

RELAZIONE SCIENTIFICA

Centro Interuniversitario Nazionale Di Ricerca

«Statistics for Engineering: Design, Quality and Reliability»

(StEering)

Lo sviluppo produttivo e tecnologico del tessuto industriale di un paese è legato all'evoluzione della ricerca scientifica in ambito tecnologico e ingegneristico. In quest'ottica, risulta sempre più evidente la necessità di migliorare l'aspetto interdisciplinare della ricerca scientifica, unendo in modo sostanziale le risorse e le conoscenze matematico-quantitative della statistica con quelle proprie dell'ingegneria.

Il Centro Interuniversitario StEering rappresenta l'incontro tra la statistica e l'ingegneria, essendo promosso dal Dipartimento di Statistica, Informatica, Applicazioni (Università di Firenze) e dal Dipartimento di Ingegneria dell'Innovazione & dell'Informazione (Università G.Marconi di Roma), nonché dal Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione e dal Dipartimento di Ingegneria Industriale (Università di Firenze) e dal Dipartimento di Ingegneria Civile e Meccanica (Università degli Studi di Cassino e del Lazio Meridionale).

Gli obiettivi scientifico-tecnologici del Centro sono riconducibili a quattro punti essenziali:

- favorire il confronto e la collaborazione fattiva nella ricerca scientifica e tecnologica tra la statistica e le discipline ingegneristiche a livello nazionale; in particolare, sviluppare in particolare la ricerca e l'applicazione della statistica negli ambiti della progettazione, l'affidabilità, la manutenibilità, la sicurezza, la qualità e la certificazione.
- promuovere nelle aziende, in termini di conoscenze e di sviluppi applicativi, la collaborazione tra la statistica e l'ingegneria; in particolare, evidenziando come la metodologia statistica sia in grado di integrarsi con gli aspetti tecnici dell'ingegneria, fornendo risposte efficaci e costruttive nell'ambito del controllo e del miglioramento della qualità e dell'affidabilità del prodotto;
- implementare sistemi di gestione integrata per la sostenibilità e la sicurezza dei processi produttivi, in particolare delle filiere alimentari e tessili;
- sviluppare la ricerca in ambito tecnologico, favorendo lo sviluppo di validi metodi statistici per la qualità e l'affidabilità in relazione alle sfide che le discipline tecnico-ingegneristiche possono fornire.

In ambito statistico, gli sviluppi metodologici degli ultimi due decenni hanno confermato la necessità di un intervento migliorativo in fase di progettazione, o comunque di sviluppo, al fine di raggiungere obiettivi di qualità/affidabilità elevati prima di arrivare alla catena produttiva. L'ottimizzazione di processo è pertanto diventata uno degli elementi fondamentali per il raggiungimento di elevati standard tecnologici in quasi tutti i settori dell'ingegneria: dallo studio sui materiali, anche a fini di sostenibilità ambientale, a studi sperimentali sulla progettazione di componenti meccaniche con finalità di riduzione dei costi.

Particolare evidenza è data ai metodi della statistica sperimentale che permettono di ottenere risposte ottimali a problemi tecnici con l'effettuazione di prove sperimentali e con l'applicazione di specifici modelli statistici che tengano conto di effetti diretti, quali possono essere i fattori di processo, nonché di effetti indiretti, come gli effetti di disturbo, perseguendo quella che si chiama ottimizzazione robusta di processo.

L'impiego industriale di metodologie quali per esempio il Lean Six Sigma hanno il pregio di combinare la potenza dell'analisi statistica dei dati propria del Six Sigma con i principi e gli strumenti atti all'eliminazione degli sprechi e alla riduzione dei tempi di attraversamento tipiche della Lean. La novità del Lean Six Sigma è stata quella di sistematizzare l'uso di strumenti statistici, già noti, per una più approfondita analisi dei dati, la cui raccolta diventa fondamentale nella conoscenza dei processi. I dati, pertanto, diventano il punto di partenza per la comprensione ed il miglioramento dell'azienda.

Pertanto, gli obiettivi del Centro potranno trovare particolare applicazione nello sviluppo di metodi sperimentali, di ottimizzazione in ambito tecnologico e nell'applicazione di un rigoroso ed efficace approccio scientifico.

Tra le iniziative che saranno sviluppate nei primi 4 anni di vita del Centro si segnalano:

- 1) la collaborazione scientifica basata sulla pubblicazione di articoli su riviste di settore con la partecipazione congiunta di statistici, ingegneri ed esperti aziendali;
- 2) l'organizzazione di un Convegno Scientifico Internazionale (2018), sede Firenze, finalizzato allo sviluppo e alla divulgazione della statistica e del disegno sperimentale per la qualità e l'affidabilità in ambito tecnologico, nonché per la sostenibilità del prodotto nel sistema agro-alimentare.
- 3) il reperimento di fondi che possano accrescere ed estendere la capacità del Centro nel perseguire gli obiettivi preposti a livello nazionale.

