

# ESTRUCTURAS DE CABLES PRETENSADOS CON TIRANTES DIAGONALES (HAUBANS) "SISTEMA JAWERTH".

MICHEL FOURTANE  
ARQUITECTO.

En estos últimos años hemos visto aparecer en el dominio de la construcción, la técnica de las estructuras con cables.

Desde la construcción del puente de Brooklyn en 1883, el cable de acero había estado reservado a las Obras Públicas y a los ascensores de pozos de minas. Ha sido necesaria la construcción de la Pista de Releigh, de Nowiki, en 1953, para ver realizarse la primera estructura reticulada.

Desde hace siete años, numerosos proyectos y algunas realizaciones han visto la luz, la teoría se ha desarrollado, precisándose la técnica. Actualmente estas estructuras de cables parecen abrir perspectivas nuevas a la arquitectura en el terreno propio de la construcción y muy en especial, en el sector de la industrialización y de la prefabricación del edificio.

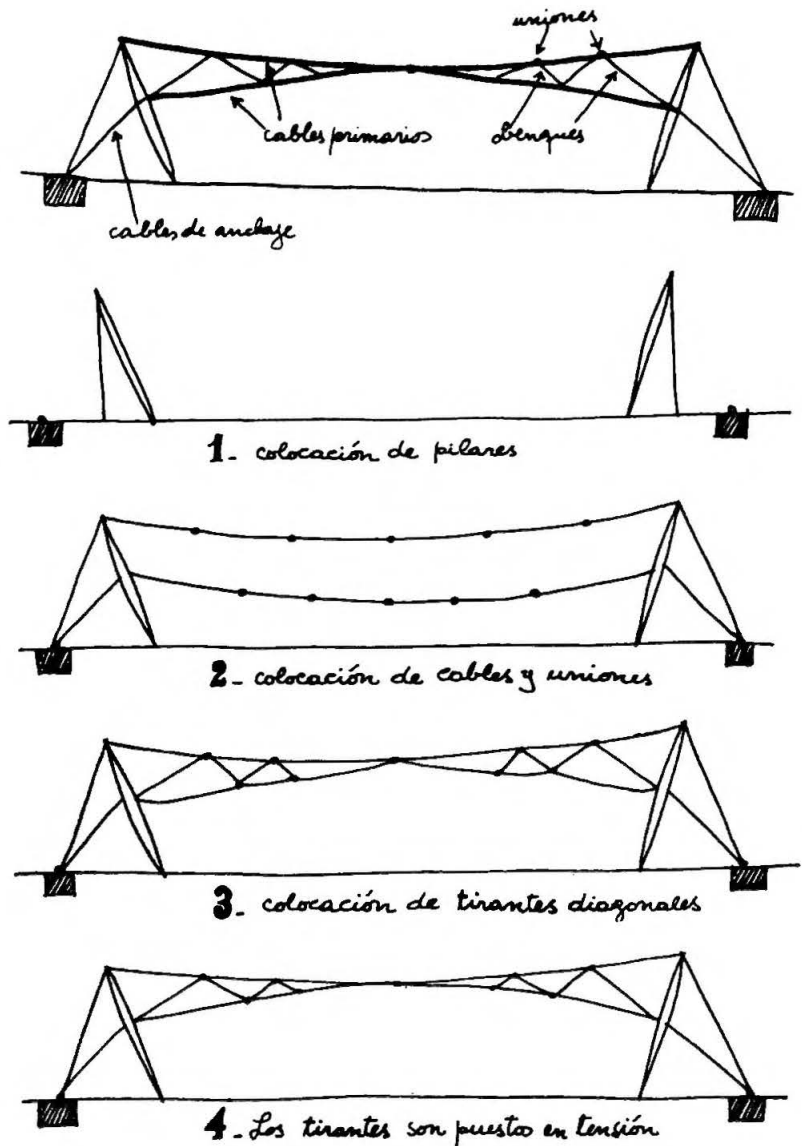
Mostramos en estas páginas un nuevo principio de estructura de techumbre de

cables pretensados teniendo cada una su propia estabilidad estática. Este sistema ha sido desarrollado por el Ingeniero M. Jawerth, en la construcción de la sala de deportes de Värnamo en Suecia meridional. El procedimiento ha suscitado tal interés mundial, que la firma David Jawerth ha concluido desde esa fecha más de una centena de contratos para el estudio de cubiertas suspendidas en diversas partes del mundo. Alemania Occidental, Inglaterra, Austria, Francia, Italia, Irán, Australia y Estados Unidos. Una decena de construcciones están actualmente en terminaciones o en obra gruesa.

