



Eladio Dieste, un artista strutturale dell'America latina

Contributi originali sul processo di progettazione delle superfici strutturali

Eladio Dieste, a Latin American structural artist

Original Contributions on the design process of Structural Surfaces

Felipe Corres Melachos
Wilson Florio

Eladio Dieste è probabilmente una delle figure più sottovalutate nel campo della progettazione strutturale, soprattutto quando si parla di superfici strutturali. Nonostante tutti i suoi indiscutibili contributi nel campo, i suoi risultati sono a malapena noti alle comunità dell'architettura e dell'ingegneria. I primi due decenni del XXI secolo hanno visto un rinnovato interesse per le strutture di superficie, esigendo la comprensione geometrica delle tipologie strutturali esistenti e le complessità inesplorate come le superfici rigate e le volte gaussiane di Dieste.

Eladio Dieste might very much be one of the most underrated figures within the realm of structural design, especially when it comes to structural surfaces. Nonetheless all his indisputable contributions to the field, his achievements are barely known to the architectural and engineering community. The first two decades of the 21st century have witnessed a renewed interest

La grande apertura trasversale all'interno del mercato CEASA aveva Eladio Dieste escogitare scivolate laterali per stabilizzare l'instabilità della struttura. Fonte: Per gentile concessione degli archive di Sergio Marques / archive Joao Alberto.

The large transversal span within the CEASA Market had Eladio Dieste come up with lateral glides in order to stabilize the buckling of the structure. Source: Courtesy of the Sergio Marques Archives / João Alberto Archives.



Le volte gaussiane di Eladio Dieste nel mercato CEASA a Porto Alegre in Brasile, progettato e costruito nel 1970 da Eladio Dieste, con la collaborazione degli architetti brasiliani Carlos Maximiliano Fayet, Claudio Luiz Araujo e Carlos Comas. Questa vista a volo d'uccello rivela che questa è la volta gaussiana con le dimensioni più lunghe mai costruite, essendo lunga 275 metri e larga 45 metri. Per gentile concessione degli archive di Sergio Marques / archive Joao Alberto.

The Gaussian Vaults of Eladio Dieste in the CEASA Market in Porto Alegre Brazil, designed and built in 1970 by Eladio Dieste, with the collaboration of Brazilian architects Carlos Maximiliano Fayet, Claudio Luiz Araujo and Carlos Comas. This bird's eye view of the CEASA Market of Porto Alegre reveals that this is the Gaussian Vault with the longest dimensions ever built, being 275 meters long and 45 meters wide. Source: Courtesy of the Sergio Marques Archives / Joao Alberto Archives.

in surface structures, in a way as to command the geometrical comprehension of the existing structural typologies, even its unexplored varieties such as Dieste's ruled surfaces and Gaussian Vaults.

Le strutture superficiali sono sistemi che derivano la loro rigidità dalle pieghe o dalle curvature, quando sono rigide, e dalla precompressione, quando non sono rigide (ovvero membrane). Questi gusci rigidi e le membrane di tensione abbondarono fino alla metà del XX secolo, essendo oggetto di studi approfonditi in rinomati centri di ricerca come l'*Institute of Light Structures* di Frei Otto, ma presto decadde a causa di alternative più economiche per le lunghe campate,

Surface structures are systems that derive their stiffness from folds or curvatures, when rigid, and prestressing, when non-rigid (i.e. membranes). Such rigid shells and tensile membranes abounded until mid-twentieth century, but fell in favor due to cheaper alternatives for long spans in the shape of spatial trusses. However, the first decades in the 21st century seemed to have brought such typologies back to the drawing board, mostly due to the developing of exponentially improving digital design tools and construction techniques, new material technologies and powerful computer-

numerically-controlled (CNC) manufacturing processes¹. The structural conception of structural surfaces begins with the choice of form, which in turn takes two approaches: the option for geometrical shapes of proven performance record, or the option for form-finding strategies. Both pathways demand a bulky structural typology repertoire. The first option is consists of adapting a given established typology or, an association of such typologies, onto the design problem at hand. The second option involves creating a new geometry and demands an even higher repertoire of such structural

typologies and its primary and secondary associations, besides a knowledge of the physical phenomena intrinsic to the stability of constructions associated to architectural geometry and the limitations of the materials involved. Thus, the form-finding path suggests a considerably prolonged design process for it strays away from the established procedures, and forces architectural and engineering firms to invest resources in solutions of uncertain structural viability. After the consolidation of the form, it is crucial to perform its behavior analysis and thus,

quali le capriate spaziali.

