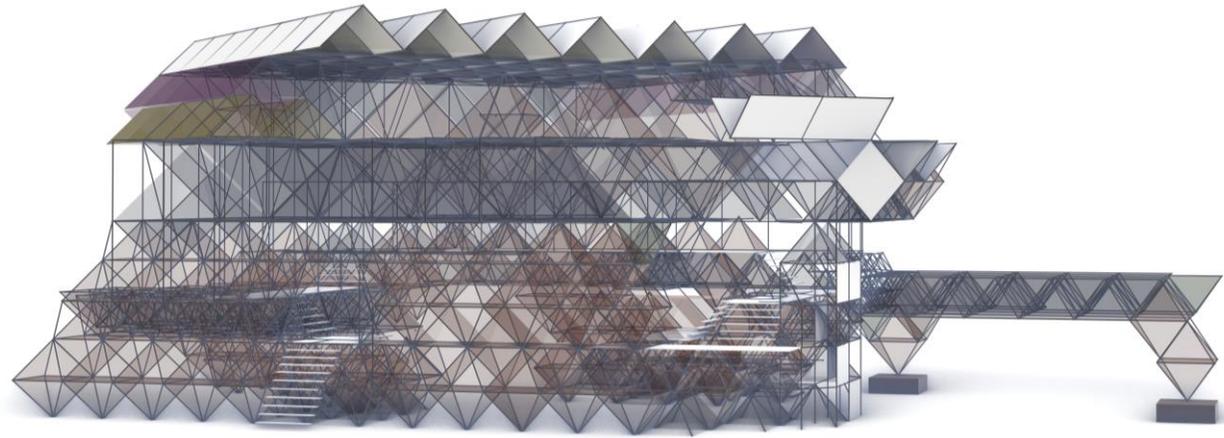


# TEORÍA RAUMSTADT EN LA OBRA DE ECKHARD SCHULZE-FIELITZ: PABELLÓN DEUBAU DE ESSEN



AUTOR: Laura Torres Martínez

TUTORES: Pedro García Martínez

Martín Peña Fernández-Serrano

Universidad Politécnica de Cartagena

Grado Fundamentos de Arquitectura 2023-2024



## Resumen

A partir de los años sesenta, la arquitectura de Eckhard Schulze-Fielitz se desarrolla en el ámbito de las obras utópicas, como Yona Friedman, como componente del GEAM. A partir de ese momento, Eckhard comienza un estudio sobre la sistematización de las dimensiones y realiza una teoría espacial basada en las leyes geométricas y matemáticas, que le llevará a la creación de megaestructuras.

Esta teoría, más adelante, le llevará a desarrollar un sistema capaz de continuar expandiéndose indefinidamente en todas las direcciones de la obra. Este sistema, formado por geometría básica de tetraedros y octaedros, estaría completamente sistematizado e industrializado. De manera que, se puede realizar su producción en masa para una optimización del tiempo.

Con esta teoría desarrollada, se realizará un estudio a través de la obra que realizó Eckhard Schulze-Fielitz con este sistema de barras flexibles y modulares. El objeto de este trabajo es transmitir la teoría Raumstadt con las leyes geométricas y matemáticas mediante el pabellón DEUBAU de Essen como principal obra de este sistema.

Palabras clave: Schulze-Fielitz, Metaeder, Raumstadt, geometría, Yona Friedman, DEUBAU

## Abstract

Since the sixties, Eckhard Schulze-Fielitz's architecture developed in the utopian works' field, together with Yona Friedman, as a GEAM member. From that point on, Eckhard begins a study on dimensions' systematization, and he realizes a spatial theory based on geometric and mathematical laws, which lead him to the creation of megastructures.

This theory, later, will lead him to develop a system capable of continuing to expand indefinitely in all directions of the work. This system, formed by basic geometry of tetrahedra and octahedra, would be completely systematized and industrialized. So that, its mass production could be realized for a time optimization.

With this theory developed, a study will be made about the work carried out by Eckhard Schulze-Fielitz with this system of flexible and modular bars. The idea is to convey the geometric and mathematical laws' theory through the DEUBAU pavilion in Essen as the main work of the system.

Key words: Schulze-Fielitz, Metaeder, Raumstadt, geometry, Yona Friedman, DEUBAU

## ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	3
1.1 Objetivos del trabajo	5
1.2 Estado de la cuestión	7
1.3 Metodología	
2. CONTEXTO. ECKHARD SCHULZE	
2.1 Biografía	10
2.2 Precedentes	13
2.3 Relaciones con el CIAM y grupo GEAM	15
3. DESARROLLO DE LAS ESTRATEGIAS. ECKHARD SCHULZE	
3.1 Desarrollo bases teóricas de la megaestructuras: Raumstadt	22
3.2 Módulo Metaeder	27
3.3 Cronología de las obras generadas	36
4. PABELLÓN DEBAU ESSEN	
4.1 Descripción y análisis de la obra	42
4.2 Resultados	53
5. CONCLUSIONES	65
6. BIBLIOGRAFÍA	72
7. FUENTE DE IMÁGENES	77





## 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1 Objetivos del trabajo

Con el presente Trabajo Fin de Grado se pretende estudiar los espacios tridimensionales en la arquitectura a partir del modelo teórico RAUMSTADT de Eckhard Schulze-Fielitz, así como su materialidad y composición en la realidad de sus obras.

Centrando este enfoque en el análisis de su modelo teórico desde el pabellón DEUBAU de ESSEN como principal objeto de estudio, los objetivos serán los siguientes:

- Búsqueda de información acerca del autor y su obra, sobre papel o ejecutada, en documentos digitales y archivos municipales.
- Búsqueda de fotografías e imágenes, así como documentación gráfica acerca de su obra
- Documentar el modelo teórico Raumstadt de Eckhard Schulze-Fielitz, identificando los principales conceptos, características y aplicaciones en su propia arquitectura.
- Contextualizar el pabellón DEUBAU de Essen, comprobando su coherencia con el sistema teórico Raumstadt y el módulo Metaeder.
- Comprobar que la metodología del edificio se corresponde a la descrita por el autor.

- Identificar los elementos constructivos con los que se lleva a cabo la obra.
- Identificación y elección de información correspondiente al ámbito de estudio del trabajo a realizar.
- Reconstrucción gráfica del edificio, siguiendo la teoría de Raumstadt utilizando el módulo Metaeder

## 1.2 Estado de la cuestión

El inicio de la investigación se basa en contrastar información existente, así como comprender y contextualizar al autor Eckhard Schulze-Fielitz, su obra y los sistemas constructivos del momento. Sin embargo, este procedimiento de búsqueda nos sitúa frente a una realidad: la ausencia de información disponible sobre el autor y su obra.

Durante este proceso se encuentra una fuente relevante para el estudio: una Tesis doctoral de Stephan Strauß procedente de Alemania escrita en mayo de 2005, la cual registra de manera generalizada las obras del autor, sin entrar en detalle en ninguna obra en concreto. Esta tesis proporciona una visión general de las aportaciones arquitectónicas de Schulze-Fielitz, pero sin ofrecer información de importancia para el estudio de sus teorías.

Posteriormente, la existencia de un Trabajo Fin de Carrera en la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid, denominado *Propuestas generales del grupo de estudio de la arquitectura móvil (GEAM). Caso concreto de Schulze-Fielitz*, desarrollado por Arturo Guillén González en 2017, donde se tratan las propuestas del grupo GEAM y la propuesta de Schulze-Fielitz con sus sistemas urbanos y el proyecto de ciudad espacial junto con Yona Friedman. Aunque esta fuente aporte apoyo a las explicaciones de los sistemas urbanos del autor, sigue sin profundizar en la metodología de su obra.

Además, entrando en las teorías del autor, sus publicaciones *Stadtsysteme I* y *Stadtbsysteme II*, dónde

explica su teoría del RAUMSTADT y su sistema del METAEDER y desde el punto de vista de los sistemas urbanos. Sin embargo, no explica sus bases teóricas en detalle.

También existe otra publicación donde se tratan las bases teóricas del autor, así como aparecen entrevistas del autor; pero sin detallar ninguna obra ni explicar por completo su método de construcción, llamada *Metasprache des Raums* de la editorial Springer, escrito por Eckhard Schulze Fielitz y editado por Wolfgang Fiel.

De la misma manera, aparecen otras publicaciones como es la entrevista que Florian Aicher le realiza a Schulze-Fielitz sobre la tercera dimensión en la *Revista Bauwelt*.

La existencia de algunos artículos como el de la *Revista Arquitectura* en el 2006, escrito por José Antonio Sosa Díaz-Saavedra, que explica los sistemas urbanos de Schulze-Fielitz y Yona Friedman; el artículo *Adiós a Eckhard Schulze-Fielitz* en *Vorarlberger Architektur Institut* por Wolfgang Fiel; o el de *Megaspacestructure Yona Friedman and Eckhard Schulze-Fielitz* de Dominique Rouillard.

Asimismo, se verifica la existencia de fotografías realizadas durante el proceso de construcción del pabellón DEUBAU de Essen en 1962, localizadas en el Archivo Baukunstarchiv NVR de Dortmund (Alemania).

Esta carencia de información dados los documentos de partida sobre la obra característica del pabellón DEUBAU de Essen y su teoría del Raumstadt con el módulo Metaeder justifica la importancia del estudio, para llenar un vacío en el conocimiento de la arquitectura de Eckhard Schulze-Fielitz.

### 1.3 Metodología

La investigación del presente estudio se centra en el ámbito de Alemania, donde el autor desarrolla gran parte de su obra. En particular, el enfoque de la investigación se centra en la ciudad de Essen, lugar donde desarrolla el pabellón analizado posteriormente.

Se establece como límite temporal de la investigación el siglo XX, realizando un enfoque de manera puntual en los años 1940 y 1970. Eligiendo dichas fechas debido a la cantidad de obras de carácter utópico realizadas por el autor.

Para alcanzar los objetivos propuestos anteriormente, se realiza una recopilación de fuentes bibliográficas existentes relacionadas con el autor y la obra a tratar. Obteniendo como fuente primaria escritas aquellos documentos gráficos, fotografías y escritos realizados por el autor. Dichas fuentes primarias son localizadas en el Archivo Baukunstarchiv NVR, situado en Dortmund, bibliotecas de relevancia en Alemania y diferentes libros que actualmente se encuentran disponibles al público escritos por el autor. Así como fuentes secundarias, obtenidas de artículos y documentos realizados previamente sobre el autor y su teoría. Muchas de estas fuentes secundarias quedan señaladas en el estado de la cuestión.



Figura 1. Schulze-Fielitz en Bregenz, Austria

## 2. CONTEXTO. ECKHARD SCHULZE-FIELITZ

## 2.1 Biografía

Eckhard Schulze-Fielitz nació el 24 de diciembre 1929 en Estettin (Polonia), entre los últimos años de la guerra y el inicio de la posguerra, y falleció el 1 de septiembre de 2021. (Strauss, 2005: 3-4).

Realizó sus estudios en Aquisgrán y Karlsruhe entre 1949 y 1954, junto con Egon Eiermann y Hans Chipper. (Strauss, 2005: 23).

Al poco tiempo de finalizar sus estudios, ganó un concurso de un edificio para la administración pública en Colonia (Alemania), en colaboración con Ulrich von Atenstady y Ernst von Rudloff, con Landeshaus Köln en 1959. (Strauss, 2005: 31).

Tras el fin del frenesí de la utopía, comienza a expandir sus ideas espaciales y la geometría básica, llegando a cuestionar las ideas que se estaban realizando en aquel momento. El sistema de cuadrícula superficial se queda apartado e inicia un sistema de cuadrícula tridimensional basándose en el concepto de arquitectura como espacio, de esta manera consigue liberar sus ideas proyectuales y comienza su verdadera trayectoria en la arquitectura. (Aicher, 2011)

Comienza a crear un sistema donde las personas puedan hacer lo que quieran, en torno a la improvisación. Este sistema recibe

el nombre de “RAUMSTADT” y, se convierte en un entramado tridimensional de tetraedros y octaedros totalmente industrializados y sistematizados, capaces de adaptarse a cualquier tipo de emplazamiento (Aicher, 2011).

Mantuvo relación con Daniel Spoerri en la Galería van de Loo de Essen, donde se expone la maqueta de “Space City”, quien será nexo de unión entre Eckhard y Yona Friedman, con su posterior anexo al GEAM en el año 1961 (Fiel, 2021).

El hecho de conocer a Yona Friedman fue el inicio de una conexión de dos espíritus afines y, esto, impulsó a Eckhard a desarrollar sus ideas de planificación urbana con mayor profundidad (Fiel, 2021).

A lo largo de su trayecto por la arquitectura, mantuvo contacto con Constant Nieuwenhuys, Yves Klein, Wojciech Fangor y André Thomskins; colaborando con este último en el proyecto de Düsseldorf Eller (Fiel, 2021).

Su obra se compone de proyectos, utópicos en su mayoría, desde 1959 hasta 1990; y dos volúmenes donde resume sus ideas sobre la arquitectura y el urbanismo: *Stadsysteme I* y *Standssysteme II*.

Finalmente, tras varios éxitos destacados, como el pabellón DEUBAU de Essen, el arquitecto Schulze-Fielitz realiza un sistema conceptual o teórico basado en inventariar figuras geométricas elementales, siguiendo las leyes geométricas y matemáticas. Este sistema se denomina, al principio *Raumstrukturen* y, posteriormente es llamado *Raumstadt* (Frac Centre, (n.d.) *Eckhard Schulze-Fielitz*. Disponible en: <https://collections.frac-centre.fr/collection/collection-art-architecture/index-des-auteurs/eckhard-schulze-fielitz-58.html?authID=172>).

Este proyecto finaliza con la fundación de su propia empresa, *STADTBAUSYSTEME*, especializada en sistemas constructivos prefabricados. Estos sistemas van más allá de los sistemas tradicionales, ofreciendo elementos sin límites, capaces de adaptarse y transformarse según las necesidades del entorno y del usuario (Frac Centre, (n.d.)).

## 2.2 Precedentes

En la época de las obras utópicas, existe una relación entre arquitectura, diseño y estructuras espaciales modernas (Bauwelt, 1961: 6). Esta conexión junto con los problemas de desarrollo urbano del momento, permitieron nuevos métodos de construcción mediante estructuras tridimensionales, de manera que se crearan ciudades estructuradas. De tal manera, las grandes ciudades podrían quedar compactadas en el menor espacio posible, generando una estructura de ciudad espacial sobre las ciudades ya preexistentes. Esta forma de proyectar se extrapoló también a obras tales como el pabellón Deubau de Essen, estudiada posteriormente.

El desarrollo de Eckhard Schulze-Fielitz en el campo de la arquitectura utópica comienza con las palabras de Mies “El campo de batalla del espíritu” (Aicher, 2011), es ahí cuando sus proyectos se convierten en un reflejo de su espíritu y no en un reflejo de la arquitectura convencional del momento.

Si bien comienza con Mies Van der Rohe como referencia principal, pronto cambiaría de opinión al ser consciente de que sus obras no eran, en realidad, una visión de su interior sino, más bien, una visión alterada de las obras de Mies. (Aicher, 2011)

Con este cambio de perspectiva ante sus proyectos, considera que el error está en tratar la arquitectura como un sistema de cuadrícula en dos dimensiones, y no como un sistema tridimensional, puesto que la unidad de la arquitectura es espacial. Es ahí cuando realmente comienza su liberación de ideas y comienza a realizar obras pertenecientes al movimiento utópico del momento.

Con el sistema “Raumstadt” se desvincula por completo de Mies, considerándolo como un sistema ‘Anti-Mies’, se trataría de un sistema donde las personas dejen fluir sus ideas. Desarrollando espacios donde las personas no tengan que adaptarse, sino que dichos espacios se adapten a las personas.

Esta tendencia de conseguir estructuras a partir de la geometría básica elemental se ve conectada entre arquitectos que sirvieron de referente para Friedman y Schulze-Fielitz, como Wachsmann y Fuller y, a través de Schulze-Fielitz, con su teoría denominada “Raumstadt”.

De tal modo, Eckhard estudia la geometría desde los distintos puntos de vista, explorando diversas corrientes del pensamiento a lo largo de la historia. A partir de las reconocibles teorías de matemáticos como Pitágoras, Kepler y Arquímedes, obtiene la

información necesaria sobre la relación espacial de las figuras geométricas. A pesar de todos los descubrimientos sobre geometría, Schulze-Fielitz opta por combinar todas las perspectivas anteriores en una única teoría unificada, con el fin de sintetizar las ideas de Pitágoras, Arquímedes y Kepler, llamada Metaeder. Completando de este modo su modelo teórico, el cual pone en práctica en sucesivas obras.

## 2.3 Relaciones con el CIAM y el GEAM.

### Propuestas del GEAM

Dada la situación social que se atraviesa en torno a los años 50 y los años 60, tras la segunda Guerra Mundial, los avances tecnológicos y la necesidad de aumentar el número de viviendas; se celebra el Congreso CIAM X (Congreso Internacional de Arquitectura moderna) de Dubrovnik en 1956. Se trataría del primer congreso CIAM donde se exponen y discuten propuestas relacionadas con la arquitectura y el urbanismo. En este congreso, solo Yona Friedman y Péré-Lahaille expusieron tipologías de arquitectura móvil y adaptable.

Tras el Congreso CIAM, se funda el grupo GEAM (Groupe d'étude d'architecture mobile), un grupo informal formado con la intención de unir arquitectos con los mismos ideales arquitectónicos (Schulze-Fielitz, 2009: 18) para solucionar unos problemas comunes sobre el crecimiento de las ciudades y la movilidad a través de ellas. (Peña, 2017: 3)

La base teórica del grupo GEAM se fundamenta en la arquitectura móvil de Yona Friedman en 1958. Posteriormente, frente a las inquietudes que se generan en el grupo sobre la sociedad, se crea un Manifiesto en 1961 firmado por algunos integrantes del grupo.

Como principales inquietudes a resolver, se encuentran los problemas sociales y la solución óptima a ellos. Se trataba de crear

arquitectura para un futuro cuya principal actividad sería la customización del espacio y el carácter social, dejando el trabajo en un segundo plano. Como la sociedad evoluciona a lo largo del tiempo, cambiando sus intereses, la arquitectura que intenta desarrollar el grupo GEAM es una arquitectura móvil y variable, según las necesidades de los usuarios; capaz de modificar la red de suministro de energía y agua y la eliminación de residuos; y una arquitectura capaz de desarrollar las mayores unidades espaciales a nivel urbano (Conrads, 1973: 264).

