € 402,39
<b>TOTALE</b>	<b>+ € 8.446,34</b>

*Voce COAN*

07.70.01.05.01- "Costi operativi progetti- attività c/o terzi e cessione di risultati"	
"UA.PG.DING.ATTCOMRES14"	+ € 8.043,95
CA.04.08.01.02.01 "Assegni di Ricerca"	
UA.PG.DING	+ € 402,39
<b>TOTALE</b>	<b>+ € 8.446,34</b>

- 2) di autorizzare l'Ufficio Compensi dell'Amministrazione Centrale ad effettuare la partizione della voce COAN 04.08.01.02.01 "Assegni di Ricerca" dalla UA.PG.DING del Dipartimento di Ingegneria alla UA dell'Amministrazione Centrale per il pari importo di € 402,39 (EURO quattrocentodue/39) quale conguaglio INPS 1° quadrimestre 2017;
- 3) 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.

Perugia, 26/05/2017



Il Segretario Amministrativo  
Dipartimento di Ingegneria

(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.14/17

#### Il Segretario Amministrativo

**Oggetto:**  
Variazione al Bilancio  
Unico di Previsione  
Autorizzatorio - Esercizio  
2017

**VISTO** l'art. 32 comma 1 - lett. e) del 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 e modificato con D.R. n. 469 del 24.03.2016;

**CONSIDERATO** che tutte le somme disponibili al 31.12.2016, assegnate ai Progetti di pertinenza, derivanti da rapporti convenzionali e/o contratti per lo sviluppo di ricerca di natura, sia istituzionale che commerciale, con enti pubblici e privati sono state considerate grandezze vincolate ed in quanto tali, riporte nel Budget Economico dell'esercizio finanziario 2017 mantenendo l'assegnazione ai Progetti di origine;

**PRESO ATTO** delle richieste pervenute all'Amministrazione del Dipartimento, volte al sostenimento di costi aventi natura di investimento, presentate da vari responsabili di progetto, per un ammontare complessivo di € 99.646,55 e ripartita per la quota a fianco di ciascuna voce COAN indicata:

CA.07.70.01.01.03 - Costi operativi progetti - quota di competenza per altri finanziamenti competitivi da miur - € 1.089,46;

CA.07.70.01.04.02 - Costi operativi progetti - quota di competenza per finanziamenti competitivi per ricerca da parte di organismi internazionali - € 5.771,82;

CA.07.70.01.05.01 - Costi operativi progetti - attività c/terzi e cessione di risultati di ricerca - € 47.416,31;

CA.07.70.01.06.01 - Costi operativi progetti - finanziamenti non competitivi per la ricerca - € 38.130,74;

CA.09.90.01.01.09 - Ricerca di base - € 7.238,22;

**CONSIDERATO** che al fine di consentire una corretta imputazione dei costi aventi natura di investimento nei singoli progetti di ricerca si ritiene opportuno appostare le disponibilità finanziarie nelle corrispondenti voci COAN del budget investimenti come di seguito indicato:

CA.08.80.01.01.03 - Costi di investimenti progetti - quota di competenza per altri finanziamenti competitivi da miur - € 1.089,46;

CA.08.80.01.04.02 - Costi di investimento progetti - quota di competenza per finanziamenti competitivi per ricerca da parte di organismi internazionali - € 5.771,82;

CA.08.80.01.05.01 - Costi di investimento progetti - attività c/terzi e cessione di risultati di ricerca - € 47.416,31;



CA.08.80.01.06.01 - Costi di investimento progetti - finanziamenti non competitivi per la ricerca - € 38.130,74;

CA.10.10.01.01.19 - Ricerca di base - € 7.238,22;

**RITENUTO** necessario ed urgente procedere alle relative variazioni al Bilancio Unico di Ateneo di previsione annuale autorizzatorio dell'esercizio finanziario 2017;

#### DECRETA

di proporre all'Ufficio Budgeting e Bilancio Unico di Ateneo la seguente variazione al Bilancio Unico di Previsione Autorizzatorio dell'esercizio finanziario 2017:

##### costi - UA.PG.DING

CA.07.70.01.01.03 - Costi operativi progetti - quota di competenza per altri finanziamenti competitivi da miur	- € 1.089,46
CA.07.70.01.04.02 - Costi operativi progetti - quota di competenza per finanziamenti competitivi per ricerca da parte di organismi internazionali -	- € 5.771,82
CA.07.70.01.05.01 - Costi operativi progetti - attivita' c/terzi e cessione di risultati di ricerca	- € 47.416,31
CA.07.70.01.06.01 - Costi operativi progetti - finanziamenti non competitivi per la ricerca	- € 38.130,74
CA.09.90.01.01.09 - Ricerca di base	- € 7.238,22

##### costi - UA.PG.DING

CA.08.80.01.01.03 - Costi di investimenti progetti - quota di competenza per altri finanziamenti competitivi da miur	+ € 1.089,46
CA.08.80.01.04.02 - Costi di investimento progetti - quota di competenza per finanziamenti competitivi per ricerca da parte di organismi internazionali -	+ € 5.771,82
CA.08.80.01.05.01 - Costi di investimento progetti - attivita' c/terzi e cessione di risultati di ricerca	+ € 47.416,31
CA.08.80.01.06.01 - Costi di investimento progetti - finanziamenti non competitivi per la ricerca	+ € 38.130,74
CA.10.10.01.01.19 - Ricerca di base	+ € 7.238,22

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

Perugia, 26/05/2017



Il Segretario Amministrativo  
Dipartimento di Ingegneria

(Sig. Giovanni Magara)





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

UNIVERSITA DEGLI STUDI DI PERUGIA

Dipartimento di Ingegneria

D.S.A. n. 15 /2017

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, 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;

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;

VISTO il D.D. n. 57 del 26/05/2017 con cui si approva quanto richiesto dal prof. L. Postriotti in merito alla conclusione e delle attività correlate alla Convenzione di ricerca stipulata in data 31/10/2012 con la ditta Brovedani SpA. dal tema: "Caratterizzazione di un sistema di iniezione per farmaci denominato Nebulizzatore";

CONSIDERATO che nell'ambito della quale non sono previsti ne ulteriori sviluppi ne tantomeno nuovi ricavi, le economie pari ad € 19.578,43 assegnate al PJ UA.PG.DING.BROV12LP sulla voce COAN CA - 07.70.01.05.01 - Costi operativi progetti - attività c/terzi e cessione di risultati di ricerca;

PRESO ATTO del parere favorevole espresso dal Direttore del Dipartimento di Ingegneria con proprio Decreto n. 57 del 26/05/2017 ed in considerazione del fatto che dette economie, ai sensi del DPR n. 917/1986 (TUIR) e come previsto dalle norme regolamentari interne, devono essere assoggettate a tassazione IRES che per l'anno 2017 è pari al 12% degli utili;

CONSIDERATO che per effetto di quanto sopra specificato, l'importo della tassazione IRES determinato ammonta ad € 2.349,41 e che questo dovrà essere assegnato al PJ di pertinenza e appostato sulla voce COAN di origine CA.07.70.01.05.01 - Costi operativi progetti - attività c/terzi e cessazione di risultati di ricerca, mentre l'ammontare degli utili al netto della predetta tassazione pari ad € 17.229,02, per la nuova corretta destinazione dovrà essere assegnato al PJ UA.PG.DING.EXCOMBROV17LP sulla CA.07.70.01.06.01- "Costi operativi progetti-finanziamenti non competitivi per la ricerca";

RITENUTO necessario procedere alle relative variazioni al Bilancio Unico di Ateneo di previsione annuale autorizzatorio dell'esercizio 2017;

Oggetto:  
Variazioni al  
bilancio di  
previsione 2017 per  
conclusione attività  
di ricerca PJ in  
C/Terzi -



pag. n. 2 del D.S.A. n. 15/2017

**DECRETA**

*di autorizzare, mediante storno tra voci COAN della sola parte costi per un importo complessivo pari ad € 17.229,02 con la conseguente variazione:*

*Voce COAN*

07.70.01.05.01 – Costi operativi progetti – attività c/terzi e cessione di risultati di ricerca -  
UA.PG.DING.BROV12LP

- € 17.229,02

**TOTALE**

- € 17.229,02

Voce COAN

07.70.01.06.01- “Costi operativi progetti- finanziamenti non competitivi per la ricerca”  
UA.PG.DING.EXCOMBROV17LP

+ € 17.229,02

**TOTALE**

+ € 17.229,02

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.

Perugia, 30/05/2017

Il Segretario Amministrativo  
Dipartimento di Ingegneria

(Sig. Giovanni Magara)



## UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PERUGIA

## PROGETTO DI CORSO

Anno Accademico 2017 / 2018

 Master universitario: Master Universitario in DATA SCIENCE

 Corso di perf. di alta formazione : \_\_\_\_\_

Livello	<input type="checkbox"/> <i>Primo</i>	<input checked="" type="checkbox"/> <i>Secondo</i>
Durata	12 Mesi	
Totale C.F.U. rilasciati	60	
Titolo/Certificazione rilasciata	<input checked="" type="checkbox"/> <i>Diploma di Master</i>	<input type="checkbox"/> <i>Attestato di Frequenza</i>

Istituzione

Riedizione

Il progetto di riedizione di un Corso deve essere corredata da una relazione sulle attività svolte e sui risultati conseguiti, con particolare attenzione per i Master alla collocazione lavorativa di coloro che ne hanno conseguito il titolo finale (art. 15, co.3 del Regolamento in materia di corsi per master universitario e corsi di perfezionamento).

Dipartimento/i proponente/i: Dipartimento di Ingegneria

Obiettivi formativi e finalità del corso, sbocchi professionali

Il Master di II livello in Data Science si propone di formare una figura professionale strategica e altamente ricercata, esperta nella definizione di strategie di business nei settori suddetti e facente uso di competenze nelle seguenti aree.

- Ingegneria
- Informatica
- Matematica e Statistica
- Economia e Gestione Aziendale
- Comunicazione e Marketing

La descrizione del profilo professionale di uscita dal Master è basata sull'estensione del profilo definito da IWA Italy Chapter<sup>1</sup>, nell'ambito dell'aggiornamento dello European Competence Framework per i profili web. In particolare il Data Scientist è definita come la figura professionale a cui fanno capo le attività di raccolta, analisi, elaborazione, interpretazione, diffusione e visualizzazione dei dati quantitativi o quantificabili dell'organizzazione a fini analitici, predittivi o strategici.

Il Data Scientist identifica, raccoglie, prepara, valida, analizza, interpreta dati inerenti a diverse attività dell'organizzazione per estrarne informazione (di sintesi o derivata dall'analisi), anche tramite lo sviluppo di modelli predittivi per

<sup>1</sup> <http://www.skillprofiles.eu/stable/g3/profiles/WSP-G3-024.pdf>



generare sistemi organizzati di conoscenza avanzati.

Grazie alla conoscenza approfondita del business e/o missione dell'organizzazione individua e accede alle fonti di dati in grado di sostenere e sviluppare un determinato processo aziendale; sceglie metodi e modelli più idonei ed efficaci per guidare le scelte strategiche aziendali, sviluppare linee di evoluzione e piani operativi; astrae le informazioni reperite e, tramite queste, genera indicazioni e programmi di sviluppo dell'azione. Presenta queste indicazioni nella forma più idonea a supportare le decisioni tattiche e strategiche del management, prestando particolare attenzione alle problematiche connesse alla sintesi e alla rappresentazione e visualizzazione efficace delle informazioni.

Completano il profilo capacità relazionali e Organizzative, incluse comunicazione, Leadership, Teamworking e team management. Esprime creatività, flessibilità nell'organizzazione del tempo e delle attività, propensione al Problem solving alla Creazione di Valore ed il Business sense.

