



Tribuna oficial - sectores de plateas.

## Obra Estadio Club Atlético River Plate

Proyecto y Dirección: ASLAN y EZCURRA, Arquitectos, del C. A. I.

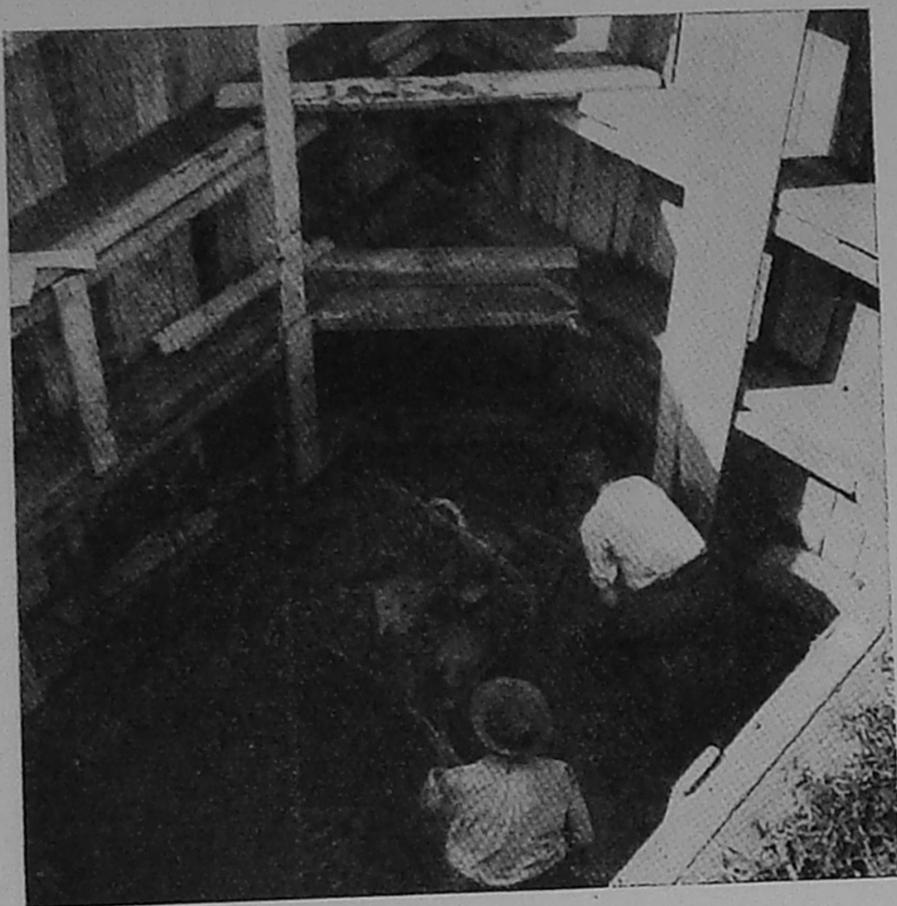
Construcción: E. A. C. A. Garbarini, Meuer y Gorostiaga, Ingenieros Civiles, del C. A. I.

Completando la publicación que hiciéramos en "La Ingeniería" número 734 de diciembre de 1935, y en la cual nos referíamos al planteo del proyecto del C. A. R. P. bajo el punto de vista puramente arquitectónico, vamos a tratar en la presente colaboración el estadio bajo el punto de vista constructivo, que creemos puede resultar de interés para los profesionales lectores de esta revista.

