

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI SALERNO
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE



XXIX Ciclo del Corso di Dottorato di Ricerca in Ingegneria Civile, Edile e Ambientale
Curriculum Ingegneria delle Strutture e del Recupero Edilizio e Urbano

Ottimizzazione energetica degli edifici esistenti: lo sviluppo di schermature solari intelligenti e innovative in tecnologia tensegrity

TUTOR

Prof. Arch. Enrico Sicignano

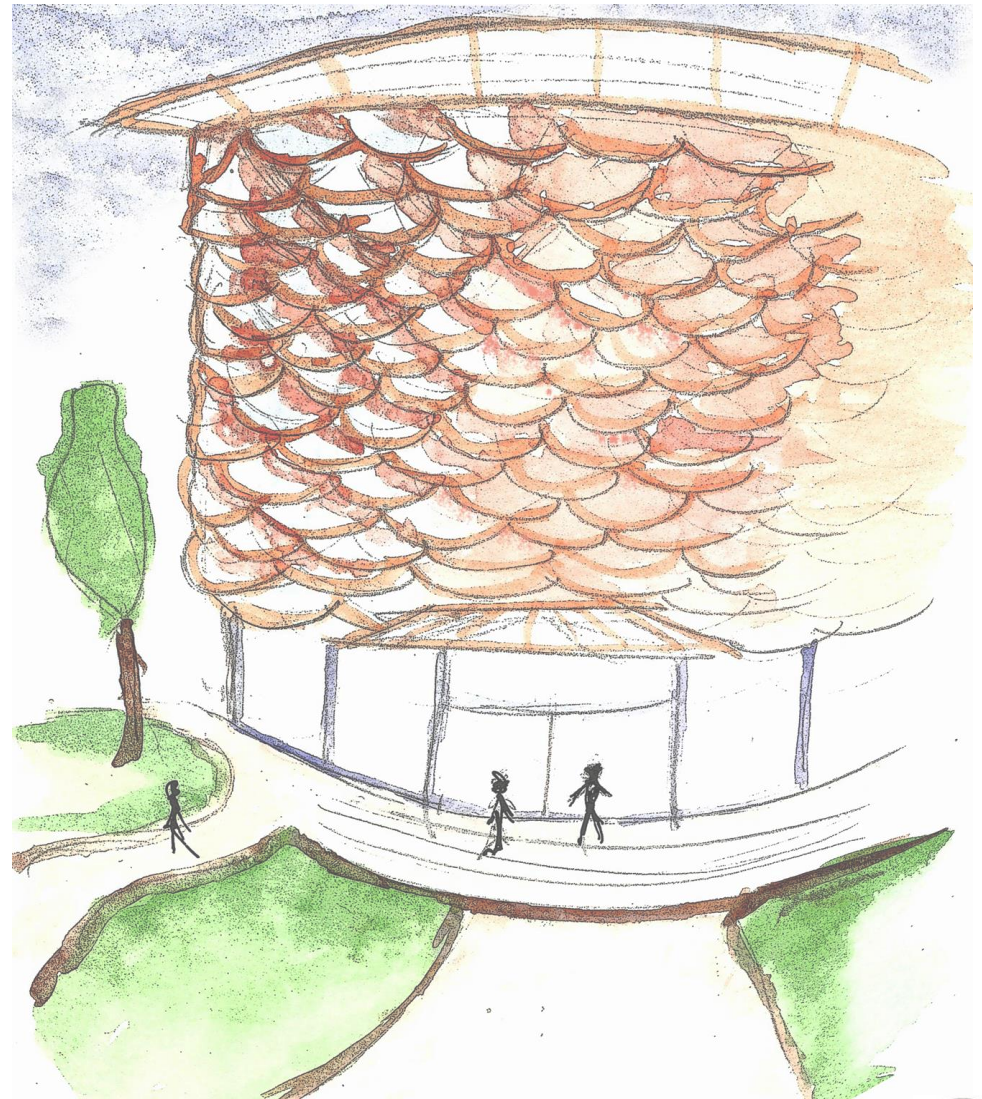
Prof. Ing. Fernando Fraternali

DOTTORANDA

Ing. Maria Chiara Cimmino

Motivazione della ricerca

Esplorazione del paradigma strutturale Tensegrity applicato all'Architettura. In particolare a sistemi di facciata intelligenti capaci di incrementare l'efficienza energetica degli edifici e garantire l'integrazione tecnologica nel componente di fonti energetiche rinnovabili.



Motivazione della ricerca

In Europa **gli edifici sono responsabili**, direttamente o indirettamente, **di circa il 40% del consumo di energia primaria complessiva e di circa il 36% delle emissioni totali di CO₂** (COM(2008) 772 final COMMUNICATION FROM THE COMMISSION Energy efficiency).

Un **progetto sostenibile** consente di:

- **ridurre i costi operativi,**
- **aumentare il valore dell'immobile** nel mercato
- **ridurre i problemi relativi alla scarsa qualità dell'aria interna** agli edifici.

Motivazione della ricerca



Si perseguono

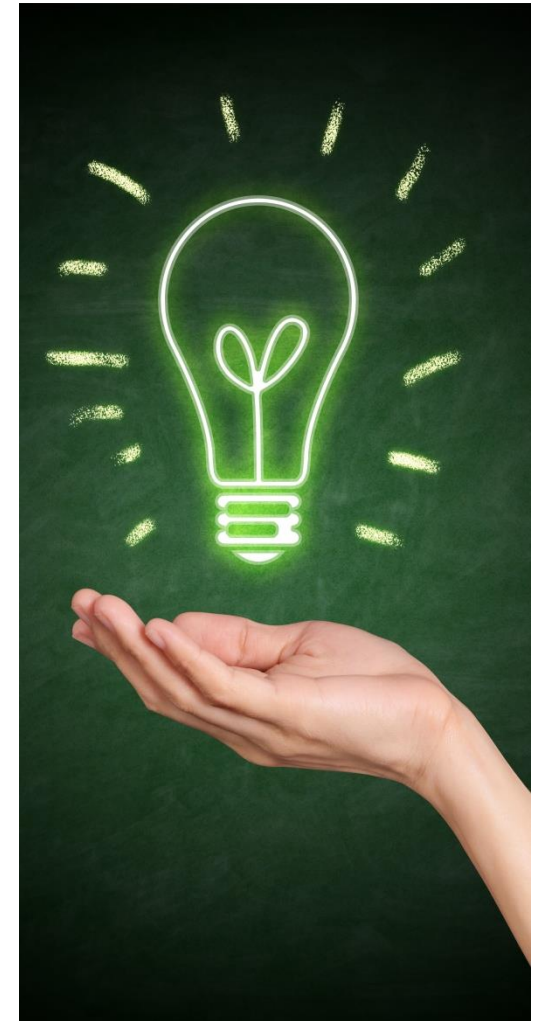
- la **riduzione dei consumi energetici**
- **il benessere ambientale.**

Emerge la necessità di applicare strategie d'intervento mirate all'**efficientamento energetico** dell'**involucro** edilizio negli **edifici esistenti.**

Obiettivi

La ricerca propone un **approccio progettuale per schermature solari intelligenti in tecnologia tensegrity.**

- Criteri progettuali e strumenti operativi per l'elaborazione di sistemi di schermature solari intelligenti in tecnologia Tensegrity, costituiti da elementi tecnologici di facciata capaci di incrementare l'efficienza energetica degli edifici e garantire l'uso di fonti energetiche rinnovabili.



L'evoluzione dell'involucro

L'involucro si svincola dalla struttura portante dell'edificio.

Le soluzioni tecnologiche e la scelta dei materiali si orientano verso quei sistemi tecnologici che riescono a **governare gli scambi termici e luminosi, garantendo al contempo i requisiti estetici dettati dai nuovi linguaggi architettonici.**

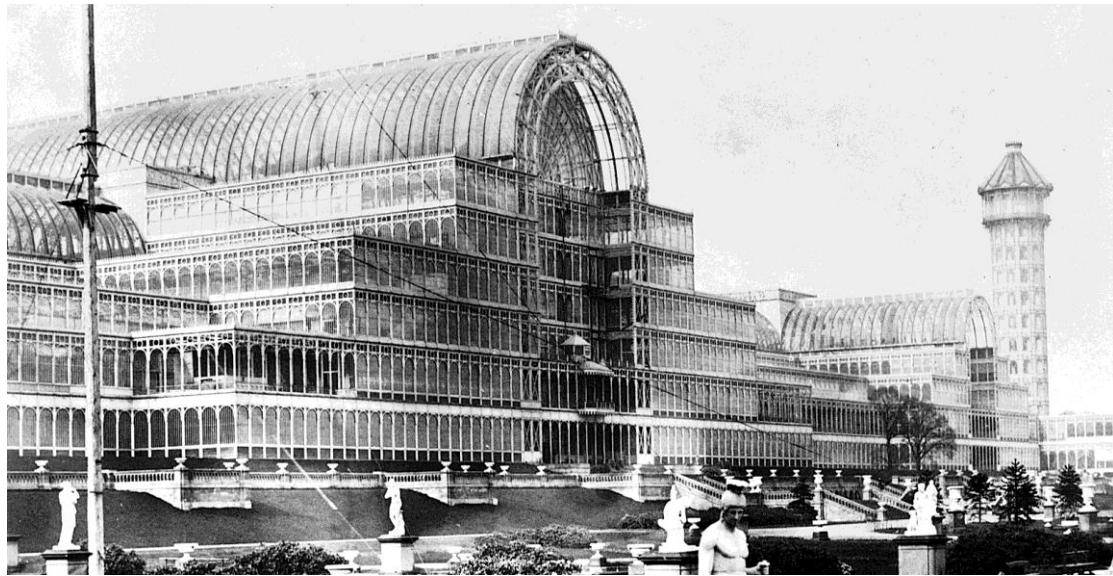


IL REICHSTAG A BERLINO IMPACCHETTATO DALL'ARTISTA CHRISTO, NEL GIUGNO DEL 1995.

L'evoluzione dell'involucro



MICHELOZZO, PALAZZO MEDICI RICCARDI, FIRENZE, XV SEC.



JOSEPH PAXTON, CRYSTALL PALACE, LONDRA, 1851

L'evoluzione dell'involucro

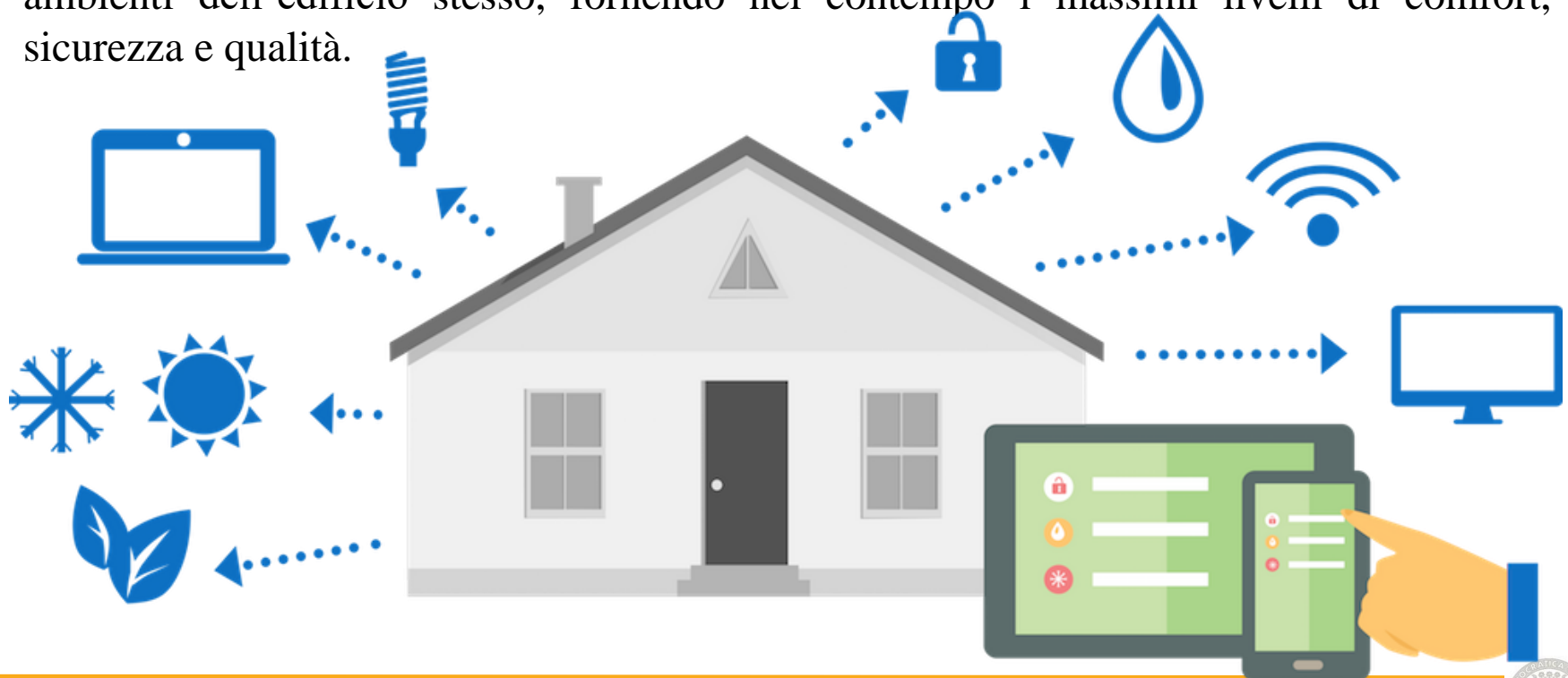


LUDWIG MIES VAN DER ROHE, SEAGRAM BUILDING, NEW YORK CITY, 1958

Facciate intelligenti

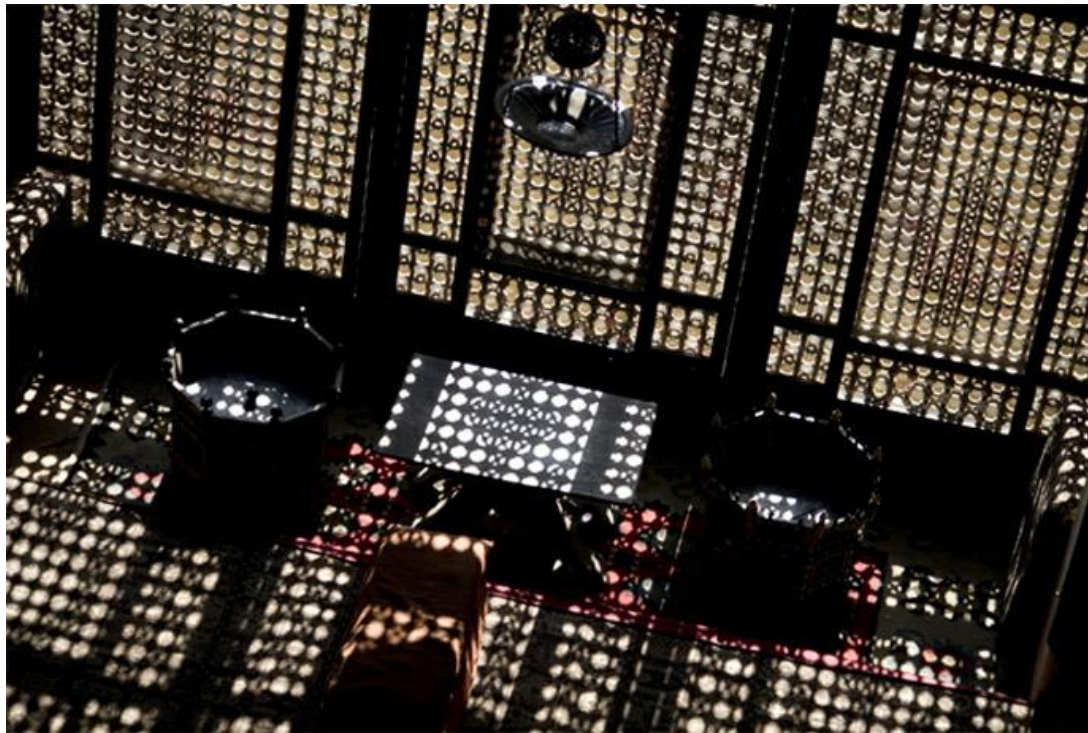
Un passo avanti nella progettazione dell'involucro è stato compiuto con la realizzazione di facciate in grado di **adattarsi in maniera dinamica** al variare delle situazioni climatiche.