### ***Progetto di articolazione delle attività formative***

<b>ATTIVITÀ FORMATIVA</b> (Insegnamento, laboratorio, tirocinio, stage, esame finale)		<b>ORE <sup>(1)</sup></b>			<b>DOCENTE (4)</b> Cognome e nome	<b>ATENEIO E DIPARTIMENTO DI AFFERENZA A SSD</b>
Denominazione con relativo settore scientifico disciplinare <sup>(2)</sup>	CFU	Didattica frontale (3)	Didattica laboratoriale (3)	Studio individuale/ stage/ tirocinio		
Fundamentals of Computer Science (ING-INF/05)	2	12	0	38	Walter Didimo	Università degli Studi di Perugia, Dipartimento di Ingegneria
Fundamentals of Data Processing (ING-INF/03)	2	12	0	38	Paolo Banelli	Università degli Studi di Perugia, Dipartimento di Ingegneria
Data Science Tools (ING-INF/03)	5	24	12	89	Esperto esterno	
Fundamentals of Statistics I (SECS-S/01)	1	6	0	19	Francesco Bartolucci	Università degli Studi di Perugia, Dipartimento



						di Economia
Fundamentals of Statistics II (SECS-S/01)	2	12	0	38	Silvia Bacci	Università degli Studi di Perugia, Dipartimento di Economia
Cloud Computing (ING-INF/03)	4	24	0	76	Esperto esterno	
Big Data Analytics (ING-INF/03)	4	24	0	76	Docente di altra università da individuare	
Networking and Data Security (ING-INF/03)	4	24	0	76	Gianluca Reali	Università degli Studi di Perugia, Dipartimento di Ingegneria
Deep Learning (ING-INF/04)	2	12	0	38	Elisa Ricci	Università degli Studi di Perugia, Dipartimento di Ingegneria
Machine Learning (ING-IND/31)	5	18	24	83	Esperto esterno	
Visual Analytics - Theory (ING-INF/05)	2	12	0	38	Giuseppe Liotta	Università degli Studi di Perugia, Dipartimento di Ingegneria
Visual Analytics - Lab (ING-INF/05)	1	0	12	13	Esperto esterno	
Communication and Emotional Intelligence (ING-IND/35)	2	12	0	38	Esperto esterno	
Statistical Learning for Data Scientists - I (SECS-S/01)	2	12	0	38	Luca Scrucca	Università degli Studi di Perugia.



						Dipartimento di Economia
Statistical Learning for Data Scientists- II (SECS-S/01)	1	6	0	19	Esperto esterno	
Emotional Intelligence (ING-IND/35)	1	6	0	19	Esperto esterno	
<b>Seminari</b>						
Data Science for ealth (ING-INF/07)	0,5	3	0	95	Emilia Nunzi	Università degli Studi di Perugia Dipartimento di Medicina Sperimentale
Data Science for Industry (ING-IND/35)	0,5	3	0	95	Giuseppe Saccomandi	Università degli Studi di Perugia, Dipartimento di Ingegneria
Big Data and Societal Implications (ING-INF/03)	0,5	3	0	95	Docente di altra università da individuare	
Data Science for Social Innovation (ING-IND/35)	0,5	3	0	95	Esperto esterno	
Environmental Data Science (ING-IND/10)	0,5	3	0	95	Franco Cotana	Università degli Studi di Perugia, Dipartimento di Ingegneria
Telco Data Science (ING-INF/03)	0,5	3	0	95	Mauro Femminella	Università degli Studi di Perugia, Dipartimento di Ingegneria
Finance Data Science (SECS-S/06)	0,5	3	0	95	Gianna Figà Talamanca	Università degli Studi di Perugia, Dipartimento di Economia
Energy & Utilities Seminar (ING-IND/35)	0,5	3	0	95	Esperto esterno	



Stage/tirocinio	10			250		
Prova finale	6			150		
		Totale ore: 240	Totale ore: 48	Totale ore: 1212		
	Totale CFU 60	Totale Ore 1500				

- (1) Ogni CFU corrisponde a 25 ore complessive di lavoro per lo studente. Il numero complessivo delle ore di ogni attività formativa va ripartito nelle colonne sottostanti.
- (2) L'indicazione del settore scientifico-disciplinare è richiesto solo per gli insegnamenti e i laboratori disciplinari. In caso di insegnamento modulare inserire fra parentesi la parola "modulo" dopo la denominazione dell'insegnamento.
- (3) Le ore di didattica laboratoriale devono essere sommate alle ore di didattica frontale per il calcolo delle percentuali previste dall'art.9 del Regolamento in materia di corsi per master universitario e corsi di perfezionamento.
- (4) Se l'insegnamento è affidato ad un esperto di chiara fama riportare solo la dizione: "esperto esterno"

	ORE DID.ASSISTITA (frontale+laboratoriale)	PERCENTUALE
Docenti Dip. proponente	81	(*) 28.1
Docenti universitari (Dip. Proponente +altri dip.+altri atenei)	144	(**) 50.0
Esperti chiara fama	144	50.0

(\*)Tale percentuale deve essere superiore o uguale al 25%del totale di ore di didattica assistita.

(\*\*)Tale percentuale deve essere superiore o uguale al 45%del totale di ore di didattica assistita.

**Proposta di contratti per attività di laboratorio, tutorato o integrative con PTA e con personale esterno**

**Sede/sedi di svolgimento delle attività (comprese quelle di tirocinio /stage):**

Università degli Studi di Perugia

Altre organizzazioni che vorranno sponsorizzare l'iniziativa.

**Numero massimo di iscritti ammissibili**

30

**Numero minimo degli iscritti.**

Nel caso di mancato raggiungimento di tale numero, il Corso non potrà essere attivato. Qualora, entro i termini di scadenza del bando, si stipulino convenzioni volte a coprire i costi di funzionamento del master, sarà possibile attivare lo stesso anche con un numero inferiore di partecipanti.

15

**Numero di eventuali uditori ammissibili al corso** (agli uditori sarà rilasciato solo un attestato di partecipazione)

Il 20% del numero di iscritti, arrotondato all'intero inferiore.



<b>Nominativi dei componenti il Collegio dei Docenti (art.8 Regolamento in materia di corsi per master universitario e corsi di perfezionamento)</b>
Gianluca Reali
Giuseppe Liotta
Giuseppe Saccomandi
Francesco Bartolucci
Franco Cotana
Paolo Banelli
<b>Nominativi dei componenti il Consiglio direttivo (non inferiore a tre)</b>
Non è prevista l'introduzione di un consiglio direttivo
<b>Eventuali Borse di Studio.</b> Saranno erogate borse di studio qualora, entro i termini di scadenza del bando, si stipulino convenzioni volte a coprirne i costi.

<b>Eventuali enti e/o soggetti esterni disposti a collaborare a vario titolo</b>	Da definire
--	-------------

<b>Impegno delle aziende e delle strutture sanitarie ad autorizzare gli studenti allo svolgimento di tutte le attività cliniche, diagnostiche e strumentali, anche su pazienti, previste dal programma formativo del corso</b> <i>(da compilare solo per corsi di master di area medica e sanitaria)</i>	<input type="checkbox"/>	<b>Si</b>	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>No</b>

<b>Centro di Spesa</b> (Struttura cui è affidata la gestione amministrativa e finanziaria)	<input checked="" type="checkbox"/>	Dipartimento di Ingegneria Delibera del 08 Giugno 2017
	<input type="checkbox"/>	Centro interdipartimentale _____





Piano finanziario**Contributo pro-capite per l'iscrizione:**

Studente ordinario: € 3000

Uditore: € 500

**PIANO FINANZIARIO** (riferito al numero minimo di partecipanti: n. 15 studenti)

<b>RISORSE FINANZIARIE</b>		<i>Importo</i>
Quote di iscrizione studenti (n. 15 studenti x Euro/studente 3.000 )		45000
Erogazione esterne		0
<b>TOTALE RISORSE</b>		<b>45000</b>
<b>COSTI DI GESTIONE</b>		<i>Importo</i>
<b>COSTI DIRETTI</b>		
Costi di sussistenza dei docenti esterni		5400
Costo per l'erogazione della didattica esterna (*) (retribuzione oraria o eventuali gettoni di presenza)		9240
Costo per l'erogazione della docenza universitaria interna (di Ateneo)		11100
Costi di laboratorio		510
Collaborazioni (tutor d'aula, custode per apertura di sabato, etc...)		5000
Direzione e Coordinamento		5000
Spese di organizzazione e gestione eventi		2000
	<b>Totale COSTI DIRETTI</b>	<b>38250</b>
<b>COSTI INDIRETTI</b>		
Quota Amministrazione centrale (10% quote di iscrizione studenti)		4500
Quota dipartimento (5% quote di iscrizione studenti)		2250
	<b>Totale COSTI INDIRETTI</b>	<b>6750</b>
<b>TOTALE COSTI</b>		<b>45000</b>



**PIANO FINANZIARIO** (riferito al numero massimo di partecipanti: n. 30 studenti e n. 6 uditori)

<b>RISORSE FINANZIARIE</b>		<i>Importo</i>
Quote di iscrizione studenti (n. 30 studenti x Euro/studente 3.000 + n. 6 uditori x Euro/uditore 500)	€	93000
Erogazione esterne	€	0
<b>TOTALE RISORSE</b>	€	<b>93000</b>
<b>COSTI DI GESTIONE</b>		<i>Importo</i>
<b>COSTI DIRETTI</b>		
Costi di sussistenza dei docenti esterni		5400
Costo per l'erogazione della didattica esterna (*) (retribuzione oraria o eventuali gettoni di presenza)		9240
Costo per l'erogazione della docenza universitaria interna (di Ateneo)		11100
Costi di laboratorio		41310
Collaborazioni (tutor d'aula, custode per apertura di sabato, etc...)		5000
Direzione e Coordinamento		5000
Spese di organizzazione e gestione eventi		2000
<b>Totale COSTI DIRETTI</b>		<b>79050</b>
<b>COSTI INDIRETTI</b>		
Quota Amministrazione centrale (10% quote di iscrizione studenti)	€	9300
Quota di dipartimento (5% quote di iscrizione studenti)	€	4650
<b>Totale COSTI INDIRETTI</b>	€	<b>13950</b>
<b>TOTALE COSTI</b>	€	<b>93000</b>

(\*) Per il coinvolgimento di docenti stranieri, provenienti da università di prestigio, in ragione del contributo culturale e di immagine che questi apporterebbero al Master, per il considerevole sforzo logistico richiesto a costoro e in considerazione dell'autonomia finanziaria del Master, si chiede una deroga alla delibera del Consiglio di Amministrazione del 13 aprile 2016 che fissa la retribuzione oraria dei docenti esterni a 35 €/ora.



**Università degli Studi di Perugia**

Dipartimento di Ingegneria

**Master Universitario di II° livello**

IN

**DATA SCIENCE**

Regolamento didattico



## ART. 1 - ISTITUZIONE

Ai sensi del vigente Regolamento di Ateneo dei corsi per master universitario e del D.M. n. 270/2004, presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Università degli Studi di Perugia è istituito, per l'a.a. 2017/2018, il Master di II° livello in « DATA SCIENCE ».

Il Master si inserisce nelle attività di formazione finalizzate a formare figure specializzate nelle attività strategiche promosse dall'Unione Europea all'interno del programma quadro Horizon 2020 e si prefigge di insegnare *le tecniche evolute di gestione ed analisi di grandi quantità di dati al fine di estrarne le informazioni utili per orientare le politiche di business aziendali.*

La possibilità di orientare il business aziendale mediante l'uso appropriato dei dati disponibili sta diventando un aspetto chiave dell'economia, poiché consente lo *sviluppo di prodotti e servizi aventi le caratteristiche migliori per soddisfare le necessità dell'utenza, individuabili elaborando ed analizzando i dati disponibili presso le aziende, gli enti pubblici, sui social network o altrove.* I professionisti chiamati a coprire il ruolo del Data Scientist nelle aziende hanno un background misto: Matematico-statistico, Ingegneristico, Economico e Comunicativo. Una professionalità così poliedrica non è ancora oggetto di specifici corsi di Laurea in Italia, incluso in nostro Ateneo, pertanto si rende necessario l'istituzione di questo Master a colmare una lacuna evidente.