Tuttavia, i primi decenni del XXI secolo sembravano aver riportato tali tipologie sui tavoli da disegno, principalmente grazie allo sviluppo esponenziale di strumenti di progettazione digitale e tecniche di costruzione, nuove tecnologie dei materiali e potenti computer a controllo numerico (CNC) nel processo di produzione. Tuttavia, non c'è unanime consenso sulle tipologie che potrebbero essere estratte da questi nuovi input, né sul processo di progettazione che è destinato a raccogliere i frutti di questo nuovo scenario. Ciò che è chiaro è che il XXI secolo ha bisogno di un nuovo linguaggio relativo alle strutture di superficie¹.

La concezione statica delle superfici strutturali all'interno del processo di progettazione architettonica è una delle discipline più impegnative sia per gli insegnanti che per gli studenti tra banchi universitari di tutto il mondo, e continua ad esserlo anche durante la carriera professionale di quest'ultimi². La fase del processo di progettazione inizia con la scelta della forma, che a sua volta comprende due approcci: l'opzione per le forme geometriche dalle prestazioni comprovate o l'opzione per le strategie di ricerca del modulo. Entrambi i percorsi richiedono un repertorio di tipologie strutturali voluminose.

La prima opzione è costituita dall'adattamento di una

La lunghezza longitudinale delle volte gaussiane aveva aperture in circa la metà delle costruzioni prodotte, con diverse curvature nei bordi superiore e inferiore delle aperture. Fonte: Per gentile concessione degli archive di Sergio Marques / archive Joao Alberto.

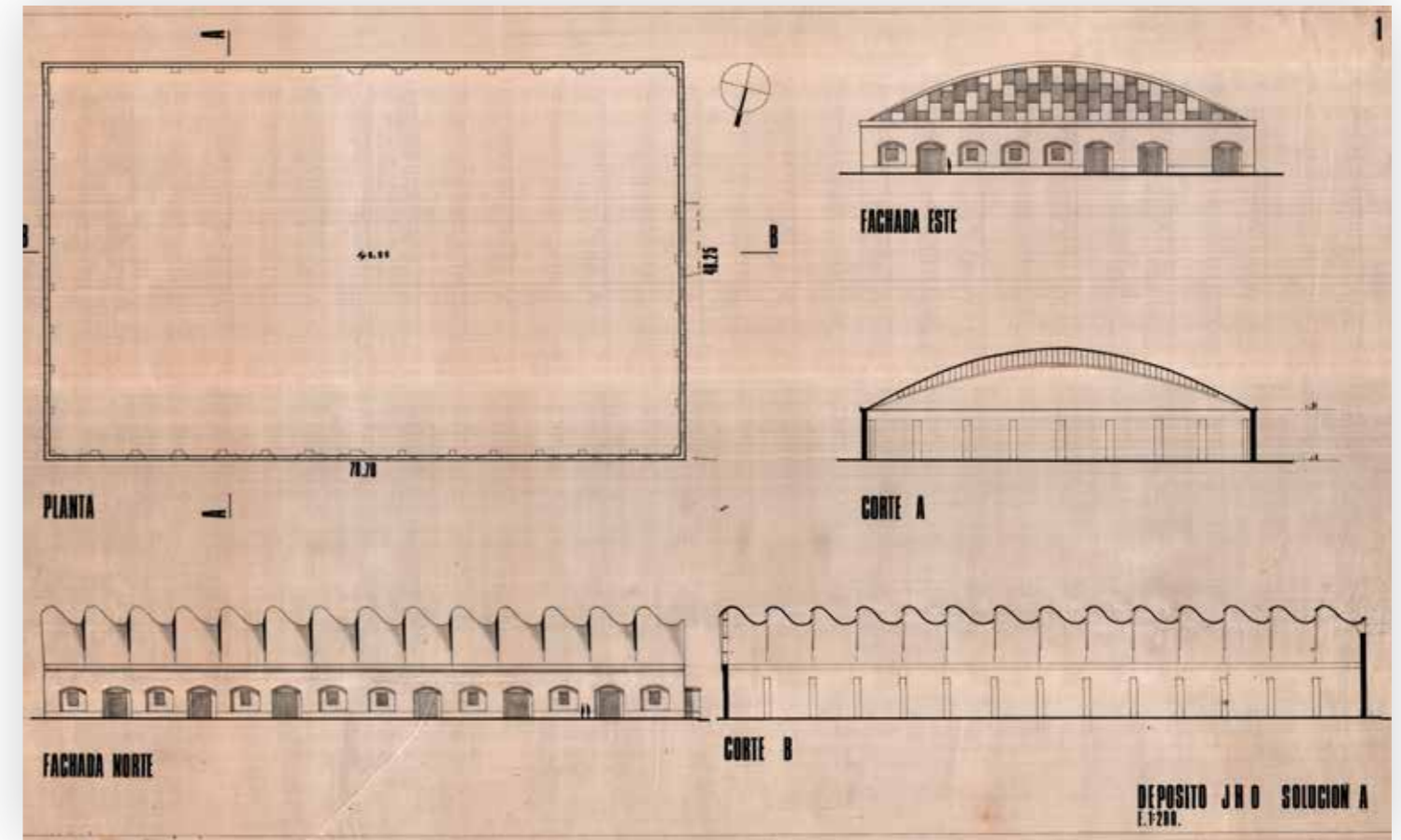
The longitudinal span of the Gaussian Vaults had openings in about half of the produced constructions, with different curvatures in the upper and lower edges of the openings. Source: Courtesy of the Sergio Marques Archives / Joao Alberto Archives.

