



Revista de Arquitectura

ISSN: 1657-0308

cifar@ucatolica.edu.co

Universidad Católica de Colombia  
Colombia

Salcedo, Martha Luz; Pérez, Andrés Felipe  
La estructura como generadora de espacios arquitectónicos  
Revista de Arquitectura, vol. 8, 2006, pp. 52-57  
Universidad Católica de Colombia  
Bogotá, Colombia

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=125112640009>

- ▶ Cómo citar el artículo
- ▶ Número completo
- ▶ Más información del artículo
- ▶ Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal  
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

## LA ESTRUCTURA COMO GENERADORA DE ESPACIOS ARQUITECTÓNICOS

Segunda convocatoria Investigación formativa docente

### Docentes

#### ARQ. MARTHA LUZ SALCEDO

Arquitecta, Universidad Nacional de Colombia  
Magíster en Construcción, Universidad Nacional  
Directora de la línea de Investigación Tecnologías Apropiadas, Universidad Católica de Colombia  
Docente del área de Diseño Constructivo, Universidad Católica de Colombia y del área de Tecnología, Universidad Nacional.  
Directora del semillero de investigación Sistemas constructivos Bogotá Siglo XX

#### ARQ. ANDRÉS FELIPE PÉREZ

Arquitecto, Universidad Nacional de Colombia  
Magister en Construcción, Universidad Nacional  
Docente del área de Tecnología, Universidad Nacional

### Investigación en Arquitectura

El sistema estructural desde la antigüedad ha formado parte del proceso de creación de espacios y se ha reflejado en las obras arquitectónicas como un elemento manifiesto de evolución, desde la concepción del espacio como experiencia del hombre, hasta la representación de su propia imaginación. Este proceso es estudiado en edificaciones tales como los aeropuertos, en donde los elementos estructurales hacen parte de un lenguaje de significados que actualmente evocan los espacios como símbolo de un universo de sentimientos y percepciones. El sistema estructural utilizado logra no solo cumplir con la función de soportar, sino a la vez de contener en cada elemento un código que permite la relación de lo real con lo imaginado, aspecto determinante para concebir los espacios como un vínculo al mundo de la fantasía que a través del tiempo se ha manifestado en el ser humano como anhelos de su propia existencia.

#### PALABRAS CLAVE

Proceso constructivo, simbología, significación, metáfora formal, tectónica

### RESEARCH

#### THE STRUCTURE AS GENERATOR OF ARCHITECTURAL SPACES

The structural system from antiquity has been part of the process of creation of spaces and it has been reflected in the architectural works as an apparent element of evolution, from the conception of the space like the experience of man, until the representation of its own imagination. This process is studied in such constructions as the airports where the structural elements make part of a language of meanings that at the moment evoke the spaces like symbols of a universe of feelings and perceptions. The utilized structural system does not only achieves alone the function of supporting, but at the same time of containing in each element a code that allows the relationship of the real thing with that imagined, decisive aspect to conceive the spaces like a bond to the world of the fantasy that has shown in the human being like yearnings of its own existence through the time.

#### KEY WORDS

Constructive process, symbology and significance, formal, tectonic metaphor,

Recibido: Septiembre 2000

Revisión: Octubre 2004

Aceptado: Mayo 2006

## PRESENTACIÓN

El presente trabajo de investigación pretende adentrarse en el tema de cómo la estructura puede manifestarse de manera clara dentro de una edificación, hasta el punto de llegar a ser la expresión formal de la misma y dentro de ese vasto panorama, los aeropuertos, esas edificaciones dedicadas al intercambio entre medios de transporte ocupan un capítulo muy importante tanto para las ciudades que los construyen como para el usuario que los disfruta. En primera instancia el contexto en el que se desarrollan implica un conocimiento del estado del arte de la arquitectura y la tecnología de un pueblo específico y adicionalmente su pensamiento alrededor del uso de metáforas como formas de expresión.

A través de la lectura espacial de algunos de los aeropuertos modernos se comprende como el lenguaje que se utiliza en la actualidad tiene que ver con una melancolía del clasicismo, en donde las formas utilizadas evocan elementos naturales: alas de aves (Hamburgo), animales prehistóricos (Kansai), bosques (Stansted, Stuttgart), cordilleras montañosas (Denver), etc.