Siendo el manifiesto del grupo GEAM:

“A finales de 1957 se reúnen en París algunos jóvenes arquitectos de Francia, Holanda, Polonia e Israel para formar un «grouped'études d'architecture mobile» (GEAM). La última reunión del CIAM X en Dubrovnik, en 1956, planteó, entre otros los problemas de la movilidad, las interconexiones, la comunicación; problemas que cada vez son más apremiantes desde que se inició el desarrollo explosivo de las grandes ciudades y de las conurbaciones. El GEAM se propone como objetivo la elaboración de propuestas para resolver estos problemas. En marzo de

1958, tiene lugar en Rotterdam la primera reunión de trabajado. En ella también participan arquitectos de Alemania.

- A. Las dificultades catastróficas del urbanismo moderno son consecuencia de una serie de factores que se caracterizan de la siguiente forma:
1. Las edificaciones existentes y las que todavía hoy se construyen son demasiado rígidas y se adaptan con dificultades a la vida real.
  2. El crecimiento de la población no es previsible ni susceptible de una planificación.
  3. La circulación aumenta masivamente.
  4. Los derechos de propiedad están anticuados y las relaciones de propiedad están congeladas en parte.
  5. Los precios de las viviendas son demasiado caros.
  6. Una discrepancia cada vez mayor entre ciudad y planificación urbana, por una parte, y el rápido progreso de la ciencia y la técnica por otra.
- B. Estas condiciones redundan en perjuicio de la vida cotidiana de la población. Esto se advierte en los siguientes fenómenos:

1. La circulación esta congestionada y en determinados momentos del día casi llega a inmovilizarse.
2. Las viviendas se han convertido, en parte, en prisiones de ladrilla para las familias.
3. La huida de los fines de semana al aire libre adquiere cada vez mayores proporciones
4. El ritmo de vida es forzado, y es virtualmente imposible plasmar personalmente el propio medio ambiente.
5. Gran número de ciudadanos se sienten solos y aislados.

C. Para una mejora general de estas circunstancias, el GEAM ha establecido ciertas directrices y hace las siguientes propuestas:

1. Una reforma de los derechos de propiedad de las áreas edificables y del espacio aéreo con objeto de conseguir un intercambio más sencillo. Introducción de una utilización estratificada del espacio aéreo por parte de los habitantes.
2. Las construcciones deben ser variables e intercambiables.
3. Las unidades espaciales creadas con estas construcciones también deben de ser modificables e intercambiables en su empleo.

4. Los habitantes deben tener la posibilidad de adaptar personalmente sus viviendas a las necesidades del momento.
5. La industria y la prefabricación deben utilizarse plenamente en la realización de las construcciones como medio de reducir los precios.
6. La ciudad y la planificación urbana deben ser capaces de adaptarse al desarrollo de la circulación.
7. Las secciones individuales de la ciudad deben contar con viviendas y centros de trabajo, así como con centros de formación física e intelectual.

D. Para que los principios expuestos sean una realidad, el GEAM propone la elaboración de las siguientes técnicas:

1. Desarrollo de elementos arquitectónicos variables e intercambiables, como por ejemplo:
  - (a) muros exteriores,
  - (b) tabiques interiores,
  - (c) pisos y techos móviles.
2. Desarrollo de posibilidades fácilmente modificables para el suministro de energía y agua, y para la eliminación de desperdicios.
3. Desarrollo de mayores unidades espaciales a nivel urbano, como:

- (a) depósitos intercambiables  
(transportables por tierra, aire y agua),
- (b) construcciones flotantes,
- (c) espacios libres climatizados.

París, 5 de abril de 1960.

*David George Emmerich, Camille Frieden, Yona Friedman, Günter Günschel, Jean Pierre Pecquet, Werner Ruhnau.* (Conrads, 1973: 262-265)

En su manifiesto, el arquitecto Schulze-Fielitz abogaba por la creación de espacios que pudieran adaptarse de manera dinámica a las necesidades de los usuarios a lo largo del tiempo. Para lograr esta flexibilidad, propuso el uso de superficies móviles dentro de las estructuras, capaces de configurar los espacios interiores de manera que puedan cambiar a lo largo del tiempo y según las necesidades del usuario del momento para mejorar y optimizar la vivienda. Además, Schulze-Fielitz sugirió la construcción con elementos prefabricados y exigió procesos de planificación más abiertos y participativos. (Fiel, 2021).

Schulze-Fielitz se une a ellos por los intereses comunes acerca de la sociedad y el rechazo que comparten hacia la arquitectura estática y común, ya que obliga a tener una vida monótona e igual para todos los

habitantes, obligándolos a vivir de una determinada manera.

Asimismo, los componentes del GEAM también comparten los ideales de la arquitectura utópica, considerados megaestructuras por el tamaño de estas. Este tipo de arquitectura permanece, en su mayoría en papel debido a su dificultad estructural, aunque si bien es cierto que estas estructuras no suelen ser móviles sino fijas, por lo que la capacidad de cambiar su distribución se encuentra en el interior de estas. (Peña, 2017: p.4).

Entrando en el concepto de las megaestructuras, Yona Friedman destaca con su proyecto de 'Vie Spatiale'. Sin embargo, Schulze-Fielitz, de manera similar, emerge con su teoría Raumstadt. La gran diferencia entre ambos autores es, principalmente, la capacidad de construcción de las obras y su enfoque conceptual.

Por parte de Yona Friedman, las megaestructuras que genera se caracterizan por la implicación social y la exploración de lo abstracto, manifestándose como estructuras dibujadas, como el concepto de una obra de gran tamaño cuya estructura es incierta por lo que resulta incapaz de ser construida. Su enfoque se concentra en la flexibilidad,

participación y adaptabilidad de las megaestructuras a contextos urbanos.

Sin embargo, las megaestructuras de Schulze Fielitz son pensadas desde el punto de vista estructural a la vez que proyectual. Sus obras se distinguen por la posibilidad de construirse en la realidad. De hecho, algunas de ellas se materializan en edificaciones reales, lo que demuestra su capacidad de ser construidas y tener aplicación arquitectónica tangible. La manera de pensar en megaestructura, para Schulze-Fielitz, es desde el enfoque matemático y geométrico, sin dar importancia a la aplicación arquitectónica y urbana.

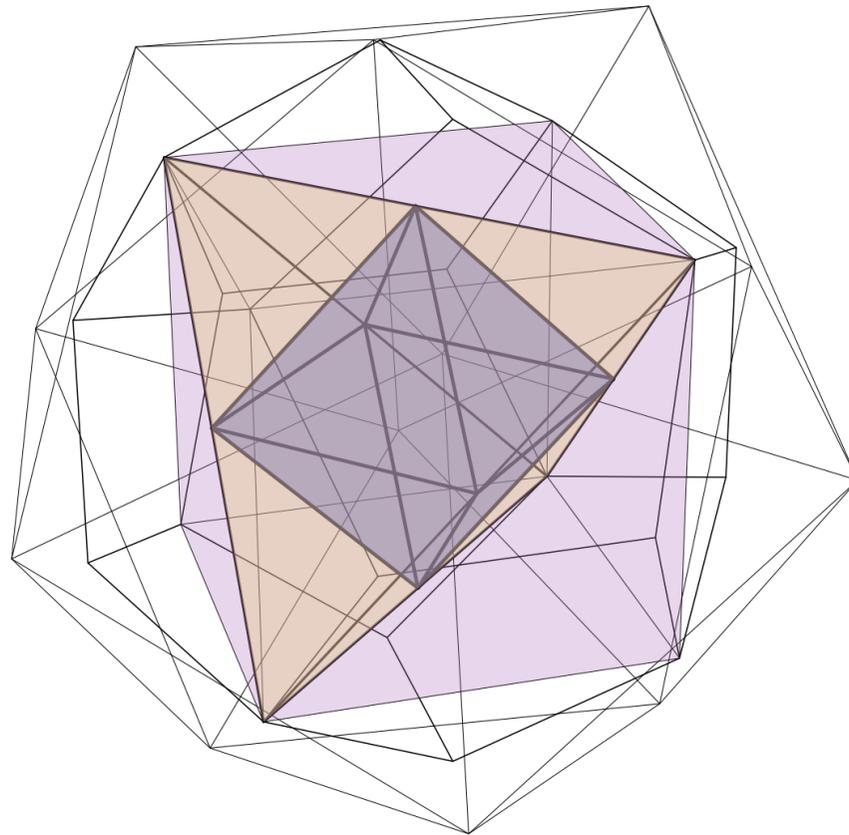


Figura 2. Metaeder

3. DESARROLLO DE LAS ESTRATEGIAS.  
ECKHARD SCHULZE-FIELITZ

### 3.1 Desarrollo de las bases teóricas de la megaestructura: Raumstadt

En el arte existen diferentes dimensiones espaciales, dependiendo de la disciplina artística con la que tratamos: pinturas, esculturas, arquitectura o música. Cada disciplina ofrece una perspectiva única de entender y experimentar el espacio. Si se trata de una pintura, consiste en un arte superficial en dos dimensiones, capaz de dividirse geométricamente en triángulos, cuadrados y hexágonos; mientras que si se trata de esculturas y arquitectura estamos hablando de un arte tridimensional y, por lo tanto, permite su división en mallas con cualquiera de los cinco poliedros regulares elementales. Sin embargo, existe una cuarta dimensión, el tiempo. El tiempo se convierte en un componente esencial en el arte, surgiendo al crear espacios y música debido al cambio que sufren éstos según el momento en el que se encuentre. Mas detalladamente, en el campo de la arquitectura, el tiempo influye ya que los espacios y las estructuras pueden variar su percepción dependiendo del momento en que se encuentren (Schulze-Fielitz, 1960: 68).

La importancia matemática, proporcional y de escala hace posible la relación entre arquitectura y música; considerando la arquitectura como una 'música fría' expresada como la unión entre dos artes abstractas sin intención representativa ni literaria,

teniendo como dimensión espacial el tiempo (Schulze-Fielitz, 1960: 74).

El sistema Raumstadt surge de la idea opuesta a los proyectos de Mies van de Rohe, llamado por Schulze-Fielitz como 'sistema anti-Mies'. Se trata de un concepto de liberación y customización, donde los usuarios son capaces de crear todo lo que imaginen, dando énfasis a la estética de la arquitectura. (Fiel, 2021)

Consciente de la necesidad de producir la máxima cantidad de obras con la mayor calidad, debido al aumento de población, comienza la producción de elementos mediante máquinas capaces de duplicar rápidamente objetos constructivos.

La idea es ocupar el espacio mediante estructuras sin límites en cualquier dirección, de manera sistematizada e industrializada. Una parte esencial para la proyección de estas estructuras es el conocimiento matemático y geometría básica, teniendo como módulos principales las figuras geométricas el tetraedro y el octaedro. De esta manera, obtiene la estandarización de las estructuras, capaces de adaptarse a cualquier forma, como en el proyecto de Nueva Venecia (1969), con estructuras marinas o terrenos difíciles de cimentar; y a cualquier programa, como en el aeropuerto de Damasco (1959/60),

Jakobuskerche (1969/63) o Universität Bochum (1962), por la flexibilidad de las barras.

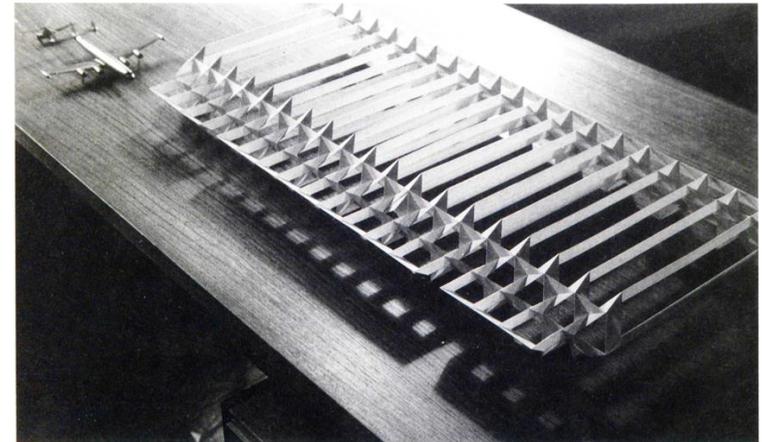


Figura 3. Aeropuerto de Damasco

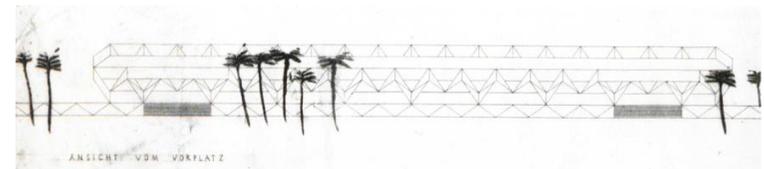


Figura 4. Aeropuerto de Damasco

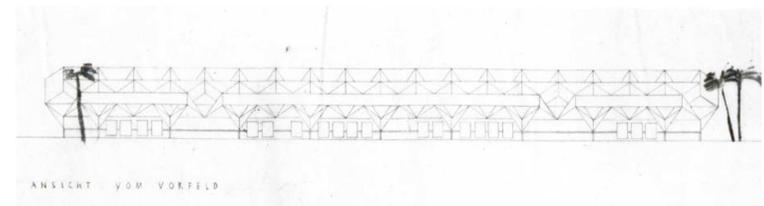


Figura 5. Aeropuerto de Damasco

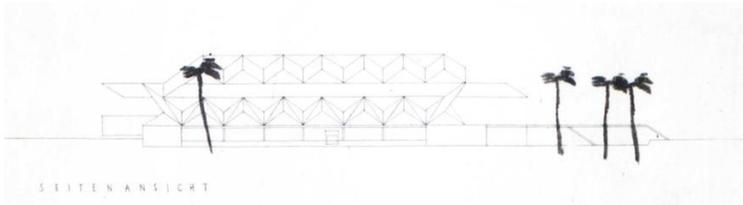


Figura 6. Aeropuerto de Damasco

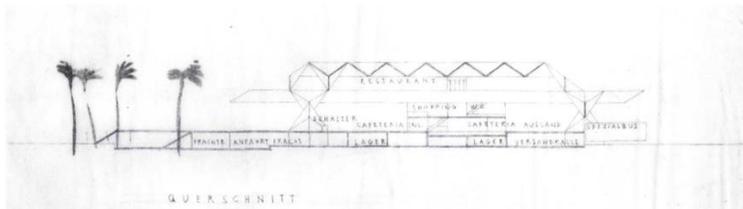


Figura 7. Aeropuerto de Damasco

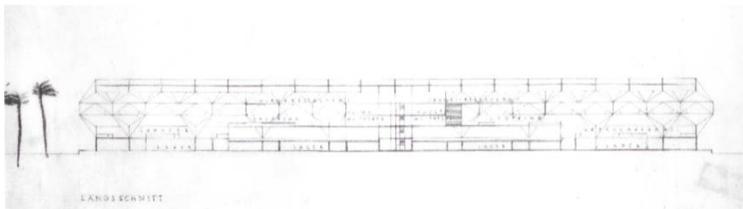


Figura 8. Aeropuerto de Damasco

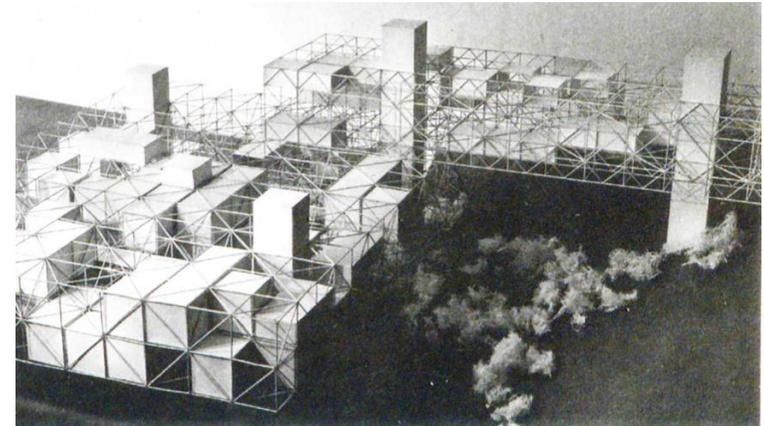


Figura 9. Universität Bochun

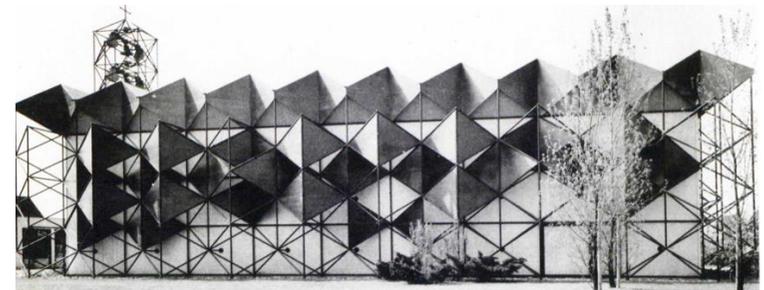


Figura 10. Jakobuskirche

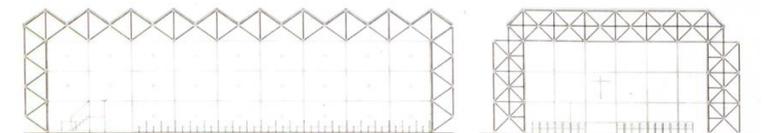


Figura 11. Jakobuskirche

El principal inconveniente de este sistema, denominado Raumstadt, es la estandarización. La estandarización en arquitectura y su impacto en la creatividad y libertad de los habitantes es un tema del que se debe reflexionar en el ámbito de la planificación urbana y el diseño arquitectónico. Con la estandarización se busca la facilidad de producción, eficiencia y optimización de los recursos, pero genera un aumento de la monotonía en la población que habita dichas estructuras, así como una disminución en la libertad de elección que conlleva una pérdida sustancial de inspiración. Sin embargo, la modulación permite generar diversos espacios con diferentes geometrías, produciendo diseños espaciales únicos, proporcionando exclusividad a las estructuras generadas. Esta herramienta permite a muchos arquitectos a crear estructuras exclusivas a partir de unos módulos estándar, obteniendo las ventajas de la sistematización.