Eladio Dieste ha anche costruito il design della geometria con un record comprovato di prestazioni, come i suoi volte autoportanti. Tali strutture erano a sbalzo e accoppiate in più moduli allo scopo di resistere alle spinte laterali. Fonte: Per gentile concessione degli archive di Sergio Marques / archive Joao Alberto.

Eladio Dieste also built design with geometry with proven performance record, such as his freestanding vaults. Such structures were cantilevered and paired in multiple modules in order to withstand lateral thrusts. Source: Courtesy of the Sergio Marques Archives / Joao Alberto Archives.

determinata tipologia stabilita o, un'associazione di tali tipologie, sul problema del progetto. Consiste cioè nella raffinatezza dei processi di progettazione ben consolidati. Nondimeno, la seconda opzione prevede la creazione di una nuova geometria da testare, e richiede un repertorio ancora più elevato di tali tipologie strutturali e delle sue associazioni primarie e secondarie, oltre alla conoscenza dei fenomeni fisici intrinseci alla stabilità delle costruzioni associate alla geometria architettonica e ai limiti dei materiali coinvolti. Pertanto, è possibile affermare che il percorso di ricerca della forma suggerisce un processo di progettazione considerevolmente prolungato perché si allontana dalle procedure stabilite e costringe le imprese di architettura e ingegneria a investire risorse in soluzioni di incerta sostenibilità strutturale. Tali questioni sono state affrontate attraverso sofisticate tecniche di progettazione digitale all'avanguardia che sono sorte nel XXI secolo, ma il fatto che l'output sia sconosciuto rappresenta ancora un ostacolo per gli architetti e gli ingegneri ordinari che devono fornire una soluzione in un determinato ambito di tempo.

Dopo il consolidamento della forma, è fondamentale eseguire l'analisi del comportamento e, quindi, procedere con le necessarie modifiche della forma stessa. Tale analisi viene eseguita da architetti o da ingegneri, a seconda delle limitazioni nazionali



del loro diploma. Se fino alla metà del XX secolo, l'analisi è stata eseguita con modelli di scala sempre più grandi e il test è stato eseguito solo quando il modello ha raggiunto una scala 1:1, al giorno d'oggi software di ingegneria specializzati come le piattaforme *Finite Element Analysis* assicurano un comportamento preciso all'interno del sistema. Tuttavia, il software di analisi agli elementi finiti è concepito per l'analisi comportamentale e quindi destinato alle procedure di ricerca della forma contemporanee come i modelli pneumatici, i processi di estrusione e gli approcci particella-molla e infine inviato all'ottimizzazione ancora una volta tramite i processi di *Finite Elements*. Martin Bechthold

Il Mercato CEASA è una volta gaussiana che si differenzia dal resto del repertorio di Dieste perché è stato progettato attivamente dagli architetti, e quindi include volumi complementari per esteticamente tendere al briefing.

The CEASA Market is a Gaussian Vault that differs from the rest of Dieste's repertoire for it was actively designed by architects, and thus includes complementary volumes in order to aesthetically tend to the briefing.
Fonte/Source: Courtesy of the Sergio Marques Archives / João Alberto Archives.

afferma che non esistono attualmente piattaforme consolidate per la concomitante ricerca di forme, analisi dei moduli e ottimizzazioni e suggerisce che la modellazione parametrica più vicina sia la direzione da seguire per l'unificazione di tali procedure³. Ciò avviene principalmente a causa della capacità insite nella modellazione di geometrie complesse e ruolo della prototipazione rapida nella verifica delle decisioni progettuali. L'ingegnere uruguayano Eladio Dieste costruì oltre 100 superfici strutturali durante la sua carriera professionale: la ricerca e l'analisi del comportamento avvenivano simultaneamente raggiungendo luci di notevole lunghezza, fino ai 45 metri del mercato

proceed with the necessary form adjustments. If by the mid-twentieth century, the analysis was left upon ever bigger scale models, nowadays software such as Finite Element Analysis platforms assure an accurate behavior within the system. However, Finite Element Analysis software are intended in for behavior analysis and then returned to contemporary form-finding procedures such as pneumatic models, extrusion processes and particle-spring approaches, and ultimately sent to optimization once again via Finite Elements processes. Martin Bechthold states