El contenido de la investigación se centra alrededor del análisis de dos aeropuertos que utilizan la figura de “bosque” como metáfora formal para expresar el pensamiento de luz y sombra, de relación cielo y tierra, de lo arraigado y lo etéreo; el escenario donde se trasciende a través de lo oculto a lo evidente. El *aeropuerto de Stansted de Norman Foster* y el *aeropuerto de Stuttgart de Meinhard Von Gerkan*, coinciden en la utilización de barras y tirantes de acero como ramas que se desprenden de un tronco y que por repetición nos conducen a la idea de “bosque”, además también coinciden en el planteamiento arquitectónico de ubicar en una planta baja, casi escondida, todos los servicios y en una segunda planta muy libre, desarrollar un gran vestíbulo de fácil lectura que conduce a los usuarios a la zona de embarque.

El sistema estructural utilizado para la simulación de bosque es el reticulado espacial, sistema que funciona a dos esfuerzos básicos: tracción y compresión, y que a través del uso de barras cortas permite transmitir las cargas de la cubierta a unos pilares o troncos muy distanciados entre sí, funcionando tridimensionalmente. Los detalles constructivos de ambas edificaciones ratifican la idea de que la cubierta flota sobre los árboles y permite el paso de luz natural controlada, evidenciando la idea de “liviano pero firme” que se siente dentro de un bosque.

## INTRODUCCIÓN

Cuando comenzamos a plantear el tema a investigar, el propósito siempre fue el poder hacer evidente la estrecha relación que existe entre el planteamiento de la estructura o sistema portante y el planteamiento arquitectónico. Sin embargo mientras esta idea no se encontraba explícita en todos los planteamientos, sino que en algunos tácitamente influía sobre la generación del espacio arquitectónico, en otros casos era el eje generador de la concepción espacial total.

En ese punto tuvimos que tomar una decisión importante para el desarrollo del trabajo de investigación y fue la de clasificar por usos los espacios que queríamos analizar y comenzar a estudiarlos independientemente. Así surgió la primera aproximación al tema “aeropuertos” como espacios caracterizados en cada cultura y en cada ciudad y que actualmente se convierten en el hito de importancia para las grandes capitales del mundo.

La llegada a un país se identifica con el aeropuerto al que se llega. Desde el aire se impone su extensión y su forma, y en su utilización se descubre la importancia de la ciudad y del país al que se está arribando. Por eso en esta época, el diseño y la construcción de un aeropuerto se convierte en un reto, en un derroche de tecnología para lograr el privilegio de ser considerado “*uno de los más grandes del mundo*”. Anteriormente se pensaba en el aeropuerto como un edificio puramente funcional que debía desarrollarse lo más racional posible, pero a partir de Saarinen con su terminal de la TWA en New York, se modifica ese pensamiento y se comienza a invertir en los aeropuertos como edificaciones únicas, con una expresión propia.

Dentro de este postulado tenían cabida aún muchos esquemas diferentes que cumplen la misma función y en los que sin lugar a dudas, la estructura es el motor generador del espacio arquitectónico. Es entonces cuando tomamos la decisión de estudiar inicialmente un tipo de estructura que se repite en algunos aeropuertos importantes y es la tipo “árbol”.

Dos aeropuertos básicamente nos llamaron la atención por ser sus planteamientos basados en este principio y además porque la respuesta formal es muy similar en ambos, son los aeropuertos de Stansted en Londres y de Stuttgart en Alemania. A ellos dos limitaremos este estudio inicial, que como aclaramos es una primera aproximación al tema de partida: la estructura puede ser el eje generador del espacio arquitectónico.

## MARCO TEÓRICO

... "Cuando las proporciones matemáticas se refieren a la realidad, no son ciertas; cuando son ciertas no hacen referencia a la realidad"

ALBERT EINSTEIN (*Geometrie und Erfahrung*, 1921)

A partir de la definición griega de espacio, la cual se vuelve tema de reflexión para convertir lo imaginado en realidad, empezamos a encontrar tantas posibilidades que sería imposible resumir en una sola frase el significado de lo que hoy conocemos como la teoría del Espacio. Si bien es cierto, el concepto de espacio es intuitivo, la evolución del pensamiento humano se ha preocupado por buscar otras acepciones.

Pasar de lo imaginado a lo real se da en un momento tal con la creación de la geometría, por medio de la cual es posible hablar de lo físico sin tener en cuenta lo imaginado, es decir el pensamiento se convierte en idea. Muy poco duró esto, pues la geometría Euclíadiana, la primera en crearse fue desplazada por la geometría No Euclíadiana y la teoría de la Relatividad; Involucrando las posibles variables que pueda contener cada una, se genera en la geometría la posibilidad de construir la imaginación humana más que poder definir lo hallado en la naturaleza.