I sistemi di Automazione (BACS/HBES) hanno la funzione di **massimizzare l'efficienza energetica degli impianti dell'edificio in relazione alle condizioni ambientali esterne** e ai differenti e variabili scenari di utilizzo e occupazione dei singoli ambienti dell'edificio stesso, fornendo nel contempo i massimi livelli di comfort, sicurezza e qualità.



Fattore di protezione

Una **schermatura solare** è un sistema che permette una modulazione variabile e controllata dei parametri energetici e ottico luminosi in risposta alle sollecitazioni solari, **evitando il surriscaldamento degli ambienti interni.**



SCHERMATURA SOLARE ARABA, MASHRABIYA

Istituto del mondo arabo

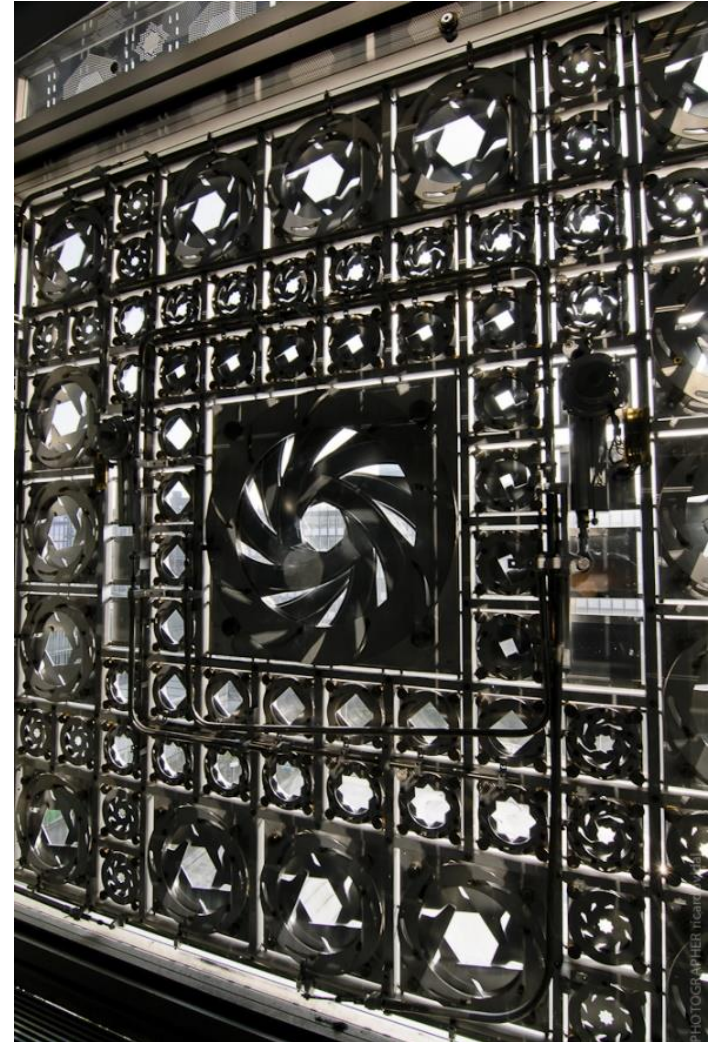


ISTITUTO DEL MONDO ARABO A PARIGI, 1987 , JEAN NOUVEL

Istituto del mondo arabo

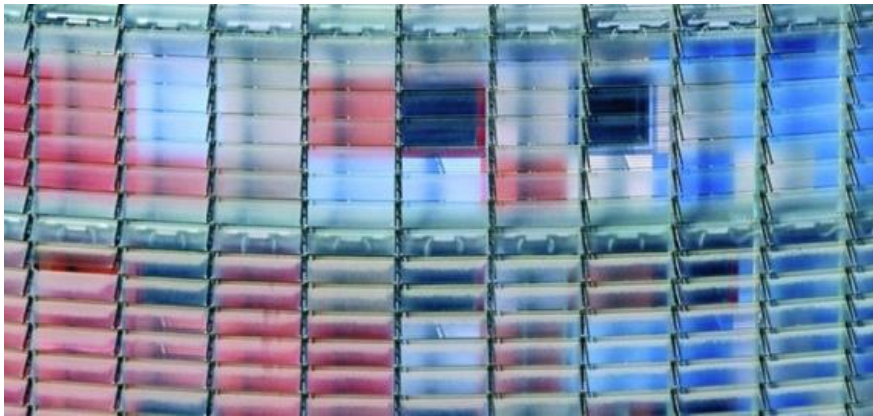
L'ingresso della luce avviene attraverso dei diaframmi, simili a quelli della macchina fotografica, attivati da fotocellule della parete sud e del pozzo di illuminazione centrale.

PARTICOLARI DEL SISTEMA DI SCHERMATURA DINMICO DELLA FACCIATA

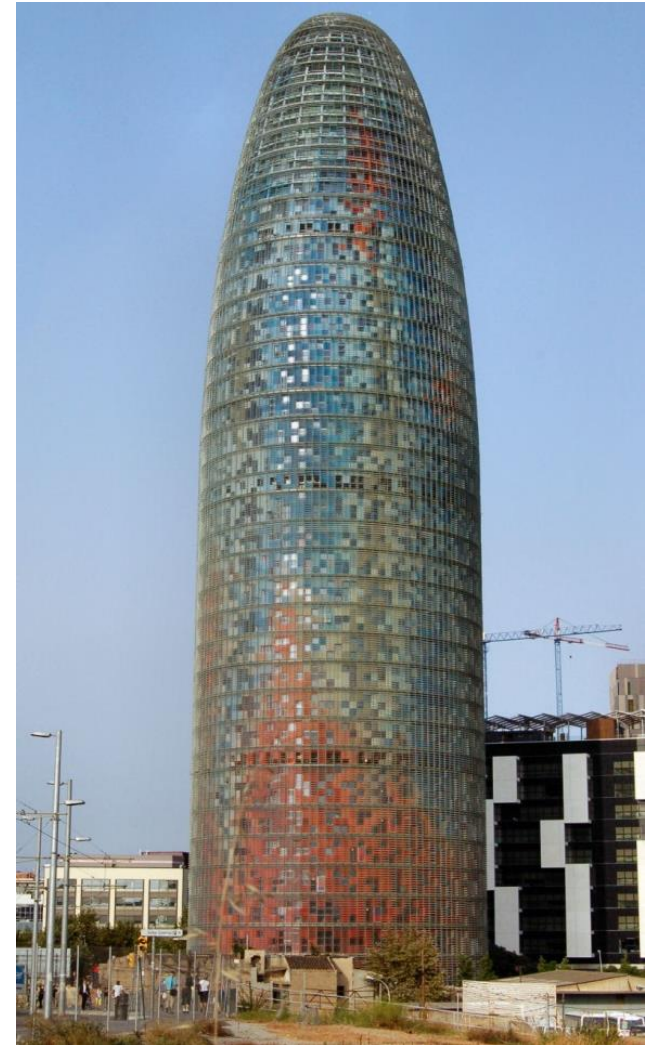


Torre Agbar

La Torre Agbar è un esempio di **edificio passivo**, sfruttando le caratteristiche dell'ambiente circostante e del clima riesce ad avere delle condizioni ottimali interne sia in estate che in inverno. La struttura **brise soleil** è composta da lamelle di vetro trasparente e serigrafato, orientate diversamente a seconda dell'esposizione ed alcune di esse dotate di celle fotovoltaiche.



PARTICOLARE BRISE SOLEIL A LAMELLE ORIENTATE



TORRE AGBAR A BARCELLONA, 2005.
JEAN NOUVEL

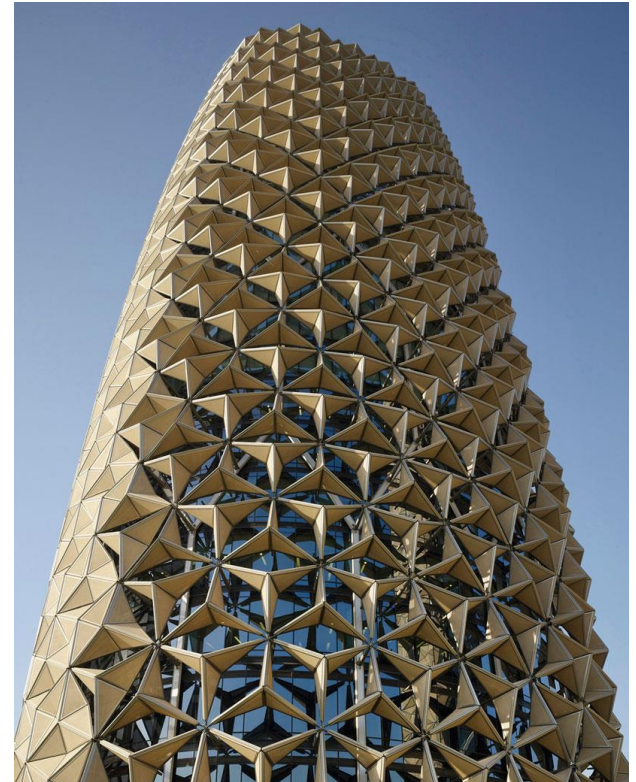
Al Bahar Towers

Costituite da una doppia pelle:

- primo involucro vetrato
- secondo costituito da pannelli mobili a nido d'ape ancorati alla struttura portante tramite elementi metallici.

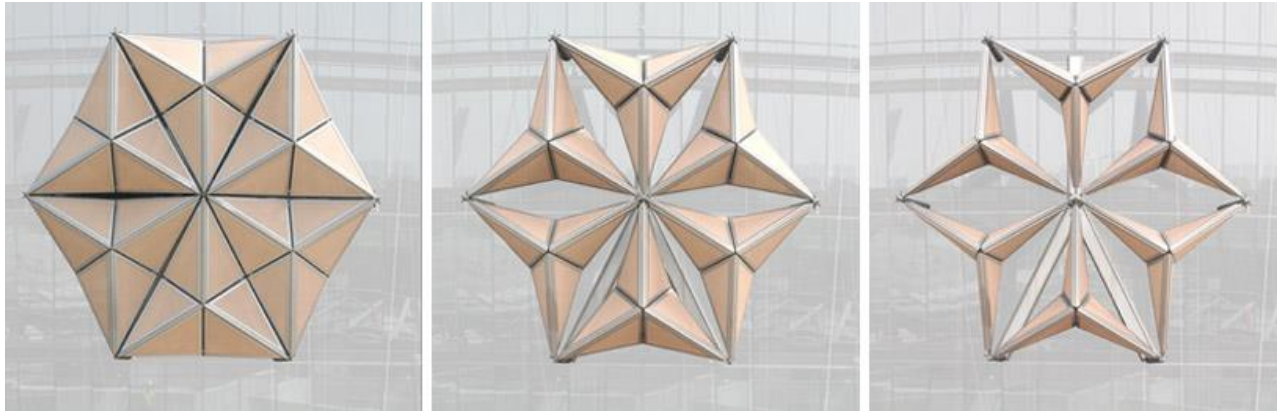


AL BAHAR TOWERS
AD ABU DHABI, 2012
AEDAS ARCHITECTS



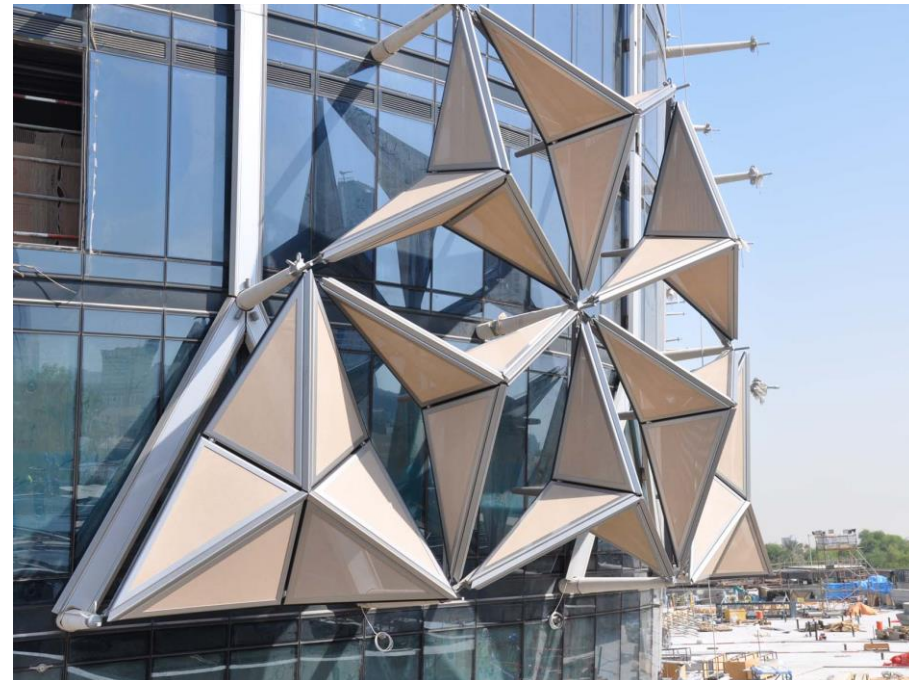
SCHERMI SOLARI
DINAMICO-ADATTIVI

Al Bahar Towers



Maglia poligonale a sei lati suddivisa in sei triangoli equilateri, all'interno dei quali si aprono e si chiudono sei pannelli in fibre di vetro a forma di triangolo rettangolo.

Lo schermo è molto simile ad un sistema passivo di condizionamento dell'aria perché il tessuto riesce a ombreggiare, a facilitare i moti convettivi dell'aria e quindi abbassa la temperatura superficiale delle facciate.



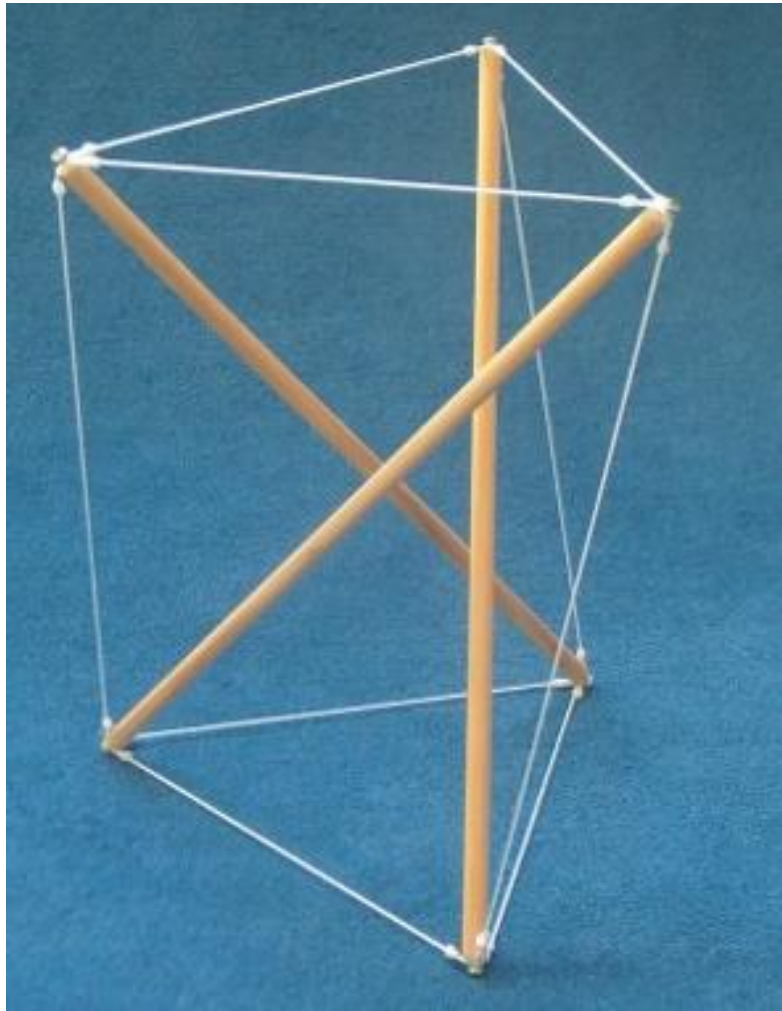
Tecnologia Tensegrity

Le **tensegrities** sono **strutture pieghevoli**, costituite da **cavi** e **aste** collegati da cerniere nodali, tali che, quando le si dispiega facendo loro assumere una configurazione spaziale presollecitata, tutte le **aste** risultano compresse e tutti i **cavi tesi**.