Este concepto de proporcionar movimiento y customización a los sistemas de la población es estudiado por Yona Friedman, quien genera un programa informático 'Flatwriter', el cual permitía el diseño de diferentes combinaciones de estancias. El programa informático proporciona una malla cúbica, y a partir de ella se seleccionan puntos por los que el usuario produce el movimiento cotidiano, de

esta manera se elige la ubicación óptima del apartamento. La novedad de este programa es la posibilidad de customizar el espacio de la futura *Ville Spatiale*, capaz de crear diferentes combinaciones de espacio en una cuadrícula. De esta manera, permite que la estandarización de las estructuras se adapte a las necesidades de los usuarios que las habitan, adaptando la disposición de la vivienda de acuerdo con la evolución de la vida del usuario. Esto permite que la estandarización de las estructuras sea más flexible y se ajuste a las preferencias de cada usuario, evitando así la monotonía y mejorando la libertad de los habitantes. Sin embargo, este programa nunca fue implementado en la realidad. (Peña, 22: 8)

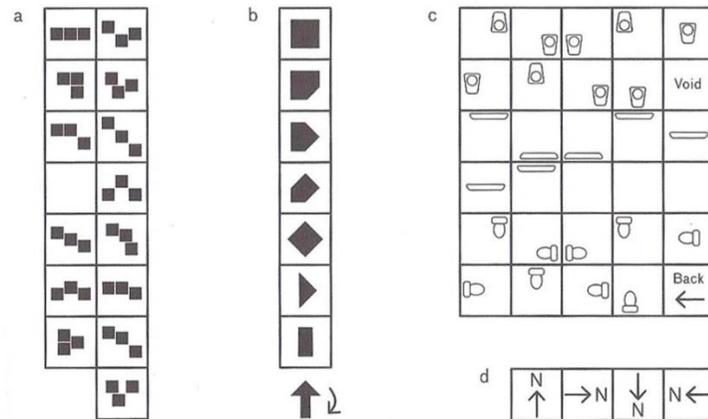


Figura 12. Panel Flatwriter

El comienzo de este sistema Raumstadt surge a partir de la figura geométrica del cubo, siendo uno de los principales poliedros regulares en la geometría tridimensional. Sin embargo, la cuadrícula espacial que se genera con el cubo no es isotrópica, esto quiere decir que las dimensiones entre sus puntos varían dependiendo de si es una arista o diagonal espacial. (Schulze-Fielitz, 1960: 62)

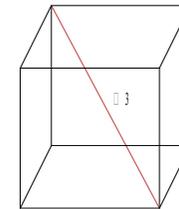


Figura 13. Formación diagonal del cubo

Se consigue una cuadrícula espacial isotrópica cuando todos sus planos intersectan en un mismo ángulo, siendo paralelo a los cuatro lados Schulze-Fielitz, 1960: 62).

Lograr una cuadrícula espacial isotrópica es un desafío debido a que el único sólido platónico capaz de llenar el espacio sin huecos, de manera individual es el cubo, pero espacialmente no consigue una cuadrícula isotrópica. Esto se debe a que las caras del cubo son cuadrados que no intersectan en un solo ángulo.

## 3.2 Módulo Metaeder

El módulo del Metaeder es un concepto arquitectónico desarrollado por Eckhard Schulze-Fielitz, que consiste en la comprensión de la geometría y su relación con los elementos naturales. Este sistema surge a partir de la proyección de Space City, basado en un conjunto de elementos matemáticos y geométricos a partir de los cinco poliedros regulares. Estos poliedros, a su vez, se relacionan con los cuatro elementos principales: Tierra, fuego, agua y aire; añadiendo, además, un quinto elemento: el cosmos.

Bajo la idea de Pitágoras, donde todo elemento es un número, se relacionan los elementos principales con la geometría de poliedros regulares, siendo el cubo el elemento de la tierra, el icosaedro el agua, el octaedro el aire y el tetraedro el fuego. El quinto poliedro, el icosaedro, se relaciona con el cosmos, es decir, trataría el conjunto de todos los elementos como uno único (Schulze-Fielitz, 1960: 360).

Simplificando geoméricamente, los poliedros que se generan se descomponen en triángulos equiláteros y cuadrados mediante simetría triangular si se trata de tetraedros, octaedros e icosaedros; o por simetría tetraédrica si se trata de cubos. Con esto conseguimos crear mallas triangulares, donde

cada triángulo se descompone a su vez en dos triángulos rectángulos.

Reduciendo todos los elementos al triángulo, se puede decir que éste queda relacionado al elemento del fuego y que todas las figuras geométricas que se pueden generar surgen a partir de él.

Johannes Kepler, un destacado matemático y astrónomo del siglo XVII, consigue realizar estrellas poliédricas con 12 a 30 vértices a partir de dos sólidos cóncavos, así como dos romboides a partir de superficies iguales y equiláteras, pero con diferentes triángulos. Finalmente llega a formar el romboide con 30 caras que forma las bases de los cuasicristales, estructuras geométricas con simetría aperiódica.

El Metaeder es la combinación de los cinco sólidos platónicos, capaces de inscribirse o circunscribirse en el cubo. Cada poliedro regular se forma por superficies planas formadas por líneas rectas, formando polígonos regulares.

De esta manera, el tetraedro se puede formar a partir de 4 triángulos equiláteros; el hexaedro, a partir de 4 cuadrados; el octaedro, a partir de 8 triángulos equiláteros; el dodecaedro, a partir de 12

pentágonos equiláteros; y el icosaedro, a partir de 20 triángulos equiláteros.

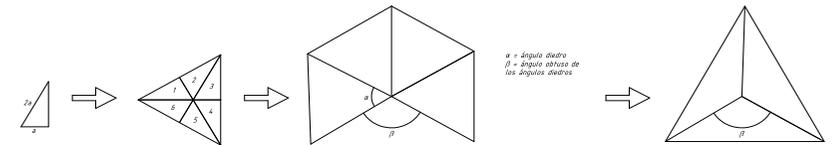


Figura 14. Formación tetraedro

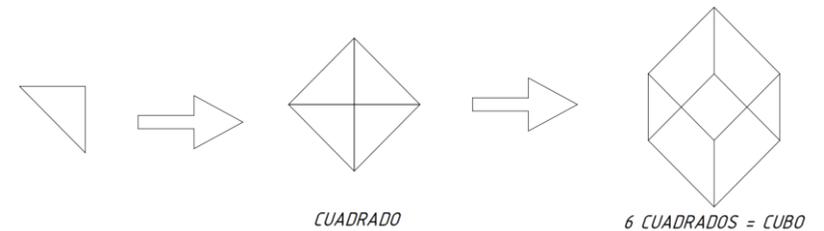


Figura 15. Formación cubo

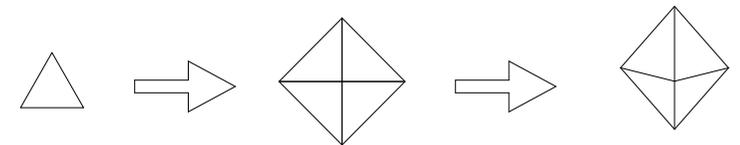


Figura 16. Formación octaedro

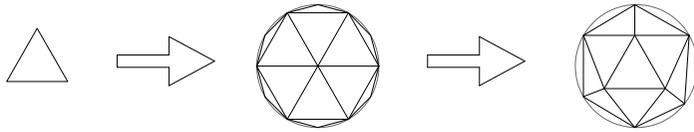


Figura 17. Formación dodecaedro

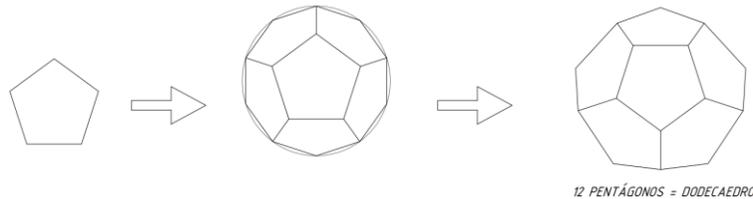


Figura 18. Formación icosaedro

El sistema Metaeder consiste en la combinación de los cinco sólidos platónicos, utilizando como principal figura básica el cubo para inscribir el tetraedro y el octaedro y circunscribir el dodecaedro y el icosaedro. Diferenciando así entre poliedros intracúbicos, que se ajustan al cubo; y extracúbicos, poliedros que se extienden más allá de los límites del cubo.

Si matemáticamente el lado del cubo es igual a 1, el resto de los lados de los poliedros regulares seguirán una serie numérica:  $\sqrt{2}$  (lado del tetraedro),  $\frac{1}{2}\sqrt{2}$  (lado del octaedro),

$\frac{1}{\varphi}$  (lado del dodecaedro),  $\varphi$  (lado del icosaedro). Para las figuras intracúbicas, se crea una serie basada en la ecuación de Pitágoras:  $\frac{1}{2}\sqrt{2}$ , 1,  $\sqrt{2}$  ... Para las figuras extracúbicas, se crea la siguiente serie:  $\frac{1}{\varphi}$ , 1,  $\varphi$ ,  $\varphi^2$ ... Sin embargo, existe otra dimensión a tener en cuenta en el sistema metaeder: la diagonal espacial del cubo,  $\sqrt{3}$ . (Schulze-fielitz, 1960: 364)

El módulo Metaeder trata de poner fin a la lista de todas las posibles figuras elementales en arquitectura de igual manera que lo hacen las siguientes listas:

- 5 sólidos platónicos
- 13 sólidos arquimedianos
- 17 sólidos de Kepler
- 92 números atómicos
- 32 tipos de cristales de partículas elementales
- Genoma humano

(Schulze-Fielitz, 1960, p. 365)

Este sistema guarda relación con el sistema "Synergetics" de R. Buckminster Fuller, el cual consiste en un sistema que tiene como módulo el tetraedro. Se trata de un sistema de medición vectorial que utiliza números enteros racionales para la física, la química,

aritmética y geometría. La medición se realiza en un ángulo de  $60^\circ$ , coincidiendo con el ángulo en el que se encuentran las esferas compactas en la naturaleza. Cuando hablamos de sinergia, la dimensión es física y la conceptualización es metafísica, independientemente del tamaño. Es decir, la forma geométrica se mantiene independientemente de la escala del mismo. (Fuller, 1975: 86-87)

La sinergia es la geometría que relaciona la energía con un número entero y entero bajo de todas las geometrías, debido a que los átomos están formados por redes con los cinco poliedros regulares, iguales a las mayas creadas con el sistema Metaeder. De esta manera, se pueden medir las experiencias a través de la geometría.

Cada figura en el sistema Metaeder, se entiende como un múltiplo puro, como un número ordinario que sólo se entiende en el conjunto de sus partes.

“Metaeder debería de servir como figura básica en la arquitectura estructural” (Schulze-Fielitz, 2011: 94). Es decir, guarda mayor relación con un teorema de la arquitectura estructural que con una figura geométrica.

El Metaeder contiene por definición los cinco sólidos platónicos, así como los trece sólidos

arquimedianos, la ‘stella octangula’ y la estrella poliédrica de Kepler, romboedros de Kepler, celosías de cristal, paquetes de esferas, el rectángulo dorado como superficie diagonal del icosaedro y la mayoría de las teselas superficiales... (Schulze-Fielitz, 1960: 366)

Con el rectángulo dorado o sección aurea se consiguen diagonales matemáticas que son estéticamente agradables, es decir, consigue la proporción perfecta desde el punto de vista estético. Esta sección áurea es utilizada, a menudo, en el arte y en la arquitectura debido a su estética agradable y equilibrada.

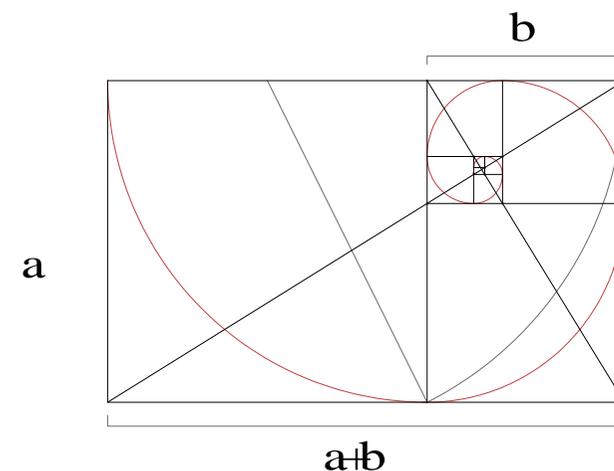


Figura 19. Formación sección aurea

Por otro lado, se tienen en cuenta los trece sólidos arquimedianos o también llamados poliedros semirregulares. Son poliedros con menos exigencias estrictas en simetría, en comparación con los sólidos platónicos. Los vértices y bordes de estos poliedros son iguales a los sólidos platónicos, con la diferencia de que en los vértices se forman otros poliedros regulares. De manera que, los más simples, se encuentran truncados en sus vértices con la forma del poliedro regular.

Los sólidos arquimedianos más simples corresponden a los poliedros regulares truncados y el resto son producidos por diversas truncaciones, empezando por el cuboctaedro que se trata de una figura que combina las propiedades del cubo y el octaedro. Y, derivando, posteriormente en otras figuras mediante truncamientos: rombo cuboctaedro cuboctaedro rombitruncado, snub hexaedro; y terminando por el más complejo, el icosaedro: rombo icosaedro, cuboctaedro icosaedro, snub icosaedro.

El Metaeder también guarda relación con las estrellas poliédricas. Como la estrella octangula, descrita por Kepler como aquella que contiene ocho vértices; y las dos estrellas poliédricas cóncavas con doce y veinte vértices respectivamente. Estas estrellas poliédricas pueden inscribirse en

sólidos regulares como un cubo, en el caso de la estrella octangula (1); en un dodecaedro en el caso de la estrella poliédrica cóncava de doce vértices (2); o en un icosaedro, si se trata de la estrella poliédrica cóncava de veinte vértices (3).

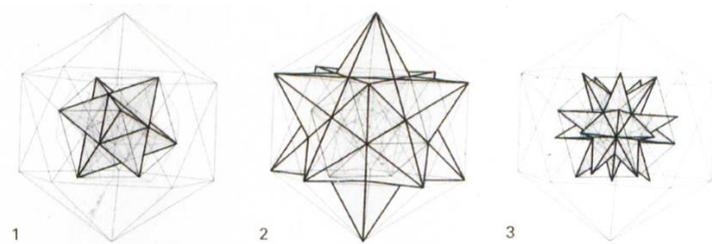


Figura 20. Estrellas poliédricas

Además de los sólidos platónicos, Kepler descubrió romboedros formados por doce y trece planos rómbicos: el de doce planos se puede inscribir en otros sólidos, lo que quiere decir que puede encajar dentro de figuras geométricas por completo; mientras que el de trece planos contiene huecos y no es inscribible.

En otro plano, siguiendo la misma estructura de inscribirse o circunscribirse en diferentes poliedros regulares, se forman los prismas. Y, paralelamente, relacionando el centro del poliedro regular con los vértices de los

mismos, formando diagonales espaciales, obtenemos umbelas.

Entrando en detalle en las figuras descritas anteriormente, sus dimensiones son definidas en los bordes de forma unidimensional, escogiendo para ello sus planos de corte o lados. Esto quiere decir que, las figuras se describen y se diseñan de acuerdo con la forma en la que intersectan sus planos, proporcionando flexibilidad en la creación de formas geométricas y, en nuestro caso, estructuras.

Estos sólidos que hemos descrito son capaces de inscribirse o circunscribirse en una esfera. De manera que los vértices rozan la superficie de la esfera mientras que las superficies se quedan en el interior.

Otro sólido que queda descrito en el sistema Metaeder es el cono, capaz de inscribirse en el cubo por sí solo, o en forma de doble cono. Formando diferentes superficies según el plano de corte que se utilice: un círculo, si el plano de corte es paralelo a la base; una elipse, si el plano de corte es paralelo a la base; una elipse, si el plano de corte es oblicuo; una parábola, si el plano de corte es paralelo a los ejes.

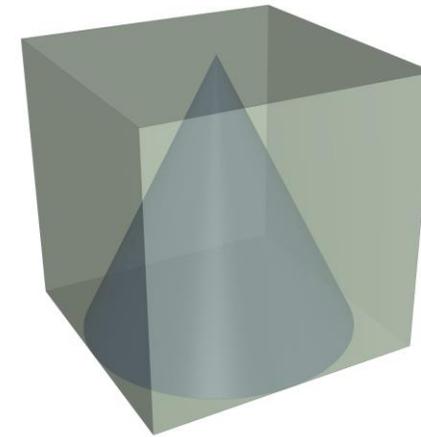


Figura 21. Cono inscrito en cubo (Elaboración propia)

Otra figura significativa en el Metaeder es el cubo invertido, descrito por Paul Schatz como tres secciones diagonales de un cubo, equivalente a doce tetraedros iguales, pero no equiláteros.

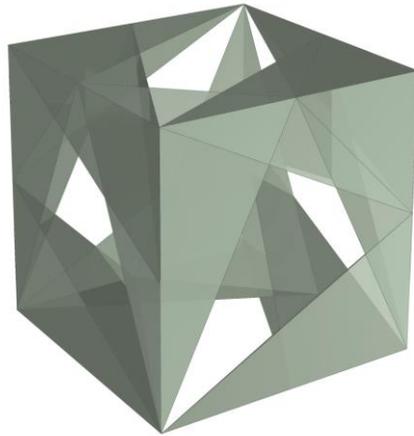


Figura 22. Cubo invertido (Elaboración propia)

El sistema Metaeder no es espacialmente simétrico, ya que consiste en una esfera con infinitos planos. Conociendo esta definición, se establecen cuatro posiciones respecto al tetraedro:  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\delta$ . La posición  $\alpha$  corresponde a la superficie del soporte del cubo, la posición  $\beta$  es aquella que corresponde con los vértices del cubo, la posición  $\gamma$  corresponde con los bordes del cubo, y la posición  $\delta$  que corresponde a la posición paralela al triángulo equilátero del icosaedro (Schulze-Fielitz, 1960: 374)

Según la posición se crean una serie de mallas espaciales al proyectar sobre el plano de

posición. En dichas mallas se crean diferentes figuras geométricas: en la posición  $\alpha$  se encuentra una malla cuadrada, en la posición  $\beta$  se forman triángulos equiláteros, en la posición  $\gamma$  se forman rectángulos y, finalmente, en la posición  $\delta$  se forman triángulos isósceles. (Schulze-Fielitz, 1971, p.16)

Estas posiciones, a menudo, coinciden con las distintas vistas en las que se ve la estructura como puede ser una vista en planta o desde diferentes perspectivas. Siendo la posición  $\alpha$  la correspondiente a la visual de un tetraedro visto desde la planta, y el resto de las posiciones se corresponden a visuales desde distintas perspectivas.