that there are not currently established platforms for the concomitant form-finding, form analysis and optimizations². The Uruguayan engineer Eladio Dieste built over 100 structural surfaces during his professional career form-finding and behavior analysis occurred simultaneously. Also, although contemporary to the establishment of analogical, and then computational, variations of Finite Element Analysis, he went about to design such structural shells without the traditional established form-finding and analysis methods. What is more astonishing is that

he did so when dealing with geometrical shapes of unproven performance record, that is, a new structural typology, in a construction technique that did not possess much dissemination in the field's literature, reinforced masonry. Dieste named that new typology Gaussian Vaults³. It is not clear why Dieste did not resort to Finite Element methods for his structures' behavior analysis, but it is important to state that Dieste's methods results are strikingly close to those of Finite Elements⁴. His methods are fully registered in his writings of

the Pandeo de laminas de doble curvatura, originally published in 1978. However such calculations registries are better certainly better interpreted if accompanied of Dieste's theoretical grounds, such as it is the case of the compilation of Galaor Carbonell, in Eladio Dieste – La Estructura Ceramica (1997), and the writings of Antonio Jimenez Torrecillas in Eladio Dieste (1943-1996). Both of these publications possess insights on the Uruguayan's calculation and design methods written by Dieste himself. What is important is to understand that Dieste

conceived a method of his own where form-finding and behavior analysis occurred simultaneously in order to verify his designs. The nature of the unification of form-finding and behavior analysis in the design methods of Dieste resides in the fact that his Gaussian Vaults transversal sections are the result of undulations, obtained by successive approximations based on intuition, that is, structural repertoire registered in his design-thought process, aimed to prevent the buckling of such doubly-curved structural surfaces. These approximations had their geometry verified by the

CEASA⁴, costruito nel 1970 a Porto Alegre, in Brasile. Inoltre, sebbene fosse contemporaneo all'istituzione di varianti analogiche, e quindi computazionali, dell'analisi agli elementi finiti, iniziò a progettare tali involucri strutturali senza i tradizionali metodi di individuazione e scomposizione della forma. La cosa più sorprendente è che lo fece quando si trattava di forme geometriche dalle prestazioni non provate, cioè nuove tipologie strutturali, in una tecnica di costruzione che non possedeva molta divulgazione in letteratura specializzata, la muratura rinforzata. Dieste chiamò questa nuova tipologia *Gaussian Vaults*, in omaggio al matematico Carl Gauss. Non è chiaro perché Dieste non abbia fatto ricorso al metodo agli elementi finiti per l'analisi del comportamento delle sue strutture, ma è importante ricordare che i metodi di Dieste risultano sorprendentemente vicini a quelli degli stessi elementi finiti. Gli Ingegneri Civili Remo Pedreschi e Dimitris Theodossopoulos, entrambi professori di Tecnologia dell'Architettura all'Università di Edimburgo, hanno pubblicato un documento importante in questo senso, chiamato "Le volte a doppia curvatura in muratura di Eladio Dieste"⁵, dove le volte Gaussiane di Dieste sono state studiate attraverso l'analisi agli elementi finiti con software per attestare l'accuratezza del metodo dell'architetto uruguayano.