Los elementos de la estructura lo constituyen principalmente dos cables primarios solidarios entre sí por tirantes de acero redondo dispuestos en diagonales. Colocar en tensión el sistema se logra gracias a los tirantes diagonales que se atan a los cables por abrazaderas especiales. Este sistema de "lazada" permite colocar



MERCADO DE ALHIS-MOUS. ARQUITECTO JEFE, CL. MARTY.



ESQUEMA DE REALIZACION.

en pretensión cables primarios utilizando esfuerzos relativamente pequeños y un instrumental muy reducido.

Constituidas así estas vigas, se arman paralelamente a una distancia de 2 a 3 metros unas de otras. La techumbre prevista, en chapa de acero nervada, se reviste de una aislación térmica impermeabilizada.

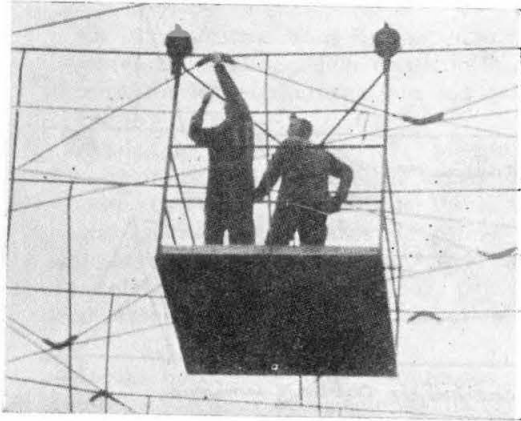
Para una pendiente acentuada se pueden utilizar planchas de fierro galvanizado o de aluminio, sin impermeabilización, o placas onduladas de polivinilo.

Las vigas se montan sin contraventación transversal. Es la techumbre que fijada a los cables, impide el desplazamiento lateral de las vigas bajo la acción tangencial

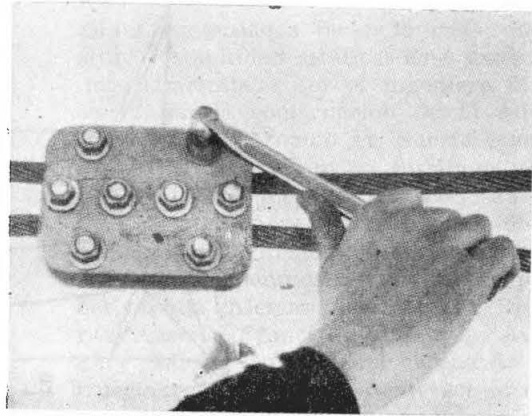
del viento. Siendo la superficie del techo cilíndrica, es desarrollable, no hay así ninguna dificultad para el escurrimiento de aguas de lluvia y ningún problema de impermeabilidad como en el caso de superficies de doble curvatura.

Los esfuerzos de tensión en el extremo de los cables primarios son transmitidos al suelo por cables de anclaje unidos a macizos de fundación.

La luz útil de una estructura Jawerth es teóricamente ilimitada. Prácticamente, se le utiliza para luces grandes y medianas a partir de 20 a 40 metros, lo que es la solución económica en el caso de salas con bóvedas múltiples, así como naves tales como salas de deportes, hangares de aviación, estadios, etc.



1.

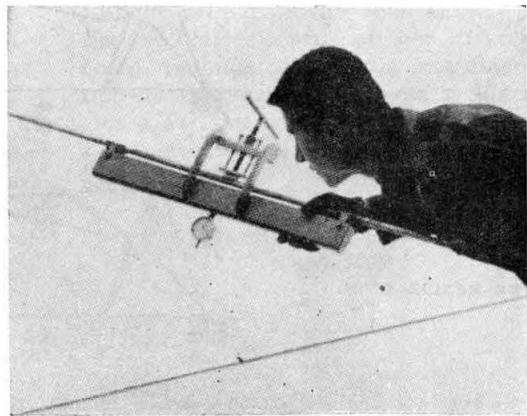


2.