Alcuni recenti riferimenti bibliografici dei referenti e/o promotori

1. Adamo, F.; Berni, R.; Dinisio, A.; Scarano, V.L.; Spadavecchia, M., 2015, "Optimization of ADC channels of a smart energy meter including random noise effects". Quality And Reliability Engineering International, vol. 31, pp. 1209-1222.
2. Arcidiacono G, Brown C, 2013, "Axiomatic Design of Production Systems for Operational Excellence", Proceedings of ICAD2013, The Seventh International Conference on Axiomatic Design, Worcester (USA)
3. Arcidiacono G, Bucciarelli L, 2016, "TRIZ: Engineering Methodologies to Improve the Process Reliability", Quality and Reliability Engineering International Journal, doi: 10.1002/qre.1955
4. Arcidiacono G, Calabrese C, Yang K, 2012, Leading processes to lead companies: Lean Six Sigma, Springer, ISBN 978-88-470-2492-2
5. Arcidiacono G, Costantino N, Yang, K, 2016, "The AMSE Lean Six Sigma Governance Model", forthcoming on International Journal of Lean Six Sigma.
6. Arcidiacono G, Giorgetti A, Pugliese M, 2015, "Axiomatic Design to improve PRM airport assistance", Proceedings of ICAD2015, 9th International Conference on Axiomatic Design, Firenze (Italy)
7. Arcidiacono G, Placidoli P, 2015, "Reality and illusion in Virtual Studios: Axiomatic Design applied to television recording", Proceedings of ICAD2015, 9th International Conference on Axiomatic Design, Firenze (Italy)
8. Arcidiacono G, Wang J, Yang, K, 2015, "Operating room adjusted utilization study", International Journal of Lean Six Sigma, Vol. 6, Issue 2; pp.111 – 137, doi: 10.1108/IJLSS-02-2014-0005
9. N.Atanov, V.Baranov, F.Colao, M.Cordelli, G.Corradi, E.Danè, K.Flood, S.Giovanella, V.Glagolev, F.Happacher, D.Hitlin, M.Martini, S.Miscetti, T.Miyashita, L.Morescalchi, G.Pezzullo, A.Saputi, I.Sarra, R.Soleti, G.Tassielli, V.Tereshchenko, "Measurement of time resolution of the Mu2e LYSO calorimeter prototype", Nuclear Instruments and Method, Section A, vol.812, 2016.
10. Berni R., 2013, An algorithm for performing robust design optimization via use of observational data. In: "7th conference on design of experiments (DoE) in engine development", Berlino, 18-19 giugno 2013, Expert Verlag, vol. 1, pp. 299-305, ISBN:9783816932178
11. Berni R., Burbui M., 2014, "Process optimization of a super-finishing machine through experimental design and mixed response surface models", Quality Engineering, Vol. 26, pp.: 404 - 415, doi: 10.1080/08982112.2013.872794.
12. Berni R.; Catelani M; Fiesoli C.; Scarano V.L., 2015, "A comparison of alloy-surface finish combinations considering different component package types and their impact on soldering reliability" IEEE Transactions on Reliability, vol. 99, pp. 1-10.
13. Berni R., De March D., Stefanini F.M., 2013, "T-optimality and Neural Networks: a comparison of approaches for building experimental designs", Applied Stochastic Models in Business and Industry, Vol. 29, pp.: 454-467; doi 10.1002/asmb1924.
14. Berni, R., Nikiforova, N.D. (2016). Measurement error models for interlaboratory comparison measurement data. Quality And Reliability Engineering International, vol. 32, pp. 2005-2015, ISSN:1099-1638; doi: 10.002/qre2034.
15. Berni R., Scarano V.L, Bertocci F., Catelani M., 2013, "Mixed response surface models and Bayesian analysis of variance components for Electrically Conductive Adhesives", Applied Stochastic Models in Business and Industry, Vol. 29, pp.: 387-398; doi 10.1002/asmb1978.
16. Bertocci F., Fort A., Vignoli V., Shahin L., Mugnaini M., Berni R., 2015, "Assessment and optimization for novel gas materials through the evaluation of mixed response surface models", IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, vol. 64, pp. 1084-1092. doi: 10.1109/TIM.2014.2364106.