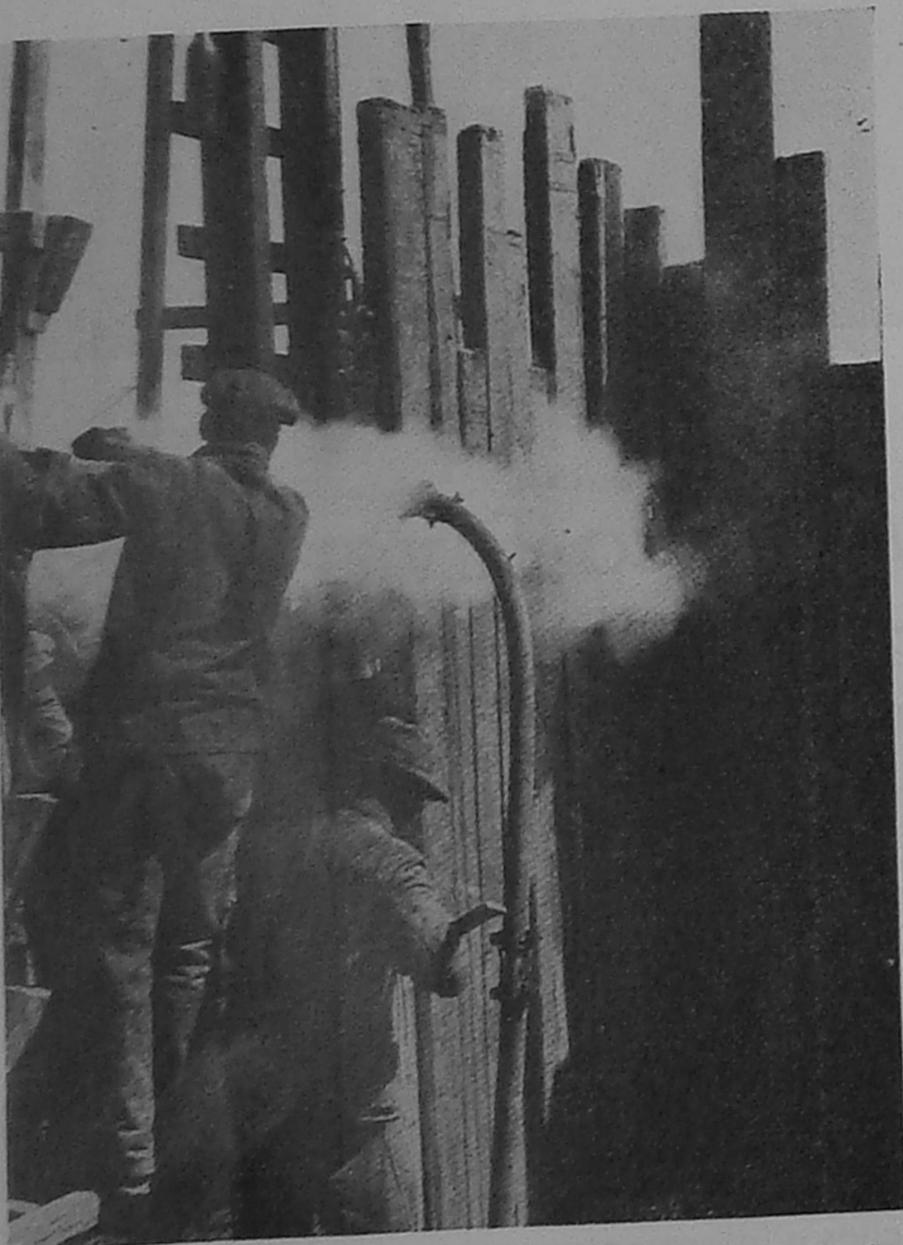
Efectivamente, durante el estudio de la estructura, actualmente en construcción, se plantearon difíciles e interesantes problemas de cálculo que fueron resueltos afortunadamente en su totalidad sin modificar en absoluto la estructura diseñada en el proyecto original, seleccionada en el concurso de planos cuya realización publicáramos oportunamente.



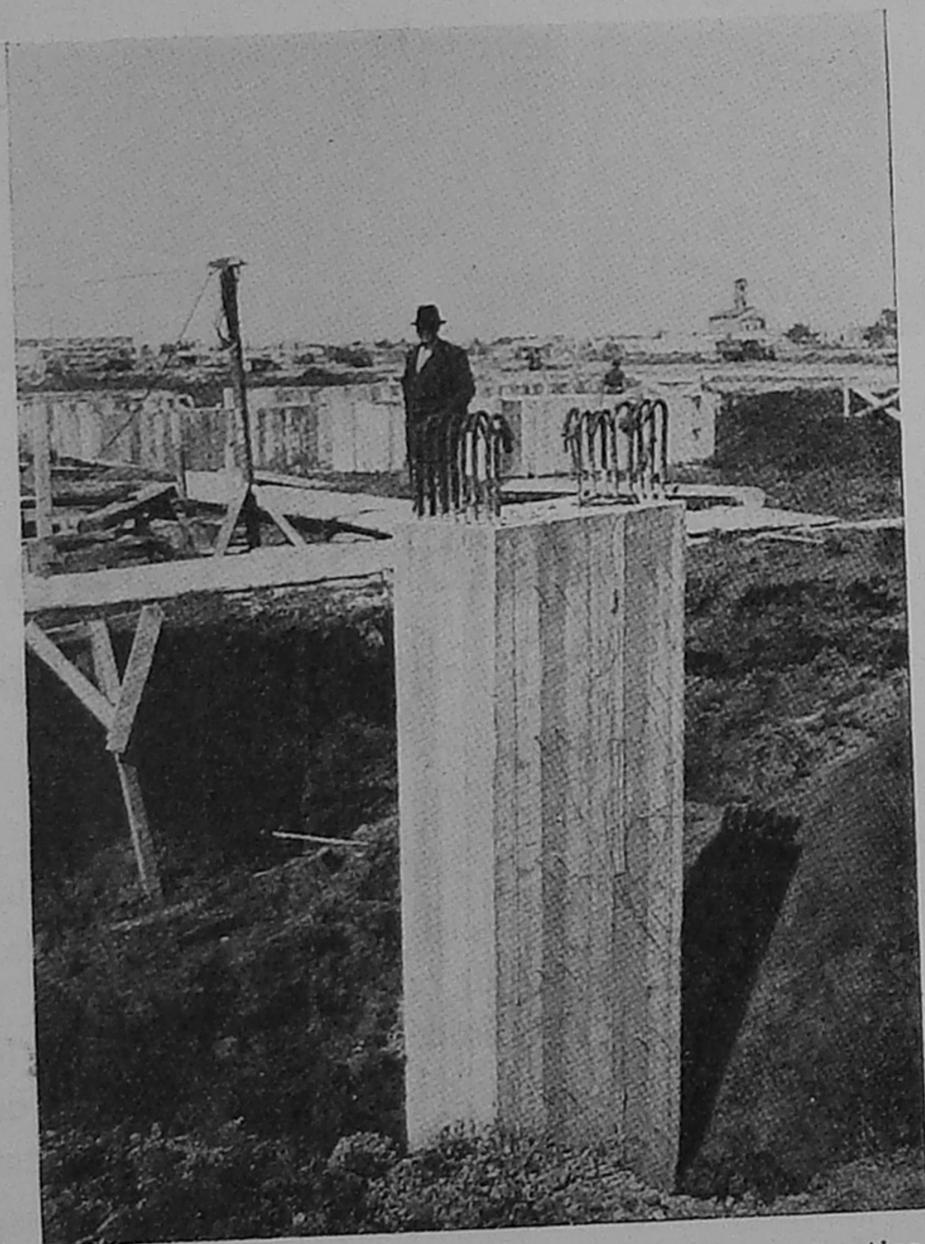
Excavación de los pozos para fundación de los pilares de las tribunas. Manejo de formas rígidas para contención de las tierras en el pozo.