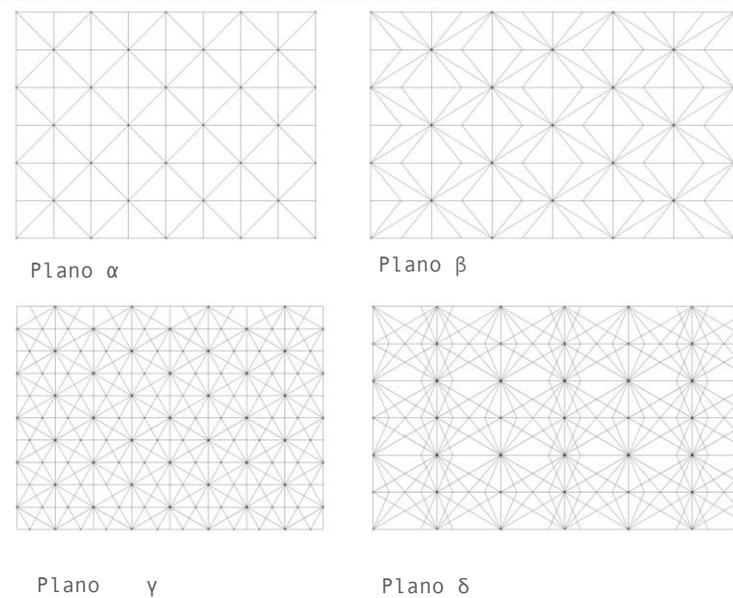


Figura 23. Planos de posición (Elaboración propia)

De este modo, el Metaeder contiene todas las formas geométricas básicas para la arquitectura estructural moderna. Donde Mies van der Rohe trabaja con la figura cúbica; Wachsmann, trabaja con la figura del tetraedro como figura esencial, al igual que lo hace Friedman o Schulze-Fielitz; la combinación de todos los sólidos platónicos también es utilizado en forma de redes por Schulze-Fielitz; por otro lado, Fuller utiliza los sólidos arquimedianos o los sólidos truncados extracúbicos.

Por lo que todo el movimiento arquitectónico, artístico y estructural de la época de los años 50 se ve reflejado en la geometría básica, y con ella, Schulze-Fielitz intenta crear un sistema donde se reúnan todas las formas y principios de la geometría, creando así el Metaeder.

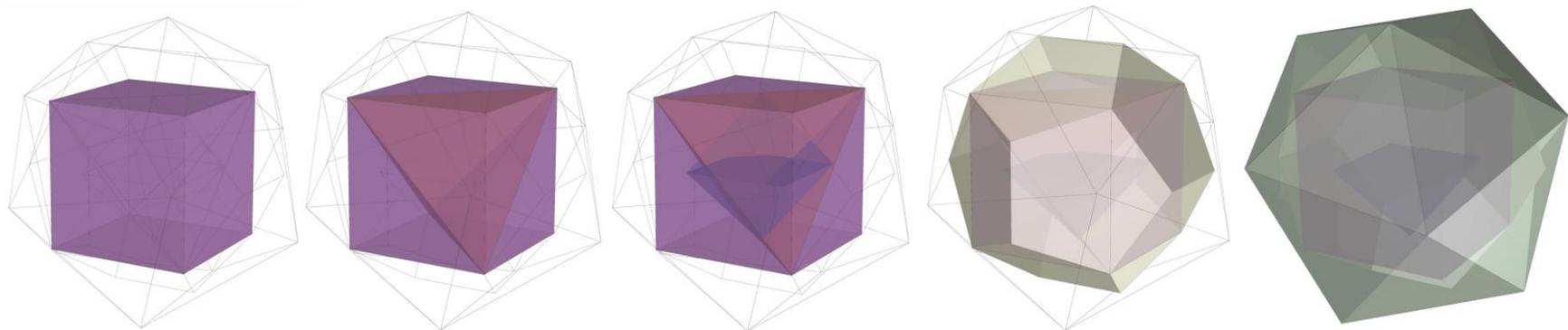


Figura 24. Proceso de creación del Metaeder (Elaboración propia)

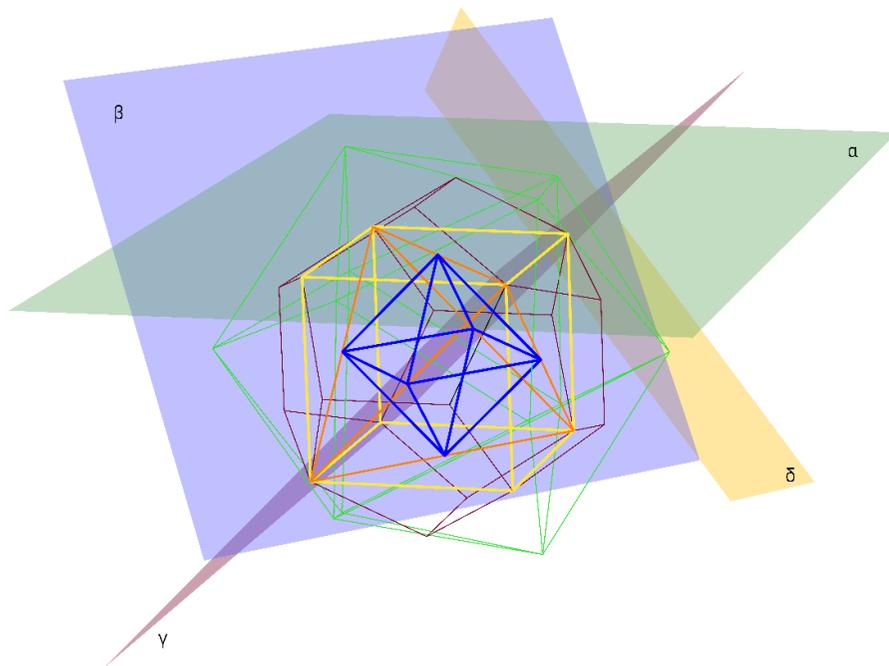


Figura 25. Posiciones del Metaeder (Elaboración propia)

De esta manera, un Metaeder es una generalización de los poliedros convencionales que existen en un espacio tridimensional de mayor dimensión. Es decir, mientras que los poliedros tradicionales están completamente contenidos dentro de este espacio tridimensional, un metaeder se extiende más allá de las tres dimensiones. La palabra 'metaeder' se compone del prefijo 'meta-', que significa 'más allá'; y el sufijo alemán '-eder', que hace alusión a una forma tridimensional. En alemán el sufijo '-eder' se utiliza para nombrar a los poliedros: polieder, tetraeder, octaeder, dodecaeder,

icosaeder... Al relacionar este prefijo con el sufijo alemán, Schulze-Fielitz pretende identificar un módulo más allá del poliedro, siendo el metaeder un módulo que se compone de varios poliedros interrelacionados.

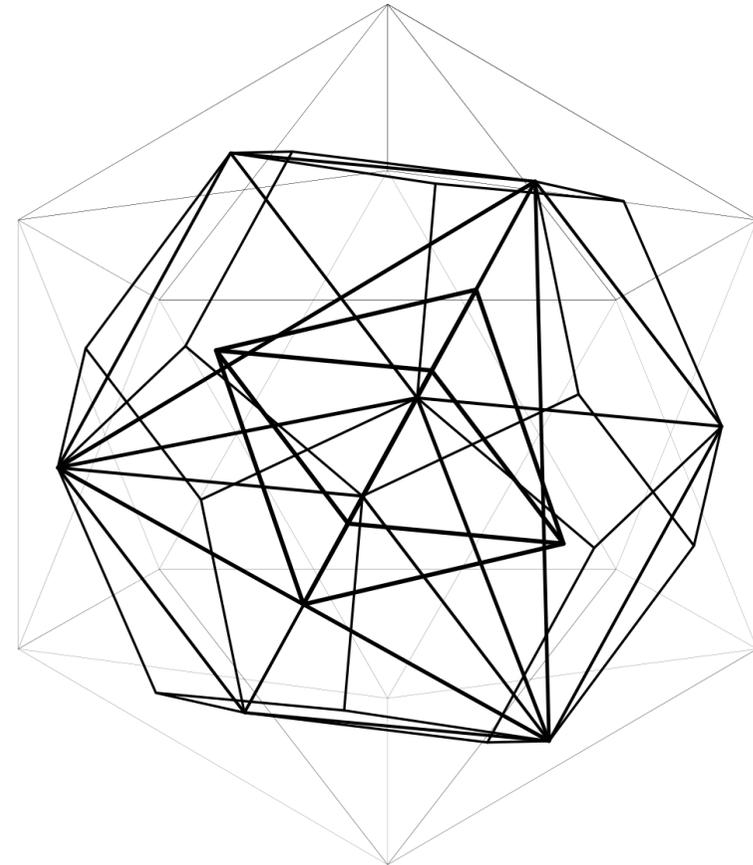


Figura 26. Metaeder (Elaboración propia)

### 3.3 Cronología de las obras generadas

- **1959:** Landeshaus en Colonia. Con un diseño reducido condicionado por la referencia de Mies van der Rohe
- **1959-1960:** Aeropuerto de Damasco
- **1960:** Conoce a Yona Friedman
- **1960:** El suelo enrejado. En París, es un proyecto sobredimensionado que trata de ser provocador y publicitario.
- **1960-1963:** Jakobuskirche
- **1962:** German Building Exhibition
- **1962:** Universität de Bochum
- **1963:** Puente sobre el canal de la Mancha. Se trata de un proyecto en colaboración con Yona Friedman y tenía como condición su posible construcción
- **1964:** Premio internacional DEUBAU
- **1964:** Concurso ayuntamiento de Essen
- **1965:** Stadbausysteme
- **1966:** Concurso aeropuerto de Berlín

- **1969:** Nueva Venecia
- **1970:** Concurso del estadio olímpico de Múnich
- **1970:** Viviendas de emergencias o “casas barril”. Junto con el arquitecto australiano Walter Hildebrand
- **1971:** Resume su conocimiento con STANDSYSTEME I y STANDSYSTEME II, publicadas por Karl Krämer Verlag
- **1971:** Archivo de Arte Arquitectónico NRW en Düsseldorf
- **1972:** Estudio sobre el dimensionado espacial en la construcción de viviendas
- **1974:** Siedlung an der Ach (Bregenz). Se trata del mayor proyecto de desarrollo urbano del momento, bajo el concepto de “ciudad espacial que ha aterrizado”
- **1977:** Casa en el núcleo más antiguo de Bregenz. Se trata de una obra de la época relacionada con un estilo de vida en comunidad.
- **1981:** Desarrolla un sistema de autoconstrucción en la revista Baumeister, llamado “Ökotektur”. Se trata de viviendas con carcassas de aluminio, económicas y flexibles; adecuadas a diferentes climas y poblaciones.
- **1970-1990:** Construcción de edificios residenciales
- **1960- 1998:** Metaeder

Aeropuerto de Damasco



Landeshaus Köln



Metaeder



Yona Friedman



DEUBAU Essen



Univertität de Bochun



DEUBAU Essen



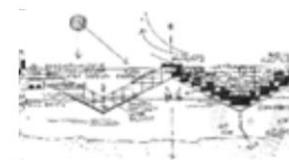
Jakobuskirche



Concurso ayuntamiento de Essen

Stadbausysteme

Nueva Venecia



1959

1960

1962

1963

1964

1965

1966

1969

Concurso estadio olímpico de Múnich

Casas barril

STANDSYSTEME I  
STANDSYSTEME II

Siedlung an der ach



Casa en Bregenz

Ökotekture

1970

1971

1974

1977

1981



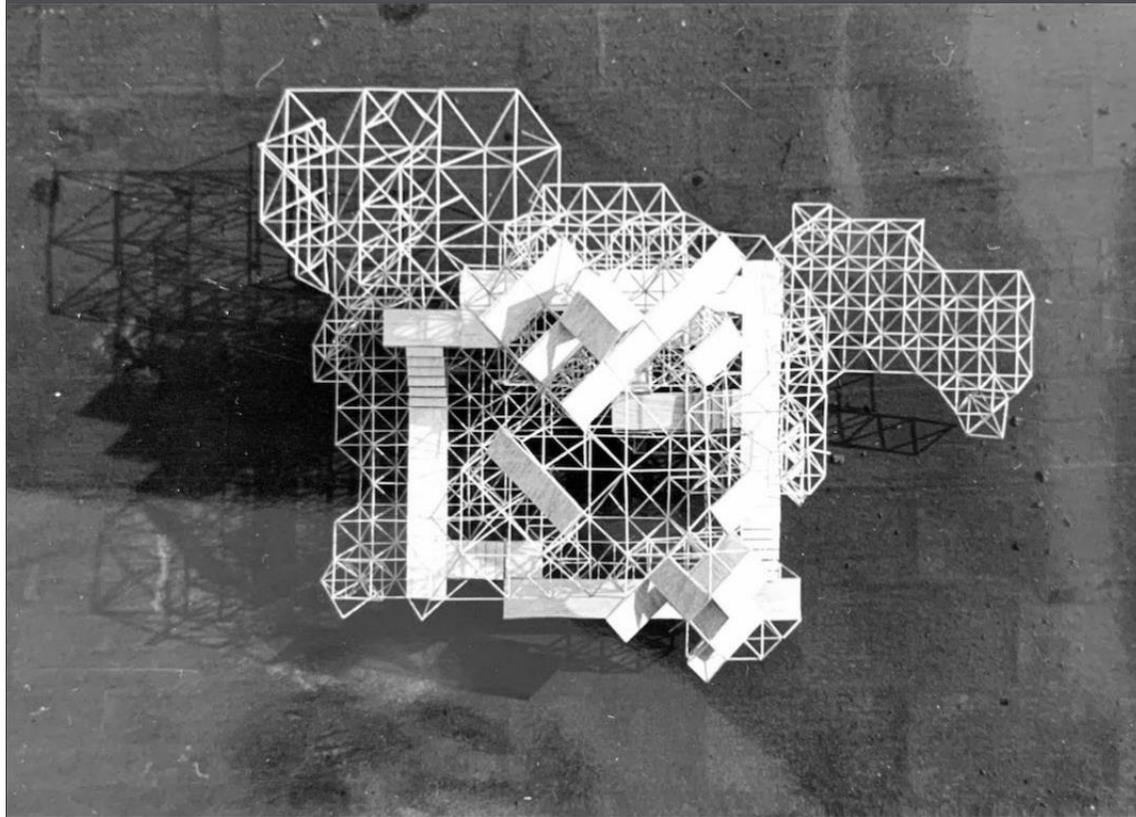


Figura 27. Maqueta del pabellón DEUBAU de Essen, Alemania

## 4. PABELLÓN DEUBAU DE ESSEN

#### 4.1 Descripción de la obra

El pabellón Deubau de Essen se realizó en 1962 por el arquitecto Eckhard Schulze-Fielitz, basándose en sus teorías del Raumstadt y el módulo Metaeder. Se trata de un ejemplo de arquitectura utópica del momento en el que Schulze-Fielitz lleva a cabo la construcción de estructuras geométricas basadas en sus teorías.

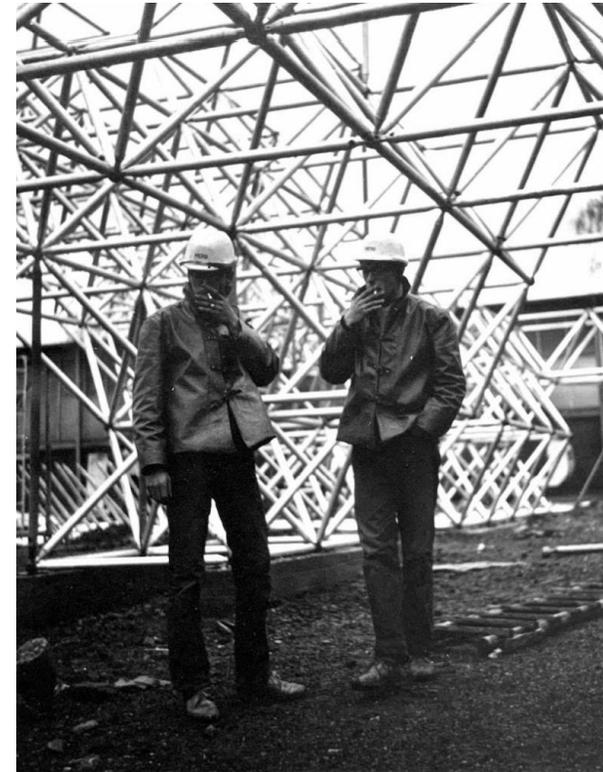


Figura 28. Schulze-Fielitz en la construcción del pabellón

“En 1962, en Essen, se celebró la exposición DEBAU donde tuvo lugar un Congreso sobre Urbanismo y Estructuras Espaciales... Me preguntaron a quien se podría invitar y propuse una serie de nombres: Wachsmann, Fuller, Tange, Friedman, etc. Hasta lo que conozco las intervenciones no fueron publicadas, pero el congreso fue todo un éxito” (Schulze-Fielitz en Fiel,2010:407)

La DEUBAU, o Asociación del Centro Alemán de la Construcción (Arbeitsgemeinschaft Deutsches Bauzentrum) se encarga de la organización del congreso y de la Feria de la construcción. (Strauss, 2005: 98)

Durante este congreso, se abordan temas de gran relevancia en el sector de la construcción y la industria, como los avances tecnológicos y de sostenibilidad que se estaban realizando en la época. El pabellón, de carácter temporal, junto con la colaboración de la empresa Mero del grupo de ingenieros Mengerlinghaus, fue capaz de expresar al máximo esta continuidad y versatilidad del edificio, haciendo posible la adición de infinitas barras para aumentar el tamaño de la estructura o su reconfiguración si fuera necesario en un futuro. (Strauss, 2005: 98)

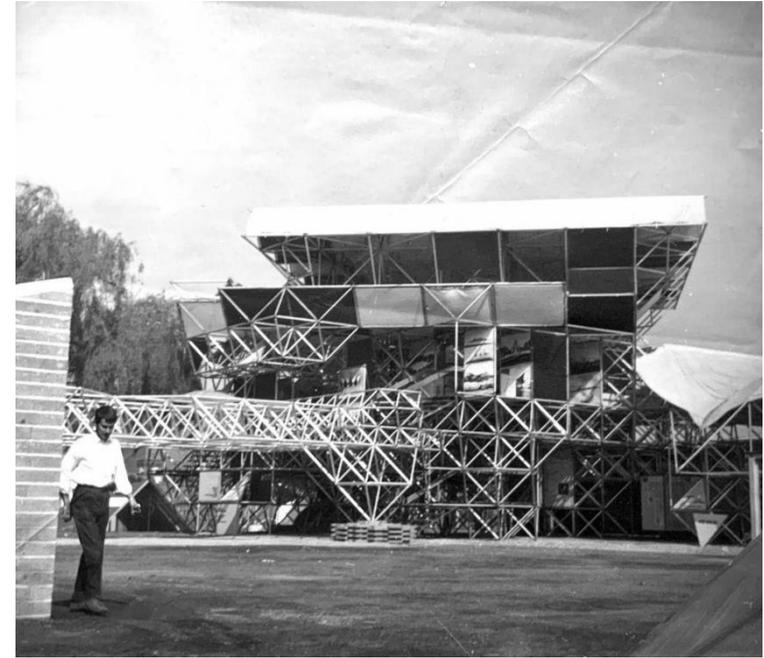


Figura 29. Pabellón DEUBAU de Essen

Se trata de una megaestructura de 18 metros de altitud, construida con una estructura metálica tubular. El pabellón recogería el Congreso de Estructuras Espaciales y Ligeras, celebrado también por la DEUBAU, donde se presentaron ponencias tales como la de Makowski, Schulze-Fielitz y Wachsmann. Entre la estructura del pabellón se situaron zonas de exposiciones de diferentes ejemplos de arquitectura, como el estudio de Pabellón

Multisusos de Mannheim, proyectado por el arquitecto Frei Otto y formado por una piel polímera tensionada sobre una estructura abovedada de madera. (Strauss, 2005: 135).