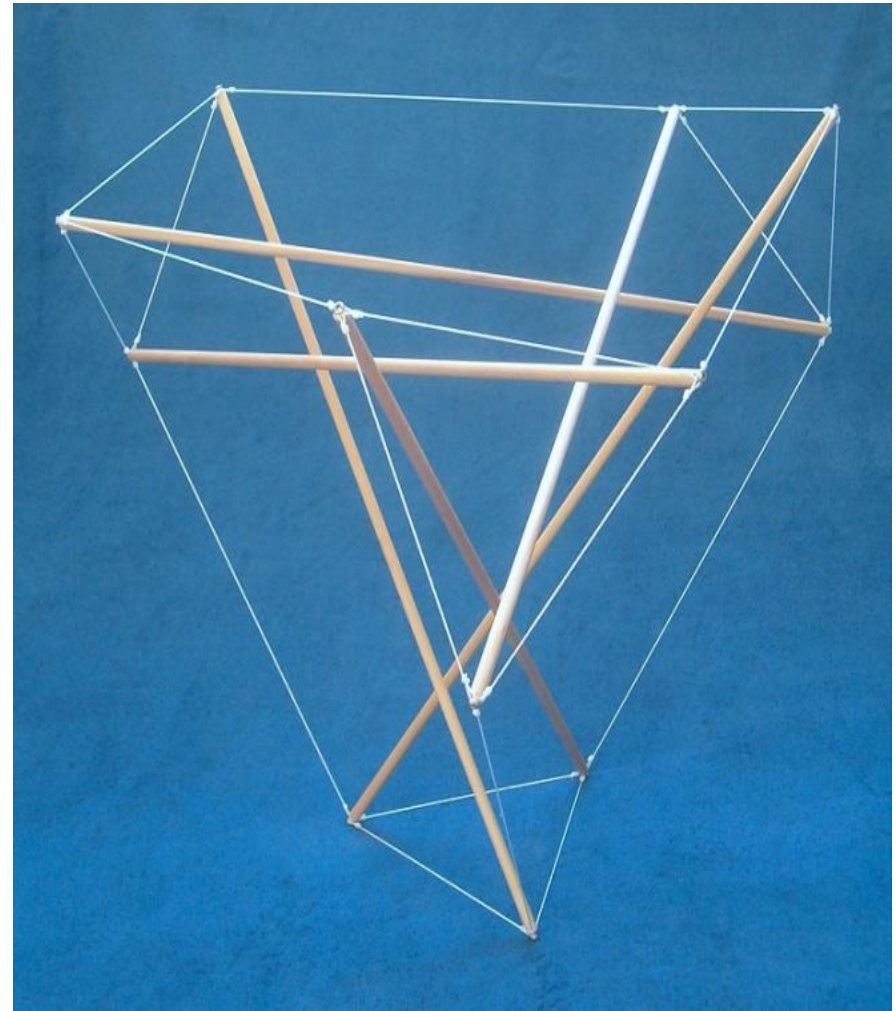


KENNETH SNELSON, EASY-K, 1970

Tecnologia Tensegrity



TENSEGRITY TRIDIMENSIONALE COSTITUITA DA TRE PUNTONI E NOVE CAVI.



TENSEGRITY TRIDIMENSIONALE COSTITUITA DA SEI PUNTONI E DICOTTO CAVI.

Schermi solari tensegrity

I principali vantaggi delle architetture tensegrity negli edifici energeticamente efficienti sono:

- **Strutture con massa minima** per una grande varietà di condizioni di carico e vincolo, senza fenomeni di yielding e buckling;
- **Cooperazione della meccanica di controllo e della struttura** nel cambio della configurazione di equilibrio;
- Possibilità di **raccogliere energia dall'ambiente**;
- Possibilità di costruire **facciate tensegrity controllabili** dall'interno dell'edificio;
- Facilità di integrazione tra le strutture tensegrity **con pannelli fotovoltaici e acustici**.

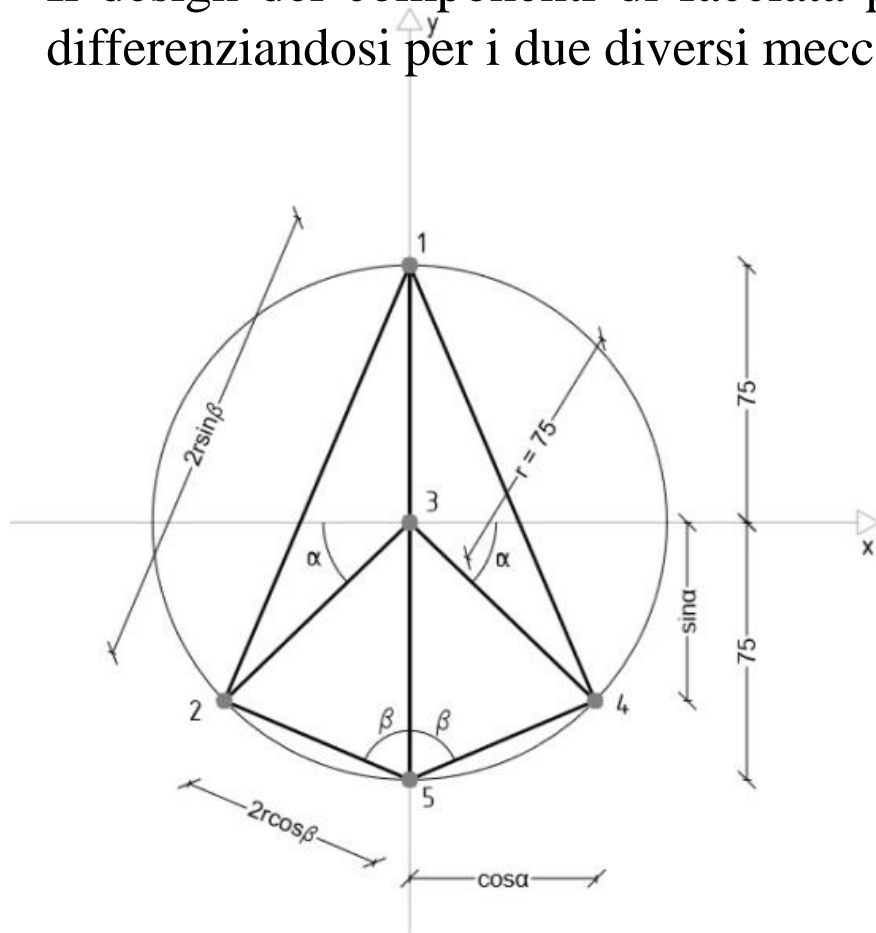
Approccio progettazione tensegrity

Il presente lavoro propone **l'individuazione degli strumenti matematici** utili a definire i due **approcci progettuali** per le schermature solari tramite il Force Density Method, trattando i problemi non lineari della ricerca di forma con un sistema di equazioni lineari.

- Approccio per forma
- Approccio per minimizzazione di massa

Approccio alla progettazione Tensegrity

Il design dei componenti di facciata parte dalla stessa struttura geometrica, differenziandosi per i due diversi meccanismi di attivazione.



node 1	0	r	0
node 2	-r cos alpha	-r sin alpha	0
node 3	0	0	0
node 4	r cos alpha	-r sin alpha	0
node 5	0	-r	0

$$0 < \alpha < |\pi/2|$$

maximum length of external bar
 $\beta = \pi/4$ ($\alpha = 0$)

maximum span of fan
 $\beta = \pi/4$ ($\alpha = 0$)

with
 $\beta = (\alpha + \pi)/2$

GEOMETRIA DEL MODELLO E DEFINIZIONE DELLE RELAZIONI TRIGONOMETRICHE UTILI ALL'INDIVIDUAZIONE DELLA POSIZIONE DEI PUNTI DURANTE IL MECCANISMO.

Approccio progettazione tensegrity

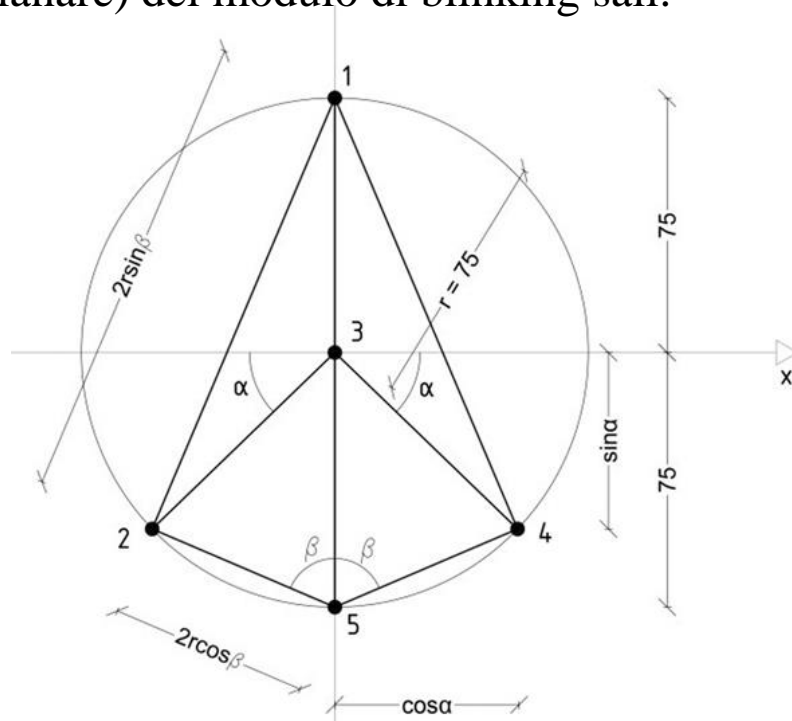
Attraverso l'impostazione delle **matrici statiche** caratterizzanti i due differenti design e l'utilizzo di codici di calcolo ad hoc (*Tensop3* – codice Matlab) per applicare l'algoritmo di minimizzazione della massa, si è **ottimizzato il sistema strutturale tensegrity** ottenendo la soluzione che garantisca la minor massa possibile, al fine di rendere effettivamente vantaggiosa la scelta di una facciata *tensegrity*.

- Blinking Sail Solar Façade
- Blinking Sail Wind Energy Harvester
- Fun Fish Solar Façade.

Dall'idea al progetto

- Il nodo 1 è fissato alla sotto-struttura
- I nodi 2 e 4 sono vincolati a muoversi nel piano x-y
- Il nodo 5 è costretto a muoversi lungo l'asse z
- Il nodo 3 è libero di muoversi nello spazio.

Il progetto del modello elementare dipende dagli angoli α e β . Nello sviluppo di questo modello si assume $\alpha = 0$ e $\beta = 45^\circ$ nella configurazione indeformata (planare) del modulo di blinking sail.



node 1	0	r	0
node 2	-r cos α	-r sin α	0
node 3	0	0	0
node 4	r cos α	-r sin α	0
node 5	0	-r	0

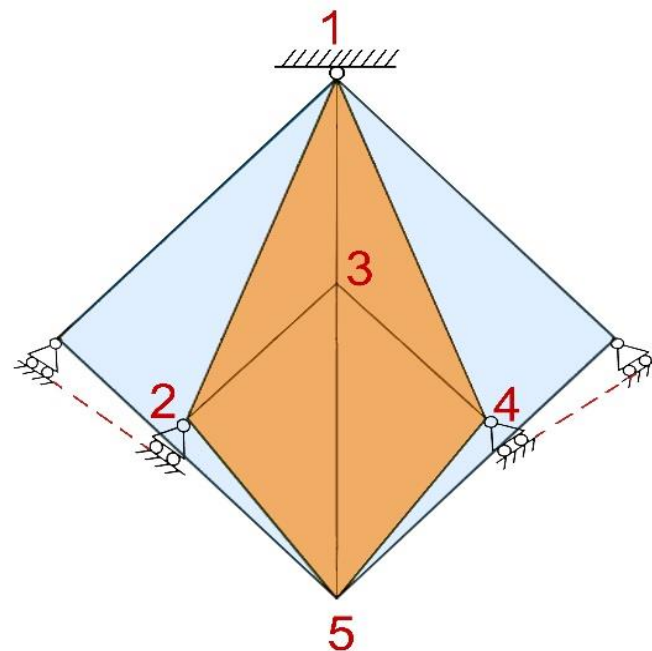
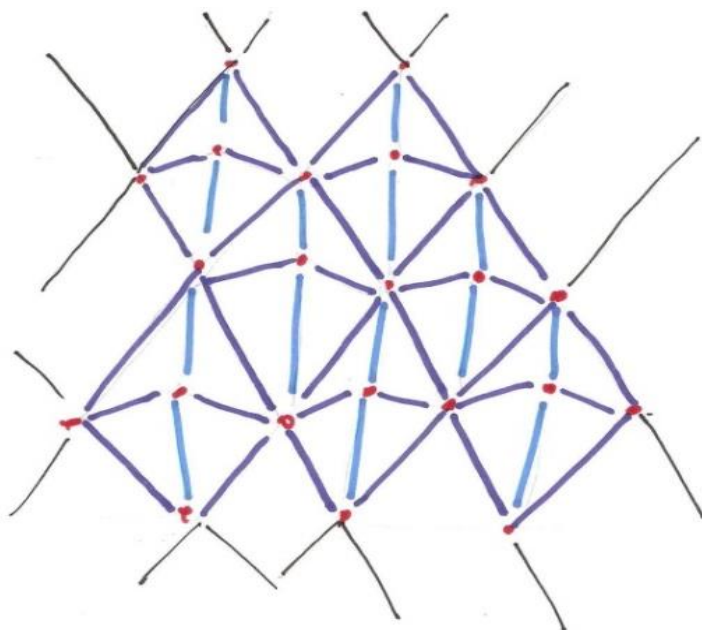
$$0 < \alpha < |\pi|$$

Blinking sail façade system – Geometria del modello elementare

Blinking Sail Solar Façade

Questo tipo di struttura può operare sia come **schermo solare adattivo** che come dispositivo per la **raccolta dell'energia eolica**.

Ciascun modulo elementare è conformato come un rombo che può essere attuato controllando l'**allungamento dei cavi 1-3 e 3-5**.



Modello concettuale (sinistra) e meccanico (destra) del sistema di facciata blinking sail.

Meccanismo di attivazione

Al tempo t , l'aliquota di allungamento dell'elemento m -esimo che collega i nodi i e j è data dall'equazione di compatibilità

$$\dot{e}_m = (\dot{\mathbf{u}}_j - \dot{\mathbf{u}}_i) \cdot \mathbf{a}_m$$

$\dot{\mathbf{u}}_i$ e $\dot{\mathbf{u}}_j$ denotano rispettivamente i vettori di velocità dei nodi i e j ;

\mathbf{a}_m è il vettore unitario parallelo al segmento che collega i nodi i e j (indirizzato verso il nodo j);

l_m è la lunghezza dell'elemento al tempo t .

Assemblando le componenti cartesiane libere (cioè non vincolate) della velocità di tutti i nodi in un unico vettore globale di velocità $\dot{\mathbf{q}}$, e le aliquote di allungamento di tutte le barre e i cavi in un vettore di variabili di controllo \mathbf{e} , possiamo riscrivere le equazioni di compatibilità dell'intera struttura nella seguente forma matriciale

$$\mathbf{B}\dot{\mathbf{q}} = \dot{\mathbf{e}}$$

dove \mathbf{B} indica la matrice cinematica istantanea (o di compatibilità).