El pozo en ejecución. Nótese la superposición de varios elementos de contención, los que se agregan a medida que se profundiza.



Otro procedimiento de contención. Hincado de las estacas de pino tea con martinete mecánico, sistema que se adoptó definitivamente en sustitución del anterior.



Una vez encofrado y relleno el pilar se retira el tablestacado y se rellena nuevamente el pozo. Este relleno ha tardado varios meses en asentarse definitivamente, pero los pilares fundados en la capa firme son aptos para cargar de inmediato.

Este detalle fundamental, se debió al hecho de haberse previsto y consultado desde el principio las necesidades constructivas de la estructura, conjuntamente con la distribución de la parte arquitectónica.

Resumiendo lo descrito con anterioridad, diremos que la estructura es el resultado constructivamente lógico y económico de los elementos directivos que entraron en la composición del proyecto y que son aproximadamente los siguientes:

a) Superficie útil de grada para los espectadores — evidentemente, su aprovechamiento no admitía columnas que entorpecieran las visuales. De ahí el gran voladizo de una grada sobre otra.

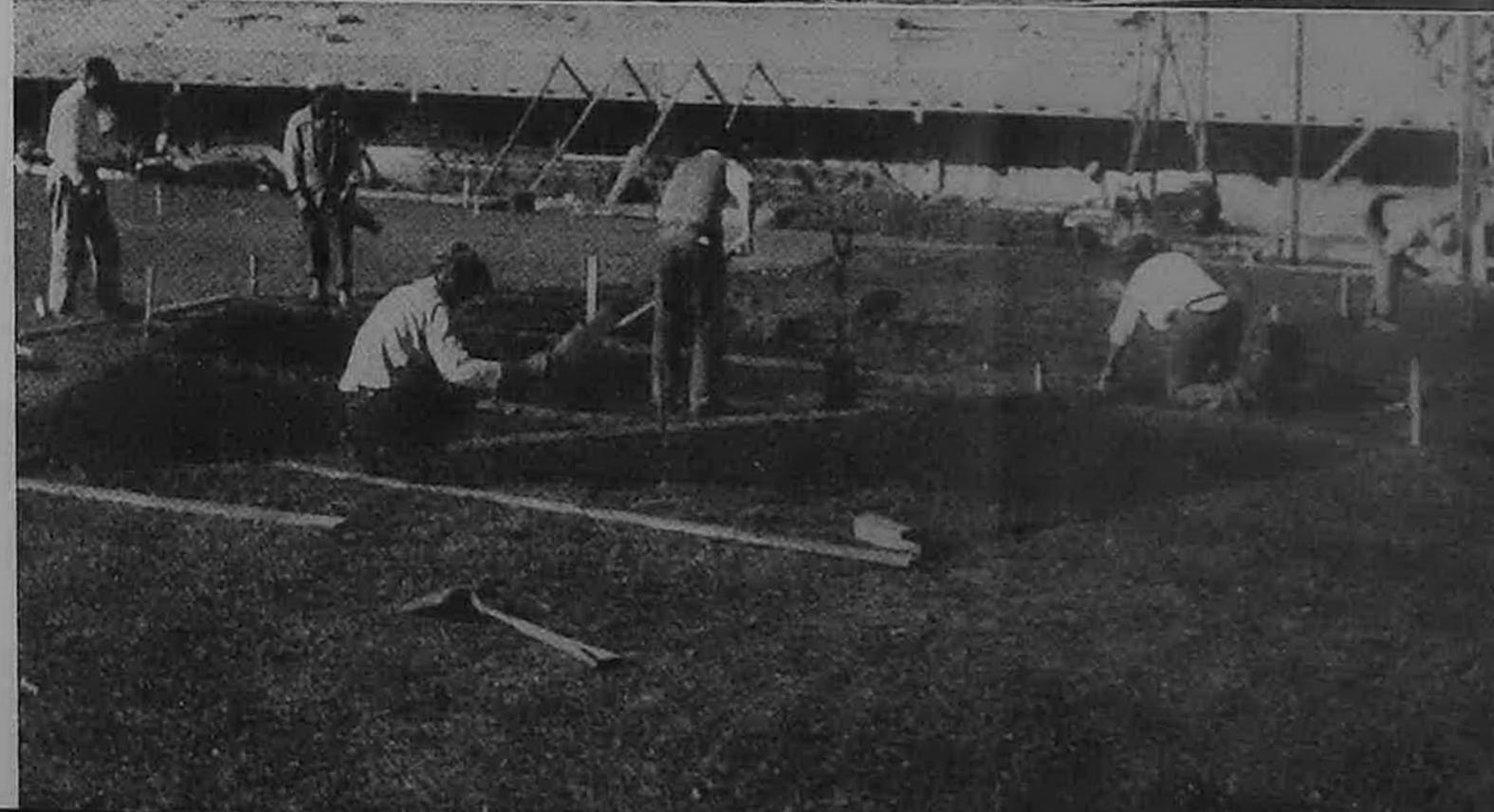
b) Accesos y circulaciones a distintos niveles. Estos debían ser independientes del edificio bajo gradas; de ahí nacieron las escaleras externas en torre o en voladizo.