La estructura del pabellón está regida por los principios básicos de la geometría, teniendo como principal figura el octaedro, así como su variante en el medio octaedro. De igual manera, se encuentra con frecuencia el tetraedro, considerado una de las geometrías básicas más estables en la creación de estructuras. Por otro lado, en la cubierta se pueden observar cubos y medios cubos, también formando parte de esta geometría básica del Metaeder. Además, si esto lo comprobamos con la teoría del Metaeder, el pabellón se encontraría en la posición  $\alpha$ , independientemente de si vemos la estructura en planta, o con distintas perspectivas.

El nudo Mero, es esencial en esta megaestructura ya que permite la conexión de distintas barras en un mismo punto. Se trataría de un nexo de unión fuerte con forma esférica que alberga distintos orificios en los cuales se encajan las barras. Este nudo dota de mayor estabilidad a la estructura, puesto que todas las barras convergen en el mismo punto, dando lugar a que las fuerzas generadas se transmitan hacia ese mismo punto y se reparta de forma equitativa.

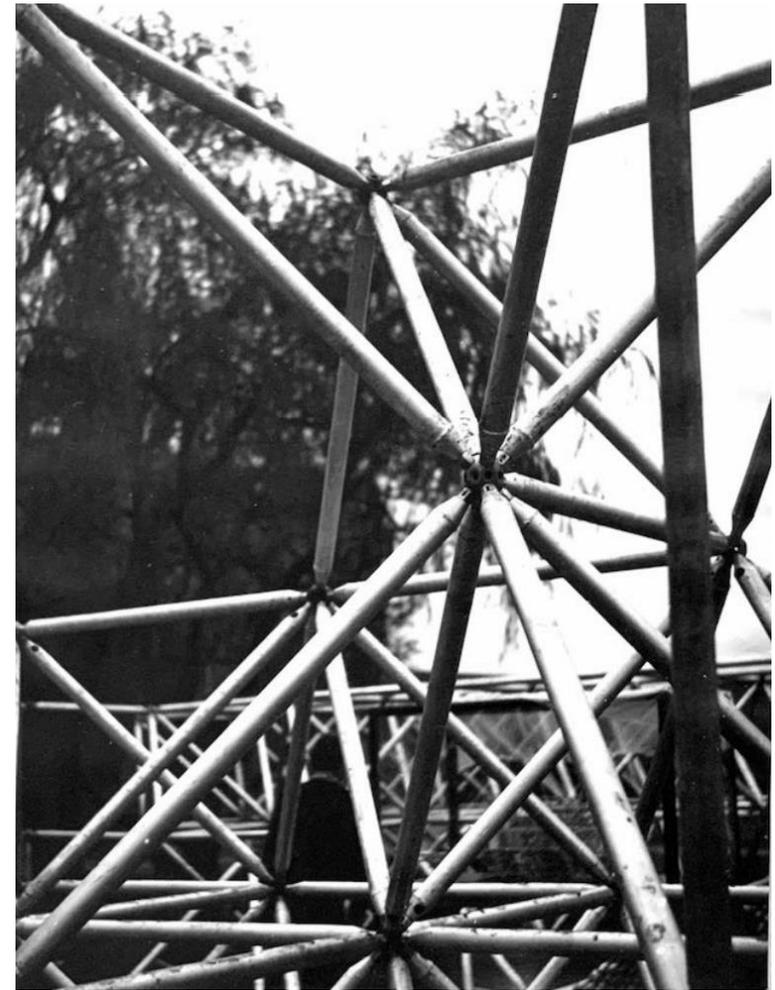


Figura 30. Nudo Mero en la estructura del pabellón DEUBAU

Puesto que las figuras geométricas del octaedro, medio octaedro, cubo, medio cubo y tetraedro también tienen la característica de dotar de estabilidad a la estructura, repartiendo las fuerzas ejercidas de una manera similar al nudo, la estructura que se genera se trata de una megaestructura capaz de resistir grandes cargas y tensiones.

Además, con la ayuda de unos paneles colocados estratégicamente, se consigue un juego visual en las geometrías, donde se intuyen figuras cúbicas. Estos paneles, apoyan en la estructura, creando esa visual de espacios cerrados o semiabiertos y conexiones en altura mediante escaleras.

El pabellón fue construido y, posteriormente, retirado tras cumplir su función en la exposición. Desapareciendo tras su retirada sin dejar rastro de su existencia, mas que en fotografías documentales realizadas en el trascurso de su construcción y una maqueta que fue una pieza fundamental para su construcción. La ausencia de planos tradicionales para la construcción del pabellón hace resaltar aún más el carácter desafiante del Schulze-Fielitz.

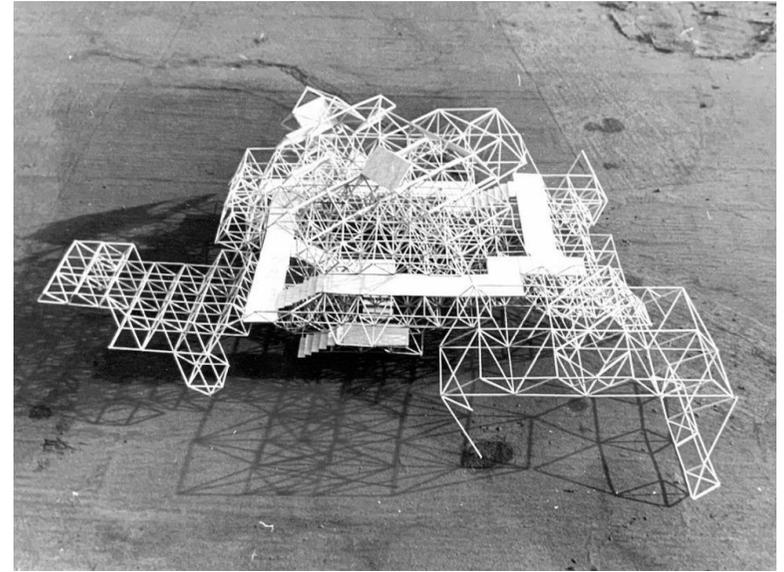


Figura 31. Maqueta del pabellón DEUBAU

Se realizó una maqueta que fue diseñada de manera que sirviera como guía visual, siendo esencial para su construcción debido a la carencia de planos. Asimismo, ya en la maqueta, nos revela la complejidad geométrica del edificio. Sin embargo, aunque dicha maqueta fue utilizada para su puesta en obra, no se corresponde por completo a como fue construido en la realidad, debido a factores de estabilidad principalmente. Esta diferencia entre maqueta y realidad ofrece una visión de los desafíos enfrentados durante el proceso de construcción y cómo el diseño se adapta a la

situación del momento sin dejar de lado los principios básicos de su teoría espacial. Del mismo modo, estos cambios en el diseño una vez comienza la obra, permite comprobar la implicación del arquitecto en todo momento durante su construcción, cuidando en detalle cada terminación de la obra.



Figura 32. Maqueta en el proceso constructivo del pabellón DEUBAU de Essen

Debido a esta ausencia de planos, sugiere que la construcción del pabellón no siguió las normas tradicionales de diseño y cálculo arquitectónico, con lo que los factores de estabilidad que hacen variar la maqueta de la construcción final podrían deberse a esta manera tan compleja de diseño estructural. Buscando un equilibrio entre el diseño inicial con la innovación arquitectónica y la seguridad estructural, surge el nuevo diseño que finalmente se realiza.

Puesto que no existe actualmente documentación tangible en la que se detalle el diseño final del edificio, se realiza una reconstrucción considerando sus principios básicos del Metaeder. Para esta reconstrucción, la documentación fotográfica adquiere un papel fundamental, pues es el único material tangible que existe sobre la existencia del pabellón.

Durante el proceso de reconstrucción, se diferencian tres geometrías que se corresponden a las figuras que se encuentra en la teoría del Metaeder: cubo, octaedro y tetraedro. Capaces de inscribirse todas ellas en la figura del cubo y haciendo posible la creación de una malla de cuadrícula que se puede observar con claridad en todas las perspectivas del pabellón, esta malla corresponde al plano  $\alpha$ .

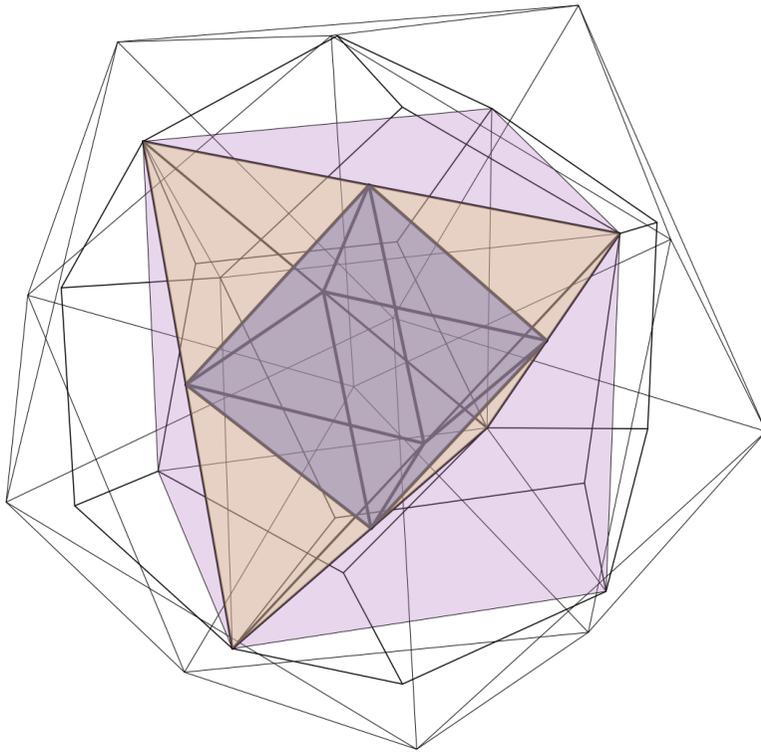


Figura 33. Figuras del Metaeder inscritas en el cubo

La atención en el diseño de Schulze-Fielitz revela una preocupación por la fidelidad a su teoría geométrica, así como a la funcionalidad del espacio. Siendo consciente de la importancia de dotar de accesibilidad al edificio, define como altura mínima a la unión de un octaedro y la mitad de un medio

octaedro. Esta elección impulsa a la creación de barras con una menor dimensión para mantener visualmente las proporciones de las geometrías originales, correspondiendo estas nuevas dimensiones la mitad de las figuras iniciales.

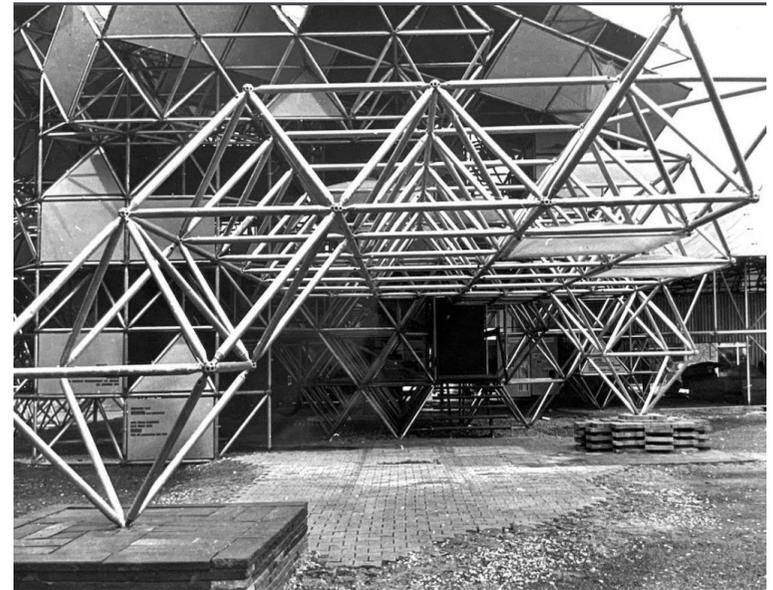


Figura 34. Entrada del pabellón DEUBAU de Essen

Por otro lado, Schulze-Fielitz tiene la consideración de dotar a la entrada con un elemento de monumentalidad y, a su vez, de orientación visual a la estructura. Ya en la maqueta, prevé una altura mayor en la entrada, destacando así la entrada guiando a los

visitantes al interior del pabellón. Sin embargo, existe una contradicción en el diseño, debido a que este aumento de altura en maqueta es posible, pero en su puesta en obra perdería estabilidad debido a que no tendría apoyo en el plano horizontal del suelo. Esta altura generada entre el octaedro y el plano horizontal corresponde, de nuevo, a la mitad de un medio octaedro. En este caso, para contrarrestar el desafío estructural, el arquitecto coloca de manera estratégica una zapata cuadrada de igual dimensión a la base del octaedro. Este elemento, además de cumplir con su función de dotar de estabilidad a la estructura, se convierte también en una parte integrante del diseño, fusionando la estética con la funcionalidad. Estas zapatas que se colocan de manera estratégica se convierten en un elemento arquitectónico que contribuye a la integridad y estabilidad del pabellón.

Al tratarse de un pabellón de exposiciones, la megaestructura debe de poder ser transitada interiormente por los visitantes, lo que implica una cuidadosa planificación de la disposición de las estructuras geométricas para garantizar de accesibilidad a las salas de exposiciones que alberga. El diseño del pabellón se enfoca en crear un recorrido circular para los visitantes, lo que significa que deben poder moverse fácilmente por el interior del edificio para acceder a las

distintas exposiciones. Para lograr esto, se incorporan pasarelas a diferentes alturas dando la vuelta al edificio en su perímetro, proporcionando un carácter dinámico y fluido al recorrido. Dichas alturas se conectan con tramos de escalera donde, de nuevo, aparece la coherencia geométrica, introduciéndose tramos de escalera que salvan una altura de un medio octaedro entre pasarelas y, en otras ocasiones de un octaedro. A su vez, las inclinaciones de estas escaleras están diseñadas para mantener la coherencia con la geometría del edificio. Es decir, la inclinación de las escaleras corresponde a la inclinación generada con la forma geométrica del octaedro.



Figura 35. Recorrido del edificio DEUBAU

Esta manera de distribuir las pasarelas aporta variedad visual y agrega complejidad al recorrido, estimulando al visitante. Para salvar las alturas de un medio octaedro, es necesario la colocación de seis peldaños; mientras que para la altura de un octaedro asciende a once.

Estas pasarelas no se colocan de forma aleatoria, sino que están organizadas de acuerdo con la malla de cuadrícula del plano  $\alpha$  que se genera. Además, se disponen de manera octogonal, formando ángulos de  $90^\circ$  entre ellas. Esta disposición no solo contribuye a la estética del diseño, sino que también está relacionada con la coherencia geométrica del edificio y la optimización de la funcionalidad del espacio.

El pabellón tiene una única entrada y salida principal, siendo la misma en ambos casos. Sin embargo, para proporcionar la seguridad y el cumplimiento de la normativa, se prevé la instalación de unas escaleras secundarias en uno de los laterales del pabellón, de manera que se contempla como una salida de emergencia, o salida alternativa. Estas escaleras se diseñan con la altura correspondiente a un octaedro, y su forma geométrica deriva de un medio octaedro, así se justifica la inclinación que se le otorga a la misma.



Figura 36. Escaleras secundarias del pabellón DEUBAU

Debido a la localización del pabellón, es esencial la ampliación de la cubierta para satisfacer las necesidades específicas del entorno. Esta ampliación de la cubierta se concibe como una estructura geométrica cuadrada, compuesta tanto por medios cubos como por cubos completos, siguiendo fielmente la misma dirección y estilo que se presentaba en la maqueta original del proyecto. Esta nueva concepción de la cubierta no solo cumple con la función de ampliar el espacio cubierto, sino que también permite, a su vez, ocultar las escaleras secundarias. Al estar dispuesta estratégicamente y girada respecto al resto de la estructura, también sirve para proporcionar un espacio seguro y protegido de la intemperie a las escaleras secundarias, en caso de lluvia u otras condiciones climáticas adversas.