Un aspetto peculiare del Master consiste nella opportunità di effettuare stage formativi ai fini del progetto finale presso aziende di notevole prestigio, acquisendo competenze di dominio e capacità progettuale nel contesto di business di riferimento.

Un ulteriore aspetto distintivo del Master consiste nel suo respiro internazionale. Il corpo docente sarà composto sia da docenti italiani esperti nel settore sia da ospiti stranieri aventi una eccellente reputazione tecnico-scientifica. Pertanto, tutte le lezioni di alcuni insegnamenti saranno tenute interamente in lingua Inglese.

## ART. 2 - OBIETTIVI FORMATIVI QUALIFICANTI

Il Master di II° livello in « DATA SCIENCE », di durata annuale, si articola in **60 crediti formativi** (*pari ad un impegno orario complessivo di 1500 ore*) e si propone di fornire competenze specifiche ai laureati nelle discipline



dell'Ingegneria, dell'Informatica, della Matematica e della Fisica, Economia e Statistica.

La figura del Data Scientist è una professionalità emergente nel panorama lavorativo Europeo ed internazionale e diverse aziende stanno definendo il profilo del Data Scientist sulla base delle effettive esigenze delle specificità del proprio dominio di Business.

Le conoscenze e le capacità teorico-pratiche, che saranno acquisite al termine del corso, prevedono l'approfondimento in settori di business strategici, quali:

- Finance
- Energy & Utilities
- Telco
- Social & Media
- Industry/Manufacturing
- Services

Il Master di II livello in Data Science si propone di formare una figura professionale strategica e altamente ricercata, esperta nella definizione di strategie di business nei settori suddetti e facente uso di competenze nelle seguenti aree.

- Ingegneria
- Informatica
- Matematica e Statistica
- Economia e Gestione Aziendale
- Comunicazione e Marketing

La descrizione del profilo professionale di uscita dal Master è basata sull'estensione del profilo definito da IWA Italy Chapter<sup>1</sup>, nell'ambito dell'aggiornamento dello European Competence Framework per i profili web. In particolare il Data Scientist è definita come la figura professionale a cui fanno capo le attività di raccolta, analisi, elaborazione, interpretazione, diffusione e visualizzazione dei dati quantitativi o quantificabili dell'organizzazione a fini analitici, predittivi o strategici.

Il Data Scientist identifica, raccoglie, prepara, valida, analizza, interpreta dati inerenti a diverse attività dell'organizzazione per estrarne informazione (di sintesi o derivata dall'analisi), anche tramite lo sviluppo di modelli predittivi per generare sistemi organizzati di conoscenza avanzati.

---

<sup>1</sup> <http://www.skillprofiles.eu/stable/g3/profiles/WSP-G3-024.pdf>



Grazie alla conoscenza approfondita del business e/o missione dell'organizzazione individua e accede alle fonti di dati in grado di sostenere e sviluppare un determinato processo aziendale; sceglie metodi e modelli più idonei ed efficaci per guidare le scelte strategiche aziendali, sviluppare linee di evoluzione e piani operativi; astrae le informazioni reperite e, tramite queste, genera indicazioni e programmi di sviluppo dell'azione. Presenta queste indicazioni nella forma più idonea a supportare le decisioni tattiche e strategiche del management, prestando particolare attenzione alle problematiche connesse alla sintesi e alla rappresentazione e visualizzazione efficace delle informazioni.

Completano il profilo capacità relazionali e Organizzative, incluse comunicazione, Leadership, Teamworking e team management. Esprime creatività, flessibilità nell'organizzazione del tempo e delle attività, propensione al Problem solving alla Creazione di Valore ed il Business sense.

### **ART. 3 - ACCESSO E DURATA DEL MASTER**

Per l'attivazione del Master sarà necessario il raggiungimento del numero minimo di 15 (quindici) iscritti; qualora, entro i termini di scadenza del bando, si stipulino convenzioni volte a coprire i costi di funzionamento del master, sarà possibile attivare lo stesso anche con un numero di partecipanti inferiore; il numero massimo sarà di 30 (trenta) partecipanti. Nel rispetto del vigente Regolamento d'Ateneo per i corsi per Master universitario e del D.M. n. 270/2004, il presente Master si configura come Master di secondo livello avrà durata annuale e si svolgerà nell'Anno Accademico 2017/2018. L'accesso al Master è aperto ai laureati delle classi di laurea magistrale dell'area dell'Ingegneria Industriale e dell'Informazione (Classi da LM-20 a LM-22 e da LM-25 a LM-34), in Informatica (LM-18), delle aree di Matematica (LM-40), Fisica (LM-17), Economia (LM-77) e Scienze Statistiche (LM-16, LM-83) o titolo equipollente conseguito all'estero secondo la normativa vigente. Possono altresì essere ammessi i possessori di laurea specialistica o V.O. equivalenti. Possono, altresì, essere ammessi al master anche i possessori di altre lauree magistrali/specialistiche/V.O., ma in tal caso il Collegio docenti, mediante un colloquio di valutazione e di orientamento, dovrà accertare l'idoneità del profilo culturale del candidato e stabilire l'ammissibilità del candidato al master.



La quota d'iscrizione è pari ad € 3.000. Nell'eventualità del superamento del limite massimo di richieste di iscrizione al master, l'accesso è subordinato, oltre alla verifica del possesso dei requisiti curriculari, anche al superamento di una prova di selezione che consiste in un colloquio individuale. Il colloquio verterà sui temi e gli argomenti inerenti alle tematiche sviluppate durante il Master. Nel caso sopra indicato il Collegio dei docenti procederà a nominare una Commissione al fine di procedere alla selezione e alla redazione della graduatoria di merito degli ammessi. Si darà luogo alla selezione di cui sopra anche qualora il numero degli iscritti sia superiore ad eventuali borse di studio disponibili.

Le attività didattiche inizieranno presumibilmente il 01/11/2017.

#### **ART. 4 – ORGANI DEL MASTER**

Organi del Master, ai sensi dell'art. 99 del Regolamento Generale d'Ateneo, sono il Collegio dei Docenti e il Direttore.

Il Collegio dei docenti è composto dai seguenti docenti responsabili delle aree disciplinari del Master:

Gianluca Reali  
Giuseppe Liotta  
Francesco Bartolucci  
Giuseppe Saccomandi  
Paolo Banelli  
Franco Cotana

#### **ART. 5 - ATTIVITÀ FORMATIVE E CREDITI CORRISPONDENTI**

La durata del Corso per il conseguimento del titolo di Master è di 1500 ore, così ripartite: 288 ore di attività didattica, di cui 240 ore di lezione frontale, comprendenti 24 ore di seminari, e 48 ore di lezioni laboratoriali, 812 di lavoro individuale, 250 ore per stage aziendale e 150 ore per l'elaborato e l'esame finale. Al raggiungimento degli obiettivi e alla maturazione delle conoscenze e capacità operative e relazionali di cui all'art. 2, corrisponde il conseguimento di 60 crediti formativi universitari.

In particolare, la ripartizione fra i crediti formativi è la seguente: 44 crediti formativi per attività didattica frontale, assistita /laboratoriale e studio individuale; 10 crediti formativi lo stage aziendale e 6 crediti per la prova finale. Le attività formative del corso di Master sono articolate in moduli, come da programma. Non è previsto il riconoscimento di crediti per esami già sostenuti nei corsi di studio precedenti seguiti dagli iscritti.



## PROGRAMMA DEL MASTER

Modulo	Insegnamento	SSD	ORE	CFU TOTALI	CFU DI LABORATORIO
1	Fundamentals of Computer Science	(ING-INF/05)	12	2	0
2	Fundamentals of Data Processing	(ING-INF/03)	12	2	0
3	Data Science Tools	(ING-INF/03)	36	5	1
4	Fundamentals of Statistics I	(SECS-S/01)	6	1	0
5	Fundamentals of Statistics II	(SECS-S/01)	12	2	0
6	Cloud Computing	(ING-INF/03)	24	4	0
7	Big Data Analytics	(ING-INF/03)	24	4	0
8	Networking and Data Security	(ING-INF/03)	24	4	0
9	Deep Learning	(ING-INF/04)	12	2	0
10	Machine Learning	(ING-IND/31)	42	5	2
11	Visual Analytics - Theory	(ING-INF/05)	12	2	0
12	Visual Analytics - Lab	(ING-INF/05)	12	2	0
13	Communication and Presentation Skills	(ING-IND/35)	12	2	0
14	Statistical Learning for Data Scientists - I	(SECS-S/01)	12	2	0
15	Statistical Learning for Data Scientists- II	(SECS-S/01)	6	1	0
16	Emotional Intelligence	(ING-IND/35)	6	1	0
	<b>Seminari</b>				
1	Data Science for ealth	(ING-INF/07)	3	0,5	0
2	Data Science for Industry	(ING-IND/35)	3	0,5	0
3	Big Data and Societal Implications	(ING-INF/03)	3	0,5	0
4	Data Science for Social Innovation	(ING-IND/35)	3	0,5	0
5	Environmental Data Science	(ING-IND/10)	3	0,5	0
6	Telco Data Science	(ING-INF/03)	3	0,5	0
7	Finance Data Science	(SECS-S/06)	3	0,5	0
8	Energy & Utilities Seminar	(ING-IND/35)	3	0,5	0
	<b>Stage</b>		250	10	
	<b>Prova finale</b>		150	6	





Al termine del corso, i candidati in regola con gli adempimenti formali e sostanziali (tasse, verifiche in itinere, frequenze, etc...) dovranno sostenere, di fronte ad una Commissione composta dai docenti del Master e scelta dal Consiglio Direttivo, una prova finale così articolata: illustrazione e discussione di un project work formativo professionalizzante svolto presso un'azienda o ente convenzionato; illustrazione dell'impatto atteso nelle strategie di business e dei risultati conseguibili; discussione sui contenuti metodologici e sulle possibili alternative tecnologiche e di business intelligence.

A coloro i quali supereranno l'esame finale sarà rilasciato il titolo di diploma universitario di Master di secondo livello in DATA SCIENCE firmato dal Rettore dell'Università degli Studi di Perugia, e verranno attribuiti 60 CFU. Gli 8 crediti formativi relativi agli stage e gli 8 crediti per la preparazione della tesi di Master potranno essere acquisiti, oltre che presso l'Università degli Studi di Perugia e le sedi consociate, anche presso altre Sedi Convenzionate, ai sensi della Legge n. 196 del 24/6/1997 e del Decreto attuativo n. 142 del 25/3/1998.

#### **ART. 6 - FREQUENZA**

La frequenza di almeno il 70% delle attività d'aula, di laboratorio e di stage è obbligatoria ed il conseguimento dei crediti è subordinato alla verifica delle competenze acquisite oltre che delle frequenze. Le ore di assenza non sono cumulabili in un unico modulo. Coloro che non siano in regola con le frequenze o che non abbiano sostenuto la prova finale entro la data fissata dal Collegio dei docenti sono considerati decaduti.

#### **ART. 7 - RISORSE E AMMINISTRAZIONE**

L'attività didattica sarà svolta presso le strutture del Dipartimento di Ingegneria dell'Università degli Studi di Perugia. E' in corso di definizione un atto convenzionale con il Comune di Assisi per l'utilizzo della sede. La gestione finanziaria e contabile, per tutte le pratiche amministrative relative alla retribuzione dei compensi e rimborsi dei docenti del Master nonché la redazione del bando per il reclutamento dei docenti esterni secondo i regolamenti di Ateneo e gli atti relativi ai contratti di docenza, sarà affidata alla Segreteria Amministrativa del Dipartimento di Ingegneria. **La funzione di tutor d'aula e di coordinamento, organizzazione e gestione del periodo di stage sarà affidata ad una unità di personale reclutata secondo le norme vigenti.**

Il coordinamento del Corso è affidato al prof. Gianluca Reali - via G. Duranti 93 Perugia. Il Direttore sarà eletto successivamente secondo quanto disposto dal comma 3 art 99 Regolamento generale di Ateneo. La gestione della carriera



degli iscritti al corso del Master è affidata all'Ufficio Dottorati, Master e corsi post lauream. L'eventuale erogazione di borse di studio per la frequenza del Master sarà valutata da parte del Collegio dei Docenti.