c) Edificio bajo gradas — constituido por un sistema común de losas de entrepiso y columnas verticales — de donde nació el tipo de pórtico recto.

Relleno de la cancha central de football. Obsérvese la ejecución de las distintas capas de relleno o base de tierra, cascote grueso con drenajes, cascote fino, tierra común y tierra vegetal negra.



Ultima etapa de la formación de la cancha. Sobre la tierra negra se aplasta los panes de césped cuidando celosamente la convexidad general de la superficie, por medio de cordones sobre estacas convenientemente niveladas.



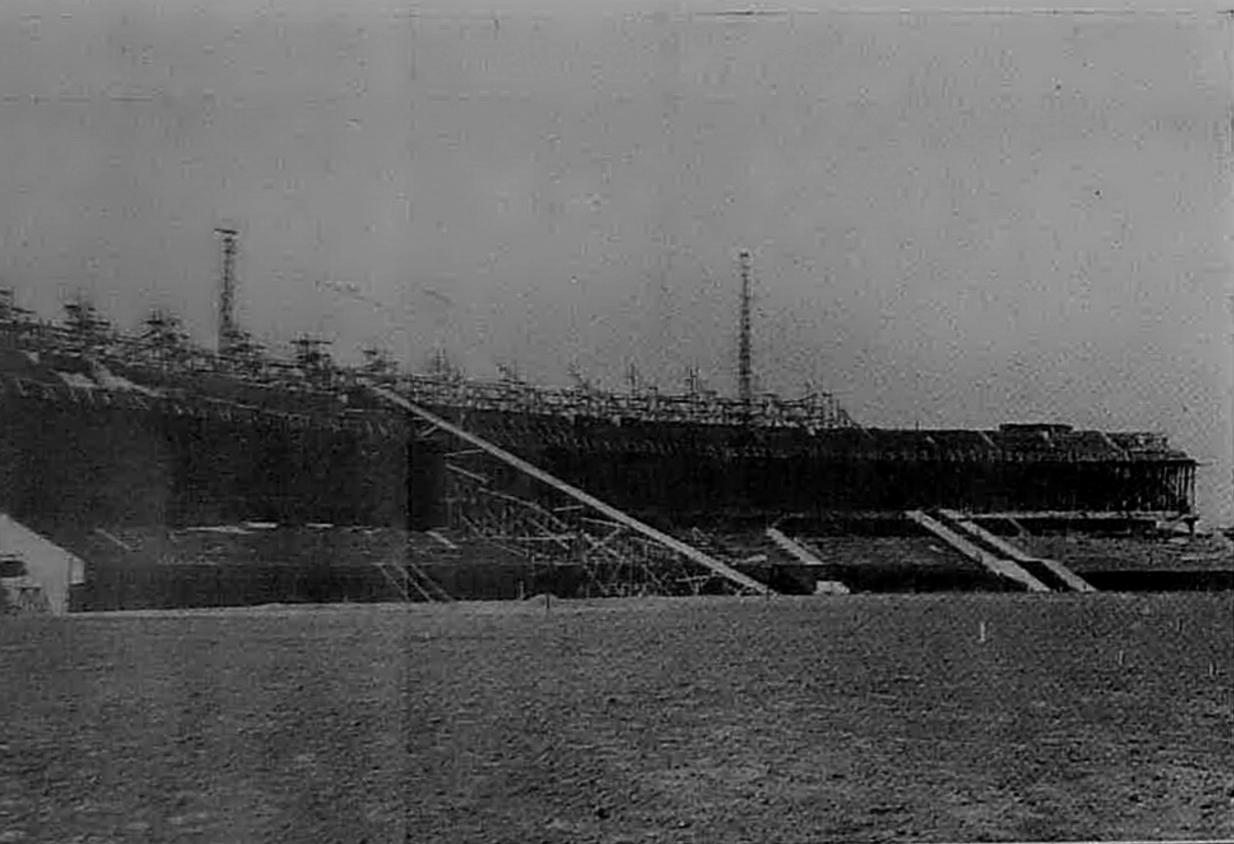
d) Estadios menores bajo gradas que imponían grandes ambientes de libre visibilidad o sea pórticos de luz igual a los anteriores en su parte superior y de gran luz libre en su base.