Meccanismo di attivazione

Consideriamo ora una *time history* assegnata $\dot{\mathbf{e}} = (\dot{\mathbf{e}})$ delle variabili di controllo. Il movimento generato da tale strategia di azionamento della struttura è calcolato a partire dall'equazione integrale

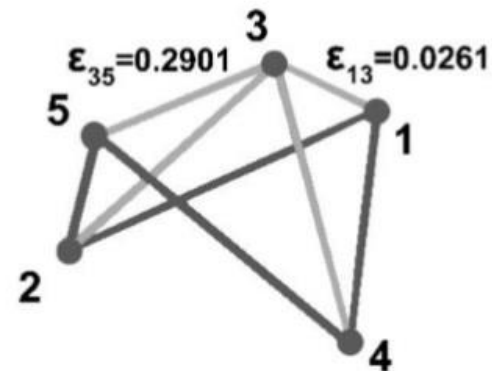
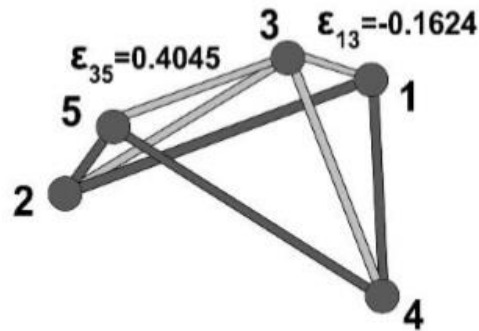
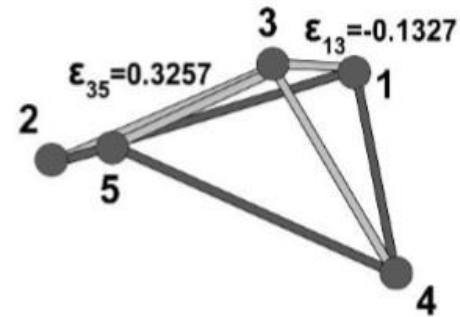
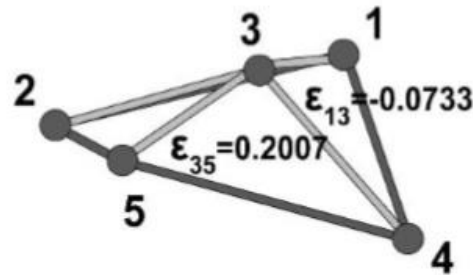
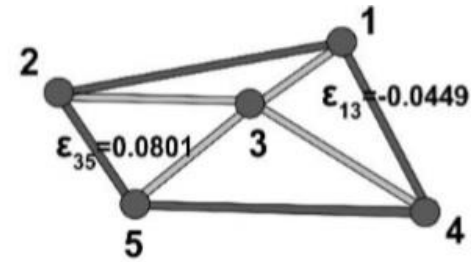
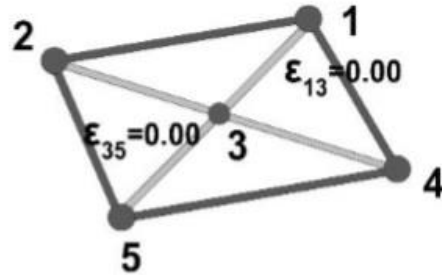
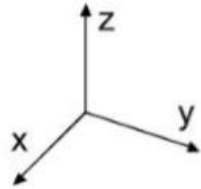
$$\mathbf{q} = \int_0^t \dot{\mathbf{q}} dt = \int_0^t \mathbf{B}^{-1} \dot{\mathbf{e}} dt$$

dove \mathbf{B}^{-1} è l'inversa della matrice cinematica \mathbf{B} corrispondente alla configurazione corrente della struttura, che si presume esista.

Tale meccanismo è generato azionando i cavi 1-3 e 3-5, attraverso l'applicazione di storie d'allungamento.

I restanti membri del modulo restano indeformati durante il movimento della struttura.

Meccanismo di attivazione

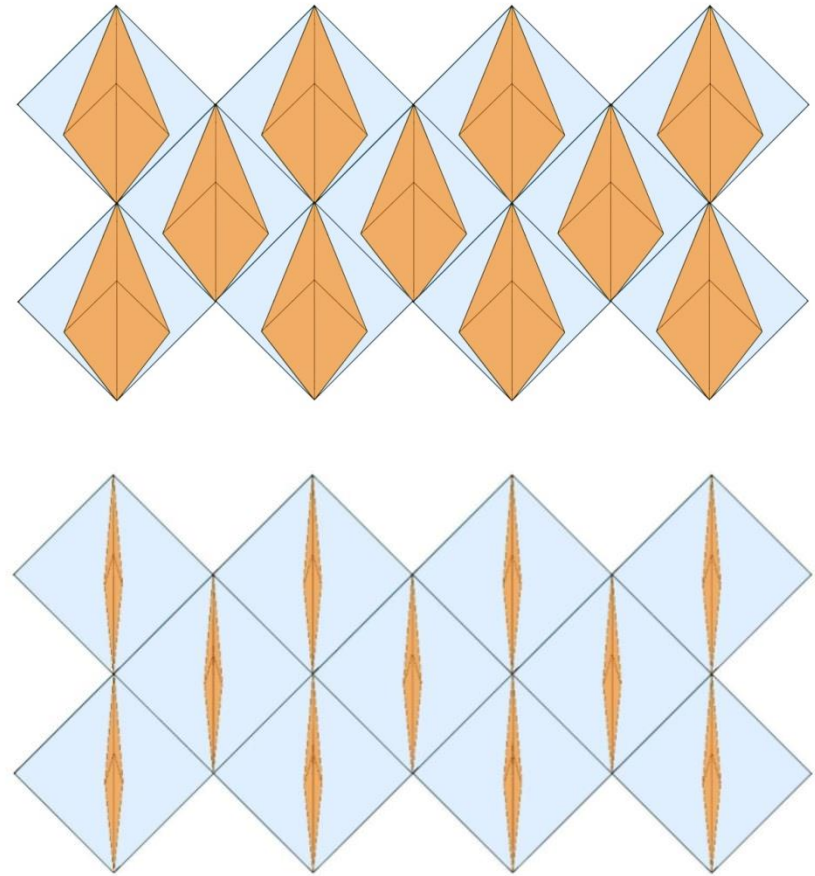


Meccanismo di attivazione del modulo Blinking sail

Blinking Sail Solar Façade

Gli schermi Blinking Sail sono costituiti da una serie di rombi su cui sono applicati moduli fotovoltaici in corrispondenza del perimetro degli elementi.

I moduli possono essere chiusi durante la notte e progressivamente aperti durante il giorno.



Viste frontali di due differenti configurazioni della facciata blinking sail.

Blinking Sail Solar Façade



Blinking sail solar façade: configurazione completamente aperta.

Blinking Sail Solar Façade



Blinking sail solar façade: configurazione parzialmente chiusa.

Blinking Sail Wind Energy Harvester

Lo stesso modulo fornito di una membrana elastica può essere utilizzato per produrre energia eolica convertendo il movimento indotto dal vento in energia elettrica.

Il modulo è costituito interamente da stringhe attaccate ad una trave ortogonale all'edificio.

L'allungamento delle stringhe innesca la rotazione del generatore, producendo energia immediatamente utilizzabile. Inoltre il fenomeno di flutter areoelastico può essere sfruttato per ottenere ulteriore energia dal vento.

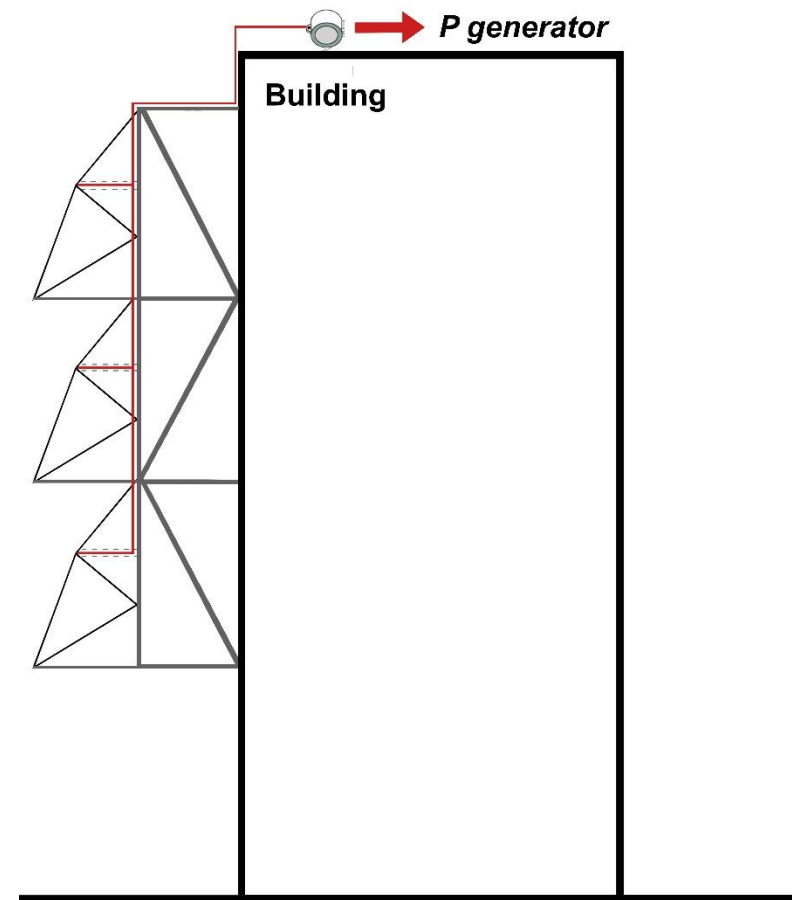


Diagramma funzionale del collettore di energia eolica

Blinking Sail Wind Energy Harvester



Blinking sail façades – collettori di energia eolica.

Fun Fish Solar Façade



Scaglie di pesce

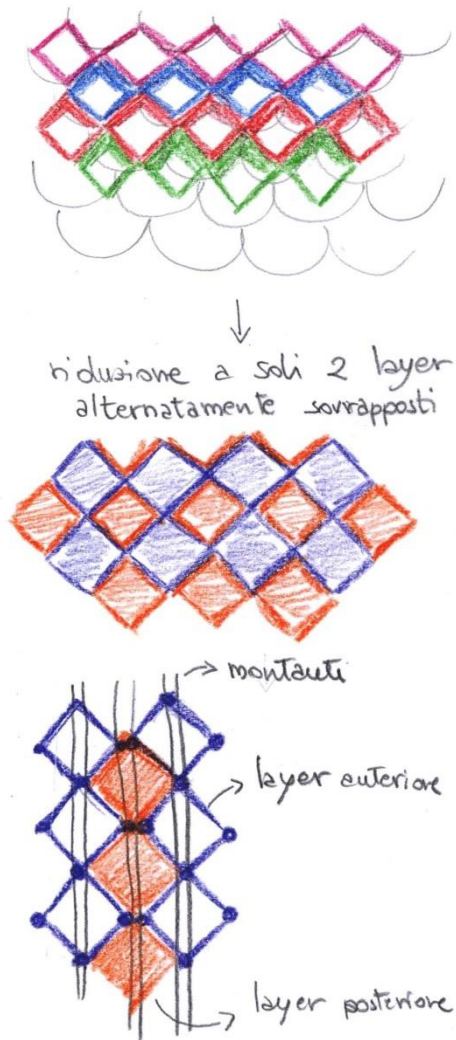


Singolo ventaglio e sovrapposizione di ventagli

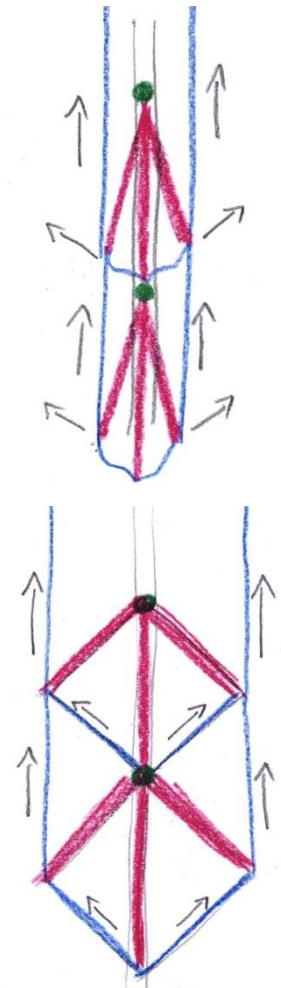
Fun Fish Solar Façade



Pattern con disposizione elicoidale a layer di scaglie sovrapposti



Riduzione del pattern a modello astratto

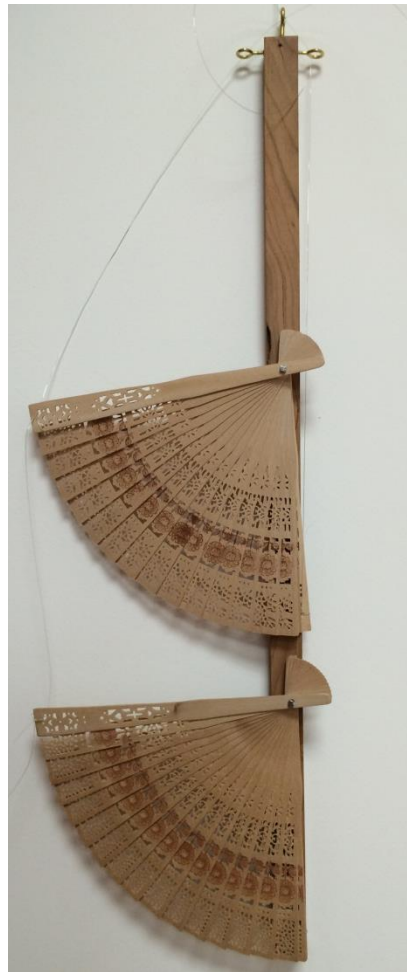


Ipotesi funzionamento modulo

Configurazioni del singolo modulo



Singolo modulo
completamente chiuso



Singolo modulo
parzialmente aperto



Singolo modulo
completamente aperto

Configurazioni del singolo modulo



Singolo modulo aperto
e ruotato verso sinistra

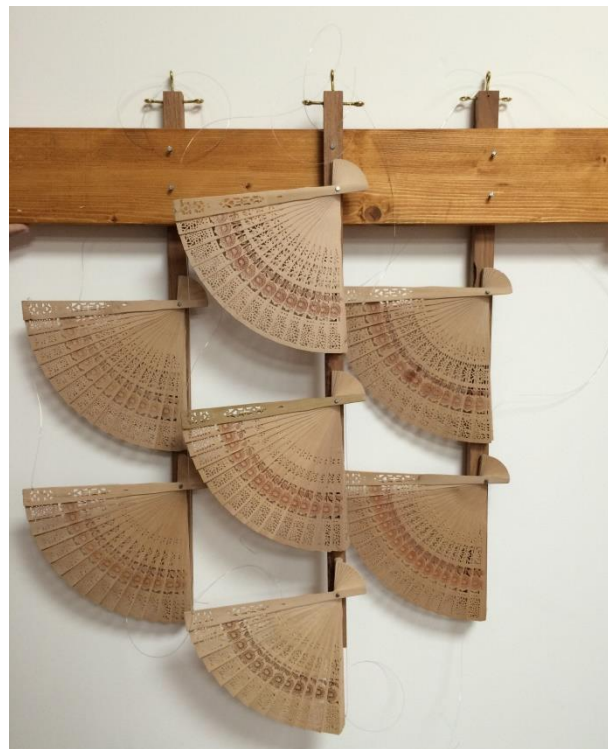


Singolo modulo aperto
e ruotato verso destra

Configurazioni del pannello a tre moduli



Pannello
completamente chiuso



Pannello
parzialmente aperto



Pannello
completamente aperto

Configurazioni del pannello a tre moduli

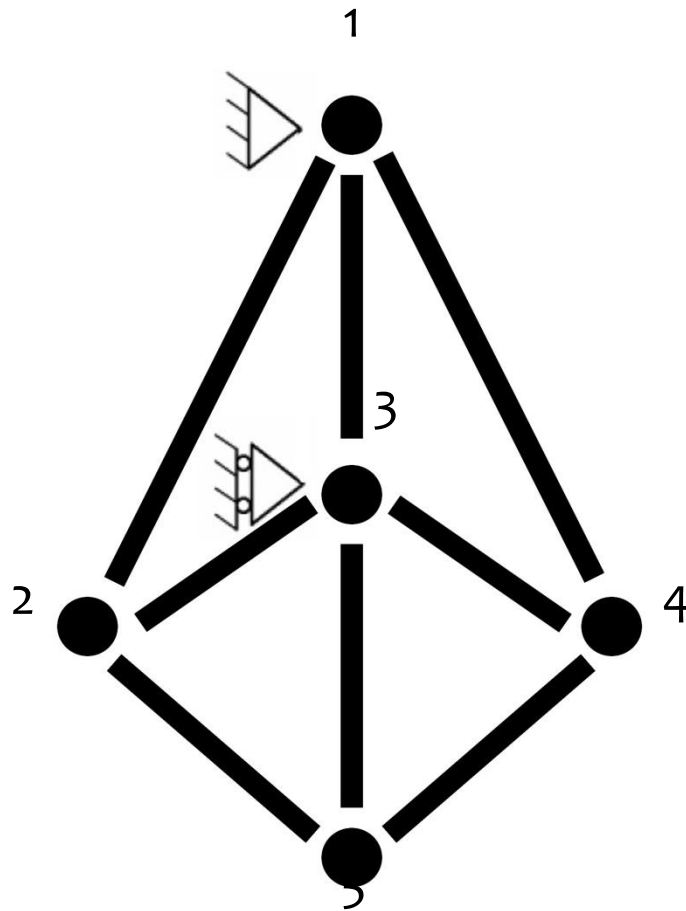


Pannello aperto e
ruotato verso sinistra



Pannello aperto e
ruotato verso destra

Impostazione analisi statica



I gradi di vincolo esterni sono 3 e dunque non vi è iperstaticità esterna.