Se consigue apreciar, igualmente, una sustracción en la construcción del pabellón de un voladizo que fue proyectado en maqueta. Tras las modificaciones implementadas en la cubierta, la cual comienza a ser una parte sustancial del edificio, se considera eliminar este voladizo con el objetivo de evitar sobrecargar el pabellón con elementos que se consideren sustanciales para así poder apreciar la monumentalidad de la cubierta evitando desviar la atención de la cubierta, buscando así resaltar su esencia y geometría. De la misma forma, la decisión de eliminar el

voladizo también le otorga mayor importancia a la entrada principal. Al prescindir de esta zona cubierta adicional, se crea un enfoque más claro y directo hacia la entrada principal, asegurando que los visitantes identifiquen claramente el acceso principal al edificio.

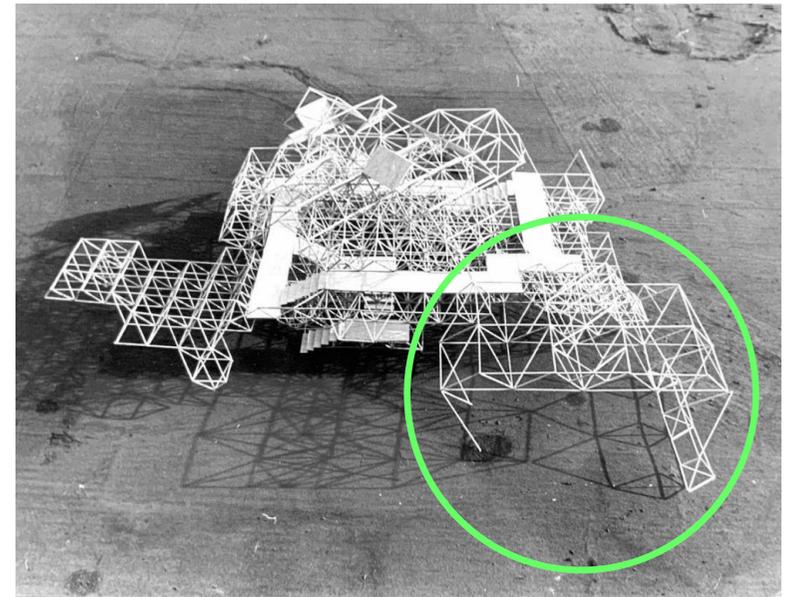


Figura 37. Cubierta eliminada en construcción

Por otro lado, posterior a la creación de la maqueta, se diseña una estructura con dimensiones iguales a las propuestas para el edificio en su conjunto, que sea capaz de albergar la información de las diversas actividades y exposiciones que se albergaban en el interior. Esta nueva estructura se encuentra en la entrada al pabellón, conectando, a su vez, con la cubierta.

Una vez identificados los módulos, diferencias entre maqueta y realidad e identificar los distintos ámbitos del pabellón; se comienza una reconstrucción tridimensional para verificar la coherencia del edificio tratado con la teoría Raumstadt y el módulo Metaeder. Durante esta reconstrucción, se tiene en cuenta tanto las imágenes del proceso constructivo como las imágenes de la maqueta original, así como la teoría de Raumstadt.

Esta reconstrucción nos permite comparar el resultado con las imágenes reales, así como verificar la existencia de los módulos que conforma el Metaeder.

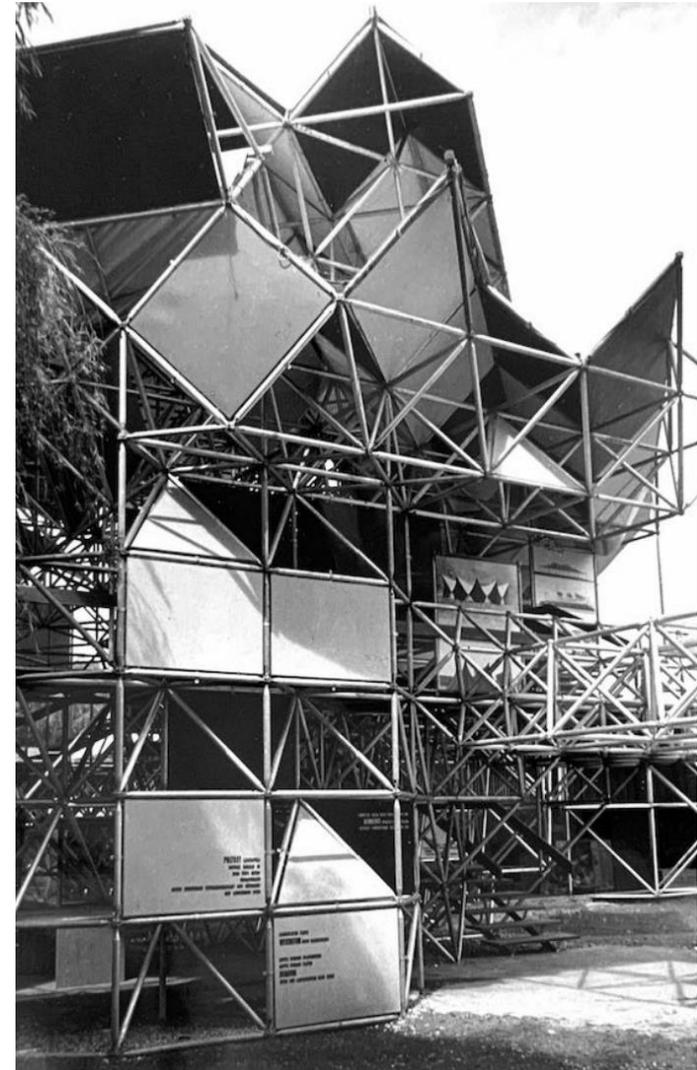


Figura 38. Paneles de información del pabellón



## 4.2 Resultados

Tras el análisis del pabellón DEUBAU de Essen de Schulze-Fielitz y comprobar su relación con la teoría del Raumstadt y el método Metaeder, se llevan a cabo una serie de fotografías sobre un modelo tridimensional que permitirá la comprobación visual entre este modelo tridimensional generado y el pabellón en su entorno real. Este análisis visual nos permite una comprensión más profunda de la relación entre la teoría y la práctica.

Para poder comprender cómo se lleva a la práctica la teoría de Schulze-Fielitz en el pabellón DEUBAU, las imágenes que se generan tendrán unas transparencias cromáticas que variarán según el módulo geométrico empleado en cada caso. Esta representación visual no solo permitirá la apreciación estética, sino que también facilitará la comprensión intuitiva de cómo se manifiestan las figuras geométricas utilizadas en el pabellón. Siendo posible, además, identificar y contabilizar el número de figuras geométricas que aparecen en la estructura. De manera que, esta manera de representar el pabellón proporciona una herramienta adicional para analizar y validar los resultados obtenidos.

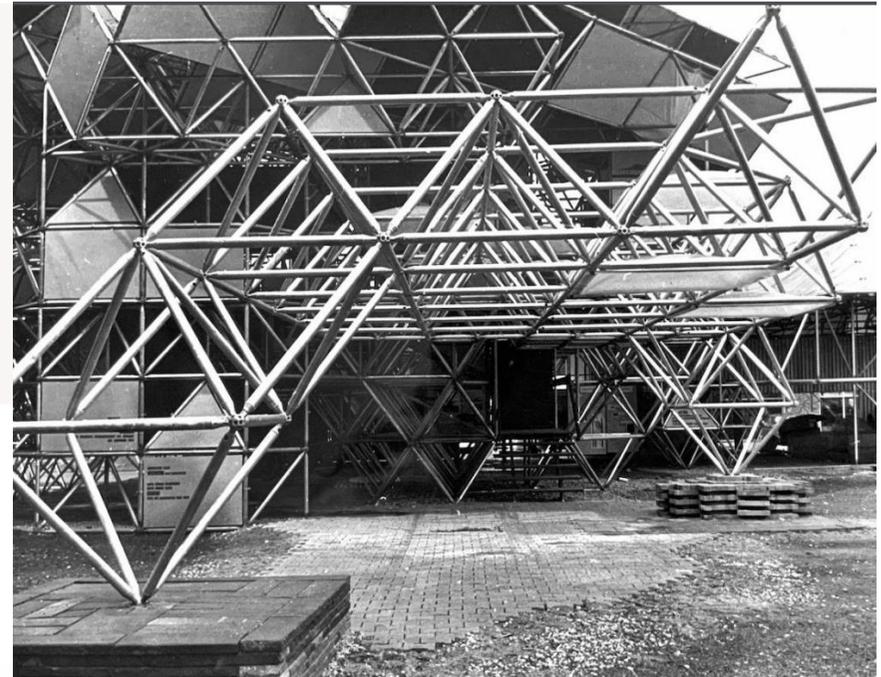
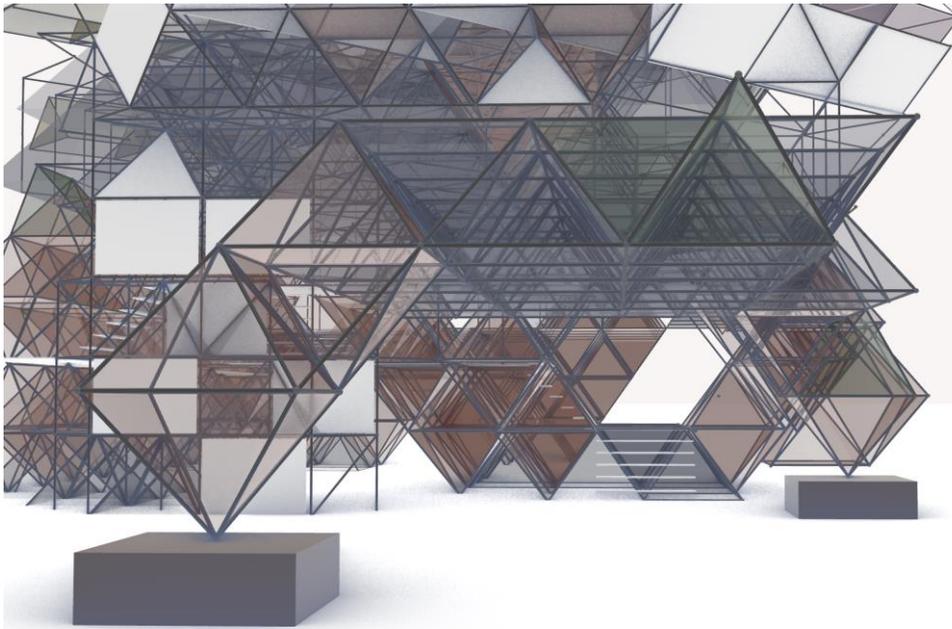


Figura 39. Entrada pabellón modelo tridimensional  
Figura 40. Entrada pabellón construido

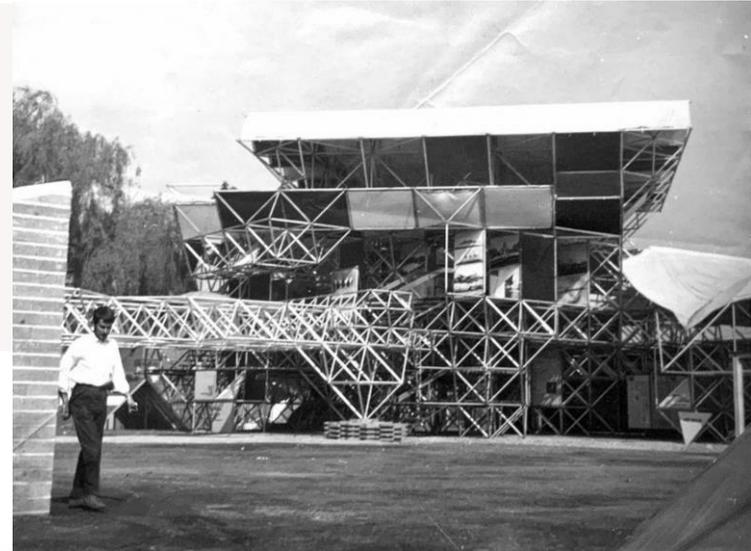
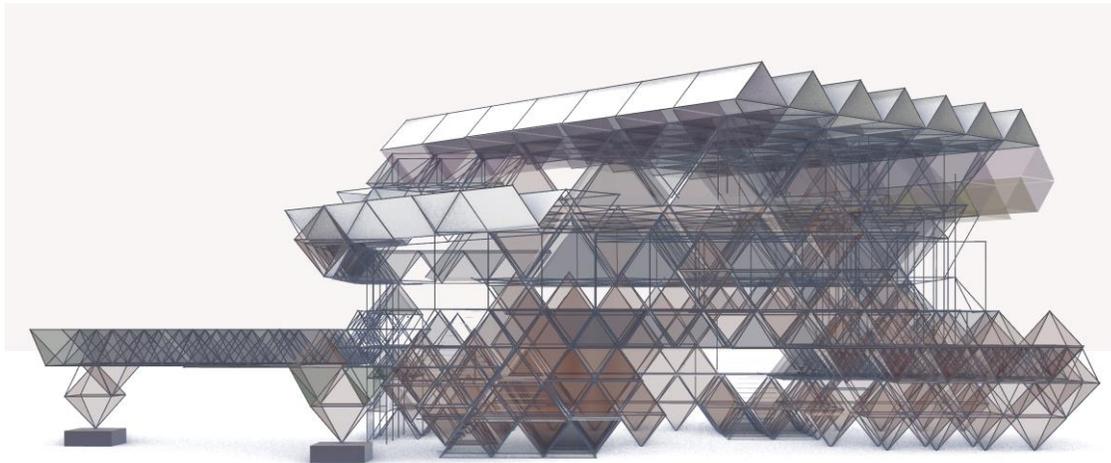


Figura 41. Lateral pabellón modelo tridimensional  
Figura 42. Lateral pabellón construido

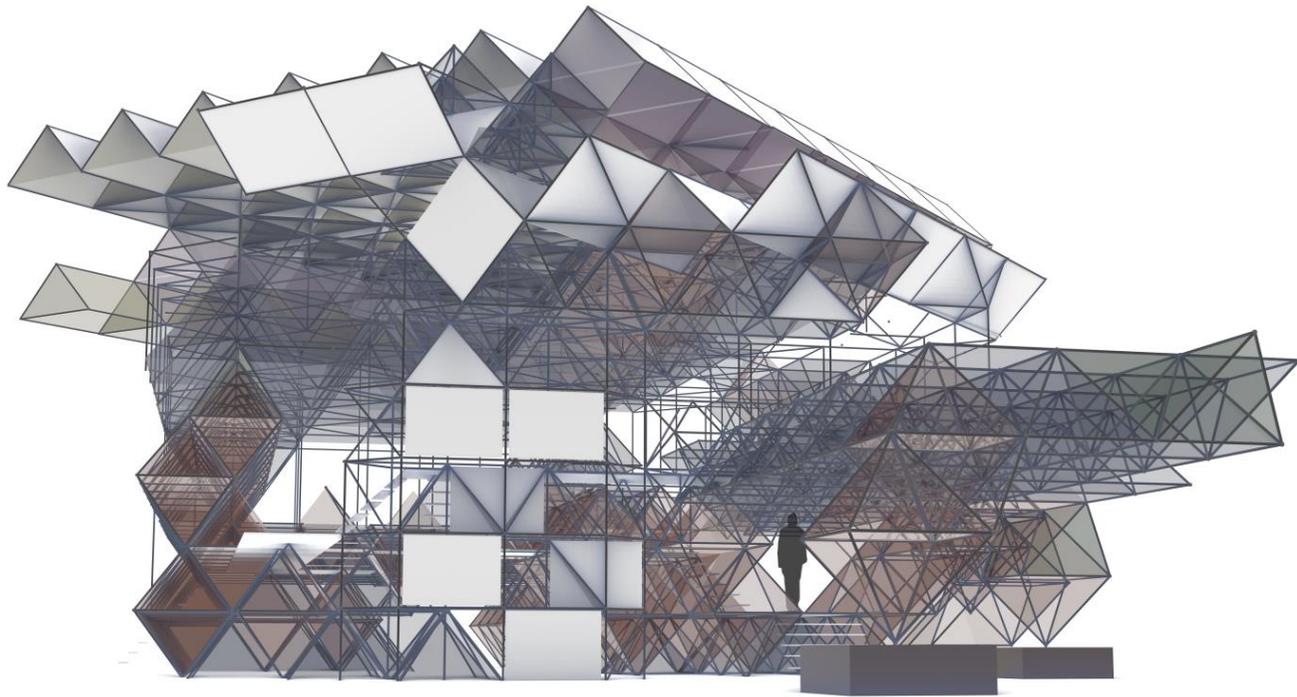
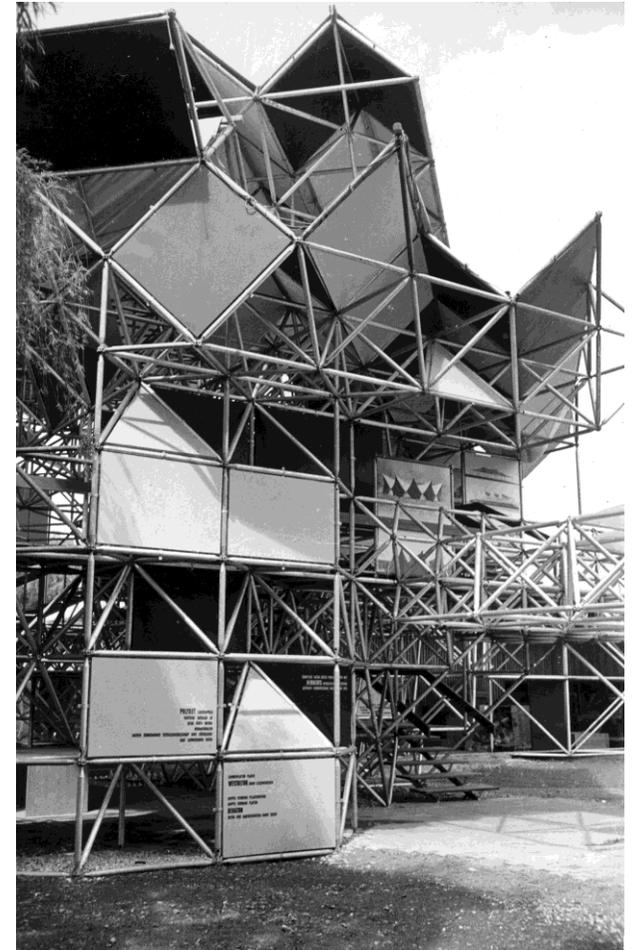