Se llegó así al diseño de dos formas típicas de pórticos, según cubrieran en la tribuna, edificios comunes con entrepisos, o grandes ambientes deportivos. El primero descarga la grada alta sobre dos pilares verticales. El segundo sobre dos pilares porticados en arco o mejor dicho en "V" invertida con 25 metros de luz libre en su base.

Pero antes de entrar en el estudio detallado de estos pórticos o sea de la parte hormigón propiamente dicha, haremos una descripción general resumida de la obra para facilitar la interpretación de las fotografías de detalle adjuntas.

Abarca ésta las siguientes instalaciones:

1) El gran estadio para fútbol y atletismo, órgano central y elemento dominante de la composición.



Tribuna oficial en construcción. La rampa central es una construcción provisoria para movimientos de los hierros por medio de poleas. Las dos torres laterales son elevadores de hormigón.

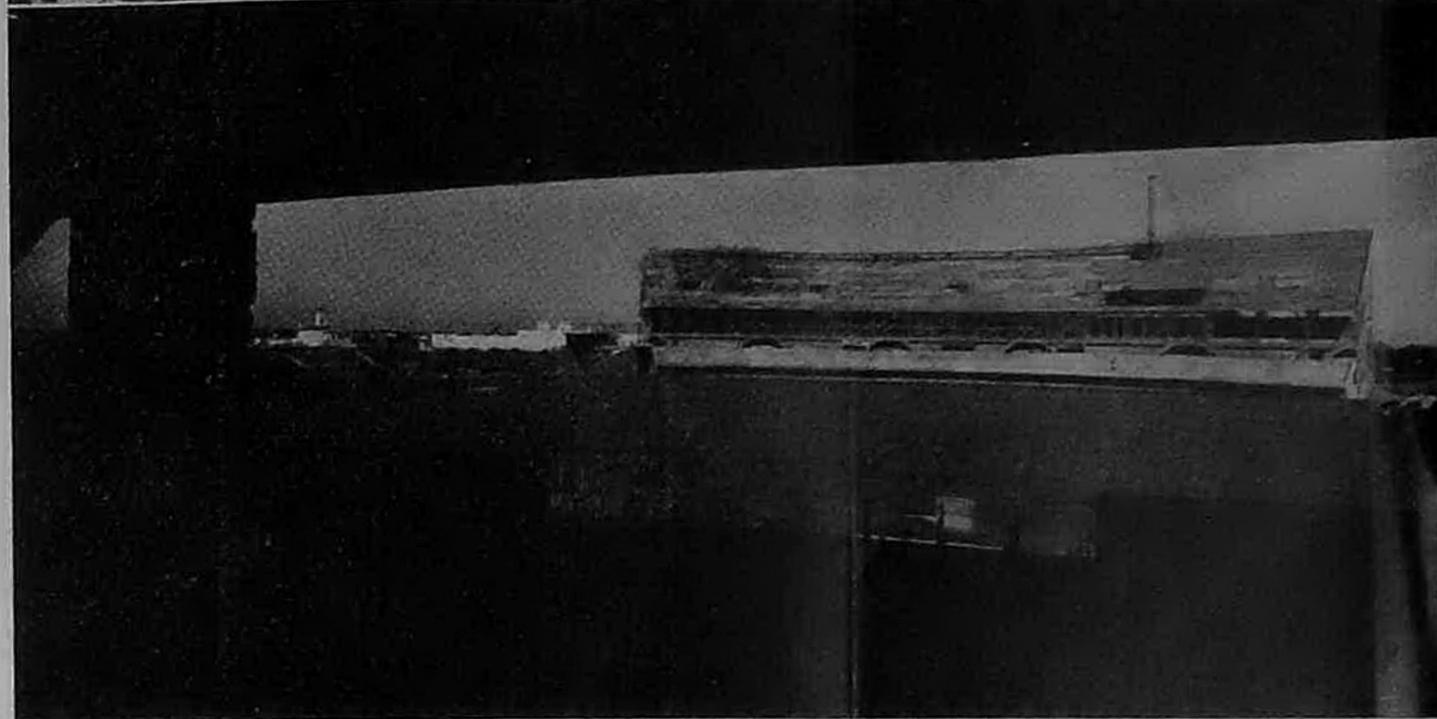


La tribuna oficial terminada, con sus plateas y circulaciones. Nótese la convexidad de la cancha que requiere un gran cuidado de conservación debido a la eliminación de humedad por su contrapiso poroso.

Las tribunas laterales, Oficial y Río de la Plata, desde la cabecera en construcción.



La tribuna Río de la Plata desde la Confitería de la Oficial, cada tribuna posee sus servicios propios de buffet, sanitarios, etc.



2) El edificio central del C. A. R. P. con sus instalaciones sociales, deportivas y administrativas — totalmente bajo la tribuna oficial.