a = numero aste

n = numero nodi

s_e = molteplicità vincoli esterni

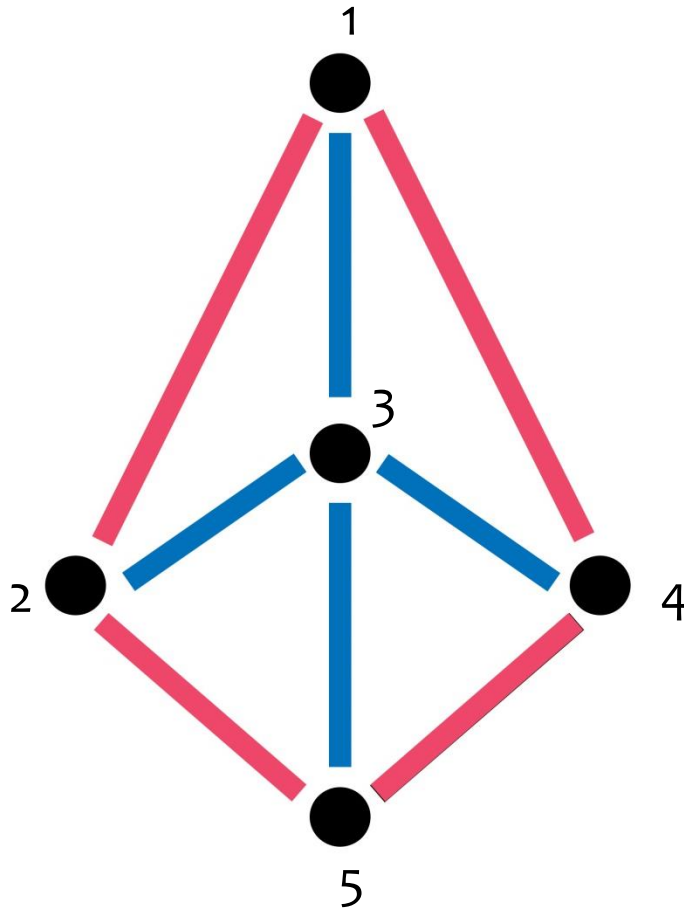
$$s = a + s_e$$

Il numero a delle aste più la molteplicità dei vincoli esterni supera il doppio del numero n dei nodi. Infatti $a = 8$ e $n = 5$:

$$a + s_e > 2n \text{ cioè } 11 > 10$$

In altre termini il numero dei gradi di vincolo supera di un'unità il numero dei gradi di libertà e la travatura reticolare si dice una volta iperstatica internamente.

Impostazione analisi statica

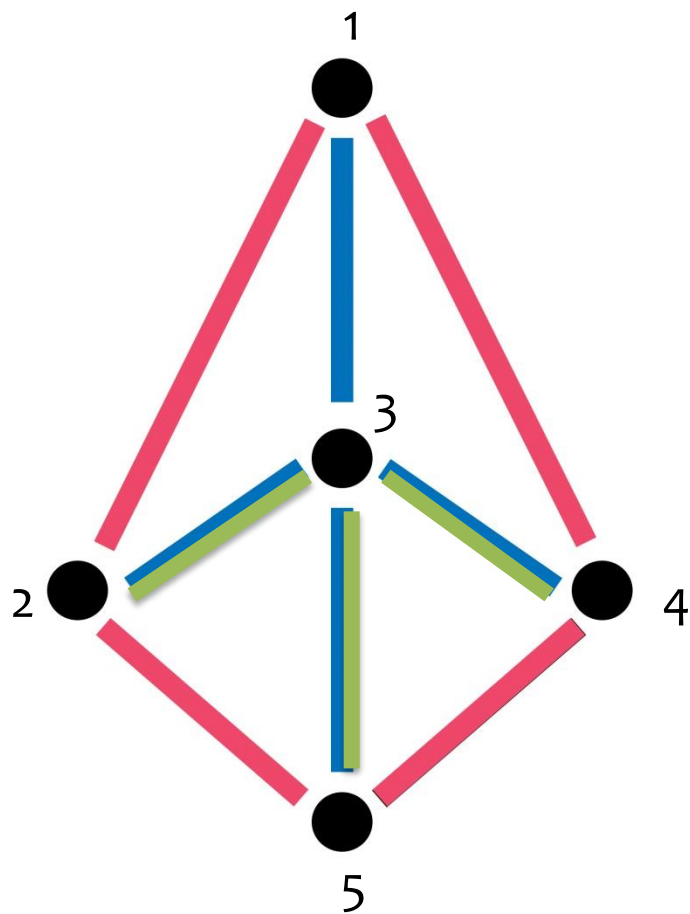


Ovviamente sia la risoluzione con il metodo dei nodi che con il metodo grafico individuano la stessa soluzione, cioè le aste 1-2, 1-4, 2-5 e 4-5 **tese** e le aste 1-3, 3-2, 3-4 e 3-5 **compresse**, confermando quanto ipotizzato osservando il modello fisico.

Gli sforzi nelle aste risultano essere tutti proporzionali all'incognita iperstatica, che non è altro che lo sforzo di pretensione che si applica al sistema tensegrity per mantenerlo nella posizione di equilibrio.

Risolvendo il problema cinematico ad esso duale, è possibile determinare lo spostamento dei nodi al variare dello sforzo di pretensione nei cavi tesi e al variare della lunghezza degli stessi.

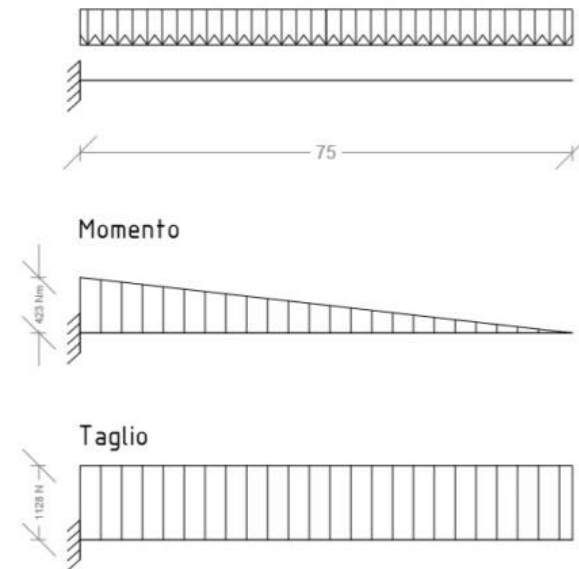
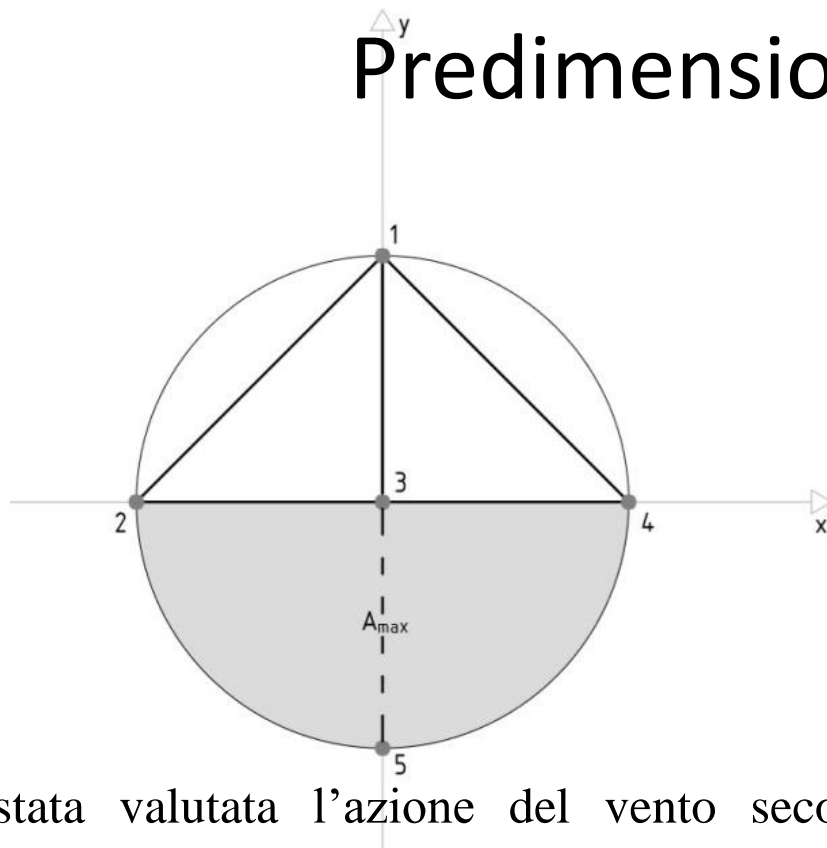
Impostazione analisi statica



La progettazione del modulo prevede che questo soddisfi i criteri di design di minima massa e che sia in grado di sopportare le sollecitazioni ortogonali al piano del meccanismo.

Per il predimensionamento degli elementi si sono considerate le sole aste costituenti la struttura principale e le aste 2-3, 3-5 e 3-4 sono state considerate come mensole incastrate nel nodo 3. Quindi il carico da vento applicato sulla superficie del ventaglio dispiegato è stato ripartito sulle aste indicate e queste ultime sono state studiate come semplici mensole.

Predimensionamento

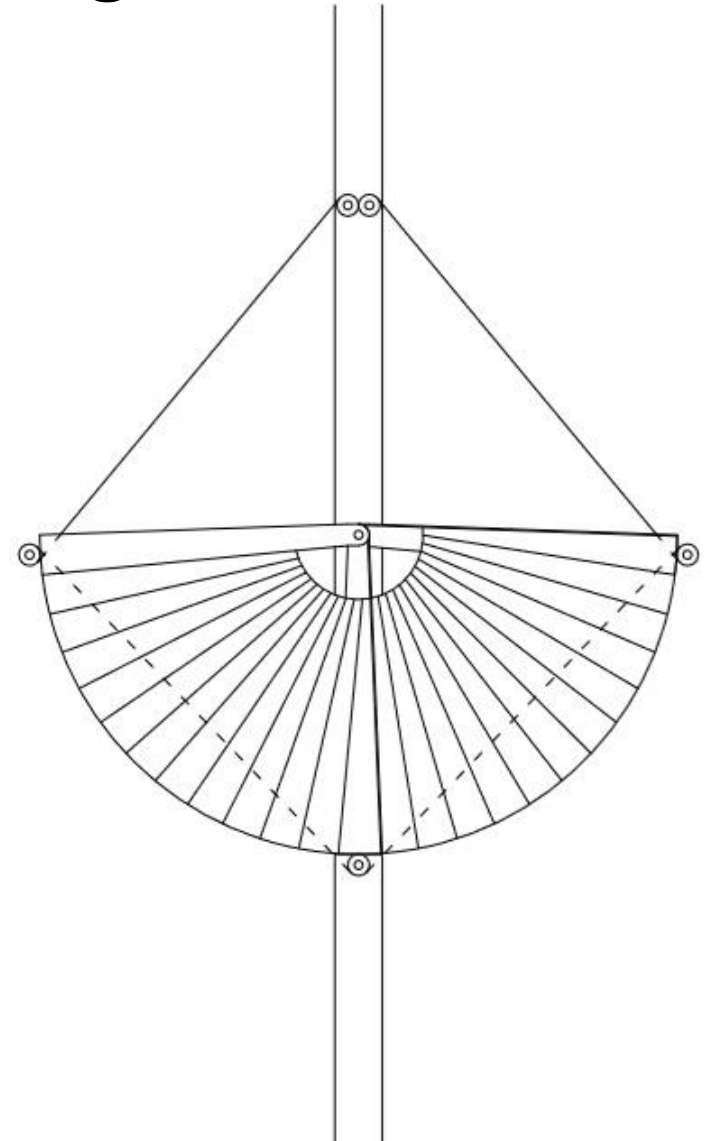
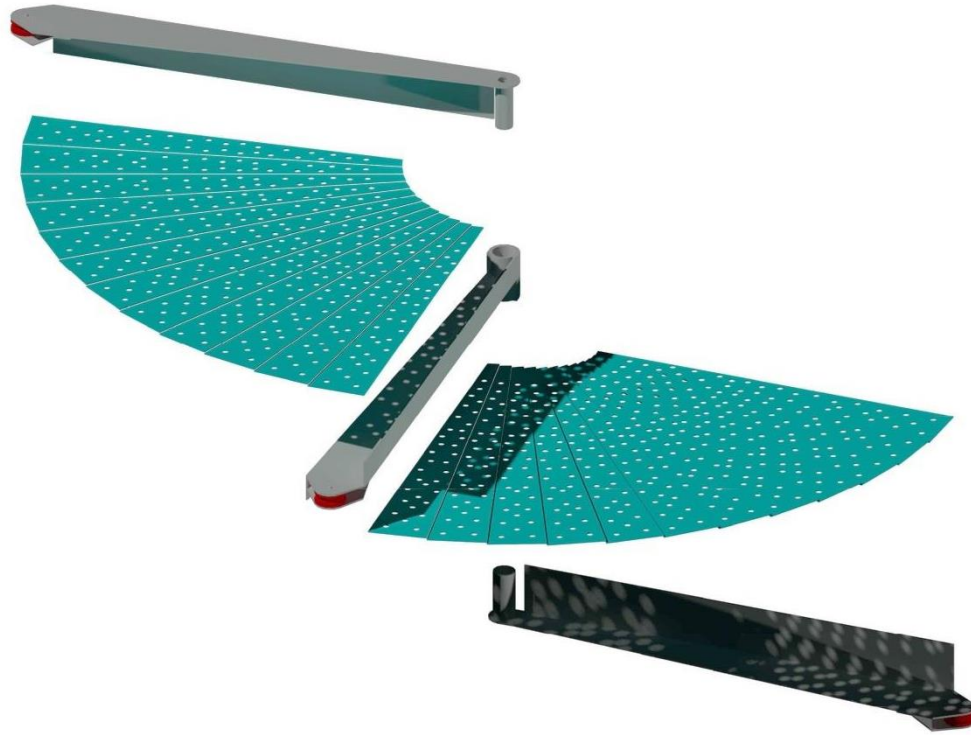


È stata valutata l'azione del vento secondo le Norme Tecniche del DM 14/01/2008.