## RELAZIONE PER LA RIEDIZIONE DEL

### MASTER DI SECONDO LIVELLO IN DATA SCIENCE

#### Destinatari

La relazione deve essere prodotta in caso di riedizione di un master, corsi di perfezionamento di alta formazione, corsi di formazione permanente e continua e summer/winter school, ai sensi degli artt. 15, comma 3, e 23, comma 3, del Regolamento in materia di corsi per master e corsi di perfezionamento dell'Università degli Studi di Perugia approvato con DR n. 66 del 26.1.2015.

Temi	Punti attenzione raccomandati
<p><b>ATTIVITA' SVOLTA</b></p> <p>Le lezioni del Master di Secondo Livello in Data Science nell'anno accademico 2016/17 sono iniziate il giorno 03/02/2017. Il numero totale previsto di ore di didattica è 380, delle quali 72 ore sono di laboratorio.</p> <p>Per lo scambio di materiale didattico è stata usata la piattaforma di e-learning Unistudium. Agli studenti è stata offerta la possibilità di seguire le lezioni in streaming.</p> <p>Il tutor d'aula ha assistito alle lezioni e alle esercitazioni, aiutando gli studenti e superare delle difficoltà d'uso degli strumenti informatici, assistendo i docenti nelle necessità legate all'erogazione della didattica, ed assicurando il funzionamento del servizio di streaming, mantenendo il contatto con gli studenti.</p> <p>Alla data attuale le lezioni sono ancora in corso di svolgimento. Le attività formative previste sono state erogate con completezza secondo la programmazione delle stesse. Le forme di collaborazione instaurate con soggetti privati si sono concretizzate nell'erogazione di alcuni contenuti didattici da parte di rappresentanti aziendali, nell'accesso alla piattaforma Cloud Bluemix di IBM e negli accordi per stage aziendali. Alla data attuale, gli stage non sono ancora iniziati.</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>- <i>Quando hanno avuto inizio le attività?</i></li><li>- <i>Secondo quali modalità è stata organizzata l'attività didattica?</i></li><li>- <i>Quale è stato il rapporto in percentuale tra le diverse modalità di svolgimento della attività didattica (lezione frontale; lezione interattiva; laboratorio ecc.)?</i></li><li>- <i>E' stata introdotta una piattaforma e-learning?</i></li><li>- <i>Quali sono state le attività del tutor d'aula?</i></li><li>- <i>Ci sono state eventuali variazioni rispetto al progetto di articolazione delle attività formative?</i></li><li>- <i>Quali forme di collaborazione sono state instaurate con enti e soggetti pubblici e/o privati?</i></li><li>- <i>Quanti periodi di stage sono stati effettuati e con quali esiti?</i></li><li>- <i>Sono state fatte verifiche periodiche di accertamento delle conoscenze acquisite in relazione agli ambiti interessati?</i></li><li>- <i>Quale è stato il numero dei partecipanti?</i></li><li>- <i>Quanti di coloro che hanno partecipato hanno superato la prova finale di accertamento delle competenze acquisite?</i></li></ul>



<p>L'acquisizione delle competenze sarà verificata analizzando l'elaborato finale successivamente allo stage aziendale. Sono state realizzate delle verifiche di autovalutazione in itinere, affrontando casi di studio concreti. Il numero di studenti iscritti al corso di master è pari a 13, dei quali 11 risultano iscritti regolari e 2 sono uditori.</p>	
<p><b>RISULTATI CONSEGUITI RISPETTO AGLI OBIETTIVI FORMATIVI PREFISSATI (nella scheda di proposta del master/corso)</b></p> <p>Il punto di forza del master è la ricaduta diretta nelle attività aziendali in un momento di forte richiesta nel settore di interesse. Un altro punto di forza consiste nella possibilità di articolare le lezioni di docenti aziendali ed universitari, sia Italiani sia Stranieri. Inoltre, il corso di Master è stato prescelto come Champion del progetto EU Edison, che ha l'obiettivo di diffondere e strutturare l'offerta didattica comunitaria nel settore del Data Science.</p> <p>Le principale criticità consiste nell'organizzazione delle attività didattiche consentendo agli studenti che sono dipendenti aziendali di rispettare gli obblighi di frequenza. Altra criticità di gestione consiste nel fatto che alcuni documenti amministrativi sono disponibili solo in lingua Italiana. Il problema è stato notificato agli uffici competenti.</p> <p>Le attività didattiche hanno consentito di analizzare criticamente il numero di ore di didattica allocate ai diversi insegnamenti e la sequenza delle tematiche in relazione al profilo culturale degli studenti. Pertanto, il progetto di riedizione del Corso di Master è stato realizzato</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Quali sono stati i punti di forza?</li> <li>- Quali eventuali criticità sono emerse?</li> <li>- Ci sono stati miglioramenti rispetto alla/e precedente/i edizione/i?</li> </ul>



<p>migliorando i contenuti e la progressione logica delle tematiche affrontate.</p> <p>Si ritiene, inoltre, che sia necessario aumentare il supporto al Direttore del Master per le attività di gestione del Corso.</p>	
<p>Solo per riedizione Master</p> <p><b>COLLOCAZIONE LAVORATIVA DI COLORO CHE HANNO CONSEGUITO IL TITOLO DI MASTER</b></p> <p>Le lezioni sono ancora in fase di svolgimento. Pertanto, non è possibile analizzare l'impatto del corso dal punto di vista occupazionale.</p>	<p>- Il master risponde ad esigenze del mondo del lavoro e delle professioni?</p> <p>- Quanti dei partecipanti hanno trovato una collocazione lavorativa?</p> <p>- Presso quali enti pubblici e privati i partecipanti hanno trovato collocazione?</p> <p>- Con quale tipologia di contratto di lavoro sono stati assunti?</p>
<p><b>MOTIVAZIONI A SUPPORTO DELLA PROPOSTA DI RIEDIZIONE</b></p> <p>Si ritiene che la riedizione sia giustificata dai seguenti motivi:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- significativa richiesta aziendale.</li> <li>- Presenza attiva dell'Università degli Studi di Perugia in un settore altamente strategico.</li> <li>- soddisfazione espressa da parte delle aziende coinvolte e degli studenti. Finora, questa soddisfazione è verificabile solo dai colloqui personale e i commenti lasciati nelle social network. Infatti, alla data attuale, con le lezioni in fase di svolgimenti, il questionari di soddisfazione non sono ancora stati somministrati agli studenti. Successivamente, sarà realizzato anche un questionario destinato alle organizzazioni che hanno collaborato per lo svolgimento del Corso di Master.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Quali sono le ragioni che giustificano la riedizione?</li> <li>- Quale esito hanno dato i questionari di soddisfazione somministrati ai partecipanti?</li> <li>- E' stato previsto un questionario rivolto agli enti pubblici e privati presso i quali sono stati ospitati i partecipanti?</li> </ul>
<p><b>ULTERIORI COMMENTI</b></p>	



Titolo del progetto:

“Analisi teorica e sperimentale della tecnologia Solid Oxide Cell sia per la generazione di potenza che per la produzione di syngas da fonte rinnovabile”

Relazione 1 anno di attività

Maggio 2015 – Aprile 2016

Giovanni Cinti Ph.D – RTDa tempo parziale

## Attività di Ricerca

L'attività di ricerca ha riguardato lo studio della tecnologia SOFC/SOE per la produzione di potenza e per la produzione via elettrolisi di combustibili gassosi quali idrogeno o miscele ad alto contenuto di idrogeno (syngas).

Nel funzionamento per la produzione di potenza – fuel cell – le SOFC possono essere alimentate sia da combustibili tradizionali quale il metano, che da combustibili innovativi quali idrogeno, biogas o bio-syngas prodotti da fonti rinnovabili. Nel caso di biogas e bio-syngas la produzione è da fonte biologica dalle cosiddette biomasse. La biomassa può essere infatti trasformata con processi chimici o termo-chimici in un gas ad alto contenuto energetico che è un ottimo combustibile per le celle SOFC. L'utilizzo di questi combustibili introduce delle peculiarità e delle problematiche che devono essere studiate a livello di laboratorio. Si tratta principalmente di fenomeni di degrado legato ad impurità del combustibile o, più in generale, di effetti dei diversi tipi di combustibile sulle performance della tecnologia. Nel caso in cui l'idrogeno sia utilizzato come combustibile, le celle per la produzione di potenza hanno un funzionamento più conosciuto in letteratura ma la medesima tecnologia può supportare lo sviluppo di questo ambito di ricerca non tanto dal lato della produzione di potenza quanto nella produzione di idrogeno tramite elettrolisi. Le celle ad ossidi solidi infatti possono anche realizzare l'elettrolisi dell'acqua ad alta temperatura. In questo caso la tecnologia viene identificata con il nome di Solid Oxide Electrolyzer – SOE. L'elettrolisi è una delle tecnologie candidate a realizzare lo stoccaggio dell'energia quando accoppiate alle fonti energetiche rinnovabili. Lo stoccaggio permette infatti di risolvere il problema della non programmabilità di alcune sistemi rinnovabili molto diffusi quali l'eolico e il fotovoltaico. L'elettrolisi di alta temperatura, quale quella dei sistemi SOE, permette di raggiungere efficienze molto elevate, alta densità di potenza e abbattimento dei costi. Lo sviluppo dei sistemi SOE è molto recente e ci sono numerosi aspetti di ricerca che necessitano di approfondimento per quello che riguarda lo sviluppo dei materiali, il funzionamento del sistema e lo studio di fattibilità tecnico/economica delle possibili applicazioni.

In questo primo anno l'attività si è concentrata principalmente sullo studio degli effetti sull'equilibrio termico e sulle performance di unità SOE costituiti da una o più celle in serie (stack). L'attività ha riguardato sia lo studio bibliografico sul tema dell'elettrolisi che l'attività sperimentale realizzata in laboratorio. Nel dettaglio le specifiche attività sono state:

- Studio bibliografico dei temi di ricerca riguardanti SOFC e SOE;
- Supporto alle procedure di selezione e fornitura degli stack SOFC;
- Progettazione e modifica del banco prova per ospitare il componente (realizzazione software, modifica piping, adattamento linee riscaldate, realizzazione connessione sensori di voltaggio e temperatura);
- Progettazione campagna prove finalizzata all'analisi delle performance della cella e allo studio dell'effetto della composizione;
- Realizzazione dei test;
- Analisi dati e studio dei risultati;
- Pubblicazione dei risultati in conferenze e giornali scientifici;
- Supporto alla rendicontazione del progetto PON "FUEL CELL LAB";
- Raccordo e coordinamento tra le attività del Dipartimento dell'Università degli Studi di Perugia e gli altri partner del progetto "FUEL CELL LAB";
- Partecipazione alla stesura e presentazione di progetti sottoposti a finanziamento a valere sotto il programma europeo HORIZON 2020 (EOPSIN, GAS\_CHP, NET TOOLS, ELECTROU);
- Partecipazione e stesura del progetto H2 in ICE sottoposto a finanziamento a valere sul bando della Fondazione Cassa di Risparmio di Perugia;

- Attività tecnica/sperimentale di laboratorio: utilizzo e progettazione di strumenti e tecniche per lo studio di sistemi celle a combustibile/elettrolizzatori ad alta temperatura;
- Supporto all'acquisto di strumenti e materiale di consumo necessari all'attività di ricerca;
- Partecipazione alle attività dell'associazione N.ERGHY di cui il Dipartimento è membro, associazione che gestisce in partenariato con la Commissione e il raggruppamento degli industriali i fondi Comunitari destinati ad Idrogeno e celle a combustibile;

### **Pubblicazioni**

Specificatamente alle attività di ricerca relative al progetto del contratto sono state pubblicati i seguenti lavori interamente riportati in allegato:

1. G. Cinti, G. Discepoli, G. Bidini, A. Lanzini, M. Santarelli, "Co-electrolysis of water and CO<sub>2</sub> in a solid oxide electrolyzer (SOE) stack", *Int. J. Energy Res.* 2016; 40:207–215; doi: [10.1002/er.3450](https://doi.org/10.1002/er.3450)
2. G. Cinti, A. Baldinelli, A. Di Michele, U. Desideri, "Integration of Solid Oxide Electrolyzer and Fischer-Tropsch: A sustainable pathway for synthetic fuel", *Applied Energy*, Volume 162, 15 January 2016, Pages 308-320, ISSN 0306-2619, doi: [10.1016/j.apenergy.2015.10.053](https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2015.10.053).