Pero esto es solo una parte de esa gran definición de teoría del espacio, pues el hombre no puede limitarse a lo que defina un plano cartesiano ni unas coordenadas geométricas, sabiendo que existe un Lugar, un Proyecto y un Proceso constructivo, el hombre empezó a pensar que la experiencia previa estaba dada a partir de un mundo donde lo "cognoscitivo" es decir la relación con lo creado, nada tenía que ver con la vida cotidiana y mucho menos con el medio ambiente. Cuando creamos un espacio arquitectónico definimos en primer lugar el "locus", pero de igual manera se define un material, el cual determina un proceso constructivo, todo esto tendrá relación lógica en la elaboración de los conceptos de análisis de zonas, de sectores y variantes básicas, es aquí donde se le da importancia finalmente, y se deben tener muy claras las relaciones entre el Espacio y su Función. Es esencial tener presente que el programa genera consecuencias en la distribución y tamaño de los espacios.

Hasta ahora se habla de un "concepto" general de espacio, pero es necesario por lo menos puntualizar sobre uno de los muchos significados, en lo que nos interesa, el Espacio Arquitectónico. Si partimos que en la actualidad el común de la gente define espacio como un lugar común, podremos ver que a través de las diferentes sensaciones que este produce, se puede tener una aproximación a él. Ya no es, como anotaría S. Giedion en sus escritos, la referencia al volumen, el vacío o la relación entre el interior y el exterior; es ahora la relación que existe entre la percepción del hombre hacia lo que lo rodea, el manejo del contexto, el manejo de lo afectivo y su relación con el medio ambiente. Esto no quiere decir que el espacio solo existe por que lo percibimos pues es claro que el espacio esta delimitado por una geometría e incluido dentro de alguno de los conceptos de pragmatismo, percepción, existencia, cognoscitivismo y abstracción. El hombre no es finalmente el centro del espacio, pero es quien lo crea o lo modifica de acuerdo a su experiencia, necesidades y sensaciones.

Cuando se ve el espacio desde el punto de vista matemático este solo está delimitado por paramentos, y a él solo se le incluyen los cuatro sistemas que constituyen la unidad arquitectónica, es decir, los Soportes, los Mecanismos, la Envoltura y las Particiones; esto finalmente se convierte en un trabajo mecánico, tal vez un trabajo de ingeniería. Pero cuando los Soportes son generadores de Espacio Arquitectónico el concepto de desarrollo de la Unidad Arquitectónica cambia, pues los cerramientos ya no son simples muros y las particiones no me generan sub-espacios que acomodo indiscriminadamente, la Arquitectura se vuelve un Todo y cada uno de los componentes es parte fundamental del Todo.

## LA IDEA DE AEROPUERTO

La idea de aeropuerto como el espacio de transición entre medios de transporte, siempre se ha mantenido en la conciencia colectiva e implica unas relaciones espaciales y formales muy claramente definidas desde hace mucho tiempo. Sin embargo en la actualidad dichas relaciones se han venido dejando atrás para dejar paso al universo de la imaginación y la fantasía en donde los espacios evocan en algunos casos seres vivos y se traducen en metáforas espaciales y formales con relaciones diferentes a las convencionales ya conocidas y aplicadas en otros aeropuertos.

Dentro de este contexto aparecen aeropuertos en los cuales la transición no se realiza entre medios de transporte, sino que nos remontan a una realidad diferente. La nueva propuesta se produce por la interpretación del fenómeno fantástico que implica la relación "tierra-aire", dos de los elementos básicos en la cultura actual, en donde lo esotérico se convierte en una opción para comprender el mundo.

La tierra, fija e inmutable y el aire etéreo y móvil son dos polos opuestos y la transición entre ellos debe realizarse en el aeropuerto. Es un paso mágico que el actor pocas veces descubre, pero que si se dan las claves para realizarlo, se convierte en una sueño hecho realidad.

Es allí donde se puede entender el planteamiento de los aeropuertos tipo "árbol". Este elemento único, símbolo de verticalidad, proyectado hacia la luz y el sol, cobra sentido espacial y de conjunto cuando nos remonta al "bosque", dentro del cual nos permite evidenciar la existencia de la luz y la sombra y que hace que dentro de la literatura fantástica sea símbolo de lo desconocido y encantado, arraigado en la tierra pero ascendente y de esa misma manera nos genera similitud al enigma de la dualidad "tierra-cielo".