3) Instalaciones deportivas, comprendiendo canchas abiertas ubicadas en el campo de deporte anexo y estadios menores para torneos especializados, ubicados unos en el mismo campo de deportes, y otros bajo la tribuna Centenario anexa a la oficial, como rama deportiva del edificio social del club.

El estadio propiamente dicho consta de 4 tribunas de 30.000 a 40.000 personas de capacidad cada una, de las cuales se construyen 3 y que se destinan a albergar los siguientes locales:

1º La Oficial, el edificio social sobre el campo de deportes.

2º La Centenario, sobre la avenida del mismo nombre, las instalaciones deportivas a cubierto.

3º La Río de la Plata, sobre la otra avenida, estacionamiento para vehículos del público en general.

4º La Colonia, al Norte, que no se construye actualmente, lleva las dependencias generales y talleres para el club.

Cada tribuna puede pues mover dos públicos distintos desde el nivel de la calle; uno interior a las instalaciones cubiertas y otro general o del estadio, hasta su superficie exterior de gradas.



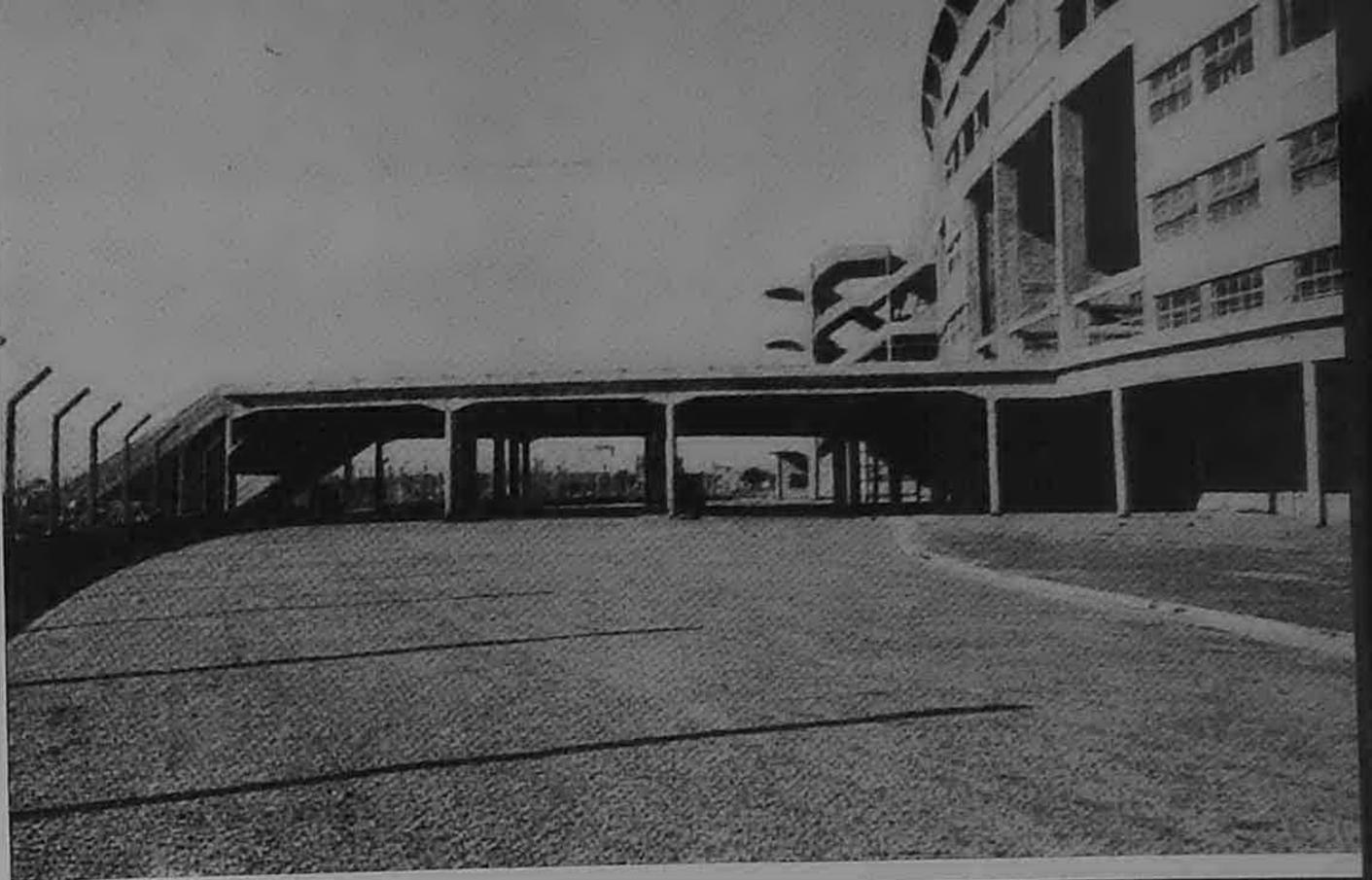
La tribuna Río de la Plata en construcción desde la Avenida del mismo nombre. Nótese la profusión de madera en el encofrado debido a los grandes desniveles entre las distintas estructuras y al peso de las mismas.