In aggiunta grazie ad ulteriori collaborazioni sviluppate in questi anni e ad attività di ricerca svolte precedentemente sono stati pubblicati i seguenti lavori, anch'essi riportati in allegato:

3. G. Cinti, U. Desideri, "SOFC fuelled with reformed urea", *Applied Energy*, Volume 154, 15 September 2015, Pages 242-253, ISSN 0306-2619, doi: [10.1016/j.apenergy.2015.04.126](https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2015.04.126);
4. V. Liso, G. Cinti, M. P. Nielsen and U. Desideri, "Solid oxide fuel cell performance comparison fuelled by methane, MeOH, EtOH and gasoline surrogate C<sub>8</sub>H<sub>18</sub>", *Applied Thermal Engineering*, Volume 99, 25 April 2016, Pages 1101-1109, ISSN 1359-4311 doi: [10.1016/j.applthermaleng.2015.12.044](https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2015.12.044)

In stesura o in attesa di pubblicazione:

1. G. Cinti, D. Frattini, G. Bidini, U. Desideri, E. Jannelli "Coupling Solid Oxide Electrolyser (SOE) and ammonia production plant"
2. L. Barelli, G. Bidini, G. Cinti, F. Gallorini, M. Pöniz, "SOFC stack coupled with dry reforming",
3. D. Frattini, G. Cinti, G. Bidini, U. Desideri, R. Cioffi, E. Jannelli "A system approach in energy evaluation of different renewable energies sources integration in ammonia production plants".
4. G. Cinti, G. Bidini, K. Hemmes "An experimental investigation of fuel assisted electrolysis as a function of fuel and reactant utilization".
5. L. Barelli, G. Bidini, G. Cinti, A. Ottaviano, "SOFC regulation at constant temperature: Experimental test and data regression study"

I risultati dell'attività di ricerca sono stati presentati in conferenze e meeting internazionali:



1. L. Barelli, G. Bidini, G. Cinti, M. Pöniz, "SOFC stack coupled with dry reforming" European Fuel Cell Technology & Applications Piero Lunghi Conference, Naples, December 16-18, 2015, ISBN 978-88-8286-324-1.
2. G. Cinti, D. Frattini, U. Desideri, E. Jannelli, R. Cioffi, G. Bidini, "Coupling solid oxide electrolyser (soe) and ammonia production plant" European Fuel Cell Technology & Applications Piero Lunghi Conference, Naples, December 16-18, 2015, ISBN 978-88-8286-324-1.
3. S. A. Venâncio, U. Icardi, G. Bidini, G. Cinti, P.E. V. de Miranda, "SOFC anodes for the direct utilization of ethanol as fuel" European Fuel Cell Technology & Applications Piero Lunghi Conference, Naples, December 16-18, 2015, ISBN 978-88-8286-324-1.
4. R. Atochero Velasco, A. Lubrano Lavadera, S. Scarfogliero, G. Cinti, G. Bidini, V. Cigolotti, M. Minutillo, "Electrical energy storage systems based on resoc technology: a novel approach for the grid integration of renewable energy sources", European Fuel Cell Technology & Applications Piero Lunghi Conference, Naples, December 16-18, 2015, ISBN 978-88-8286-324-1.

#### **Attività didattica integrativa**

Sullo stesso tema delle attività di ricerca è stata realizzata l'attività di formazione ed affiancamento – didattica integrativa - agli studenti iscritti ai vari corsi e master del dipartimento. In particolare:

- Supervisione della tesi "Reversible solid oxide cell as energy storage system" svolta nell'ambito del progetto Erasmus presso il dipartimento da Felipe Jose Abad Moreno;
- Supporto alle attività didattiche degli esami "Laboratorio di Macchine" e "Sistemi energetici Innovativi" tenuti dal Prof. Bidini e supervisione di tesine, parte del lavoro di esame;

## Co-electrolysis of water and CO<sub>2</sub> in a solid oxide electrolyzer (SOE) stack

G. Cinti<sup>1,\*†</sup>, G. Discepoli<sup>1</sup>, G. Bidini<sup>1</sup>, A. Lanzini<sup>2</sup> and M. Santarelli<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Industrial Engineering, University of Perugia, Perugia, Italy

<sup>2</sup>Department of Energy (DENEG), Politecnico di Torino, Turin, Italy

### SUMMARY

Solid oxide electrolyzer (SOE) can operate in co-electrolysis mode of H<sub>2</sub>O and CO<sub>2</sub> because of the high operating temperature and the nickel-based fuel electrode material. In this configuration, the fuel electrode is fed with a mix of steam and carbon dioxide that is converted through electrolysis reactions into a syngas that can be further upgraded to other carbon fuels. This technology can lead to interesting scenarios in the field of energy storage and CO<sub>2</sub> reuse. SOE performance in terms of syngas quality and chemical equilibrium is presented in this study. An experimental test on a four-cell stack was performed to evaluate which are the effects of inlet gas composition and current density on the output syngas composition and on the thermal balance of the stack. Results were analyzed with the support of a thermodynamic model that aims to demonstrate that equilibrium condition is reached within the stack for all the involved reactions including reverse water shift. Also, we show that there is a direct relation between inlet and outlet compositions. For each composition, current density for thermoneutral condition was calculated obtaining values in the range of 377–493 mA/cm<sup>2</sup> depending on the composition. Such results permit to study SOE integration in a complete process for energy and CO<sub>2</sub> storage. Copyright © 2015 John Wiley & Sons, Ltd.

### KEY WORDS

solid oxide electrolyzer; syngas; synthesis fuel; energy storage; CO<sub>2</sub> storage; experimental; stack; thermoneutral

### Correspondence

\*Giovanni Cinti, Department of Industrial Engineering, University of Perugia, Via G. Duranti, 93-06125 Perugia, Italy.

†E-mail: giovanni.cinti@unipg.it

Received 17 April 2015; Revised 6 October 2015; Accepted 7 October 2015

## 1. INTRODUCTION

The large development of solid oxide fuel cells (SOFCs) as power production technology brought several researchers to consider the application of SOFC also as electrolyzers. These devices are called solid oxide electrolyzers (SOE). The advantages about using high temperature electrolyzers are the increase of power density and the reduction of costs because of the use of low cost active materials compared with noble metals that are usually used in low temperature ones.

Co-electrolysis via SOE is feasible in three main applications: energy storage, carbon capture and reuse, syngas production. In view of energy storage applications, co-electrolysis with SOE can be realized in combination with intermittent renewable energy sources (RES) in order to reduce the electricity net instability or recovers the amount of electricity that cannot be dispatched to the grid. Such solution is recently studied using standard electrolysis system, obtaining hydrogen from water. Part of this

experience can be recovered considering co-electrolysis. The advantage is that syngas can be transformed into high density fuels such as diesel, natural gas, dimethyl ether (DME), or methanol (MeOH) with specific chemical processes [1–4]. On the other hand, this design requires a source of carbon dioxide and a bottom cycle producing the fuel that can add costs and complexity to the application. From the environmental point of view, co-electrolysis permits to transform a greenhouse gas like CO<sub>2</sub> into a fuel such as syngas. With a proper selection of CO<sub>2</sub> source, the cycle of carbon can be thermodynamically closed. If we focus on the carbon dioxide issue, we come to the second application that is chemical storage of CO<sub>2</sub>. Wherever there is an available source of CO<sub>2</sub>, usually thermo-electrical power plants, a co-electrolysis SOE permits to store separated carbon dioxide directly into fuel. Such fuel can be used giving a second life to carbon and increasing the specific power obtained for a single unit of CO<sub>2</sub> emitted. The main drawbacks of this scenario are related. This scenario is affected by two main drawbacks, namely:

efficiency, because of the significant impact of electricity consumption; and plant size. Supposing a traditional power plant, SOE size is much larger than the available in the SOFC market. Finally, we can consider an application for the production of syngas. Numerous chemical plants use syngas in their processes. The widespread technology is steam methane reforming (SMR) because of reduced costs and mature technological level [5]. In a scenario of low-cost electricity or high-cost natural gas, SOE can be an economically viable option. Compared to SMR, an external source of CO<sub>2</sub> is also required, requirement that a steam reforming plant does not have because methane is a source of both H<sub>2</sub> and CO. Each scenario has a narrow range of convenience, but a combination of the three may increase both economic and environmental benefits. Whenever there is an over production of electricity, a need to store CO<sub>2</sub> and syngas requirement, co-electrolysis SOE is a perfect technological solution.

Considering the role of SOEC in the framework of a new generation of sustainable synthetic fuels, the presence of CH<sub>4</sub> in the syngas can be either desirable or detrimental (e.g., for DME production is better to inhibit syngas methanation within the SOE stack). Especially, a specific H<sub>2</sub>/CO (molar) ratio must be matched to the SOEC outlet. This ratio is ~3 for SNG synthesis (CO-methanation), ~2 for MeOH synthesis, and around 1 for DME production. The dynamic adjustment of the SOEC operating conditions, to provide a quasi-stable syngas composition during load cycling, is a challenge that still needs to be addressed. So far, experiments on short stacks showed that the SOEC behaves almost as an equilibrium reactor where a stoichiometric amount of oxygen is removed from the inlet feed gas (rich in H<sub>2</sub>O and CO<sub>2</sub>) according to the Faraday's law of electrolysis. Especially, the Ni in the fuel electrode is active toward water gas shift, reverse water gas shift (RWGS), and methanation reactions. The thermodynamic study of integration of co-electrolysis in synthetic fuel processes is reported in literature [1,6–14] where investigation is mainly focused in system optimization of RES energy storage into chemicals.

Although co-electrolysis represents an appealing option, the ensemble of operating conditions that includes temperature, pressure, current density, reactant utilization, and presence of contaminants in the SOE can widely affect the syngas quality production and lead to rapid degradation of performance. Also, the formation of carbon at very high reactant utilization in fuel electrode can limit the operability of the SOE. A durable and stable syngas production must therefore take into account all the before-mentioned aspects.