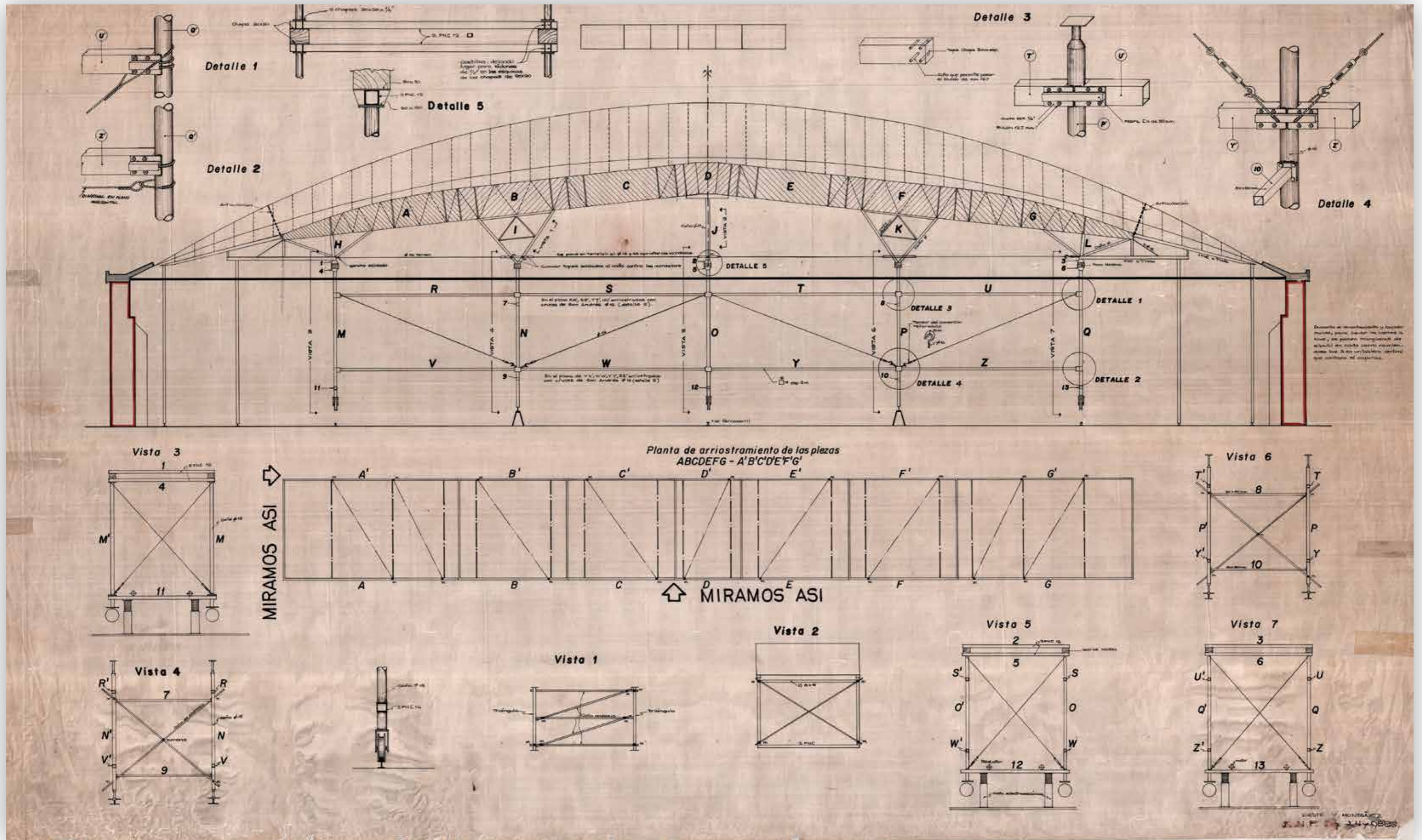
La lunghezza trasversale di 45 metri del mercato CEASA è quasi eguagliata dal magazzino del porto di Montevideo, che scende a soli 3 metri dal marchio. Tuttavia, dal momento che questo progetto è stato costruito sui resti del vecchio magazzino, le spinte laterali doveva essere assorbita dalle pareti laterali esistenti. Fonte: Per gentile concessione degli archive di Dieste & Montanez/ archive UDELAR.

The 45-meter-long transversal span of the CEASA Market is nearly matched by the Port Warehouse from Montevideo, falling just short 3 meters from the mark. However, since this design was built upon the remains of the old warehouse, the trust had to be absorbed by the existing lateral walls.
Source: Courtesy of the Dieste & Montanez Archives / UDELAR Archives.

I metodi di calcolo di Dieste sono ampiamente esplicitati dai suoi scritti *Pandeo de laminas de doble curvatura*, pubblicati nel 1978. Tuttavia, tali calcoli potrebbero essere sicuramente meglio interpretati se accompagnati dalla base teorica di Dieste, come nel caso del lavoro di Galaor Carbonell, *Eladio Dieste – La Estructura Ceramica* (1997), e gli scritti di Antonio Jimenez Torrecillas *Eladio Dieste (1943-1996)*, dove i metodi di calcolo di Dieste sono registrati nel volume 2 della pubblicazione. Entrambe queste pubblicazioni possiedono approfondimenti sui metodi di calcolo e di progettazione uruguayani scritti dallo stesso Dieste.

L'obiettivo di questi scritti non è quello di dimostrare la superiorità dei metodi di calcolo di Dieste rispetto alla consolidata analisi agli elementi finiti, in termini di precisione o completezza. Ciò che è importante è capire che Dieste ha concepito un metodo tutto suo dove l'individuazione della forma e l'analisi del comportamento avvengono simultaneamente nella verifica dei suoi progetti.