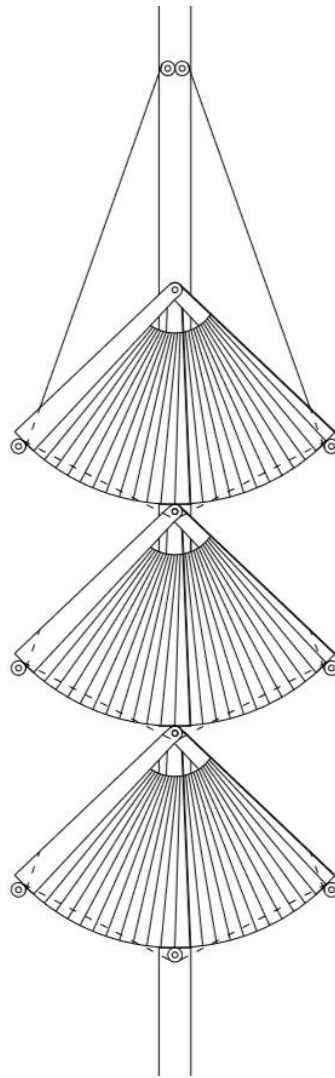
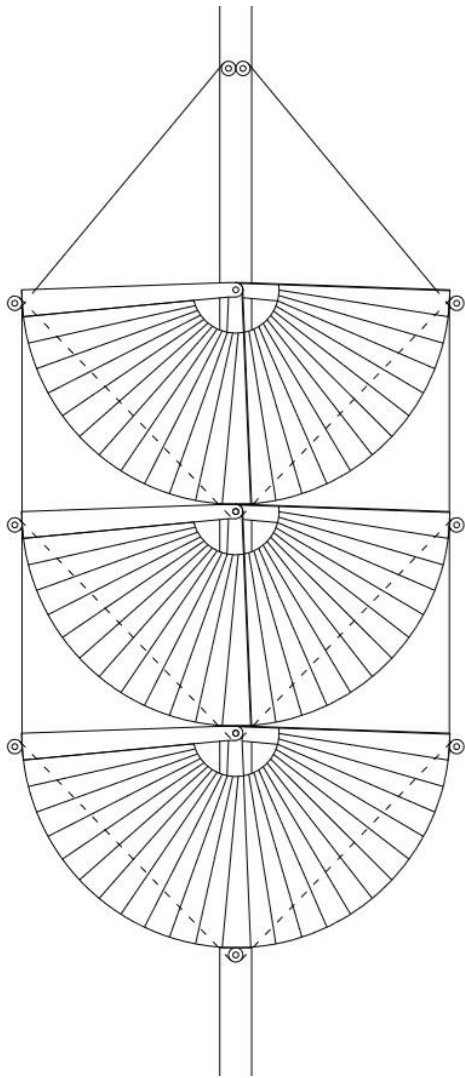
Si è scelto di realizzare il modulo in alluminio.

Il predimensionamento delle sezioni è stato effettuato in base a quanto indicato nelle Istruzioni per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Controllo di Strutture di Alluminio

Particolari costruttivi degli elementi



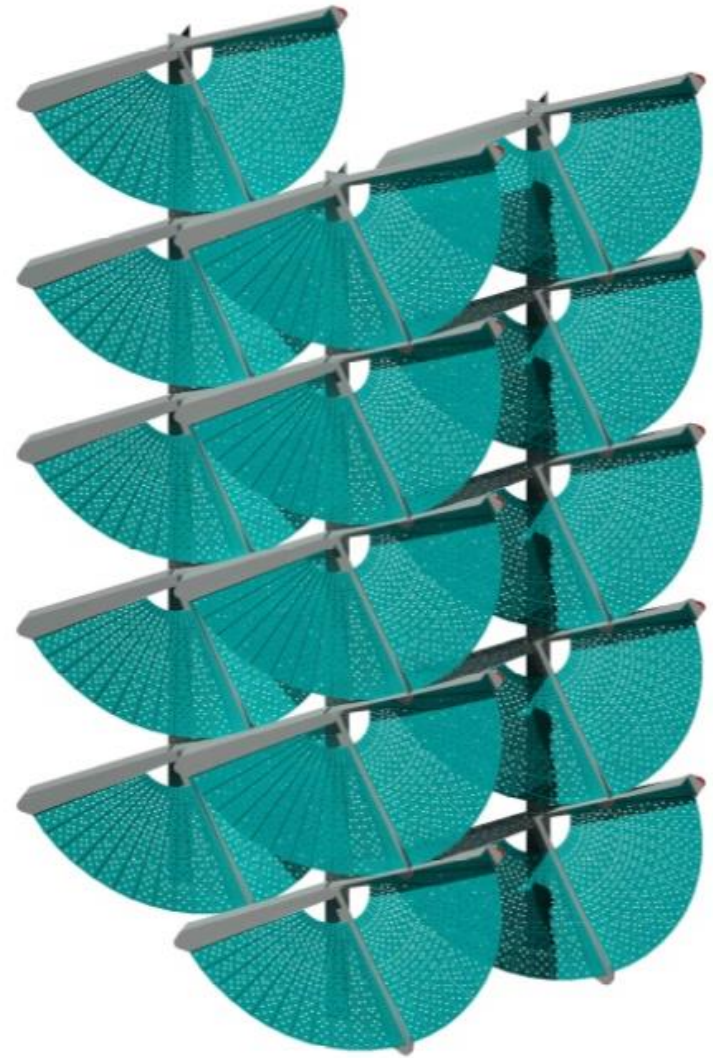
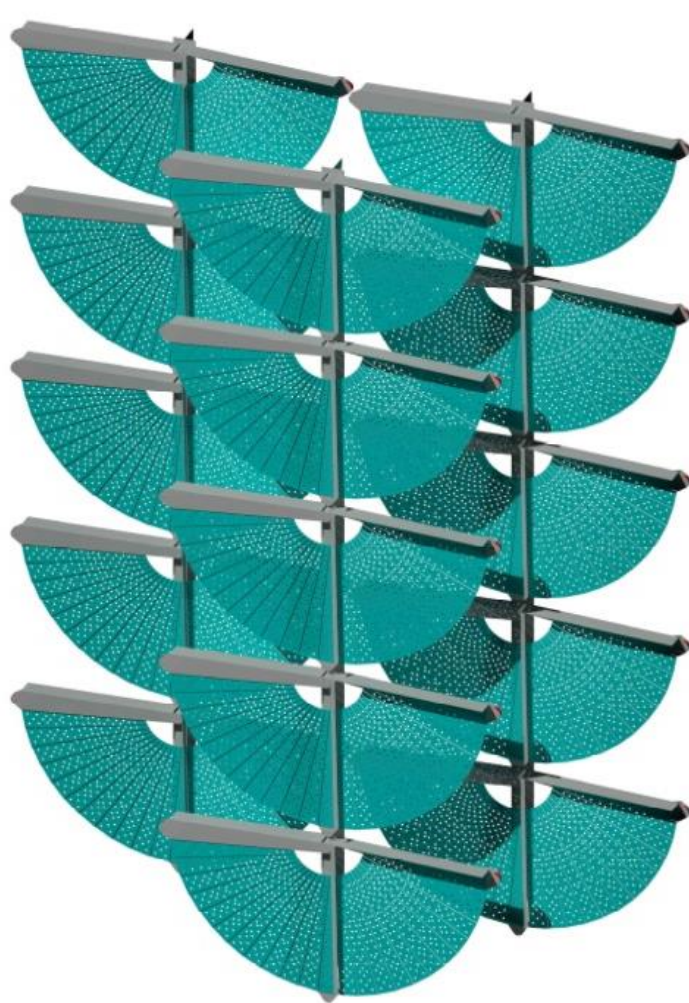
Particolari costruttivi degli elementi



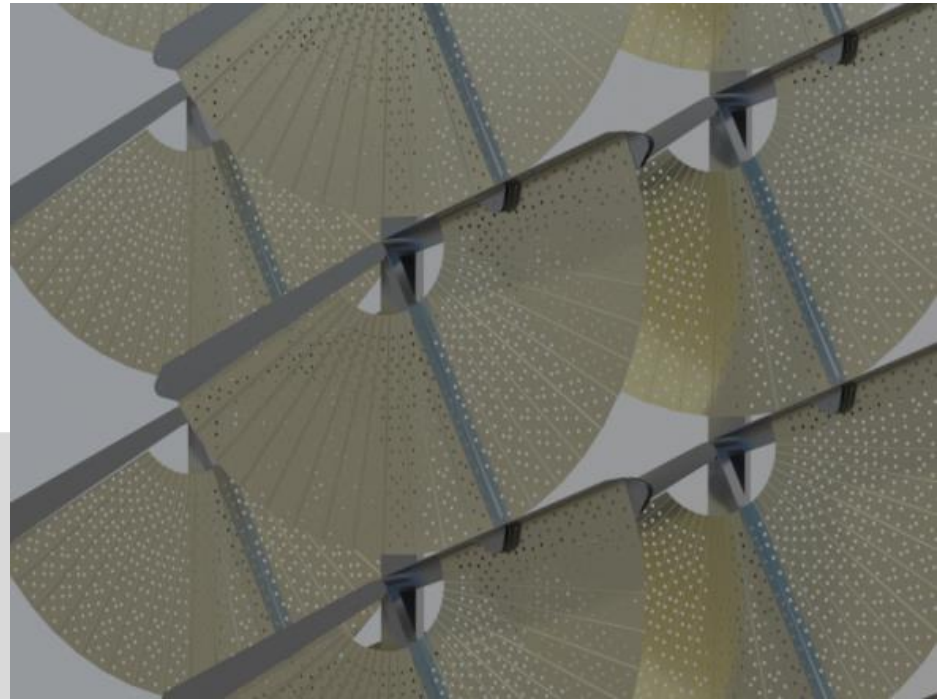
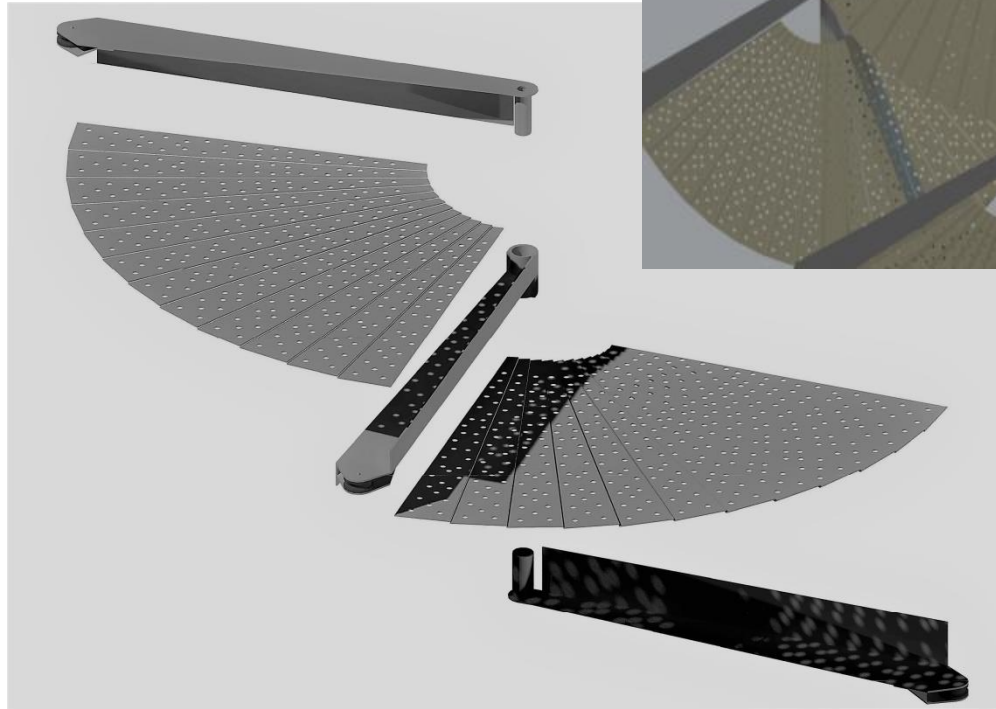
Fun Fish Solar Façade



Fun Fish Solar Façade



Fun Fish Solar Façade



Fun Fish Solar Façade

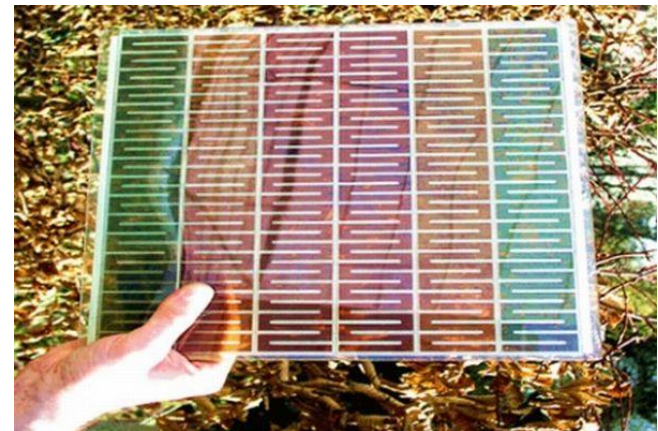
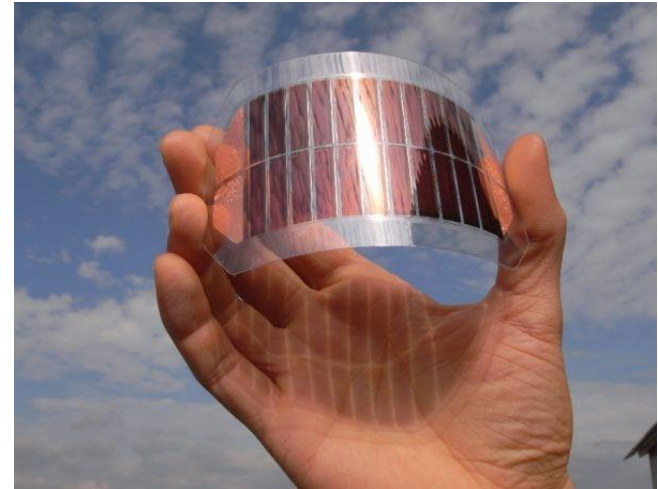


Celle solari

Le *Dssc* (“dye sensitized solar cell”, sensibilizzate a colorante) sono **celle solari flessibili, semitrasparenti, colorate**.

La radiazione solare è catturata da una **tintura organica o metallorganica**.

Funzionano anche con il **cielo nuvoloso** (in condizione di luce diffusa) e su **pareti verticali**.



Innovatività e vantaggi

L'approccio progettuale di sistemi di schermatura solare Tensegrity coniuga **innovazione e architettura.**

I principali **vantaggi** sono:

- strutture con **massa minima** per una grande varietà di condizioni di carico e vincolo, senza fenomeni di yielding e buckling;
- **cooperazione della meccanica di controllo e della struttura** nel cambio della configurazione di equilibrio;
- **integrazione tecnologica** tra le strutture tensegrity con pannelli fotovoltaici ed eolici;
- **facciate tensegrity controllabili dall'interno** dell'edificio in base alle condizioni esterne e le necessità di comfort interno, perseguendo l'obiettivo di rendere l'edificio energeticamente efficiente;

Innovatività e criticità

Le possibili **criticità**, legate maggiormente alla tecnologia tensegrity, sono costituite dai seguenti limiti:

- i collegamenti tensegrity devono risolvere il problema della **congestione delle barre in acciaio**;
- la complessità delle strutture richiede che gli **operatori** che assemblano gli elementi siano **altamente qualificati**;
- al fine di sostenere carichi critici, le **forze di precompressione** potrebbero essere **abbastanza elevate**, ma solo in caso di moduli di maggiori dimensioni;
- gli **oneri di realizzazione potrebbero essere elevati**, in quanto sebbene la minimizzazione di massa permette un risparmio sulle materie prime, la manodopera specializzata risulterebbe più costosa.