Figura 43. Paneles de información del pabellón modelo tridimensional  
Figura 44. Paneles de información construido



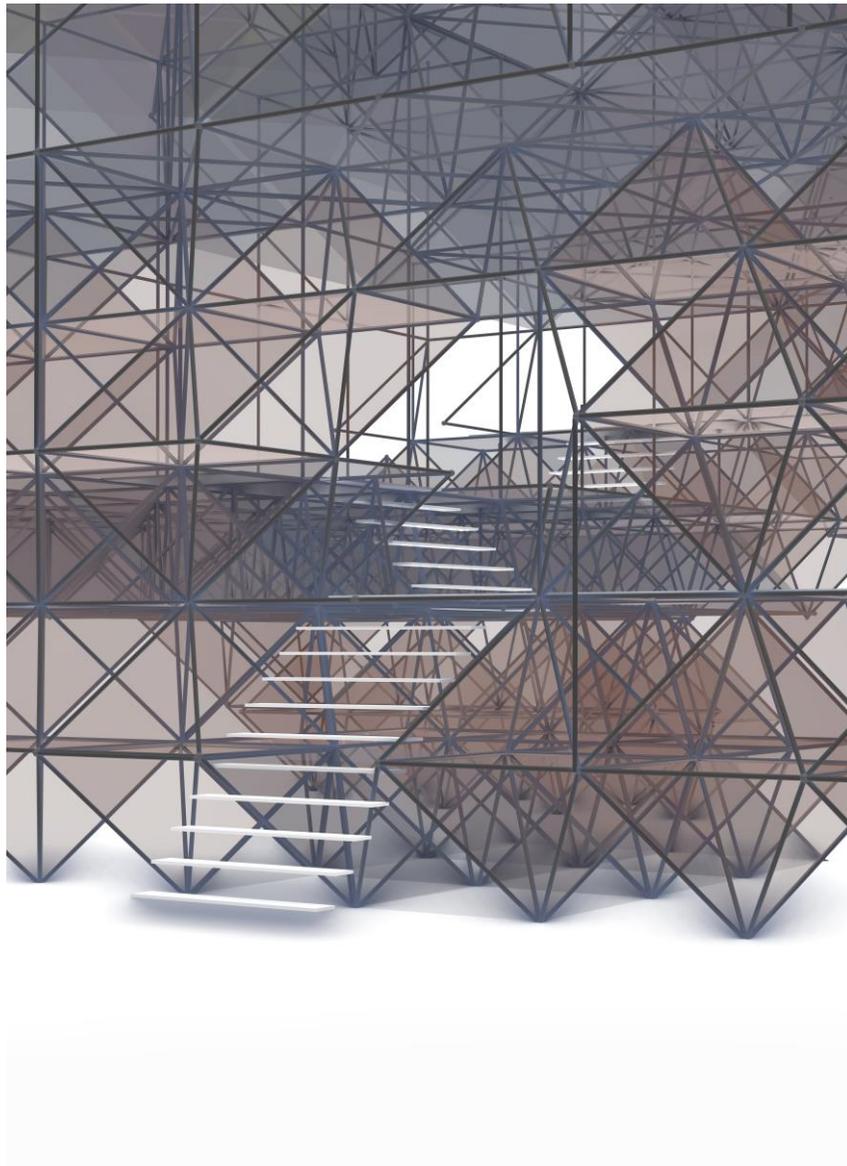


Figura 45. Escaleras secundarias modelo tridimensional



Figura 46. Escaleras secundarias construidas

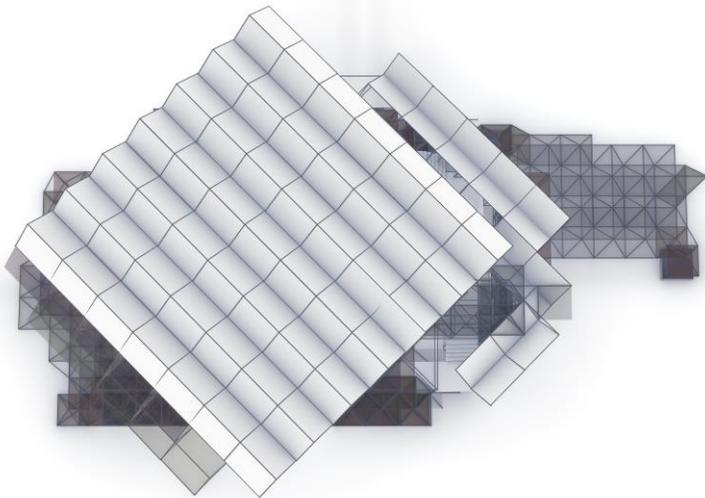


Figura 47. Vista aérea modelo tridimensional

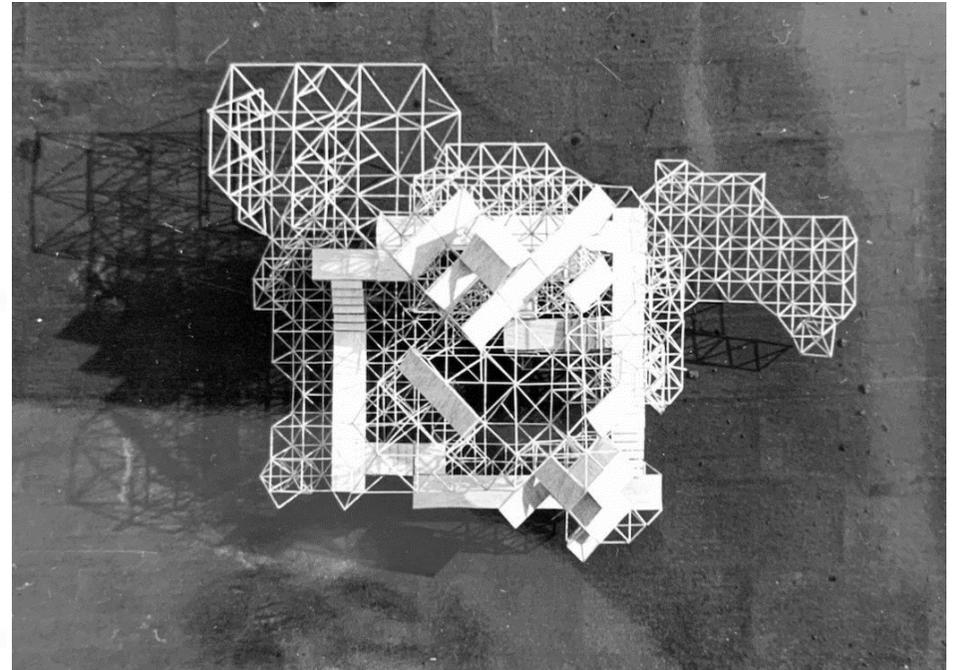
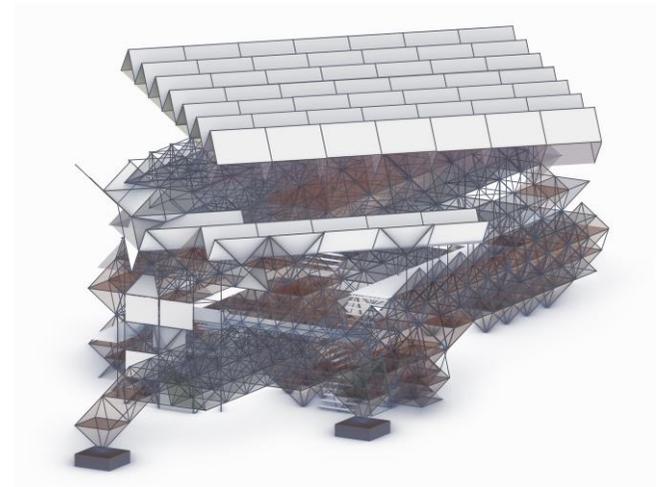
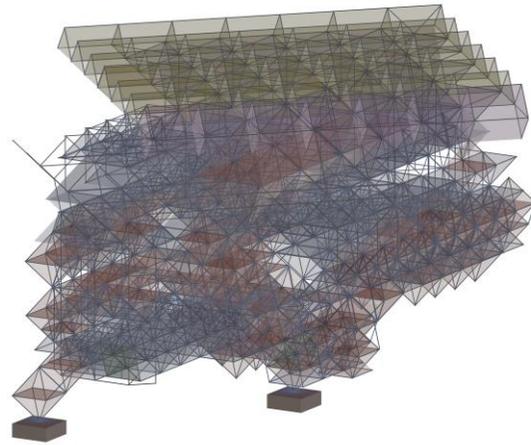
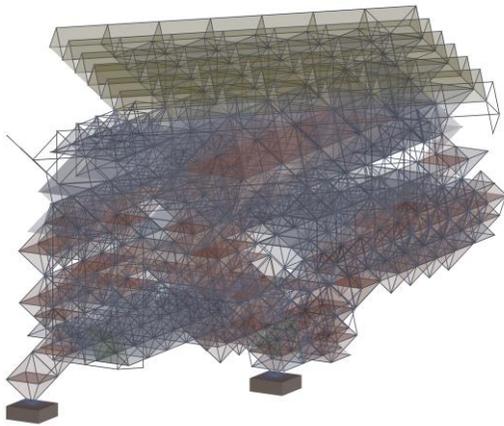
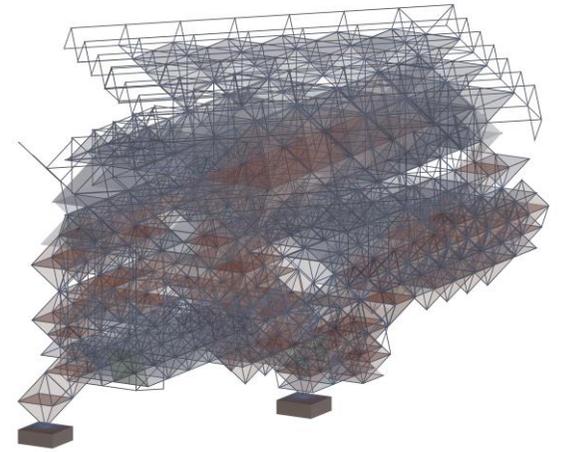
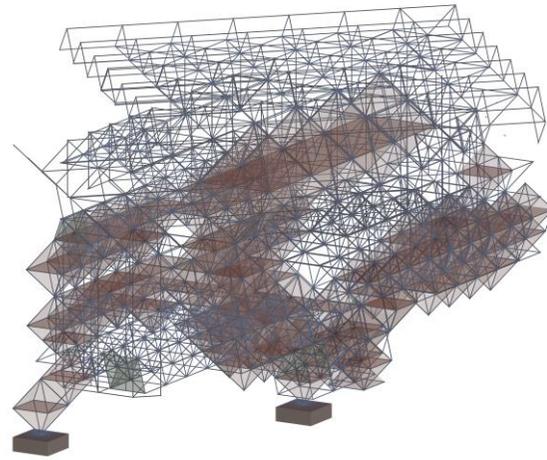
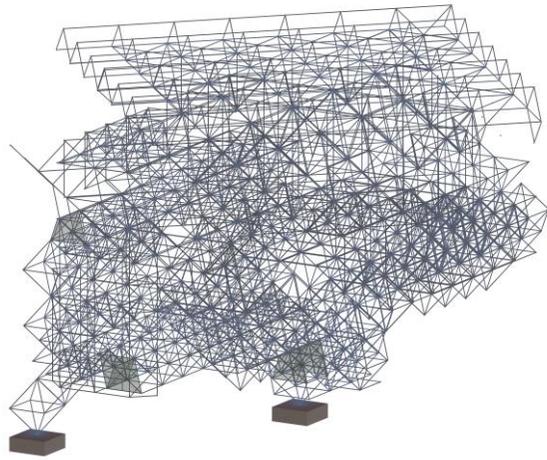
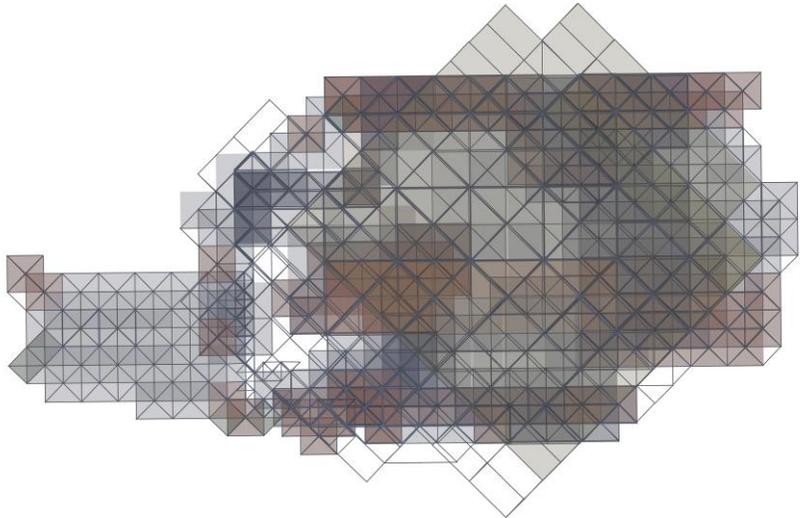
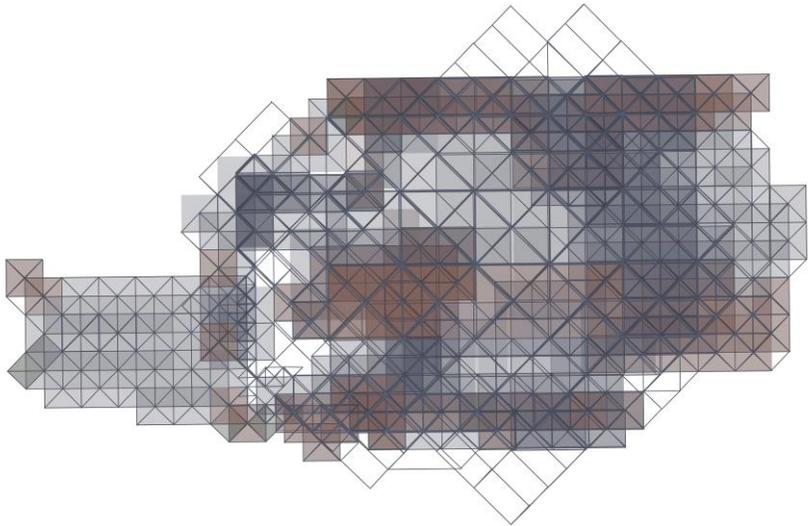
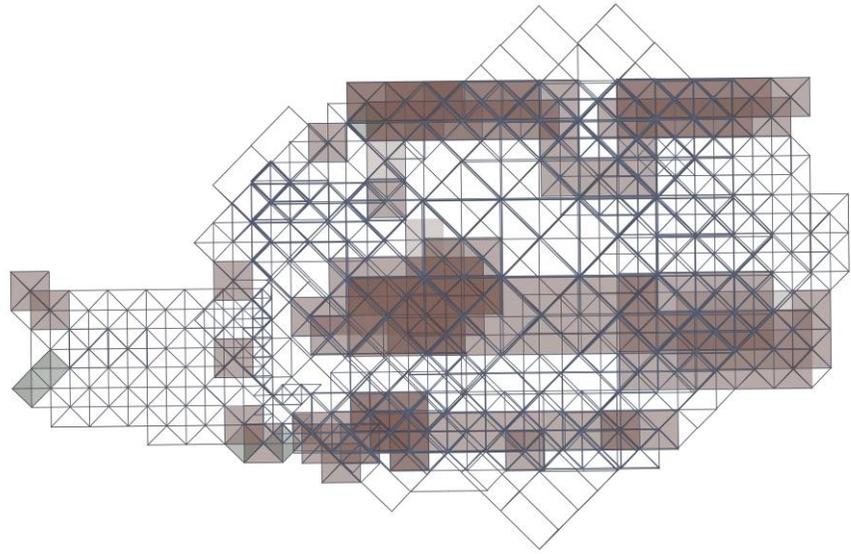
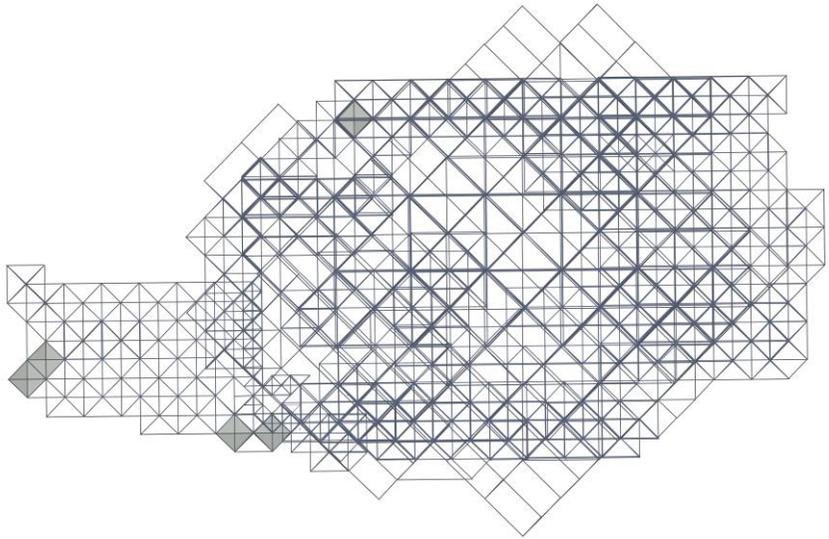
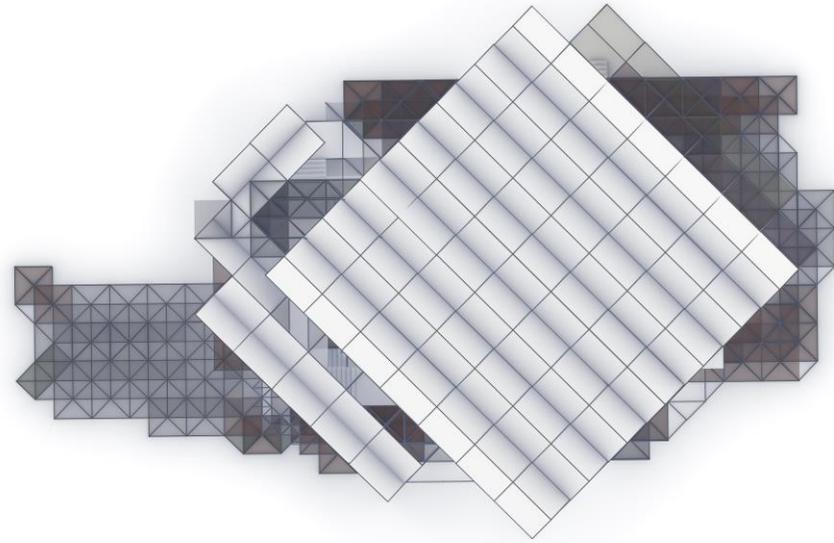
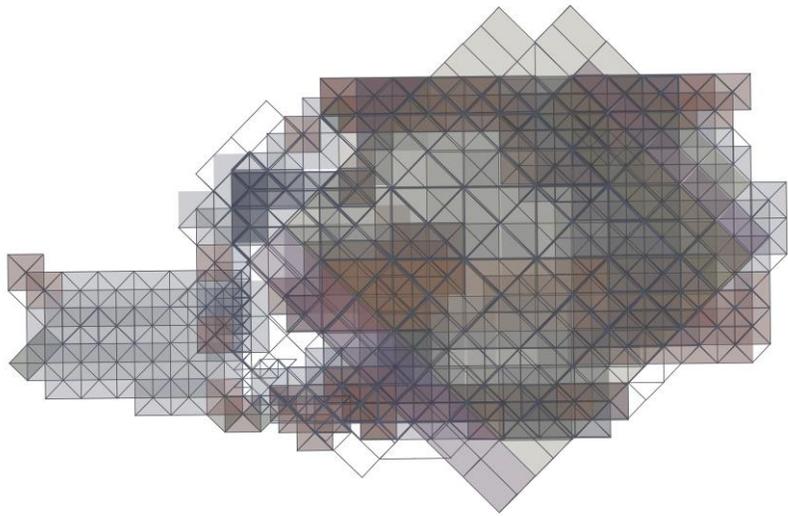


Figura 48. Vista aérea maqueta

# PROCESOS GEOMÉTRICOS







En las imágenes anteriores donde se muestra la aparición de las diferentes figuras geométricas se puede observar, tanto desde la vista en perspectiva como desde la vista de la planta, como se van anexando para formar la estructura del pabellón las figuras geométricas del metaeder dentro de él.