La natura dell'unificazione dell'analisi della forma e del comportamento nei metodi di progettazione di Dieste risiede nel fatto che le sue sezioni trasversali di volte gaussiane sono il risultato di ondulations, ottenute per approssimazioni successive basate sull'intuizione, cioè, sul repertorio strutturale



Eladio Dieste si specializzò nella ceramica rinforzata e sviluppò nuovi processi e strumenti di

costruzione, come la struttura a vela che inventò per le volte gaussiane. Fonte: Per gentile

concessione degli archive di Dieste & Montanez/ archive UDELAR

Eladio Dieste specialized in reinforced ceramics and developed new construction

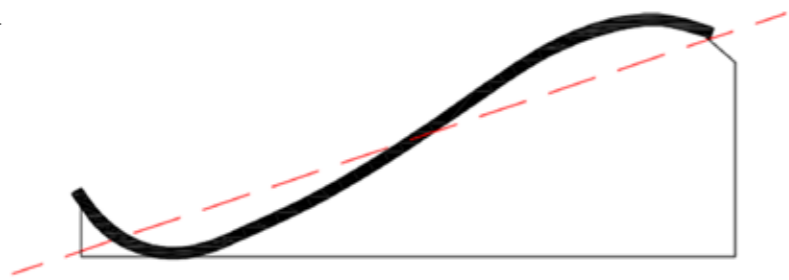
processes and tools, such as the gliding framework he invented for the Gaussian Vaults.

Source: Courtesy of the Dieste & Montanez Archives / UDELAR Archives.

Sintesi del metodo di analisi della forma e del comportamento di Eladio Dieste: il primo passo consiste nel trovare le sezioni trasversali con il momento minimo di inerzia.

Synthesis of Eladio Dieste's joint form-finding and behavior analysis method: The first step consists of finding the transverse sections with the minimal moment of inertia

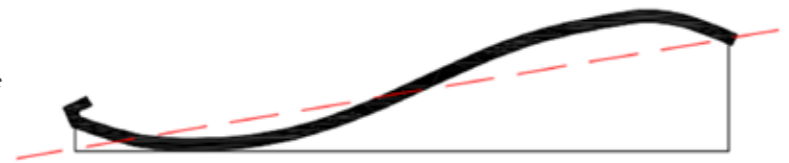
L'analisi della forma e del comportamento di Eladio Dieste avviene simultaneamente attraverso i suoi metodi di calcolo. Il primo passo importante consiste nell'identificazione del momento minimo di inerzia all'interno della sezione trasversale. Fonte: Felipe Corres Melachos



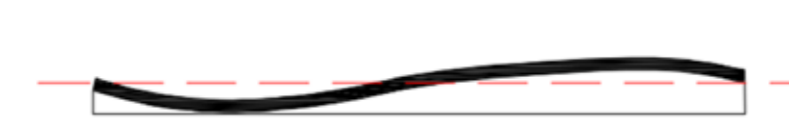
Asse minimo di inerzia
Minimum axis of inertia

Sezione trasversale numero 7, molto vicino alla sezione chiave
Transverse section number 7, very close to the key section

Eladio Dieste's form-finding and behavior analysis occurs simultaneously through his calculation methods. The first major step consists of the identification of the minimum moment of inertia within the transversal section. Source: Felipe Corres Melachos



Sezioni trasversali numero 4-5-6, vicino alla sezione tasti
Transverse sections number 4-5-6, close to the key section



Sezioni trasversali numero 2-3, molto vicino al bordo del tetto
Transversal sections number 2-3, very close to the edge of the roof



Sezione trasversale numero uno, sezioni di bordo
Transverse section number one, edge sections

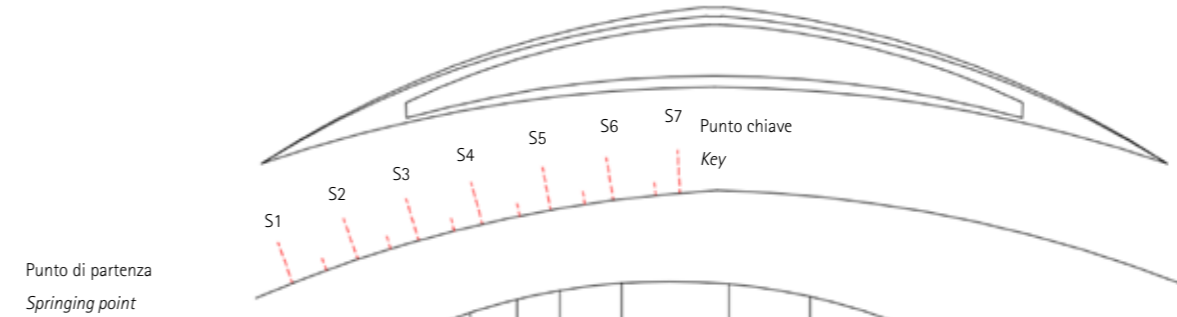
calculation of the transversal section's momentum of inertia, in a way as to obtain their minimum value. Such tests axes with the minimum momentum of inertia were then translated to the vault's longitudinal section, comprised of catenaries, and had their heights adjusted by means of bending moments graphs. Thus, Eladio Dieste achieved his form by means of successive verifications, whose results were incorporated in the section's transversal geometry until its resistance to buckling was assured. Thus, Eladio Dieste created a structural surface design