Esta vivencia del bosque es la misma que se percibe en un aeropuerto tipo "árbol", un espacio muy real y tangible que permite el tránsito a lo fantástico, a la aventura, al viaje a través del cielo y dominar la tierra desde arriba como en un sueño; es la iniciación al poder volar.

Las columnas asemejan la columna vertebral del esqueleto y los miembros y vértebras representan las ramas, que al bifurcarse hacen pensar no solo en la estructura ósea, sino también en otros sub-sistemas de conexión e irrigación que se ramifican por todo el cuerpo (nervios, arterias, venas, etc) y se despliegan según un esquema arborescente impuesto por la necesidad de conducir los flujos vitales hasta las células más distantes. Esta estructura recuerda también, además de los árboles y vegetales, los cursos del agua que surcan los continentes y dispersan vida, dando un sentido antropomórfico a la noción de biosfera.

## ANÁLISIS AEROPUERTO STANSTED Y AEROPUERTO DE STUTTGART

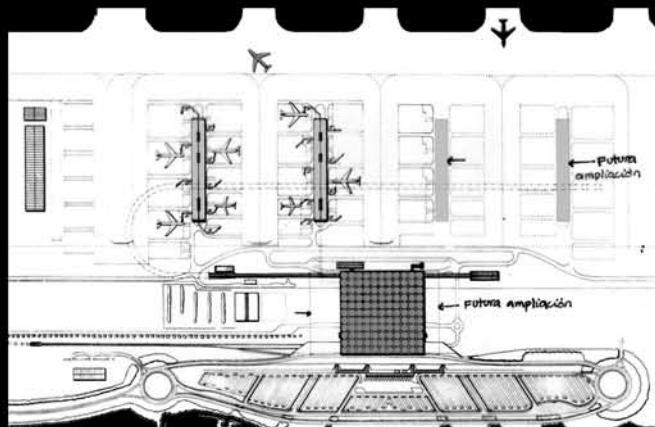


FIGURA No. 1 Localización Aeropuerto Stansted

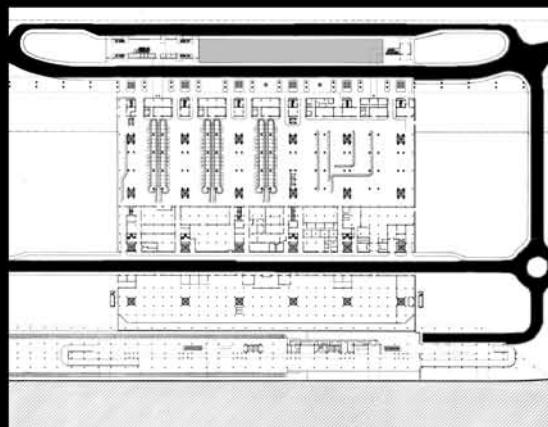


FIGURA No. 3 Planta primer nivel aeropuerto Stansted

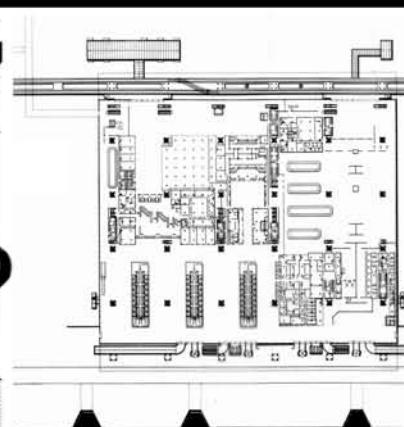


FIGURA No. 4. Planta segundo nivel

### AEROPUERTO STANSTED

Situado a cincuenta kilómetros de Londres, Stansted es el tercer aeropuerto de la capital Británica. En él se presenta la intersección de tres sistemas de transporte diferentes: la pista de aterrizaje, la autopista y la línea de ferrocarril, reto que asumió Foster al plantear los intercambios con la mayor suavidad posible. El resultado: una cubierta en forma de paraguas que envuelve un inmenso vestíbulo y la estación en el sótano, resuelto con base en tres principios: una estructura mínima, un gran manejo de luz natural y ocultamiento de instalaciones. (FIGURA No. 1)

Utilizando la topografía del terreno se planteó un bosquecido de 36 árboles cuádruples de acero tubular, colocados cada 36 metros. Los troncos de los árboles, que a media altura están arriostrados por el entepiso del vestíbulo alcanzan una altura de 17 metros y se despliegan a fin de soportar los casquetes reticulados de la cubierta situados a 23 metros del suelo del sótano. (FIGURA No. 2)