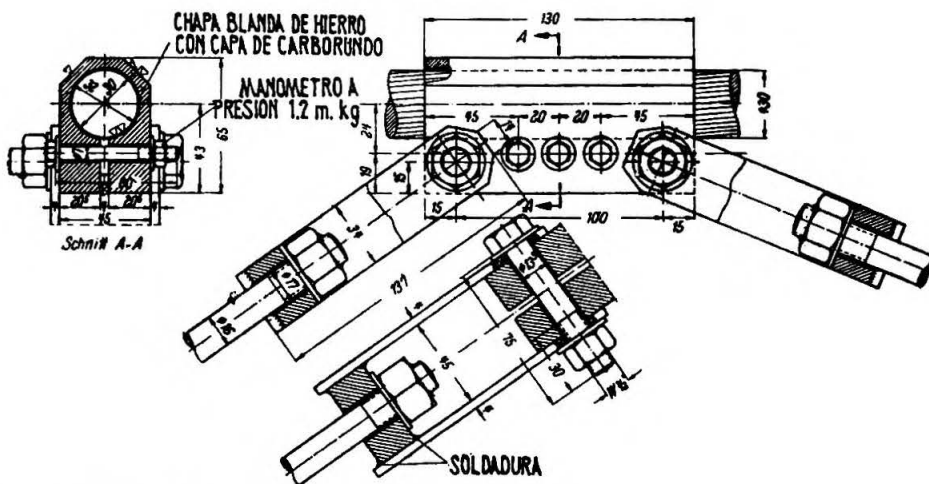
1. CARRO DE MONTAGE.

2. SISTEMA DE UNION.

3. CONTROL DE TENSION.

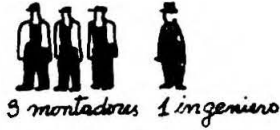


3.



DETALLE DE LA LAZADA.

un equipo:



3 montadores 1 ingeniero

con 1 equipo: 25 días

con 2 equipos: 12 días

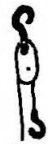
PERSONAL NECESARIO Y TIEMPO DE MONTAJE.



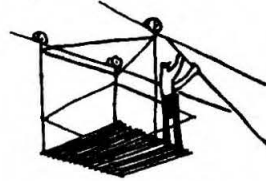
3 llaves ord.



2 llaves de torsión



una soldadora



1 carro de montaje

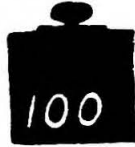


2 equipos de medida de tensión

UTILAJE NECESARIO.



17 tons.

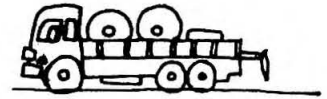


100 tons.

rigas en cables  
8,5 kg./m<sup>2</sup>  
pero total comprendido los pilares

estructura tradicional metal  
50 kg./m<sup>2</sup>

tirantes o cables uniones } = 5 tons. = un transporte



PESO DE LA ESTRUCTURA.

TRANSPORTE.

El sistema es particularmente económico para luces de 80 metros o más, permitiendo soluciones elegantes y una construcción económica.

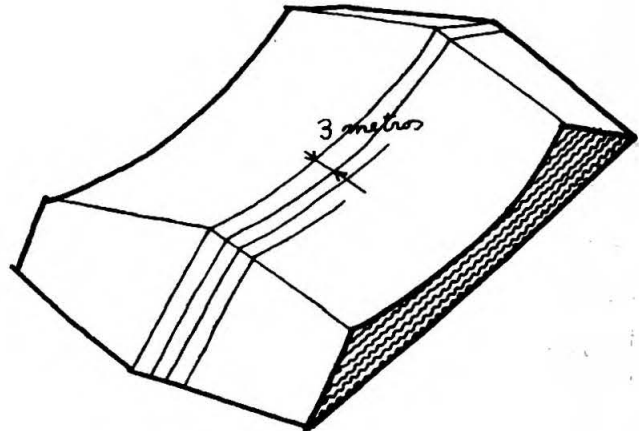
ACCION DEL VIENTO Y DE LA NIEVE.