process suitable for his intended shapes. Thus, Eladio Dieste managed to integrate calculation methods and design process, using calculus as design tool, not a behavior analysis tool. As if it were not enough, such finished structural solutions were then translated to the construction site and enriched with the opinion of the construction workers' practical knowledge. Thus, Eladio Dieste not only integrated form-finding and behavior analysis into the design process of structural surfaces, he integrated the construction worker's repertoire into those solutions as well, making structure,

form, and the construction process a unity integrated in space. Eladio Dieste, just like the structural artists of David Billington⁵, built works of art when aiming for economy, efficiency, and elegance in construction by integrating power with aesthetics, and by integrating his design solutions with the resources of his surroundings. John Ochsendorf⁶ was indeed very right.

La determinazione delle altezze della catenaria

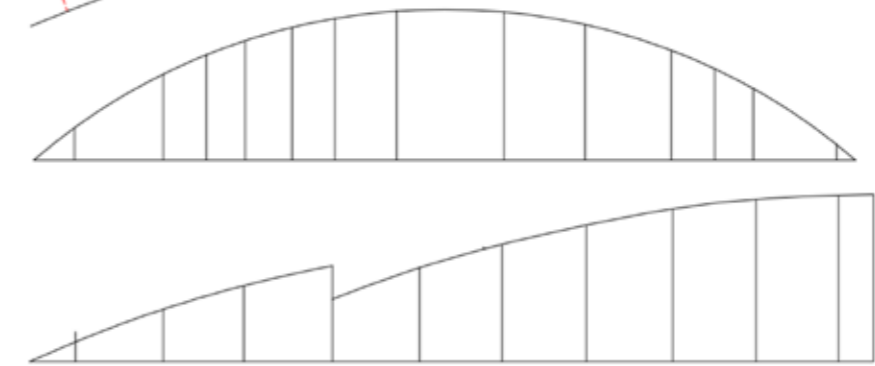
The determination of the catenary heights



Punto di partenza
Springing point

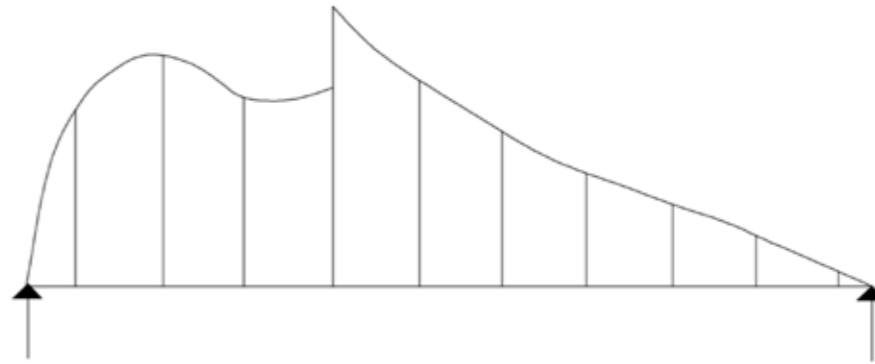
Traduzione dell'asse di prova con il momento di inerzia minimo nella sezione longitudinale della volta

Translation of tests axis with the minimum moment of inertia to the vault's longitudinal section



Regolazione delle altezze della sezione longitudinale (catenaria) con l'ausilio degli schemi dei momenti flettenti e della forza

Adjustment of the longitudinal (catenary) section heights with the aid of the diagrams of bending moments and force



Il secondo importante passo nella procedura di progettazione di Eladio Dieste consiste nello stabilire le altezze delle sezioni della catenaria. Fonte: Felipe Corres Melachos

The second major step within Eladio Dieste's design procedure consists of establishing the heights of the catenary sections. Source: Felipe Corres Melachos

registrato nel suo processo di pensiero progettuale. Queste approssimazioni avevano la loro geometria verificata dal calcolo del momento di inerzia delle sezioni trasversali, in modo da ottenere il loro valore minimo. Tali assi di prova con il minimo momento di inerzia sono stati poi tradotti nella sezione longitudinale della volta, composta da catenarie, e hanno regolato le loro altezze per mezzo di grafici dei momenti flettenti.