El funcionamiento es perfecto, el pasajero siempre sabe donde está y hacia donde debe dirigirse con un recorrido claro. En el primer nivel están localizadas las instalaciones del edificio y existen una serie de columnas independientes del reticulado espacial, encargadas de sostener el entepiso aligerado de concreto reforzado. Se trata de una profunda cripta que contiene la estación de ferrocarril, la maquinaria de calefacción y refrigeración, los servicios y tecnología de comunicación y todas la instalaciones, siempre oculto y por debajo del nivel del suelo. (FIGURA No. 3)

En el segundo nivel solo aparecen las columnas que conforman los módulos básicos de información y servicios, lo que da más libertad a la planta y genera un ambiente más cómodo y tranquilo para los pasajeros. La cubierta como ya se mencionó, es un cuadrado de 121 módulos

de 18 metros de lado. Desde el nivel del vestíbulo solo se perciben las hileras de armaduras de columnas tubulares cuádruples que contienen los módulos cuadrados que encierran el equipamiento correspondiente a alta tecnología. (FIGURA No. 4)

El cerramiento del edificio es un muro de vidrio, que comienza a partir del segundo módulo en las fachadas de acceso y de pasabordo y que le da un carácter de permeabilidad y transparencia. (FOTO No. 1)

En la cubierta puede apreciarse tanto la iluminación natural lograda mediante lucernarios, como la iluminación artificial. La climatización del espacio se evidencia colocando los sistemas sobre los mostradores de venta de billetes y bloques de ascensores. (FOTO No. 2)

Estructuralmente el edificio está constituido por dos tipos de reticulados espaciales:

- de doble pared
- de simple pared

El reticulado de doble pared está construido con secciones tubulares de acero que conforman pirámides de base cuadrada invertidas y truncadas, que se apoyan en el suelo por medio de cuatro columnas también tubulares de acero de 17 metros de altura. (FIGURA No. 3)

El reticulado de simple pared constituye la cubierta propiamente dicha. Está compuesto por paneles de metal perforado de forma triangular. Este reticulado espacial esta dispuesto en forma de casquetes casi planos en cuya parte central existen unas claraboyas que permiten el paso de la luz al interior del vestíbulo y las salas de espera.

El trabajo estructural de este sistema es muy sencillo: los elementos de mayor sección están sometidos a compresión (ramas exteriores del árbol) y los de menor sección, cables y barras, están sometidos a tracción (ramas internas del árbol). Los bordes de la

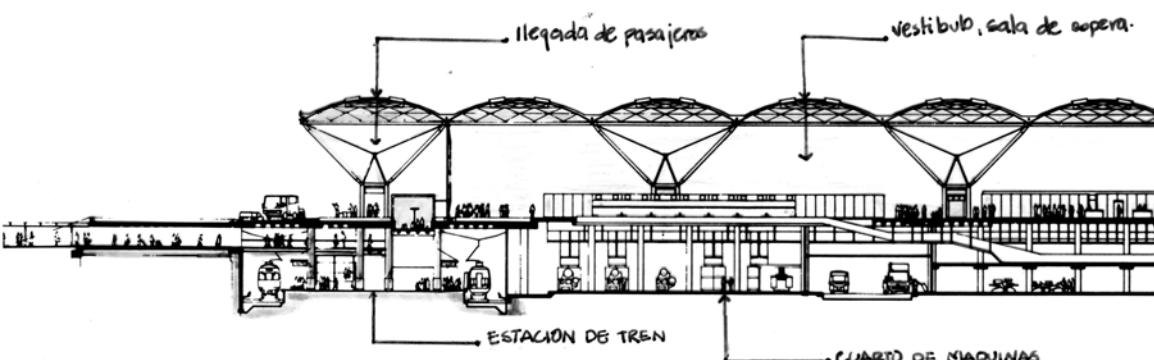


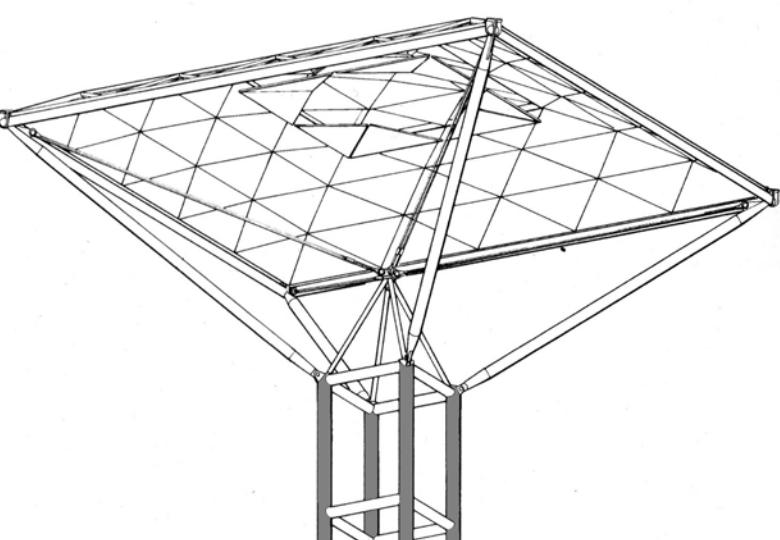
FIGURA No.2 . Corte esquemático aeropuerto Stansted