Innovatività e impatti attesi

Tra gli sviluppi futuri della ricerca possiamo individuare ambiti di approfondimento riferiti ai seguenti punti:

- la possibilità di progettare **ulteriori schemi di dispiegamento** per schermature solari dinamiche in tecnologia tensegrity, combinando l'approccio progettuale parametrico con le tecniche di ottimizzazione energetica;
- la possibilità di sviluppare componenti di involucro intelligente che possano essere applicati anche negli interventi di **retrofitting energetico degli edifici esistenti**;
- l'analisi dei **sistemi di automazione** e controllo delle **performance** dell'edificio;
- **l'analisi economica**, in termini di costi e benefici, relativa alla valutazione dei costi di progettazione, esecuzione, messa in opera e manutenzione a fronte dei vantaggi acquisibili in termini di risparmio energetico e riduzione dell'impatto ambientale.

Innovatività e impatti attesi

Inoltre è possibile pensare ad ulteriori sviluppi della ricerca verso ambiti di ampliamento quale quello della **prevenzione incendi**.

In via generale, l'installazione di un impianto fotovoltaico (FV), in funzione delle caratteristiche, può comportare un **aggravio del preesistente livello di rischio di incendio**.

Infatti bisogna valutare il rischio di incendio e il rischio derivante dalle **interferenze** che possono instaurarsi tra l'impianto FV e gli altri impianti tecnologici dell'edificio e i materiali che costituiscono l'involucro dello stesso.

(Come previsto dal Nuovo Codice Prevenzione Incendi DM 03/08/2015)



Grazie per l'attenzione



Maria Chiara Cimmino
Construction Engineer
PhD Student - Department of Civil Engineering
University of Salerno
via Giovanni Paolo II, 132
84084 Fisciano (SA), Italy
+39 328 2943629
mcimmino@unisa.it
m.chiaracimmino@gmail.com
mariachiara.cimmino@ordingsa.it

Bibliografia

1. Aa Vv, (2008), *Edifici ed energia*, «Arketipo», 24/Giugno 2008, Il Sole 24 ore, Milano
2. Aa Vv., (2011), «ilProgettoSostenibile», 30/Dicembre 2011, Edicom Edizioni, Milano.
3. Aa Vv, (2012), *Lezioni di architettura*, CUES Edizioni, Salerno, pp.105-152.
4. Aa Vv, (2009), *Manuale d'ausilio alla progettazione termotecnica*, AICARR Edizioni, Milano.
5. Aa Vv, (2008), *Nuovi involucri*, «Arketipo», 21/Marzo 2008, Il Sole 24 ore, Milano
6. AA. VV., (1994), *Ove Arup & partners*, Arup, London.
7. Alfano G., V. Betta, F.R. D'Ambrosio, Riccio G., (2008), *Lezioni di Fisica Tecnica*, Liguori Editore, Napoli.
8. Archetti G., (2009), *Involucri evoluti e comportamento dinamico: tecnologie e modelli applicativi nel contesto geografico, normativo e imprenditoriale della Regione Emilia Romagna*, Università degli Studi di Ferrara.
9. Aste, N., *Il fotovoltaico in architettura*, Esselibri Simone, Napoli 2005.
10. Baldinelli G., "Double skin façades for warm climate regions: Analysis of a solution with an integrated movable shading system", *Building and Environment*, 44, 2009, pp. 1107-1118
11. Green Building Council Italia, U.S. Green Building Council, (2010), *Green Building Nuove Costruzioni & Ristrutturazioni - ristampa 2011*, Green Building Council Italia, Rovereto.
12. Mainini A.G., Poli T., Zinzi M., Speroni A., *Spectral light transmission measure of metal screens for glass façades and assessment of their shading potential*, SHC 2013, International Conference on Solar Heating and Cooling for Buildings and Industry September 23-25, 2013, Freiburg, Germany
13. Motro R., (1992), *Tensegrity Systems: State of Art*, International Journal of Space Structures (Special Issue on Tensegrity Systems), Guest Editor, Vol. 7, n. 2.
14. Motro R., (2003), *Tensegrity, Structural Systems for the Future*, Kogan Page Science, London.
15. Romano R., (2011), *Smart Skin Envelope, integrazione architettonica di tecnologie dinamiche e innovative per il risparmio energetico*, University Press, Firenze.
16. Skelton R.E., de Oliveira M.C., (2009), *Tensegrity Systems*, Springer Science+Business Media, New York.
17. Zanelli A., (2008), *Membrane e scocche*, «Arketipo», 27/Ottobre 2008, Il Sole 24 ore, Milano, pp.58-69.
18. Zimbelli, P., (1994), *L'involucro architettonico tra forma e tecnologia*, Tesi di dottorato di ricerca in Tecnologia dell'Architettura e dell'Ambiente, Politecnico di Milano.
19. Russell S., (2014), *Artificial Intelligence: A Modern Approach* (3rd Edition), Peter Norvig Pearson New International Edition.
20. Harrison A., Loe E., Read J., *Intelligent Building in South East Asia*, Ed. E&FN SPON, London & New York
21. Tronconi O., Ciaramella A., (2014) *Facility Management. Progettare, misurare, gestire e remunerare i servizi*, Franco Angeli editori.
22. AA. VV., (2008), *Manuale illustrato per l'impianto domotico*, Tecniche Nuove Ed.
23. William S., (2010), *Architettura e organizzazione dei calcolatori. Progetto e prestazioni*, Ed. Pearson
24. Saggio A., (2007), *Introduzione alla Rivoluzione Informatica*, Carocci Editore Roma
25. Del Corno B., Mottura G., (2013), *L'integrazione architettonica dei sistemi solari e fotovoltaici*, Maggioli editori.
26. Tronconi O., (1990), *L'edificio intelligente*, ETAS Ed.
27. Lombard LP, Ortiz J, Pout C. A review on buildings energy consumption information. *Energ Buildings* 2010; 40:394-398.
28. European Commission, HORIZON 2020 Work Programme 2014-2015, PART 5.ii, p. 98, 2014.

29. Directive 2012/27/EU of the European Parliament and of the Council of 25 October 2012 on energy efficiency, amending Directives 2009/125/EC and 2010/30/EU and repealing Directives 2004/8/EC and 2006/32/EC
30. Schittich C. In Detail: Solar Architecture. Birkhäuser: Edition Detail, 2003.
31. Raji B, Tenpierik MJ, van den Dobbelsteen A. A comparative study: Design strategies for energy-efficiency of high-rise office buildings. *J Green Build* 2016; 11:134-158.
32. Fraternali F, De Chiara E, Skelton RE. On the use of morphing and wind stable tensegrity structures for shading facades of smart buildings. *Smart Mater Struct* 2015; 24, 105032 (10pp).
33. Skelton RE, de Oliveira MC. *Tensegrity Systems*. New York: Springer Science+Business Media, 2009.
34. Skelton RE, Fraternali F, Carpentieri G, Micheletti A. Minimum mass design of tensegrity bridges with parametric architecture and multiscale complexity. *Mech Res Commun* 2014; 58: 124-132.
35. Carpentieri G, Skelton RE, Fraternali F. Minimum mass and optimal complexity of planar tensegrity bridges. *International Journal Space Structure* 2015; 30(3-4):221-244.
36. Carpentieri G, Skelton RE, Fraternali F. A minimal mass deployable structure for solar energy harvesting on water canals. *Struct Multidiscip O*, Online First: DOI:10.1017/s00158-016-1503-5.
37. Skelton RE. Structural systems: a marriage of structural engineering and system science. *J Struct Contr* 2002; 9:113-133.
38. Amendola A, Carpentieri G, De Oliveira M, Skelton, R.E., Fraternali, F.. Experimental investigation of the softening-stiffening response of tensegrity prisms under compressive loading. *Compos Struct* 2014:117:234-243.
39. Fraternali F, Carpentieri G, Amendola A. On the mechanical modeling of the extreme softening/stiffening response of axially loaded tensegrity prisms. *J Mech Phys Solids* 2014; 74:136-157.
40. Fraternali F, Senatore L, Daraio C. Solitary waves on tensegrity lattices. *J Mech Phys Solids* 2012; 60:1137-1144.
41. Fraternali F, Carpentieri G, Amendola A, Skelton RE, Nesterenko VF. Multiscale tunability of solitary wave dynamics in tensegrity metamaterials. *Appl Phys Lett* 2014;105:201903
42. Dinh Quy V, Van Sy N, Tan Hung D, Quoc Huy V. Wind tunnel and initial field tests of a micro generator powered by fluid-induced flutter. *Energy for Sustainable Development* 2016; 33:75-83. *dell'Architettura e dell'Ambiente*, Politecnico di Milano.
43. Arroyo E, Foong S, Wood KL. Modeling and experimental characterization of a fluttering windbelt for energy harvesting. *Journal of Physics: Conference Series* 2014; 557 (1), art. no. 012089.
44. Shin KB, Kim CG, Hong CS, Lee HH. Thermal distortion analysis of orbiting solar array including degradation effects of composite materials. *Compos Part B-Eng* 2001; 32(4): 271-285.
45. Groenewolt, A., Bakker, J., Hofer, J., Nagy, Z., Schlüter, A. Methods for modelling and analysis of bendable photovoltaic modules on irregularly curved surfaces. *International Journal of Energy and Environmental Engineering* 2016, pp 1-11. (Article in Press).
46. Jackson EM, Laibinis PE, Collins WE, Ueda A, Wingard CD, Penn B. Development and thermal properties of carbon nanotube-polymer. *Compos Part BEng* 2016; 89:362-373.
47. Gan, L., Shang, S., Yuen, C.W.M., Jiang, S.-X., Luo, N.M. Facile preparation of graphene nanoribbon filled silicone rubber nanocomposite with improved thermal and mechanical properties. *Compos Part B-Eng* 2015; 69:237-242.
48. Malpede, S., Baraldi, A. A fully integrated method for optimising fiber-membrane sails (2008) 3rd High Performance Yacht Design Conference 2008, HPYD 2008., 47-56.
49. Baldinelli G., Double skin façades for warm climate regions: Analysis of a solution with an integrated movable shading system. *Build and Environ* 2009; 44: 11071118.
50. Mainini AG, Poli T, Zinzi M, Speroni A, Spectral light transmission measure of metal screens for glass façades and assessment of their shading potential, SHC 2013, In: *Proceedings of International Conference on Solar Heating and Cooling for Buildings and Industry*. Freiburg, September, 2013.

51. Bianco JM, Buruaga A, Roji E, Cuadado J, Pelaz B. Energy assessment and optimization of perforated metal sheet double skin façades through Design Builder; A case study in Spain. *Energ Buildings* 2016; 111: 326-336.
 52. Mammoli A, Vorobieff P, Barsun H, Burnett R, Fisher D. Energetic, economic and environmental performance of a solar-thermal- assisted HVAC system. *Energ Buildings* 2010; 42: 1524-1535.
 53. Green Building Council Italia, U.S. Green Building Council. *Green Building Nuove Costruzioni & Ristrutturazioni - ristampa* 2011. Rovereto: Green Building Council, 2010. (in Italian)
 54. Asdrubali F, Baldinelli G, Bianchi F, Sambuco S. A comparison between environmental sustainability rating systems LEED and ITACA for residential buildings. *Build and Environ* 2015; 86: 98-108.
 55. Directive 2002/91/EC of the European Parliament and of the Council of 16 December 2002 on the energy performance of buildings.
 56. Magrini A, D'Ambrosio Alfano FR, Magnani L, Perneti R. Various approaches to the evaluation of the energy performance of buildings in Italy-some results of calculation procedures application on residential buildings. In: *Proceedings of CESB 2010 Prague - Central Europe towards Sustainable Building 'From Theory to Practice'*. Prague; June-July 2010. Code 105800. pp. 1-8.
 57. Pizzi E, Iannaccone G, Ruttico P. Innovative strategies for adaptive buildings in large cities. *Int J Housing Sci* 2012; 36:99-107.
 58. Al-Azzawi, J.S, Blinking sail windmill, Google Patents, 2010, <https://www.google.com/patents/US7780416>
 59. Amendola A, Nava EH, Goodall R, Todd I, Skelton RE, Fraternali F. On the additive manufacturing and testing of tensegrity structures. *Compos Struct* 2015;131:66-71.
 60. Amendola A, Smith CJ, Goodall R, Auricchio F, Feo L, Benzoni G, Fraternali F. Experimental response of additively manufactured metallic pentamode materials confined between stiffening plates. *Compos Struct* 2016;142:254-262
 61. Fraternali F, Farina I, Polzone C, Pagliuca E, Feo L. On the use of R-PET strips for the reinforcement of cement mortars. *Compos Part B-Eng* 2013; 46: 207-210.
 62. Farina I, Fabbrocino F, Carpentieri G, Modano M, Amendola A, Goodall R, Feo L, Fraternali F, On the reinforcement of cement mortars through 3D printed polymeric and metallic fibers. *Compos Part B-Eng* 2016; 90: 76-85.
 63. Singh R, Singh S, Fraternali F. Development of in-house composite wire based feed stock filaments of fused deposition modelling for wear-resistant materials and structures. *Compos Part B-Eng* 2016; 98: 244-249.
 64. Farina I, Fabbrocino F, Colangelo F, Feo L, Fraternali F, Surface roughness effects on the reinforcement of cement mortars through 3D printed metallic fibers. *Compos Part B-Eng* 2016; 99: 305-311.
 65. Singh R, Kumar R, Feo L, Fraternali F. Friction welding of dissimilar plastic/polymer materials with metal powder reinforcement. *Compos Part B-Eng* 2016; 101: 77-86.
 66. Singh R, Singh N, Fabbrocino F, Fraternali F, Ahuja I. Waste management by recycling of polymers with reinforcement of metal powder. *Compos Part B-Eng* 2016;105: 23-29.
 67. Boparai KS, Singh R, Fabbrocino F, Fraternali F. Thermal characterization of recycled polymer for additive manufacturing applications. *Compos Part B-Eng*, Online first (2016): DOI: 10.1016/j.compositesb.2016.09.009.
- <http://www.arup.com>
 - http://www.building_integrated.it
 - <http://buildingskins.blogspot.com/>
 - <http://www.ecobuild-project.org>
 - <http://www.facciateventilate.it>
 - <http://www.ongreening.com/en>
 - <http://www.usgbc.org/leed>

Attività di dottorato

CONVEGNI

- **Colloqui.AT.e 2014**, Vico Equense 20-21 novembre 2014
- **CTA, XXV GIORNATE ITALIANE DELLA COSTRUZIONE IN ACCIAIO** - Salerno 1-3 ottobre 2015
- **Colloqui.AT.e 2015**, Bologna 26-28 novembre 2015
- **VI Convegno di storia dell'ingegneria 2016**, Napoli 22 e 23 aprile 2016
- **Giornata Internazionale di Studi “Residenze e servizi per studenti univervistari”** – Firenze, 21 ottobre 2016
- **Multiscale Innovative Materials and Structures - MIMS16**, Cetara 28-30 ottobre 2016

CERTIFICAZIONI LINGUISTICHE

FCE - First Certificate in English Cambridge, English Language Assessment, numero licenza 153IT1120025, marzo 2015

CULTRICE DELLA MATERIA

- Architettura Tecnica I - ICAR/10
- Architettura Tecnica II - ICAR/10
- Organizzazione del cantiere - ICAR/11
- Restauro Architettonico - ICAR/19

ASSISTENZA ALLE ESERCITAZIONI

- Architettura Tecnica II - ICAR/10
- Organizzazione del cantiere - ICAR/11
- Restauro Architettonico - ICAR/19