Così, Eladio Dieste ha progettato le sue forme attraverso verifiche successive, i cui risultati sono stati incorporati nella geometria trasversale della sezione fino a quando la sua resistenza alla deformazione è stata assicurata. In questo modo Dieste ha creato un processo strutturale di progettazione delle superfici adatto alle forme desiderate rendendole strutturalmente solide e integrando i metodi di calcolo e il processo di progettazione. In questo senso il calcolo è stato utilizzato come strumento di progettazione, non uno strumento di analisi



del comportamento. Come se non bastasse, tali soluzioni strutturali sono state poi tradotte in cantiere e arricchite con il parere della conoscenza pratica dei lavoratori edili. Eladio Dieste non solo ha integrato l'analisi della forma e del comportamento nel processo di progettazione delle superfici strutturali, ha integrato il repertorio del cantiere in quelle soluzioni, rendendo la struttura, la forma e il processo di costruzione un'unità integrata nello spazio costruito. Eladio Dieste proprio come gli artisti strutturali di David Billington⁶ ha costruito opere d'arte nella ricerca di economia, efficienza ed eleganza nella costruzione integrando la potenza con l'estetica e integrando le sue soluzioni compositive con le risorse del suo ambiente. John Ochsendorf, il primo a interpretare Eladio Dieste in questo modo, aveva ragione⁷.

Note

- 1 Martin Bechthold. *Innovative Surface Structures: Technologies and Applications*, 1st ed. (New York, NY: Taylor & Francis, 2008), 240.
- 2 POLILLO, A. *Considerações sobre o ensino de estruturas nos cursos de formação de arquitetos*. 1968. Tese (Concurso para a Cátedra de Concreto Armado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1968
- 3 Martin Bechthold. *Innovative Surface Structures: Technologies and Applications*, 1st ed. (New York, NY: Taylor & Francis, 2008), 240
- 4 le foto del CEASA di questo articolo sono state gentilmente fornite dagli architetti e professori brasiliani Sergio Marques e Joao Alberto
- 5 Pedreschi, R & Theodossopoulos, D 2007, 'The double-curvature masonry vaults of Eladio Dieste'. *Proceedings of the ICE - Structures and Buildings*, vol 160, no. 1, pp. 3-11. DOI: 10.1680/stbu.2007.160.1.3
- 6 David P. Billington. *The Tower and the Bridge*, 2nd ed. (New York: Princeton University Press, 1985), 316
- 7 John Ochsendorf, "Eladio Dieste as Structural Artist". In Stanford Anderson, ed., *Innovations in Structural Art*. (New York: Princeton Architectural Press, 2004), 263

Approssimazione dei mattoni utilizzati nel mercato CEASA, ora esposti a causa della mancanza di manutenzione. Fonte: Per gentile concessione degli archive di Felipe Rodrigues

Approximation of the bricks used in the CEASA Market, now exposed due to the lack of maintenance. Source: Courtesy of the Felipe Rodrigues Archives

Cassaforma per i volte autoportanti del mercato CEASA. Fonte: Per gentile concessione degli archive di Sergio Marques / archive Joao Alberto

Formwork for the freestanding vaults of the CEASA Market. Source: Courtesy of the Sergio Marques Archives / João Alberto Archives

Notes

- 1 Martin Bechthold. *Innovative Surface Structures: Technologies and Applications*, 1st ed. (New York, NY: Taylor & Francis, 2008), 240
- 2 *Ibid*
- 3 All pictures from Eladio Dieste's CEASA Market, one of Eladio Dieste's most impressive displays of Gaussian Vaults, were gently provided by Brazilian Architects and Professors Sergio Marques and Joao Alberto
- 4 Pedreschi, R & Theodossopoulos, D 2007, 'The double-curvature masonry vaults of Eladio Dieste'. *Proceedings of the ICE - Structures and Buildings*, vol 160, no. 1, pp. 3-11. DOI: 10.1680/stbu.2007.160.1.3
- 5 David P. Billington. *The Tower and the Bridge*, 2nd ed. (New York: Princeton University Press, 1985), 316
- 6 John Ochsendorf, "Eladio Dieste as Structural Artist". In Stanford Anderson, ed., *Innovations in Structural Art*. (New York: Princeton Architectural Press, 2004), 263

Questo studio è stato finanziato in parte dal Coordinamento per il miglioramento del personale dell'istruzione superiore (CAPES) - Codice finanziario 001.

This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Finance Code 001.

Felipe Corres Melachos

M.A., studente di dottorato FAU-Mackenzie/ Università degli Studi di Ferrara, Professore di architettura e urbanistica FAU-Escola da Cidade • MArch, PHD candidate FAU-Mackenzie/Università degli Studi di Ferrara, Professor FAU-Escola da Cidade
fmelachos@melachos.com

Wilson Florio

PhD, Coordinatore del programma di dottorato in architettura FAU-Mackenzie, Professore di architettura e urbanistica FAU-Mackenzie, Professore di architettura e urbanistica Unicamp • PhD, Head of the Architecture PhD Program in FAU-Mackenzie, Professor FAU-Mackenzie and Unicamp
wilson.florio@mackenzie.br