FOTO No. 1 . Fachada aeropuerto Stansted



FOTO No. 2 . Interior aeropuerto Stansted



pirámide invertida dan cierta rigidez al sistema, pero no contrarrestan del todo los empujes producidos por los casquitos. Las columnas deben estar empotradas al suelo para responder eficientemente ante fuerzas horizontales.

Se puede decir que el módulo está compuesto por tres partes: cubierta, árbol y módulo de servicios:

- La cubierta reticulada de simple pared integrada por los paneles y la claraboya.
- El árbol estructural, cuyas ramas son elementos tubulares de acero trabajando a tracción y a compresión, y unos tensores que controlan el empuje presentado en los vértices.
- El módulo de servicios, cuyo cerramiento puede variar de acuerdo a la función que albergue. (**FIGURA No.6**)

Pero sin duda lo más impresionante del edificio es el manejo de la luz. Cuando el visitante entra en el gran vestíbulo, tiene la impresión de estar casi al aire libre, pero protegido de las inclemencias del tiempo por un manto protector invisible que es el bosquecillo.

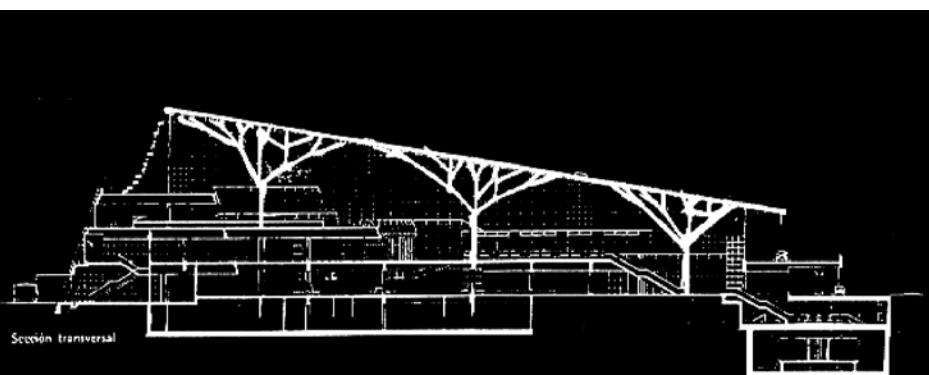


FIGURA No. 7 . Corte esquemático aeropuerto Stuttgart

## AEROPUERTO DE STUTTGART

Diseñado por Meinhard Von Gerkan en Alemania (1991), un conocedor de aeropuertos, edificaciones que han constituido una tipología habitual en su carrera, el aeropuerto parece una gran ala inclinada en la llanura de las afueras de Stuttgart, evocando el bosque de Birnam de Macbeth. En él se manifiesta el diálogo entre una estructura pesada de concreto (basamento escalonado), con un gran vestíbulo con cubierta ligera de celosías de tubos de acero y tirantes en dibujos metamórficos. (**FIGURA No. 7**)

El volumen del edificio se divide en dos cuerpos: Un gran vestíbulo de sección trapezoidal en el cual se realiza la llegada y salida de pasajeros y un bloque bajo en donde se ubican las salas de embarque y donde los pasajeros toman los autobuses que los llevan a los respectivos aviones. (**FIGURA No. 8**)

En Stuttgart la cubierta está compuesta por doce crujías rectangulares, cada una de las cuales se sostiene por medio de un juego de elementos de acero (ramas), que convergen en robustos troncos verticales. (Figura No. 9). El sistema estructural, al igual que en Stansted se basa en reticulados espaciales, que expresados vectorialmente, recogen las cargas de la cubierta y las transmiten como al descuido, hasta llegar a la reacción final. (**Foto No. 3**)