PUBBLICAZIONI

- Salvatore Barba, Carla Giordano, CIMMINO M., Paula Dominguez (2013). RELIEVE ANTROPOLÓGICO: DIGITAL MOCK-UP AND PHYSICAL PROTOTYPES. Poster in: EGraFIA 2013. Tucumán (ARGENTINA), 16-18 ottobre 2013, TUCUMÁN: Universidad Nacional de Tucumán, vol. TEMA: PÓSTER, p. 9-10, ISBN/ISSN: 9789872395094
- CIMMINO M. (2015), *Evaluation of sustainability and energy optimization of existing buildings: the development of new technologies for Zero Energy buildings*, TEMA. TEMPO MATERIA ARCHITETTURA, vol. 1, doi: <http://dx.doi.org/10.17410/tema.v1i1.29>
- CIMMINO M (2015). *Valutazione di sostenibilità e ottimizzazione energetica degli edifici esistenti: lo sviluppo di nuove tecnologie per edifici ad Energia Zero*. In: (a cura di): E. Di Giuseppe, C. Mazzoli, «L'orizzonte del sapore tecnico in Architettura» p. 197-201, Sant'Arcangelo di Romagna (RN), Maggioli editore, ISBN: 978-88-916-1384-4
- CIMMINO M, Sicignano E (2015). *Dalla carpenteria strutturale alla carpenteria dell'involucro*. In: «Le giornate italiane della costruzione in acciaio» vol. 2, p. 717-720, Varese, Fva S.r.l., ISBN: 978-88-940089-4-4, Salerno, 1-3 ottobre 2015
- CIMMINO M, Enrico Sicignano (2016), *Ottimizzazione energetica degli edifici esistenti: lo sviluppo di nuove tecnologie per schermature solari intelligenti*, In: «Colloqui.AT.e 2015 Bologna», vol. 1, p. 42-46, Bologna, 26-28/11/2015
- CIMMINO M., (2016) *Ponti: segni immanenti e sfolgoranti lasciati dall'uomo*. Poster in «Atti del VI Convegno di Storia dell'Ingegneria - International Conference Napoli 2016», Napoli 22-23 aprile 2016. DOI: 10.13140/RG.2.2.12500.60804

- CIMMINO M., (2016) *Ponti: segni immanenti e sfolgoranti lasciati dall'uomo*. Contributo in «Atti del VI Convegno di Storia dell'Ingegneria - International Conference Napoli 2016», Napoli 22-23 aprile 2016.
- CIMMINO M., *La Stazione Centrale di Arnhem*. In «l'industria delle costruzioni RIVISTA BIMESTRALE DI ARCHITETTURA– Luoghi di transito: le stazioni» n. 451. Settembre-ottobre 2016, pp. 40-53, EDILSTAMPA 2013 - Edilstampa S.r.l., ISSN 0579-4900
- CIMMINO M., Primicerio F., Sicignano E. (2016). *Alloggi temporanei: ospiti per un anno accademico*. In «Residences and services for University students», p. 219-326, Tesis, Lory S.r.l. Firenze, ISBN 978-88-941518-2-4, Firenze, 1 ottobre 2016.
- CIMMINO M., R. Miranda, E. Sicignano, A.J.M. Ferreira, R. Skelton, F. Fraternali. *Composite solar façades and wind generators with tensegrity architecture*. Technical Report. Agosto 2016. DOI: 10.13140/RG.2.2.31762.86724
- CIMMINO M., R. Miranda, E. Sicignano, A.J.M. Ferreira, R. Skelton, F. Fraternali. (2016) *Composite solar façades and wind generators with tensegrity architecture*. Articolo in «Composites Part B Engineering» September 2016 DOI: 10.1016/j.compositesb.2016.09.077
- CIMMINO M., R. Miranda, E. Sicignano, A.J.M. Ferreira, R. Skelton, F. Fraternali. (in stampa) *Composite solar façades and wind generators with tensegrity architecture*. Contributo in «Proceedings of Multiscale Innovative Materials and Structures - MIMS16» Cetara 28-30 ottobre 2016.

Attività di dottorato

SEMINARI E CORSI

- Workshop **COMSOL Multiphysics**
lunedì 24 febbraio 2014, ore 10:30-13:00,
Università di Salerno - Centro ICT, Laboratorio Icaro.
- Tutorial sulla **Simulazione FEM**,
lunedì 24 febbraio 2014, ore 14:30-17:30,
Università di Salerno - Centro ICT, Laboratorio Icaro.
- Corso **Introduttivo - CAD - MESH e Riscaldamento Elettromagnetico**
25-26-27 febbraio 2014, ore 10:30-17:30,
Università di Salerno - Centro ICT, Laboratorio Icaro.
- Corso **Elementary Concepts in Probability for Earthquake Engineering**
17, 20, 24, 26, 27 marzo 2014, ore 15:00-17:00,
Università di Salerno - aula multimediale laboratorio di strutture
Dr. Fatemeh Jalayer - Dipartimento di Strutture per l'Ingegneria e l'Architettura, Università degli Studi di Napoli Federico II.
- Seminario **Design, experimental tests and numerical calculations of the soil-steel culverts**
mercoledì 9 aprile 2014, ore 8:30-10:30,
Università di Salerno - aula 23,
Prof Damian Beben - Department of Geotechnics and Geodesy, Faculty of Civil Engineering, Opole University of Technology, Opole, Poland.
- Seminario **Constitutive modelling of concrete with emphasis on recycled aggregate concrete**
mercoledì 9 aprile 2014, ore 12:00,
Università di Salerno - aula M,
Prof. Dr. Paula C. Folino - Faculty of Engineering, University of Buenos Aires (FIUBA), Argentina.
- Corso semestrale **Riabilitazione strutturale**
II semestre 2013/2014, martedì ore 11:30-13:30/venerdì ore 10:30-13:30,
Università di Salerno - aula 23/22,
Prof. Gianvittorio Rizzano - Dipartimento di Ingegneria Civile/DICIV, Università degli Studi di Salerno

SEMINARI E CORSI

- Workshop **COMSOL Multiphysics**
lunedì 24 febbraio 2014, ore 10:30-13:00,
Università di Salerno - Centro ICT, Laboratorio Icaro.
- Tutorial sulla **Simulazione FEM**,
lunedì 24 febbraio 2014, ore 14:30-17:30,
Università di Salerno - Centro ICT, Laboratorio Icaro.
- Corso **Introduttivo - CAD - MESH e Riscaldamento Elettromagnetico**
25-26-27 febbraio 2014, ore 10:30-17:30,
Università di Salerno - Centro ICT, Laboratorio Icaro.
- Corso **Elementary Concepts in Probability for Earthquake Engineering**
17, 20, 24, 26, 27 marzo 2014, ore 15:00-17:00,
Università di Salerno - aula multimediale laboratorio di strutture
Dr. Fatemeh Jalayer - Dipartimento di Strutture per l'Ingegneria e l'Architettura, Università degli Studi di Napoli Federico II.
- Seminario **Design, experimental tests and numerical calculations of the soil-steel culverts**
mercoledì 9 aprile 2014, ore 8:30-10:30,
Università di Salerno - aula 23,
Prof Damian Beben - Department of Geotechnics and Geodesy, Faculty of Civil Engineering, Opole University of Technology, Opole, Poland.
- Seminario **Constitutive modelling of concrete with emphasis on recycled aggregate concrete**
mercoledì 9 aprile 2014, ore 12:00,
Università di Salerno - aula M,
Prof. Dr. Paula C. Folino - Faculty of Engineering, University of Buenos Aires (FIUBA), Argentina.
- Corso semestrale **Riabilitazione strutturale**
II semestre 2013/2014, martedì ore 11:30-13:30/venerdì ore 10:30-13:30,
Università di Salerno - aula 23/22,
Prof. Gianvittorio Rizzano - Dipartimento di Ingegneria Civile/DICIV, Università degli Studi di Salerno

- Seminario ***Strengthening of roof bearing structures, bearing walls and balcony***
mercoledì 13 maggio 2014, ore 12:30,
Università di Salerno - aula 126,
Prof. Martins Vilnitis, Technical University of Riga, Lettonia.
- Corso ***Elements of Seismic Reliability of Structures***
19, 20, 22, 26, 27 maggio 2014, ore 15:00-17:00,
Università di Salerno - aula multimediale laboratorio di strutture
Prof. Iunio Iervolino - Dipartimento di Strutture per l'Ingegneria e l'Architettura, Università degli Studi di Napoli Federico II.
- ***Campus Sustainability Day 2014***
mercoledì 21 maggio 2014, ore, 9.00,
Università di Salerno - Aula Magna "V. Buonocore".
- Seminario di aggiornamento tecnico
Sistemi di impermeabilizzazione: principali tecnologie e campi di applicazione
mercoledì 28 maggio, ore, 9.30,
Università di Salerno - Aula dei Consigli –Piano II - Invariante 6.
- Lectio Magistralis ***Scuola di Ingegneria Italiana***
venerdì 30 maggio 2014, ore 12:00,
Università di Salerno - Aula delle Lauree,
Proff. Poretti e Iori – Università di Roma Tor Vergata .
- Lectio Magistralis ***La tematizzazione del tema***
venerdì 6 giugno 2014, ore 11:30,
Università di Salerno - Aula delle Lauree,
Prof. Sandro Raffone – Università Università degli Studi di Napoli Federico II.
- Corso ***3D Studio Max Design***
9, 10, 11, 12, 13 giugno 2014, ore 18:00-20:00,
Università di Salerno - aula CAD 102.
- Memorial Lecture Benedetto Gravagnuolo
Alvaro Siza
venerdì 4 luglio 2014, ore 17:70,
Stazione Marittima – Sala Dione,
presentazione Prof. Sandro Raffone – Università Università degli Studi di Napoli Federico II.

- **Corso *Robust Design of Steel Structures according to the Eurocodes***
8, 9 luglio 2014, ore 15:00-17:00,
Università di Salerno - aula multimediale laboratorio di strutture
Prof. Jean Francois Demonceau - Department of Architecture, Geology, Environment and COstructions (ArGEnCo), University of Liege, Belgio.
- **Corso *Considerazioni progettuali associate alla risposta di isolatori sismici e dissipatori di energia a scala reale.***
10 settembre 2014, ore 15:30,
Università di Salerno - aula multimediale laboratorio di strutture
Prof. Gianmario Benzoni - University of California San Diego.
- **Seminar Notice *Coupled SPH /FEM simulations for free-surface flows and fluid-structure interaction***
12 settembre 2014, ore 12:00,
Università di Salerno - aula 126 diciv
Dr. Paul Groenenboom, Senior Physicist, PhD ESI Group Netherlands.
- **Corso semestrale *Progettazione Termofisica del Sistema Edificio-Impianto***
I semestre 2014/2015, martedì ore 8:30-10:30/giovedì ore 14:30-17:30,
Università di Salerno - aula 129/137,
Prof. Francesca Romana d'Ambrosio - Dipartimento di Ingegneria Industriale/DIIN, Università degli Studi di Salerno.
- **Corso di lingua inglese - Livello *FCE /First Certificate in English***
Sessione Autunno 2014, lunedì e venerdì ore 14:30-17:30,
Università di Salerno – Centro Linguistico d'Ateneo/CLA,
Dott. Carmela Celino – CLA, Università degli Studi di Salerno.
- **Corso *Constitutive Laws for Engineering Materials***
20,21,24,25,27,28 Novembre 2014, ore 09:00-12:30,
Impegno didattico: (in ore e CFU) 20 ore – 2 CFU
Università di Salerno – aula multimediale del laboratorio di strutture,
Prof. Dr. Guillermo Etse, Universidad Nacional de Tucumán, Argentina.

- **Corso di lingua inglese - Livello CAE / Certificate in Advanced English**
Sessione Primavera 2015, lunedì e mercoledì ore 10:30-13:30,
Università degli Studi di Salerno – Centro Linguistico d’Ateneo/CLA,
Dott. Mario La Camera – CLA, Università degli Studi di Salerno.
- **Corso di dottorato Probabilità e Statistica**
Gennaio e febbraio 2015, impegno didattico: (in ore e CFU) 3 ore – 30 CFU.
Università degli Studi di Salerno – aula multimediale del laboratorio di strutture,
Proff. Pierluigi Furcolo e Giulio Erberto Cantarella,
Dipartimento di Ingegneria Civile/DiCiv Università degli Studi di Salerno.
- **Corso Rhinoceros,**
24, 26, 28 febbraio e 3, 5, 7 marzo 2015, ore 14:00-18:00,
Università degli Studi di Salerno - aula CAD 102.
- **Corso di dottorato Presentazione, pubblicazione e valorizzazione dei risultati della ricerca,**
2, 3, 9 10,13 marzo 2015, impegno didattico: (in ore e CFU) 30 ore – 3 CFU.
Università degli Studi di Salerno.
Prof. Luigi Rizzo et al., Dipartimento di Ingegneria Civile/DiCiv, Università degli Studi di Salerno
- **Corso semestrale Rilievo,**
Il semestre 2014/2015, martedì ore 10:30-13:30/
mercoledì ore 15:30- 18:30,
Università degli Studi di Salerno - aula 102/laboratorio modelli,
Prof. Salvatore Barba - Dipartimento di Ingegneria Civile/DiCiv, Università degli Studi di Salerno.
- **Seminario I nuovi paesaggi**
19 marzo 2015, ore 14:30-16:30,
Università degli Studi di Salerno - aula M
prof. arch. Mario Pisani, Dipartimento di Architettura e Disegno industriale, Seconda Università degli Studi di Napoli.

- Seminario **La piazza come luogo degli sguardi**

20 marzo 2015, ore 14:30-16:30,
Università degli Studi di Salerno - aula M
prof. arch. Mario Pisani, Dipartimento di Architettura e Disegno industriale, Seconda Università degli Studi di Napoli.

- Seminario **Paradigmi della Tecnica in Architettura**

23 aprile 2015, ore 15:30-17:30,
Università degli Studi di Salerno - aula M
prof. Enrico Dassori, Dipartimento di Scienze per l'Architettura, Scuola Politecnica, Università di Genova

- Seminario **Edifici ad energia quasi zero**

4 maggio 2015, ore 9:30-11:30,
Università degli Studi di Salerno - aula M
prof. arch. Marco D'Orazio, DACS/ Dipartimento di Architettura, Costruzioni, Strutture, Università Politecnica delle Marche.

- Seminario **Innovazione tecnologica e retrofit edilizio ed ambientale**

14 maggio 2015, ore 14:30-16:30,
Università degli Studi di Salerno - aula M
prof. arch. Mario Losasso, Dipartimento di Architettura, Università degli Studi di Napoli Federico II.

- Corso di dottorato **Informatica per la modellazione strutturale e la rappresentazione grafica,**

maggio e giugno 2015, impegno didattico: (in ore e CFU) 30 ore – 3 CFU.
Università degli Studi di Salerno. Proff. Fernando Fraternali, Barbara Messina, Vito Cardone, Salvatore Barba, Dipartimento di Ingegneria Civile/DiCiv, Università degli Studi di Salerno

- Presentazione del libro **Benedetto Gravagnuolo. L'ultima lezione Ornamento e pensiero in Adolf Loos,**

giovedì 4 giugno 2014, ore 10:00,
Università degli Studi di Salerno - Aula delle Lauree

- **Summer School Energie Rinnovabili**
giugno 2015, ore 14:30-16:30, impegno didattico: (in ore e CFU) 30 ore – 3 CFU.
Università degli Studi di Salerno - aula 107,
prof. ing. Vito Calderaro, Dipartimento di Ingegneria Industriale/DIIN, Università degli Studi di Salerno
- **Seminario Design: Forma e Senso**
10 novembre 2015, ore 13:30-17:30,
Università degli Studi di Salerno - aula I.
arch. Alberto Lievore
- **Lectio Magistralis Quattro progetti per quattro concorsi**
2 dicembre 2015, ore 11:30-13:30,
Università degli Studi di Salerno - aula delle Lauree,
prof. arch. Nicola Pagliara.
- **Seminario Restauro della materia
Restauro del significato - I templi di
Paestum/il teatro Petruzzelli di Bari**
15 aprile 2016, ore 11.30-13:30 - aula F
Ruggiero Martines

● Corso di dottorato **Analisi e mitigazione del rischio da frana**

Giugno 2016, impegno didattico: (in ore e CFU) 30 ore – 3 CFU.

Università degli Studi di Salerno. Proff. Leonardo Cascini, Settimio Ferlisi, Michele Calvello, Sabatino Cuomo, Dario Peduto, Dipartimento di Ingegneria Civile/DiCiv, Università degli Studi di Salerno

● Corso di dottorato **Analisi e mitigazione del rischio da frana**

Settembre 2016, impegno didattico: (in ore e CFU) 30 ore – 3 CFU.

Università degli Studi di Salerno. Proff. Enrico Sicignano, Pierfrancesco Fiore, Giacomo di Ruocco, Dipartimento di Ingegneria Civile/DiCiv, Università degli Studi di Salerno