La disposición de los tirantes diagonales suprime todos los esfuerzos de deforma-

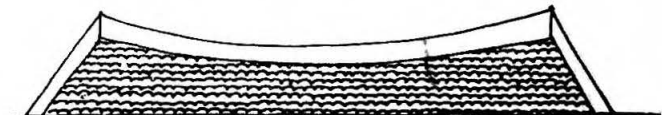
ción y de solevantamiento por el viento, al hacer solidarios los dos cables primarios.

El pretensado se calcula de tal manera, que con un viento tempestuoso, o una carga máxima de nieve queda siempre en los cables un remanente de pre-tensión.

La estructura del estadio de Kiruna (La-



luz 40 metros



PROYECTO DE UNA SALA  
DE 40 X 50 MTS.  
LUZ DE VIGAS 40 M.  
ESPACIAMIENTO 3 M.

ponia sueca) está prevista para soportar una carga de nieve de 3 metros de espesor seis meses al año.

**ACCION DE LA TEMPERATURA.**

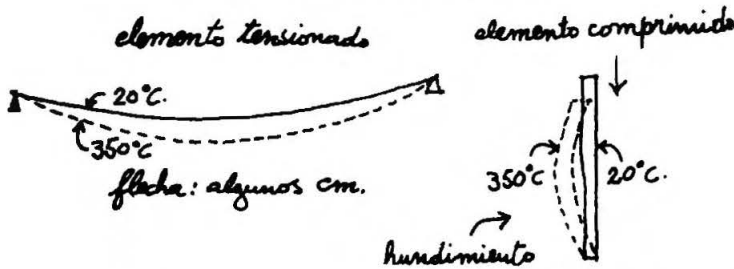
Como consecuencia de la pre-tensión las variaciones de temperatura no se traducen en una dilatación de los cables, sino en disminución de su pre-tensión, no afectando en absoluto la rigidez del conjunto.

Las salas de Kiruna y Värnamo están calculadas para resistir diferencias de tem-

peraturas de 90°C en invierno, 40°C en verano y 50°C al sol.

**RESISTENCIA AL FUEGO.**

Con el calor, los cables pierden poco a poco su pre-tensión que es nula alrededor de 350°C. Más allá de esta temperatura, la estructura deviene floja, pero ofrece, sin embargo, seguridad al incendio "el techo resiste". Los cables se dilatan, pero no pierden sus cualidades mecánicas antes de 1.200°C



VARIACIONES DE CURVAS EN CASO DE INCENDIO.

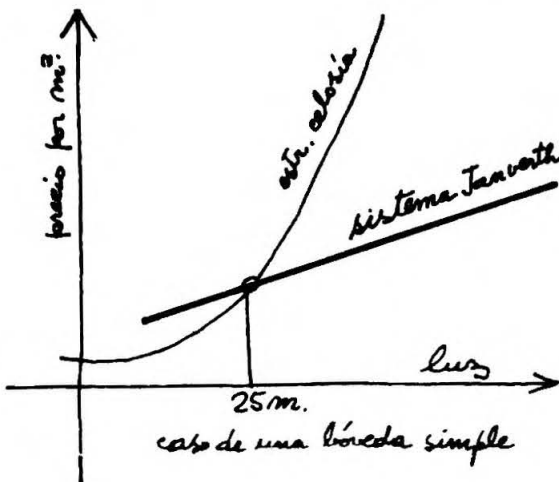
**PRECIO.**

La variación del precio del m<sup>2</sup> de una estructura metálica tradicional varía en relación a la luz según una parábola.

Para el sistema Jawerth se obtiene sensiblemente una línea recta. A igual precio,

este sistema permite reducir los puntos de apoyo, y, en consecuencia, liberar el suelo.

Para grandes luces, 100 metros o más, la estructura Jawerth es muy económica. Para el proyecto de la cubierta del estadio de Nuremberg en Alemania, 200 metros de luz, la proposición Jawerth fué desde luego la más baja.



CURVAS DE PRECIO PARA DIVERSOS TIPOS DE ESTRUCTURAS.