En primer lugar, aparecen los tetraedros señalados en color verde; en segundo lugar, siendo en este caso más abundantes, aparecen las figuras del octaedro, señalados en color rojo; siguiendo con la tercera imagen, aparecen los medios octaedros, señalados en color azul, siendo la figura más abundante en el pabellón; de acuerdo con la geometría de la cubierta, aparecen en la cuarta imagen los cubos en color amarillo, y en la quinta imagen aparecen los medios cubos en color rosa. Por último, se coloca como última imagen la aparición de los diferentes paneles y pasarelas que envuelven el pabellón.

Finalmente, se realiza un video que documenta el recorrido a través del modelado del pabellón DEUBAU, con el fin de comprobar cómo era la experiencia de visitar la exposición.

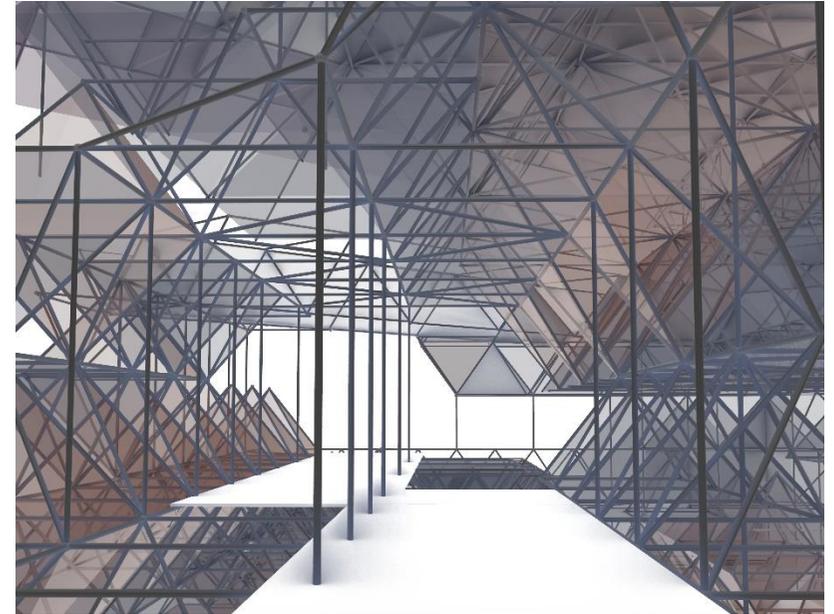


Figura 49. Pasillo de exposiciones modelo tridimensional

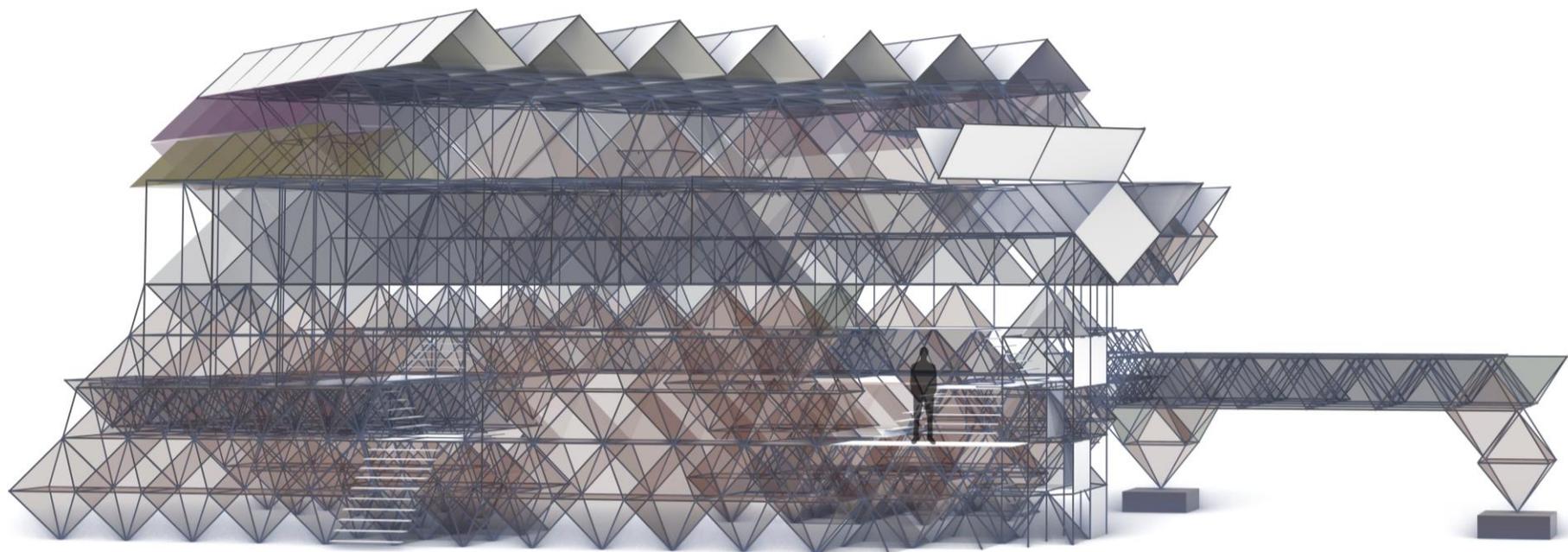


Figura 50. Vista lateral izquierdo del modelo tridimensional

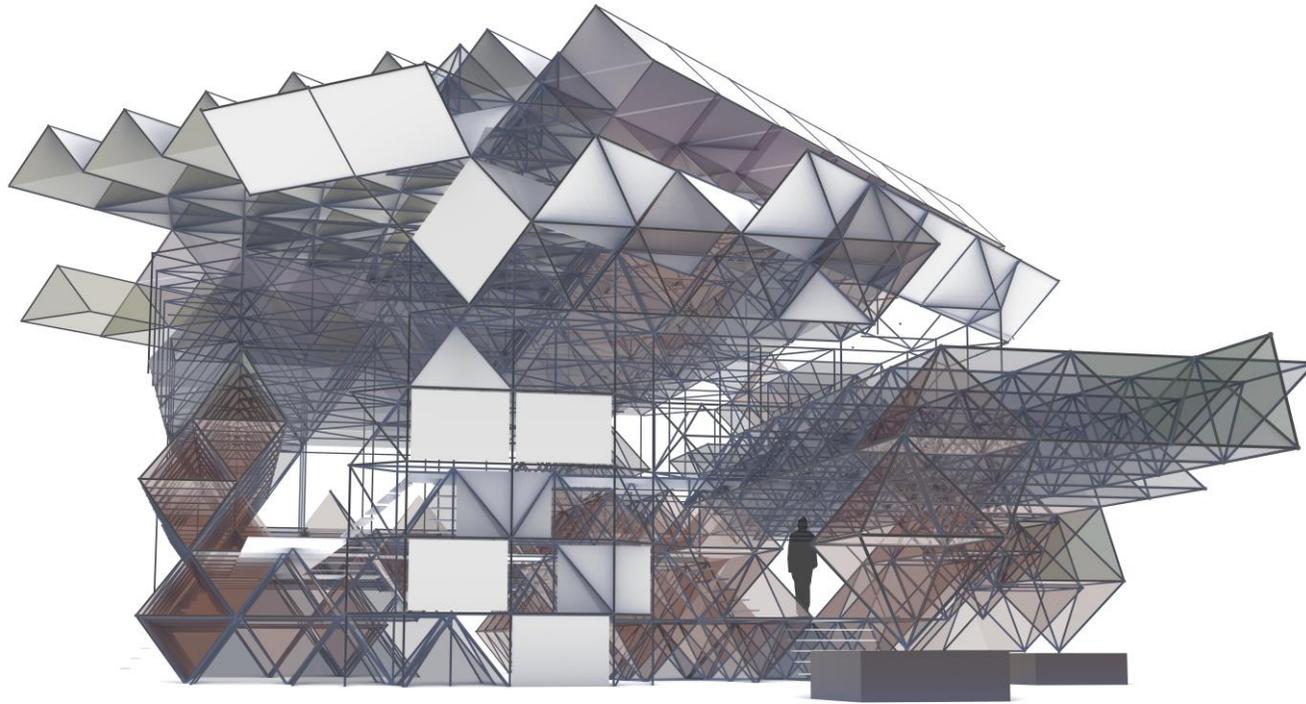


Figura 51. Entrada al pabellón del modelo tridimensional



## 5. CONCLUSIONES

Con este estudio, teniendo en cuenta los objetivos propuestos, se establecen unas conclusiones significativas que ofrecen una comprensión de la obra y la teoría geométrica de Eckhard Schulze-Fielitz.

En primer lugar, tras realizar una extensa búsqueda de información tanto del arquitecto Eckhard Schulze-Fielitz como de su obra, se evidencia la escasez de información disponible acerca de este ámbito en arquitectura. A pesar de pertenecer a los primeros componentes del grupo GEAM y su papel destacado como pionero en la realización de obras de origen utópico a la construcción, así como en la aplicación de estructuras modulares y megaestructuras, Schulze-Fielitz permanece siendo relativamente desconocido en la comunidad arquitectónica.

Sin embargo, la obra de Schulze-Fielitz resulta influyente en la posterior aplicación de conceptos utópicos en la construcción, así como en la creación de obras modulares y megaestructuras.

Al documentar y analizar el modelo teórico de Schulze-Fielitz, se confirma la utilización del concepto Raumstadt en sus distintivas obras. Asimismo, se identifica la aplicación del módulo Metaeder en cada una de sus distintas obras características. De este modo, las obras realizadas por Schulze-Fielitz se

tienen como fundamento la coherencia geométrica y la utilización constante del módulo Metaeder, junto con el enfoque teórico de Raumstadt.

El módulo Metaeder, correspondiente a la teoría Raumstadt, se considera el módulo utilizado por Schulze-Fielitz en sus obras principales, caracterizándose todas ellas por ser obras totalmente moduladas.

El pabellón DEUBAU de Essen tiene un valor arquitectónico en la obra de Schulze-Fielitz por ser una utopía construida y diseñada completamente con su módulo Metaeder, utilizando las figuras geométricas intracúbicas en su diseño.

Tras el desarrollo y el modelado del pabellón DEUBAU de Essen, se puede afirmar que este edificio de 1962 se compone únicamente de las figuras geométricas encontradas dentro del Metaeder, de origen intracúbico. De manera que no aparecen figuras distintas al módulo teórico propuesto por Schulze-Fielitz, lo que demuestra la coherencia y fidelidad del arquitecto a su teoría geométrica.

De la misma manera, se comprueba con las imágenes localizadas del proceso de construcción del pabellón, que el pabellón sufrió cambios significativos durante su proceso constructivo, pero sin alterar el

módulo del que nace el pabellón. Siendo, en su conjunto, una obra completamente intracúbica del módulo Metaeder. Esto confirma la solidez y la coherencia de la obra de Schulze-Fieltiz, siendo un ejemplo destacado de la aplicación práctica de la teoría geométrica Raumstadt y su módulo Metaeder en la arquitectura.



## 6. Biografía

- Aicher. 2011. *Transferir a Mies a la tercera dimensión: ¿eso fue la liberación!* Disponible en: <https://www.bauwelt.de/rubriken/interview/Mies-in-die-dritte-Dimension-ueberfuehren-Das-war-die-Befreiung-Florian-Aicher-Gespraech-Eckhard-Schulze-Fielitz-Raumstadt-2110288.html>
- Conrads, Ulrich. 1971. *Programs and manifestoes on 20th-century architecture*. Cambridge, Massachusetts. The MIT Press.
- COAM. 2006. Revista de Arquitectura. N°345, pp28-33. Disponible en: <https://www.coam.org/media/Default%20Files/fundacion/biblioteca/revista-arquitectura-100/2000-2008/docs/revista-articulos/revista-arquitectura-2006-n345-pag28-33.pdf>
- Dr. Ing. Mengerlinghausen, Max. 1975. *Raumfachwerke aus Stäben und Knoten*. Würzburg: Universtitätsfrickerei H. Stürtz AG Würzburg
- Fiel, Wolfgang. 2010. *Eckhard Schulze-Fielitz. Metasprache des Raums*. Viena: Springer-Verlag Vienna
- Fiel, Wolfgang. 2021. *Adiós a Eckhard Schulze-Fielitz*. Disponible en: <https://v-a-i.at/aktuelles/eckhard-schulze-fielitz-verstorben>
- Guillen González, Arturo. 2017. *Propuestas generales del grupo de estudio de la arquitectura móvil (GEAM). Caso concreto de Schulze-Fielitz*. Trabajo fin de Grado, TFG Etsam.
- Peña Fernández Serrano, Martino. 2017. *La infraestructura espacial de Yona Friedman. La utopía dibujada*. EGA Revista de expresión gráfica arquitectónica. Volumen 22 n° 30, pp 52-61.
- Rouillard, Dominique. 2018. *Megaspacestructure Yona Friedman and Eckhard Schulze-Fielitz*. Megastructures. n° 3, pp 3-18
- Schulze-Fielitz, Eckhard. 1961. *Raumstrukturen*. Bauwelt 1961 n° 10, pp 263-271

- Schulze-Fielitz, Eckhard. 1962. *Raumstrukturen*. *Bauwelt* 1961 n° 26, pp 729-730
- Schulze-Fielitz, Eckhard. 1971. *Stadtsysteme I*. Stuttgart: Karl Krämer Verlag Stuttgart
- Schulze-Fielitz, Eckhard. 1971. *Stadtsysteme II*. Stuttgart: Karl Krämer Verlag Stuttgart
- Strauss, Stephan. 2005. *Eckhard Schulze-Fielitz und die Raumstadt*. Tesis doctoral, TU Dortmund.

## 7. FUENTE DE IMÁGENES

- FIGURA 1. Revista Bauwelt nº7
  - FIGURA 2. Elaboración propia
  - FIGURA 3, 4, 5, 6, 7, 8. 2010. Eckhard Schulze-Fielitz. *Metasprache des Raums*. Viena: Springer-Verlag Vienna: 50-52
  - FIGURA 9. Fiel, Wolfgang. 2010. *Eckhard Schulze-Fielitz. Metasprache des Raums*. Viena: Springer-Verlag Vienna: 112
  - FIGURA 10, 11. Fiel, Wolfgang. 2010. *Eckhard Schulze-Fielitz. Metasprache des Raums*. Viena: Springer-Verlag Vienna: 104-106
  - FIGURA 12. Peña Fernández-Serrano, M., Sánchez Pérez, A., & Ródenas López, M. A. (2023). *El Flatwriter de Yona Friedman: revisión, desarrollo y posibilidades en la Era Digital*. ZARCH, (19), 140-153. Disponible en: [https://doi.org/10.26754/ojs\\_zarch/zarch.2022196935](https://doi.org/10.26754/ojs_zarch/zarch.2022196935)
  - FIGURA 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19. Elaboración propia
  - FIGURA 20. Fiel, Wolfgang. 2010. *Eckhard Schulze-Fielitz. Metasprache des Raums*. Viena: Springer-Verlag Vienna: 369
  - FIGURA 21, 22, 23, 24, 25, 26, 33, 39, 41, 43, 45, 47, 49, 50, 51. Elaboración propia.
  - FIGURA 27, 28, 29, 30, 31, 32, 34, 35, 36, 37, 38, 40, 42, 44, 46, 48. Archivo Baukunstarchiv NVR de Dortmund. S.f. *Fotografía del proyecto del pabellón DEUBAU de Essen*.
- LÍNEA CRONOLÓGICA:
- Elaboración propia. Imágenes procedentes de: Guillen González, Arturo. 2017. *Propuestas generales del grupo de estudio de la arquitectura móvil (GEAM). Caso concreto de Schulze-Fielitz*. Trabajo fin de Grado, TFG Etsam.