De esta manera se puede llegar a la siguiente situación que resulta interesante y novedosa. En un momento dado pueden disputarse simultáneamente en el estadio torneos distintos albergándose en la misma tribuna los distintos públicos que tendrán sus accesos y circulaciones por separado de tal manera que no se mezclen entre sí. Tal el caso de la Tribuna Centenario que puede albergar simultáneamente, para espectáculos propios del estadio, 35.000 espectadores en su gradería superior, y para espectáculos propios de sus pequeños estadios y canchas interiores, de tenis, basket, natación y pelota, hasta 20.000 espectadores en total. Se comprende que para ésto ha sido necesario que las circulaciones y salidas del público grueso del estadio se desarrollaran exteriormente a los edificios internos y sus accesos.

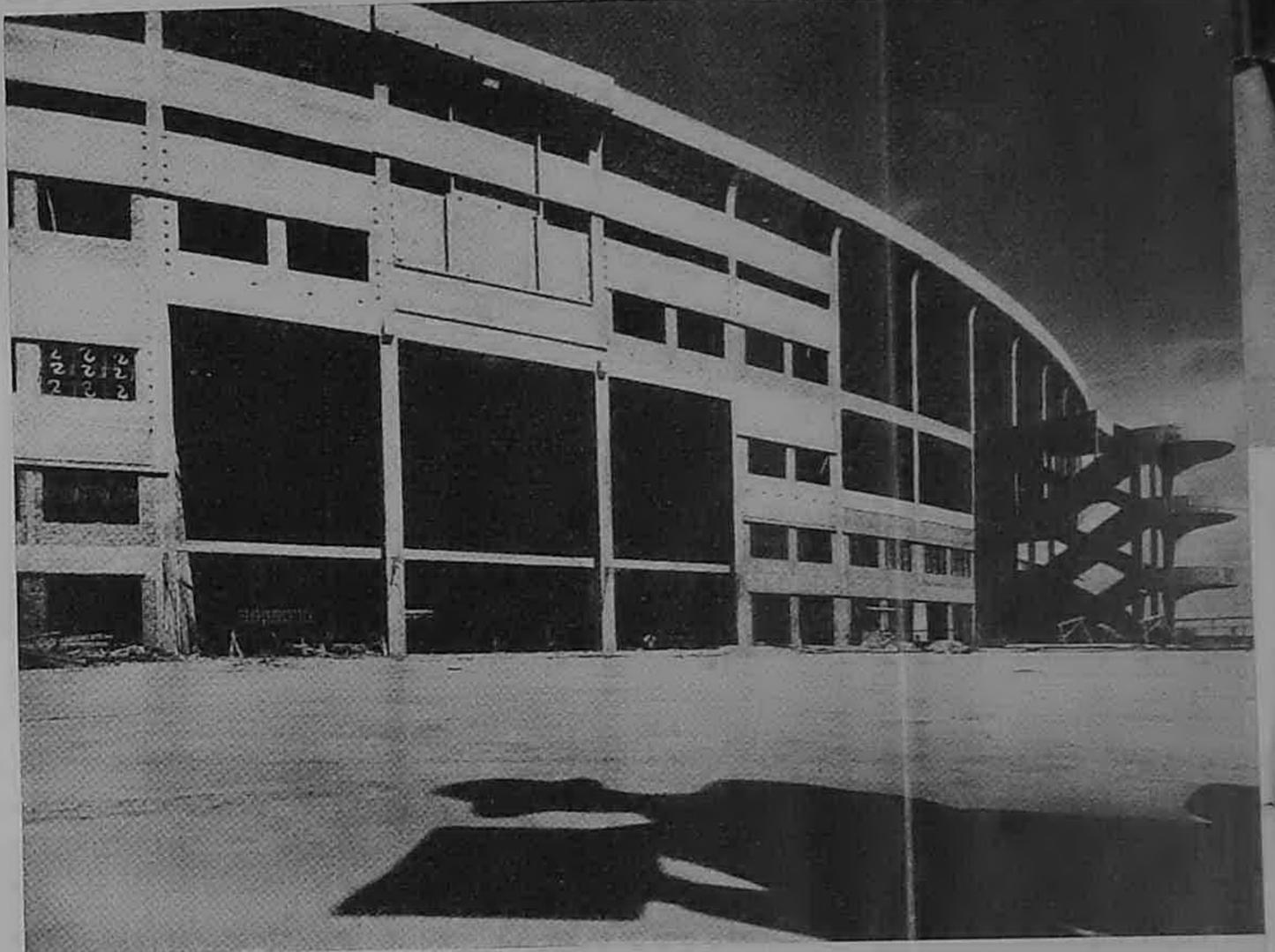
Cada tribuna tiene, pues, su servicio propio de boleterías y salidas — 24 boleterías a razón de 1 m. cada una con bretes que introducen el público en un movimiento circulante ordenado, y 3 bocas de salida, con un desarrollo total de 40 mts. a razón de 1 m. por cada mil espectadores.

Estas dimensiones han sido calculadas en base a coeficientes de trabajo producto de la experiencia, para conseguir los siguientes resultados. Llenado total del estadio en hora y media. Vaciado total del mismo en

La calle de circunvalación del estadio para desagote del público, mostrando la terraza que une el edificio social con el campo de deportes sobre la corriente de espectadores.