En el corte del vestíbulo principal se nota el escalonamiento de espacios siguiendo el lineamiento de la cubierta inclinada. La inclinación de las ramificaciones corresponde a la descomposición de vectores de fuerzas provenientes de la cubierta y transmitidos a la cimentación. (**Foto No. 4**)

En la planta del vestíbulo la compatibilidad de la planta simplifica la circulación y facilita su lectura, la circulación se desarrolla linealmente después del mostrador de facturación hacia el control de seguridad y seguidamente hacia el ala de embarque y sus correspondientes salas de espera. (**Foto No. 5**)

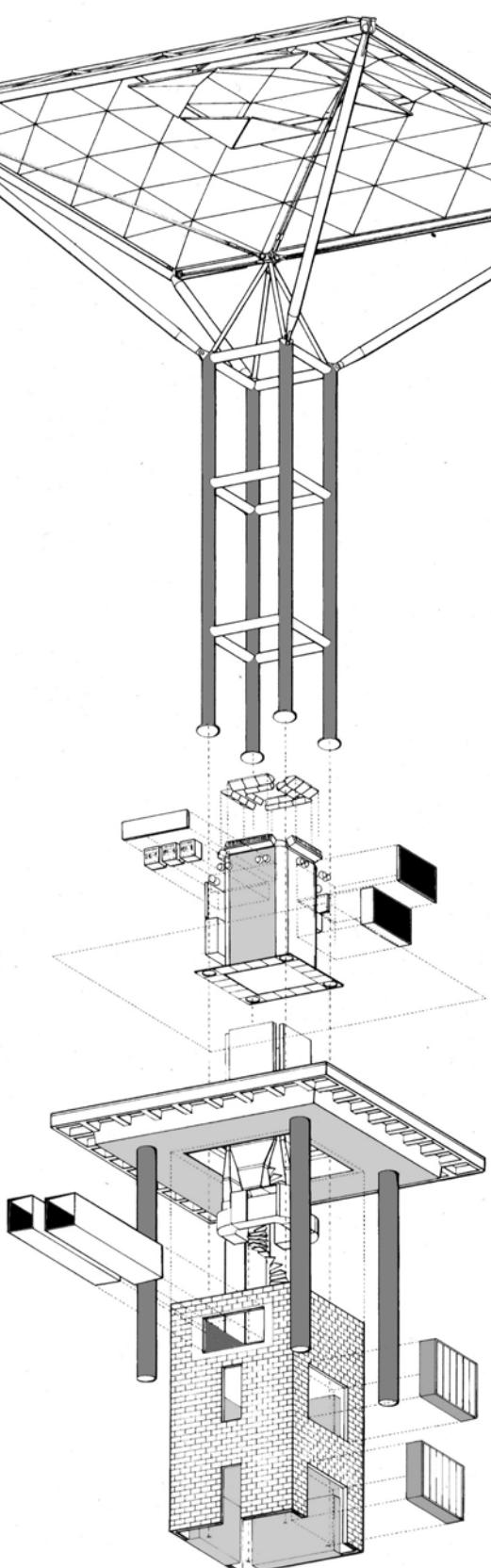


FIGURA No. 6 Detalle de los apoyos del aeropuerto Stansted

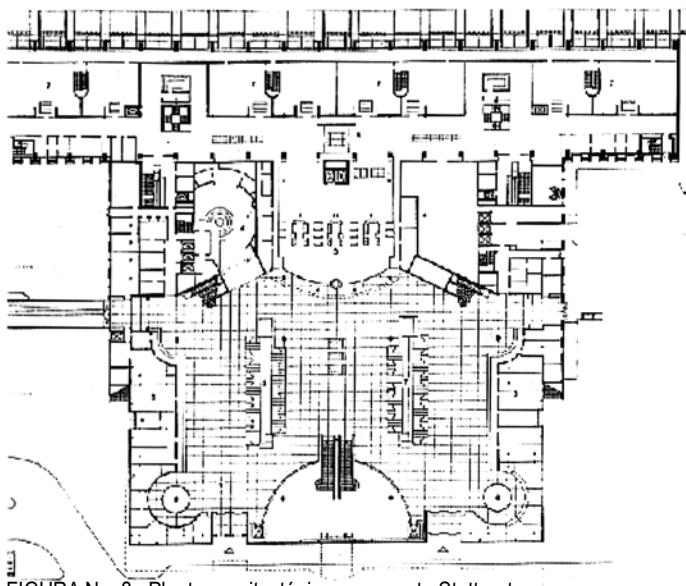


FIGURA No. 8 . Planta arquitectónica aeropuerto Stuttgart



FOTO No. 5. El bosque del vestíbulo general.