The recent development of SOFC technology generated an increase of studies in literature on the use of the solid oxides as electrolyzers for both water electrolysis, at single cell and at stack/system level [15–27], and also electrolysis of pure CO<sub>2</sub> [28–32] where carbon deposition issue is differently reported. While in [28], electrochemical results indicate, indirectly, that no carbon deposition occurs during CO<sub>2</sub> electrolysis; in [30], a model is developed

indicating high risk of carbon formation in the cathode/electrolyte interface. Few experimental studies investigated the simultaneous reduction of both H<sub>2</sub>O and CO<sub>2</sub>. The studies performed on single cell allowed to evaluate the feasibility of the concept and the effect of parameters such as temperature and current density on open-circuit voltage (OCV) and area specific resistance (ASR) as an indicator of cell reactions. In [3], a single cell was tested when running on steam, carbon dioxide, and a mix of both. The off-gas results at OCV indicate that chemical equilibrium was achieved in the cell with the contribution of reverse shift reaction. Authors deduced from ASR results that CO<sub>2</sub> does not react in a two-step reaction mechanism, as it usually happens in SOFC operation, but as a direct reduction. The companion paper [33] investigates, using distribution of relaxation times method, in which part of the cell electrochemical losses occur. The test shows that at low current density, Ni/YSZ electrode degradations dominate while, when current density is increased in the range of 0.5–1 A/cm<sup>2</sup>, lithium strontium manganese degradation plays a major role in total losses. Other experimental results [34–36] confirm how co-electrolysis voltages lie between values of CO<sub>2</sub> and H<sub>2</sub>O and report cell performances strongly decreasing when temperature reaches values below 600 °C. Based on such results, several models were developed to investigate SOE operation in co-electrolysis. Stempien *et al.* in [37] attempted a theoretical modeling of the only OCV when operating in co-electrolysis offering an improvement of the method already developed in previous studies [31]. A 2D model was developed by Ni [38] investigating the effect of main SOE parameters into the equilibrium, in particular the role of water gas shift was studied: the increase of temperature enhances the RWGS that contributes to the production of CO. Literature reports also a 2D model of a tubular SOE [39] where the role played by the RWGS is confirmed and the efficiency of 59.4% was calculated with a reactant conversion of 43.8%. The scale-up from cell to stack is necessary to reach useful syngas power outputs and to investigate new issues such as thermal equilibrium or materials issues (e.g., corrosion of interconnectors, air electrode delamination from electrolyte, and others). First experiments on stack SOE were performed by Stoots *et al.* at Idaho National Laboratory [40]. In the paper, authors report a wide study of co-electrolysis test performed with CO<sub>2</sub> and H<sub>2</sub>O diluted in nitrogen. The integration of SOE stack with a methanation reactor was also tested achieving up to 50% production of CH<sub>4</sub>. Stack experiments were reported also by Ebbesen *et al.* [41]. Two stacks were tested: one in standard electrolysis mode and the second one in co-electrolysis mode. The study focuses on time degradation and shows stable performance when operating at 0.5 and 0.75 A/cm<sup>2</sup> for 1200 h. Gas composition for co-electrolysis test was H<sub>2</sub>O:CO<sub>2</sub>:H<sub>2</sub> equal to 45:45:10 as volume concentration, and reactant utilization was kept constant at 60%.

Literature lacks on studies on electrochemical equilibrium supported by experimental data. This study aims to

increase the knowledge on internal chemical and electrochemical reactions within a stack, looking at what happens when CO<sub>2</sub> concentration in the inlet feed varies. The objective is to calculate thermoneutral voltage and exhaust gas composition. The study is based on experimental activity using a short stack realized with commercial materials. Polarization curves were performed varying CO<sub>2</sub> concentration, and a numerical model was used to complete results analysis. To introduce theoretical background, the model description anticipates, in this paper, experimental results.

## 2. METHODS

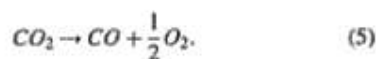
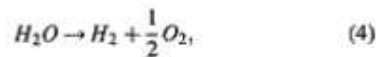
### 2.1. Theoretical model

In SOE, steam or carbon dioxide is supplied to the cathode where catalyst enhances the electrochemical reactions with the electrons supplied and generates the reduced gas and anionic oxides. The ion migrates via the solid electrolyte to the cathode where oxygen is generated.

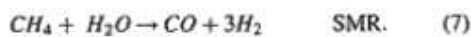
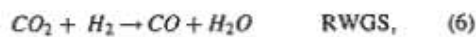
Electrochemical reaction in the co-electrolysis are followings:



Complete reactions are as follows:



In addition, because of local temperature and Ni catalyst, the RWGS reaction, and SMR can occur in the cell as follows:



Thermoneutral voltage is calculated as follows:

$$V_{th} = \frac{\Delta h}{nF} \quad (8)$$

where  $\Delta h$  is the enthalpy variation of the reaction,  $F$  is Faraday constant, and  $n$  is the number of electrons involved in the electrochemical reaction. For both CO<sub>2</sub> and H<sub>2</sub>O reactions,  $n$  is equal to 2.  $V_{th}$  is calculated considering reaction iv (H<sub>2</sub>O) and v (CO<sub>2</sub>) at 750 °C and is equal to 1.28 and 0.89 V, respectively. In co-electrolysis, such voltage

is strongly dependent on the electrochemical reaction really occurring in the cell. Two approaches are presented and compared in this study. The first approach, method *A* from here onward, considers only reaction of H<sub>2</sub>O because of higher thermoneutral voltage while CO<sub>2</sub> does not participate to reaction and (2) does not occur. A second approach, *B*, is to consider both reactions (1) and (2) occurring following the concentration of active species, in this case carbon dioxide and water. This means that the reduction of each species depends on its concentration. Such concentrations are defined as follows:

$$R_{H_2O} = \frac{H_2O_{in}}{H_2O_{in} + CO_{2in}} \quad \text{water ratio, (9)}$$

$$R_{CO_2} = \frac{CO_{2in}}{H_2O_{in} + CO_{2in}} \quad \text{carbon dioxide ratio. (10)}$$

In SOE, similar than in SOFC, not all the reactants are used. The reactant utilization (RU) is defined as follows:

$$RU = \frac{R_{out} - R_{in}}{R_{in}} = \frac{I}{nFR_{in}} \quad \text{reactant utilization (11)}$$

where  $I$  is the current and  $R$  is the reactant flow.

The equation regarding chemical equilibrium was implemented in a commercial software, Aspen Plus® (Aspen Technology, Burlington, MA, USA), to study the two different methods *A* and *B*. Figure 1 is a scheme of such model. Cathode inlet flow (CO<sub>2</sub>:H<sub>2</sub>O:H<sub>2</sub>) enters in the first equilibrium reactor 1 where equilibrium of reactions (6) and (7) is calculated at 750 °C. After the reactor, the flow is separated in Device 2 between reactant and other gasses. In method *A*, the only reactant is H<sub>2</sub>O while in method *B*, both H<sub>2</sub>O and CO<sub>2</sub> are separated. Device 3 separates reactant utilized based on Eq. (11). The reacting species utilized is all transformed in Device 4 following only reaction (4), case *A*, or also reaction (5), case *B* as previously described. In Device 5, oxygen is separated and mixed with sweep gas (air) in mixer 8. All other cathodic flows are mixed in Device 6 and sent to Reactor 7 designed exactly as Reactor 1 and operating at 750 °C. The model described considers that the equilibrium reactions of RWGS and SMR occur both before and after electrochemical reactions. Such hypothesis is based on high kinetic values in the presence of a catalyst such as nickel.

### 2.2. Experimental test

To evaluate the performances of a SOE in co-electrolysis mode, an experimental investigation was performed. The test was realized in a short stack consisting of four single planar cells. Details on the stack and cells are reported in Table I. The stack was supplied by Forschungszentrum Jülich and is based on the F-design for interconnection and cells integration [42]. The used cells are cathode supported and with cathode and electrolyte made of

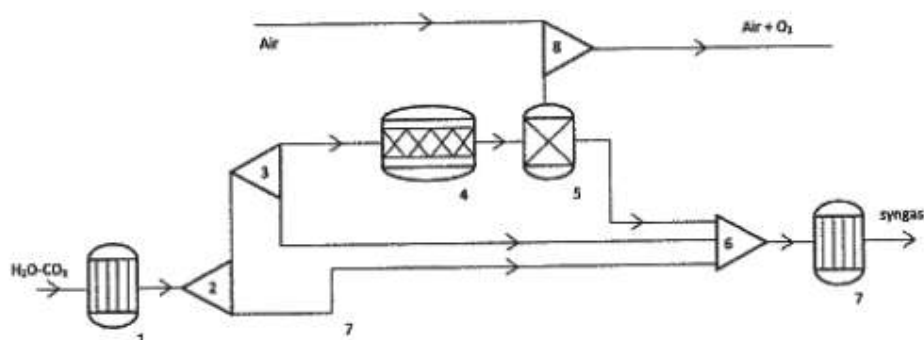


Figure 1. Solid oxide electrolyzer stack scheme in Aspen.

Table I. Stack characteristic.

Cathode substrate	Ni/8YSZ cermet 1500 $\mu\text{m}$
Cathode functional layer	Ni/8YSZ cermet 7–10 $\mu\text{m}$
Electrolyte	8YSZ 8–10 $\mu\text{m}$
Anode functional layer	LSM/8YSZ 10–15 $\mu\text{m}$
Anode current collector	LSM 60–70 $\mu\text{m}$
Stack design	F-design
Interconnect / cell frame	Crofer22APU
Anode contact layer	Ni-mesh
Cathode contact layer	perovskite type oxide (LCC10)
Sealing	glass ceramic (87YSZ20)
Number of cells	4
Size of cells	100 x 100 mm <sup>2</sup>
Active area per cell	80 cm <sup>2</sup>
Total active area	320 cm <sup>2</sup>

yttrium-stabilized zirconia while anode is lithium strontium manganese. The test was realized in the FCLab short stack test rig. Anode and cathode gases are mixed and preheated up to 650 °C before entering the stack. Water is supplied to the cathode side directly mixed in a controlled evaporator mixer. The stack is located inside a furnace under a mechanical load and equipped with thermocouples and voltage sensors. Test rig details are described elsewhere [43].

The aim of the study is to evaluate the operation of the stack in co-electrolysis mode. To perform it, the stack is fed in the cathode side with a mix of CO<sub>2</sub> and H<sub>2</sub>O. A 10% of pure hydrogen is added to the flow to guarantee a reducing atmosphere and avoid oxidation of nickel. The test focuses on the effect of cathode composition variation in the performances. Total flow was kept constant while three different compositions were studied. Anode flow was not varied during the tests. Table II reports flows and composition of both cathode and anode sides; composition are described by the gas concentration CO<sub>2</sub>:H<sub>2</sub>O:H<sub>2</sub> and identified by letters S1, S2, and S3. The compositions were selected as a trade-off between a wide-range spectrum and reduction carbon deposition risk because of CO<sub>2</sub> concentration. Furnace temperature is controlled by a thermocouple placed close to the stack and was kept constant to 750 °C during the test. Such temperature was chosen as typical for the

Table II. Test flow and composition.

	S1		S2		S3	
	mol/h	% mol	mol/h	% mol	mol/h	% mol
	20:70:10		30:60:10		40:50:10	
Cathode						
CO <sub>2</sub>	1.71	20	2.56	30	3.41	40
H <sub>2</sub> O	5.97	70	5.12	60	4.26	50
H <sub>2</sub>	0.85	10	0.85	10	0.85	10
TOT	8.53		8.53		8.53	
Anode						
Air	8.92		8.92		8.92	

operation of SOE technology and as a good compromise between reduction of thermal stress (low temperatures) and high performances (high temperatures). Main outputs studied are the electrochemical ones such as current densities, voltage, and power but also thermal data measured by two thermocouples placed in the stack close to anode (TC1) and cathode (TC2) side. A fast gas chromatograph (C2V) was used to analyze off-gas dry compositions. The latter studies are investigated to better understand the internal chemical equilibrium and the relative effect on thermoneutral equilibrium.

Stack performances were evaluated by means of polarization curves. Gas composition was kept constant while current density was increased with a ramp of 4 Amps/step (12.5 mA/cm<sup>2</sup>) up to the maximum limit of 1.4 V. Each current step was kept for 1 min. Sampling time of 1 Hz was kept during the test. All experimental data (gas flows, temperatures, voltages, and current densities) reported in the figures are the mean values of instrumental measurements. Standard deviations are always smaller than 0.1%, this is why error bars could not be reported in the graphs.