17. Catelani M., Scarano V.L., Bertocci F., Berni R., 2011, "Optimization of the soldering process with ECAs in electronic equipments: characterization measurement and experimental design", *IEEE Transactions on Components, Packaging and Manufacturing Technology*, U.S.A. vol. 1, n.10, pagg.: 1616-1626.
18. Catelani M., Scarano V.L., Berni R., 2013, "Optimization of accelerated testing through Design of Experiment for ageing of Lead-free electronic interconnection material " *International Journal of Metrology and Quality Engineering (IJMQE)*, Vol. 4, n.1, pp.: 47-54; doi: 10.1051/ijmqe/2012037.
19. Ciani Scarnicci M., Pinelli P., Romani A. 2015, "La riduzione dell'impatto ambientale e il miglioramento del benessere umano visto come opportunità e non come vincolo". In: *Economia, Ambiente E Sviluppo Sostenibile*, a cura di M. Ciani Scarnicci, A. Marcelli, P. Pinelli, A. Romani, R. Russo. Franco Angeli Editore, ISBN 978-88-548-7229-5. I edizione.
20. Di Marzio M., Panzera A., Taylor C. C., 2013, "Non-parametric Regression for Circular Responses", *Scandinavian Journal of Statistics*, vol. 40, pp. 238-255; doi:10.1111/j.1467-9469.2012.00809.x
21. Di Marzio M., Panzera A., Taylor C. C., 2014, "Nonparametric regression for spherical data", *Journal of the American Statistical Association*, vol. 109, pp. 748-763; doi: 10.1080/01621459.2013.866567
22. Di Marzio M., Panzera A., Venieri C., 2015, "Nonparametric regression for compositional data", *Statistical Modelling*, vol. 15, pp. 113-133, doi: 10.1177/1471082X14535522.
23. Grifoni D., Bacci L., di Lonardo S., Pinelli P., Scardigli A., Camilli F., Sabatini F., Zipoli G., Romani A. "UV protective properties of cotton and flax fabrics dyed with multifunctional plant extracts", *Dyes and Pigments*, 01/2014; 105:89-96. DOI: 10.1016/j.dyepig.2014.01.027.
24. Ieri F., Pinelli P., Calamai L., Marotta F., Romani A. "Analysis of volatile compounds in powdered milk for infant nutrition by direct desorption (CIS4-TDU) and GC-MS". *Talanta*, 141, 195–199, 2015.
25. Martini M., F.Happacher, "Commissioning of the new calorimeters of the KLOE-2 experiment", *Acta Physica Polonica, Section B*, vol. 46, 2015.
26. Martini M., KLOE-2 Collaboration, "Limit on the production of a low-mass vector boson in $e^+e^- \rightarrow U\gamma$, $U \rightarrow e^+e^-$ with the KLOE experiment", *Physics Letters, Section B*, vol. 750, 2015.
27. Martini M., KLOE-2 Collaboration "Search for dark Higgsstrahlung in $e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-$ and missing energy events with the KLOE experiment", *Physics Letters, Section B*, vol. 747, 2015.
28. Martini M., KLOE-2 Collaboration, "Study of the Dalitz decay $\Phi \rightarrow \eta e^+ e^-$ with the KLOE detector", *Physics Letters, Section B*, vol. 742, 2015.
29. Maugeri AG., Arcidiacono G, 2014, "Efficient Determination of Sampling Rate and Sample Size in Statistical Process Control", *Universal Journal of Industrial and Business Management*, Vol. 2 (4): pp. 103-110, doi: 10.13189/ujibm.2014.020402.
30. Pinelli P., Scardigli A., Ieri F., Romani A., Di Lonardo S., Bacci L. 2013, "Usi multifunzionali di *Urtica dioica* L." pp. 111-142. In: *Materiali E Tecnologie Ecosostenibili come Nuova Opportunità*, a cura di: M. Ciani Scarnicci, A. Laino, P. Pinelli, A. Romani. Aracne editrice S.r.l. ISBN 978-88-548-7229-5. I edizione: giugno 2014.
31. Pinelli P., Romani A., Fierini E., Remorini D., Agati G. 2013 "Characterisation of the Polyphenol Content in the Kiwifruit (*Actinidia deliciosa*) Exocarp for the Calibration of a Fruit-sorting

Optical Sensor”. *Phytochemical Analysis*, (wileyonlinelibrary.com) DOI 10.1002/pca.2443, Vol. 24, 460-466.

32. Romani A., Campo M., Pinelli P. 2012 “HPLC/DAD/ESI-MS analyses and anti-radical activity of hydrolyzable tannins from different vegetal species” *Food Chemistry*, 130, 214-221.
33. Romani A., Scardigli A., Banelli L., Pinelli P. 2012, “Cicli sostenibili ed innovativi per la produzione di nutraceutici ed energia da specie vegetali e sottoprodotti agro-industriali”, in *La strategia dell’innovazione per vincere la crisi “L’imprenditore innovatore” da Shumpeter ai giorni nostri*, Quaderni di economia Università degli Studi eCampus Novedrate (CO), CESD s.r.l. Ed., ISBN 978-88-97832-00-3, pp. 107-119.
33. Romani A., Campo M., Pinelli P. 2016 “Hydrolyzable Tannins from Sweet Chestnut Fractions Obtained by a Sustainable and Eco-friendly Industrial Process”. Forthcoming on *Natural Products Communications*.