FOTO No. 4. Ramificaciones de la estructura del vestíbulo aeropuerto Stuttgart



FOTO No. 3. Tronco y ramas de la estructura

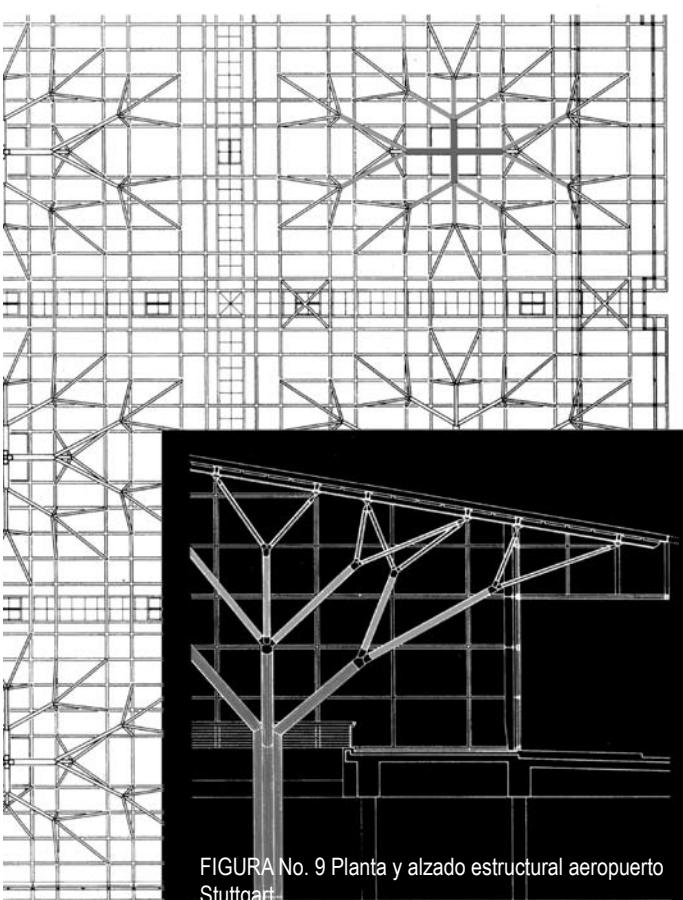


FIGURA No. 9 Planta y alzado estructural aeropuerto Stuttgart

## BIBLIOGRAFIA

ANGERER, Fred. *Construcción laminar: elementos y estructuración*. Barcelona: Gustavo Gili, s. f. 83 p.:il. ; 26 cm.

ARANGO HERRERA, Iván. *El polígono funicular y sus aplicaciones al proyecto de estructuras*. Medellín: Universidad Pontificia Bolivariana, 1986. 133 p.:il. ; 23 cm.

ASENSIO CERVER, Francisco. *La arquitectura de aeropuertos y estaciones*. Barcelona: Arco, 1997. 187 p. :il., planos; 31 cm.

ENGEL, Heinrich. *Sistemas de estructuras*. Madrid: H. Blume, 1979. 267 p.:il. ; 30 cm.

FOSTER, Norman. *Norman Foster: obras seleccionadas y actuales de Foster and Partners*. Madrid: Paraninfo, 1999. 256 p.:il. ; 30 cm.

HERZOG, Thomas; MINKE, Gernot. *Construcciones neumáticas: manual de arquitectura hinchable*. Barcelona: G. Gili, 1977. 191 p.:il. ; 26 cm.

JODIDIO, Philip. *New forms: la arquitectura de los noventa*. Koln: Taschen, 2001. 237 p.:il., fotografías, planos; 30 cm.

JODIDIO, Philip. *Santiago Calatrava*. Koln: Taschen, 1998. 175 p.:il. ; 30 cm.

MARGARIT, Juan; BUXADÉ, C. *Las mallas espaciales en arquitectura*. Barcelona: G. Gili, 1972. 228 p.:il. ; 30 cm.

OTTO, Frei. *Cubiertas colgantes*. Barcelona: Labor, 1962. 170 p. :il. ; 30 cm.

ROLAND, Conrad. *Frei Otto: tensión structures*. New York: Praeger Publs., 1970. VIII, 172 p. :il. ; 22 x 28 cm.

SLESSOR, Catherine. *Eco-tech: arquitectura high tech y sostenibilidad*. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, 1997. 191 p.:il. ; 29 cm.

## REVISTAS

Architectural Record. Septiembre 1987.

Casabella No. 580.

Monografías A y V No. 38