### 3. RESULTS AND STUDY

Preliminary studies here presented are performed on off-gas composition. Gas chromatograph (GC) sampling time was

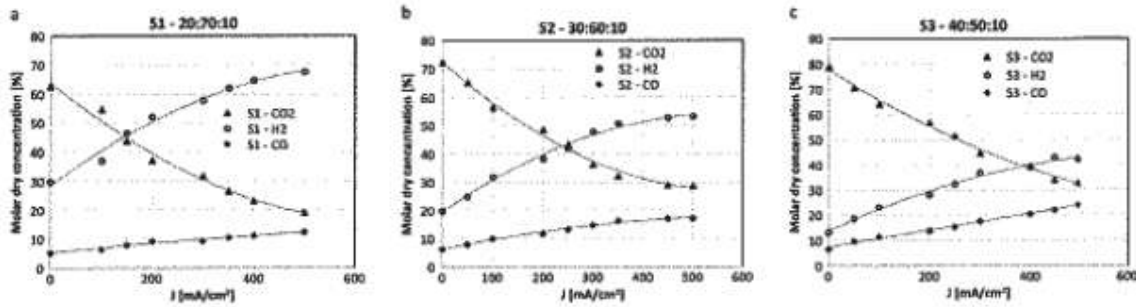


Figure 2. Gas analysis for the polarization experiment with compositions S1 (a), S1 (b), and S3 (c).

not equivalent to current steps, and not all current values have a gas analysis. Obtained results of composition S1, S2, and S3 are reported in Figure 2. Gas compositions are calculated on dry basis, and values are plotted as function of current density. Results indicate that reaction is dominated by thermodynamic. Concerning kinetic effects, because we tested anode supported cells, there is plenty of Ni catalyst in the electrode to sustain chemical and electrochemical reactions.

As expected, the reactant concentration (CO<sub>2</sub>) reduces with increase of current density while products, H<sub>2</sub> and CO, increase. The GC results already suggest that internal reactions are more complex than simple electrochemical ones; for all compositions, CO is present also at OCV when no reduction occurs meaning that reverse shift reaction is taking place in the stack. The effect of inlet concentration is deeper analyzed in Figure 3 where H<sub>2</sub>/CO ratio is plotted for the three different tests as function of current density and RU. The ratio results are coherent with inlet composition in the mean that increase of H<sub>2</sub>O/CO<sub>2</sub> generates also an increase H<sub>2</sub>/CO in the products. This peculiarity is defined since OCV conditions, related only to inlet composition and RWGS, and does not have big variation with current increase: this suggests on the system point of view that syngas composition does not depend on operating condition but only on inlet gasses. Note that such compositions describe a window containing a syngas

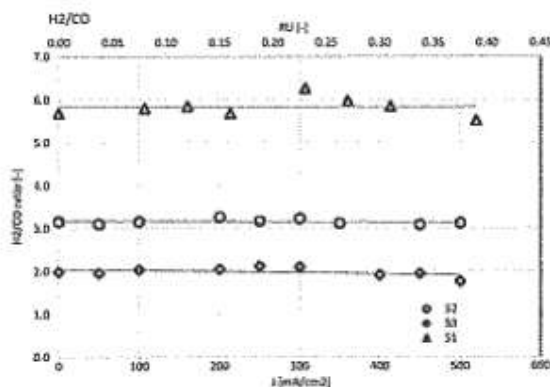


Figure 3. H<sub>2</sub>/CO ratio as produced syngas. RU, reactant utilization.

suitable for all fuel synthesis reactions such methane, methanol, and Fisher-Tropsch [2].

The numerical results were compared with theoretical ones calculated with the model described in previous paragraph. The model was run varying the inlet composition and the reactants utilization with both methods. Results are reported in Figure 4. The plots report perceptual differences between experimental concentrations and model ones for the three cases S1, S2, and S3 comparing both methods. Errors of method A show high numbers, even over 10% or 15% in some cases, while in the B method results are of about 3–4%. Method B is, thus, more accurate than A suggesting that electrochemical reaction occurs following concentration of active reactants. As expected, such accuracy increases when moving from S1 to S3 because of the increase of CO<sub>2</sub> contribution into the equilibrium calculations. Results indicate that reaction is dominated by thermodynamic. Concerning kinetic effects, because we tested anode supported cells, there is plenty of Ni catalyst in the electrode to sustain chemical and electrochemical reactions.

Voltage performances for each tested composition are shown in Figure 5. Stack voltage, T1 and T2, are also reported as function of current density. Voltages trend is very close one to another and cannot give a direct indication on the effect of gas composition. Temperature close to the cathode inlet is always larger than anode ones because of the enhanced cooling effect of the air flow rate compared with the cathodic one. Such trends occur even if reaction entropy (thermal sink) is physically placed in the cathodic side but is not sufficient to effect stack temperature dominated by air stream. At the same time, temperature values show a relation with compositions S1 > S2 > S3. We can easily relate the absolute temperatures with the amount of CO<sub>2</sub> because of a higher rate of RWGS that is an endothermic reaction. The temperature variation along the polarization has a preliminary decrease and then goes back to higher levels. This is perfectly consistent with the behavior of SOE with a preliminary cooling, when endothermic electrochemical reaction dominates on heat losses, followed by an increase of heat losses caused by an increase of current density. Note that temperature does not go back to initial level even if thermoneutral was achieved. This can be explained by thermal transient

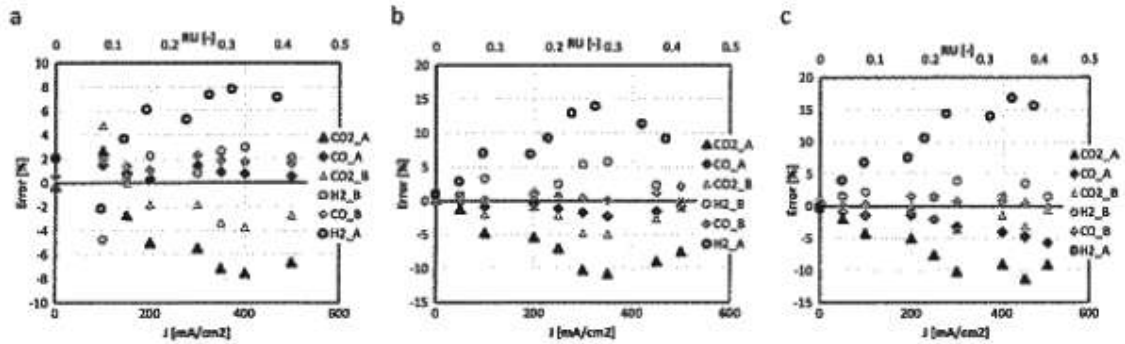


Figure 4. Experimental versus model analysis – cases S1 (a), S2 (b), and S3 (c).

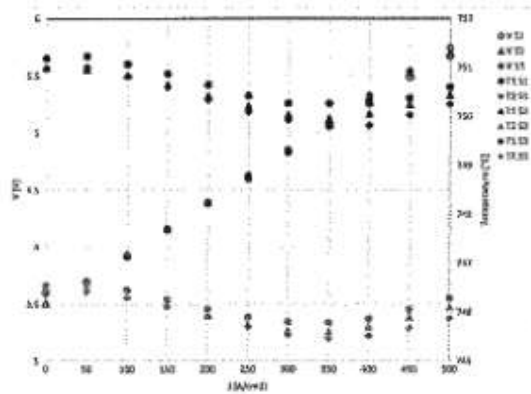


Figure 5. Polarization results.

of the stack that in quick polarizations covers the equilibrium and was already experienced in a previous work [43].

In Figure 6, power densities ( $P$ ) are plotted for each test and compared with the theoretical endothermic enthalpy specific flow change rate ( $\Delta H$ ) obtained by the model with method *B*. All values are divided by the overall active area. The intercepts between  $\Delta H$  and  $P$  are the thermoneutral

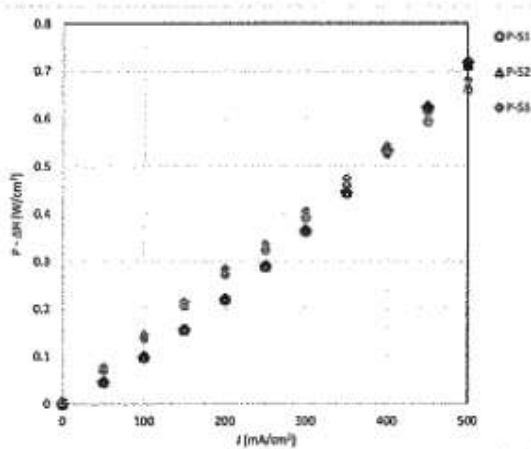


Figure 6. Power density and theoretical enthalpy variation.

values for each composition. In Figure 7, the differences between power densities and enthalpies ( $\Delta$ ) are plotted as function of RU. Here, it is possible to see more clearly what was already described in Figure 6: thermoneutral, in this graph the intercept with x-axes, is in the range of  $RU=0.3$  and can be detected at larger current densities going from S1 to S3 because of temperature effect.

Table III sums the main results of the experiments, and it includes also the thermoneutral current density obtained with a linear regression of both power density and enthalpy variations. As already noted, RWGS reaction increase with  $CO_2$  and related enthalpy moves thermoneutral condition to higher values, and relative higher current densities are required. The result is an increase of power density. The table reports thermoneutral relative voltage and specific power. OCV is the voltage in the open-circuit condition; ASR is calculated as the linear coefficient fit of each polarization curve calculated for the average single cell voltage (total voltage divided by number of cells). ASR increases with the content of  $CO_2$  suggesting that there is a decrease of performances when carbon dioxide ration increases, especially at high current densities. Such decrease is cause for a small amount by decrease of temperature, but mainly such losses are related to diffusion problems and reaction kinetics.  $I_{max}$ ,  $V_{max}$ , and  $P_{max}$  are the maximum values of current, voltage and power respectively obtained along

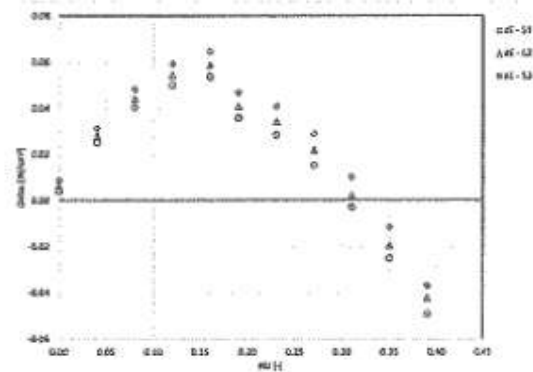


Figure 7. Differences between  $\Delta H$  and specific power. RU, reactant utilization.

Table III. Main results for each composition.

	S1	S2	S3
$V_{th}$ (V)	1.29	1.35	1.43
$J_{th}$ (mA/cm <sup>2</sup> )	377.32	426.70	493.17
$P_{th}$ (W/cm <sup>2</sup> )	0.50	0.57	0.67
OCV	0.90	0.88	0.90
ASR ( $\Omega$ cm <sup>2</sup> )	1.08	1.12	1.12
$I_{max}$ (A)	40	40	40
$V_{max}$ (V)	5.67	5.70	5.75
$P_{max}$ (W)	907.83	912.37	919.57
H <sub>2</sub> O/CO <sub>2</sub> in	5.83	3.16	2.01
H <sub>2</sub> /CO out	3.90	2.27	1.46
In/out	0.67	0.72	0.73

ASR, area specific resistance; OCV, open-circuit voltage.

the polarization curve. Finally, the ratios of inlet H<sub>2</sub>O and CO<sub>2</sub> are reported and that of average outlet H<sub>2</sub> and CO (Figure 3). With the aim of directly relating inlet composition with syngas quality, the ratio between H<sub>2</sub>O/CO<sub>2</sub> in and H<sub>2</sub>/CO out is calculated in/out; very similar values are obtained confirming that there is a direct and linear relation that permits to control exiting composition just varying inlet gas mix. Such relation can be used to vary syngas quality during operation: variation that cannot be realized varying current densities as already deeply discussed.

#### 4. CONCLUSION

The performance of a four-cell planar stack was tested in co-electrolysis mode by varying the inlet gas composition. A thermodynamic model was developed to predict the internal chemical and electrochemical equilibrium and compare theoretical prediction against measured gas composition of the syngas output. The study shows that both chemical and electrochemical reactions contribute to syngas production and that such reactions reach thermodynamic equilibrium. Especially, part of the carbon monoxide is produced by RWGS reaction. This study confirms that both CO<sub>2</sub> and H<sub>2</sub>O are reduced in the cell. The model permits also to calculate thermoneutral voltage considering the overall enthalpy variation in the stack calculated with the model. An increase of thermoneutral voltage occurs when CO<sub>2</sub> fraction increases; this was mainly caused by heat adsorption because of RWGS. Regarding the stack performance, an increase of CO<sub>2</sub> does not lead to any significant increase in ASR. Finally, the study of the gas outlet composition showed that equilibrium is always obtained and the syngas quality can be easily adjusted to the desired downstream upgrade process based on inlet H<sub>2</sub>O/CO<sub>2</sub> ratio and thermodynamic operating conditions of the stack. Findings in this work also clarify the reactions governing the co-electrolysis process and allow for an accurate evaluation of equilibrium. As future work, the aim is to develop a complete model integrated in a more complex energy storage concept.

#### NOMENCLATURE

SMR	= steam methane reforming
RWGS	= reverse water gas shift
SOE	= solid oxide electrolyzer
SOFC	= solid oxide fuel cell
$J$	= current density
$P$	= power density
$V$	= voltage
$V_{th}$	= thermoneutral voltage
$J_{th}$	= current density at thermoneutral voltage
$P_{th}$	= power density at thermoneutral voltage
$I_{max}$	= maximum polarization current
$V_{max}$	= maximum polarization voltage
$P_{max}$	= maximum polarization power
$R_{H_2O}$	= water ration
$R_{CO_2}$	= carbon dioxide ration
ASR	= area specific resistance
OCV	= open-circuit voltage
RU	= reactant utilization
DME	= dimethyl ether
MeOH	= Methanol

#### REFERENCES

1. Becker WL, Braun RJ, Penev M, Melaina M. Production of Fischer-Tropsch liquid fuels from high temperature solid oxide co-electrolysis units. *Energy* 2012; **47**:99–115.
2. Graves C, Ebbesen SD, Mogensen M, Lackner KS. Sustainable hydrocarbon fuels by recycling CO<sub>2</sub> and H<sub>2</sub>O with renewable or nuclear energy. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 2011; **15**:1–23.
3. Ebbesen SD, Graves C, Mogensen M. Production of synthetic fuels by co-electrolysis of steam and carbon dioxide. *International Journal of Green Energy* 2009; **6**:646–660.
4. Cinti G, Baldinelli A, Di Michele A, Desideri U. Integration of solid oxide electrolyzer and Fischer-Tropsch: A sustainable pathway for synthetic fuel. *Applied Energy* 2016; **162**:308–320.
5. Acar C, Dincer I. Impact assessment and efficiency evaluation of hydrogen production methods. *International Journal of Energy Research* 2015.
6. Fouih El Y, Bouallou C. Recycling of carbon dioxide to produce ethanol. *Energy Procedia* 2013; **37**:6679–6686.
7. Fu Q, Mabilat C, Zahid M, Brisse A, Gautier L. Syngas production via high-temperature steam/CO<sub>2</sub> co-electrolysis: an economic assessment. *Energy and Environmental Science* 2010; **3**:1382.
8. O'Brien JE, McKellar MG, Stoots CM, Herring JS, Hawkes GL. Parametric study of large-scale production of syngas via high-temperature co-electrolysis. *International Journal of Hydrogen Energy* 2009; **34**:4216–4226.



9. O'Brien JE, McKellar MG, Harvego EA, Stoots CM. High-temperature electrolysis for large-scale hydrogen and syngas production from nuclear energy – summary of system simulation and economic analyses. *International Journal of Hydrogen Energy* 2010; **35**:4808–4819.
10. Redissi Y, Bouallou C. Valorization of carbon dioxide by co-electrolysis of CO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>O at high temperature for syngas production. *Energy Procedia* 2013; **37**:6667–6678.
11. Kazempour P, Braun RJ. Hydrogen and synthetic fuel production using pressurized solid oxide electrolysis cells. *International Journal of Hydrogen Energy* 2015; **35**:9544–9549.
12. Bierschenk DM, Wilson JR, Barnett SA. High efficiency electrical energy storage using a methane-oxygen solid oxide cell. *Energy. Environmental Sciences* 2011; **4**:944.
13. Stempien JP, Ni M, Sun Q, Chan SH. Thermodynamic analysis of combined solid oxide electrolyzer and Fischer-Tropsch processes. *Energy* 2015; **81**:682–690.
14. Sun X, Chen M, Jensen SH, Ebbesen SD, Graves C, Mogensen M. Thermodynamic analysis of synthetic hydrocarbon fuel production in pressurized solid oxide electrolysis cells. *International Journal of Hydrogen Energy* 2012; **37**:17101–17110.
15. Ferrero D, Lanzini A, Santarelli M, Leone P. A comparative assessment on hydrogen production from low- and high-temperature electrolysis. *International Journal of Hydrogen Energy* 2013; **38**:3523–3536.
16. Gharibi H, Atikol U, Andrews J, Shabani B. Re-envisioning the role of hydrogen in a sustainable energy economy. *International Journal of Hydrogen Energy* 2012; **37**:1184–1203.
17. Kim S-D, Yu J-H, Seo D-W, Han I-S, Woo S-K. Hydrogen production performance of 3-cell flat-tubular solid oxide electrolysis stack. *International Journal of Hydrogen Energy* 2012; **37**:78–83.
18. Moçoteguy P, Brisse A. A review and comprehensive analysis of degradation mechanisms of solid oxide electrolysis cells. *International Journal of Hydrogen Energy* 2013; **38**:1–16.
19. Nguyen VN, Fang Q, Packbier U, Blum L. Long-term tests of a Jülich planar short stack with reversible solid oxide cells in both fuel cell and electrolysis modes. *International Journal of Hydrogen Energy* 2013; **38**:4281–4290.
20. O'Brien JE, Stoots CM, Herring JS, Lessing PA, Hartvigsen JJ, Elangovan S. Performance measurements of solid-oxide electrolysis cells for hydrogen production. *Journal of Fuel Cell Science and Technology* 2005; **2**:156.
21. Petipas F, Fu Q, Brisse A, Bouallou C. Transient operation of a solid oxide electrolysis cell. *International Journal of Hydrogen Energy* 2013; **38**:2957–2964.
22. Udagawa J, Aguiar P, Brandon NP. Hydrogen production through steam electrolysis: model-based steady state performance of a cathode-supported intermediate temperature solid oxide electrolysis cell. *Journal of Power Sources* 2007; **166**:127–136.
23. Wang X, Yu B, Zhang W, Chen J, Luo X, Stephan K. Microstructural modification of the anode/electrolyte interface of SOEC for hydrogen production. *International Journal of Hydrogen Energy* 2012; **37**:12833–12838.
24. Zhang H, Lin G, Chen J. Evaluation and calculation on the efficiency of a water electrolysis system for hydrogen production. *International Journal of Hydrogen Energy* 2010; **35**:10851–10858.
25. Wind-hydrogen used for first time at vehicle-fuelling station in Germany. *Fuel Cells Bulletin* 2012; **2012**:14.
26. Houaijia A, Roeb M, Monnerie N, Sattler C. Solar power tower as heat and electricity source for a solid oxide electrolyzer: a case study. *International Journal of Energy Research* 2015; **39**:1120–1130.
27. Su A, Ferng Y-M, Wang CB. Investigating parametric effects on performance of a high-temperature UR-SOFC. *International Journal of Energy Research* 2015; **39**:648–660.
28. Ebbesen SD, Mogensen M. Electrolysis of carbon dioxide in solid oxide electrolysis cells. *Journal of Power Sources* 2009; **193**:349–358.
29. Petersen G, Viviani D, Magrini-Bair K, Kelley S, Moens L, Shepherd P, et al. Nongovernmental valorization of carbon dioxide. *The Science of the Total Environment* 2005; **338**:159–182.
30. Shi Y, Luo Y, Cai N, Qian J, Wang S, Li W, et al. Experimental characterization and modeling of the electrochemical reduction of CO<sub>2</sub> in solid oxide electrolysis cells. *Electrochimica Acta* 2013; **88**:644–653.
31. Stempien JP, Ding OL, Sun Q, Chan SH. Energy and exergy analysis of solid oxide electrolyser cell (SOEC) working as a CO<sub>2</sub> mitigation device. *International Journal of Hydrogen Energy* 2012; **37**:14518–14527.
32. Zhan Z, Zhao L. Electrochemical reduction of CO<sub>2</sub> in solid oxide electrolysis cells. *Journal of Power Sources* 2010; **195**:7250–7254.
33. Graves C, Ebbesen SD, Mogensen M. Co-electrolysis of CO<sub>2</sub> and H<sub>2</sub>O in solid oxide cells: performance and durability. *Solid State Ionics* 2011; **192**:398–403.
34. Li W, Wang H, Shi Y, Cai N. Performance and methane production characteristics of H<sub>2</sub>O–CO<sub>2</sub> co-electrolysis in solid oxide electrolysis cells. *International Journal of Hydrogen Energy* 2013; **38**:11104–11109.
35. Li W, Shi Y, Luo Y, Cai N. Elementary reaction modeling of CO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>O co-electrolysis cell considering effects of cathode thickness. *Journal of Power Sources* 2013; **243**:118–130.

36. Kim-Lohsoontorn P, Bae J. Electrochemical performance of solid oxide electrolysis cell electrodes under high-temperature coelectrolysis of steam and carbon dioxide. *Journal of Power Sources* 2011; **196**:7161–7168.
37. Stempien JP, Liu Q, Ni M, Sun Q, Chan SH. Physical principles for the calculation of equilibrium potential for co-electrolysis of steam and carbon dioxide in a solid oxide electrolyzer cell (SOEC). *Electrochimica Acta* 2014; **147**:490–497.
38. Ni M. 2D thermal modeling of a solid oxide electrolyzer cell (SOEC) for syngas production by H<sub>2</sub>O/CO<sub>2</sub> co-electrolysis. *International Journal of Hydrogen Energy* 2012; **37**:6389–6399.
39. Luo Y, Shi Y, Li W, Cai N. Comprehensive modeling of tubular solid oxide electrolysis cell for co-electrolysis of steam and carbon dioxide. *Energy* 2014; **70**:420–434.
40. Stoots C, O'Brien J, Hartvigsen J. Results of recent high temperature coelectrolysis studies at the Idaho National Laboratory. *International Journal of Hydrogen Energy* 2009; **34**:4208–4215.
41. Ebbesen SD, Høgh J, Nielsen KA, Nielsen JU, Mogensen M. Durable SOC stacks for production of hydrogen and synthesis gas by high temperature electrolysis. *International Journal of Hydrogen Energy* 2011; **36**:7363–7373.
42. Steinberger-Wilckens R, De Haart LGJ, Vinke IC, Blum L, Cramer A, Remmel J, et al. Recent results of stack development at Forschungszentrum Jülich. In *Fuel Cell Technologies: State and Perspectives*, Vol. **202**, Sammes N, Smimova A, Vasylyev O (eds.). SE - 11, Vol. Springer: Netherlands, 2005; 123–134.
43. PENCHINI D, CINTI G, DISCEPOLI G, DESIDERI U. Theoretical study and performance evaluation of hydrogen production by 200 W solid oxide electrolyzer stack. *International Journal of Hydrogen Energy* 2014; **39**:9457–9466.