La terraza del edificio social, mostrando el hueco del futuro teatro.

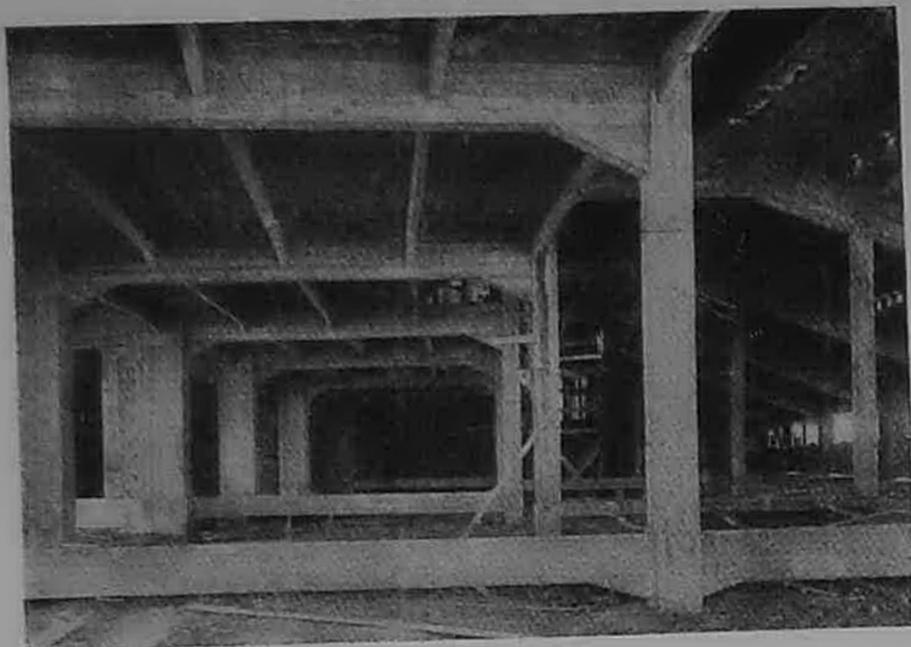


Las escaleras de grada alta de la tribuna social, que se desenvuelven exteriormente al edificio a fin de no mezclar en el mismo el público ajeno a su utilización.





El gran gimnasio en construcción con tipo de pórtico abierto de gran luz libre.



Planta baja del edificio en construcción. Tipo de pórtico normal a pilares verticales.



El gimnasio terminado. Sus dimensiones de piso son 30m. por 32m. por 14 m. de altura.



Actual salón de actos y clases colectivas, destinado a futuras divisiones para locales sociales.



Otro aspecto del mismo salón mostrando uno de sus frescos murales.



Un aspecto de la confitería con vista exterior sobre el campo de deportes e interior del campo de juego.

Galería de circulación de la grada alta. Esta galería se desenvuelve a 20 m. de altura bajo la grada y la alimenta por medio de bocas o vomitorios.



veinte minutos. Para facilitar esta evacuación se rodeó todo el estadio con una calle privada que recibe ese público y lo vuelca sobre las dos avenidas públicas confluentes. De las tres bocas enumeradas por tribuna, solamente la central trabaja para el acceso del público, en combinación con las boleterías y bretes de control, complementándose su capacidad para el momento de la evacuación, con las dos bocas laterales que se abren una vez terminado el espectáculo.

Los socios, que en general no usan las boleterías y afluyen casi todos en un momento dado, tienen para el acceso a su tribuna, una barrera de bretes sobre la calle de servicio del club, con gran capacidad de trabajo y prevista para impedir la aglomeración de los mismos frente a las bocas de subida de la tribuna.

Las boleterías poseen una mesa de cemento con cajas de forma y ubicación diversas de acuerdo a su función de depósitos para monedas distintas o papel moneda.

La gran cancha central de fútbol del estadio, está rodeada por una pista de 400 metros, similar a la Olímpica de Berlín y diversas instalaciones para atletismo.



Colocación de un sector de plateas. Estas se componen de listones de lapacho abulonándose sobre elementos repetidos de hierro redondo doblado.

Su construcción descansa sobre capas de cascote de tamaño escalonado, con canales de drenaje, terminándose en una capa de tierra roja, una de tierra negra y un enchapado de césped.

Los desagües de la cancha desembocan conjuntamente con los desagües pluviales generales de la tribuna sobre un foso colector que rodea la pista de atletismo sirviendo además de valla natural para el público.

De esta manera se han suprimido totalmente en el estadio los antiestéticos alambrados de contención del público, mal llamados olímpicos.

Las gradas están divididas no obstante en categorías que se seleccionan y apartan desde la calle. Los distintos sectores no pueden mezclarse posteriormente entre sí, por la división natural entre grada alta y baja y la separación entre tribunas.

Las gradas responden en su perfil general al cálculo de visibilidad, y en su forma particular a tres tipos distintos, determinados de acuerdo a su función ulterior y valor de venta, y que son:

a) Asientos numerados (plateas); b) asientos corridos de hormigón; c) gradas de pie; distribuidos en los siguientes sectores:

1) Espectadores abonados a platea numerada; 2) público que pa-

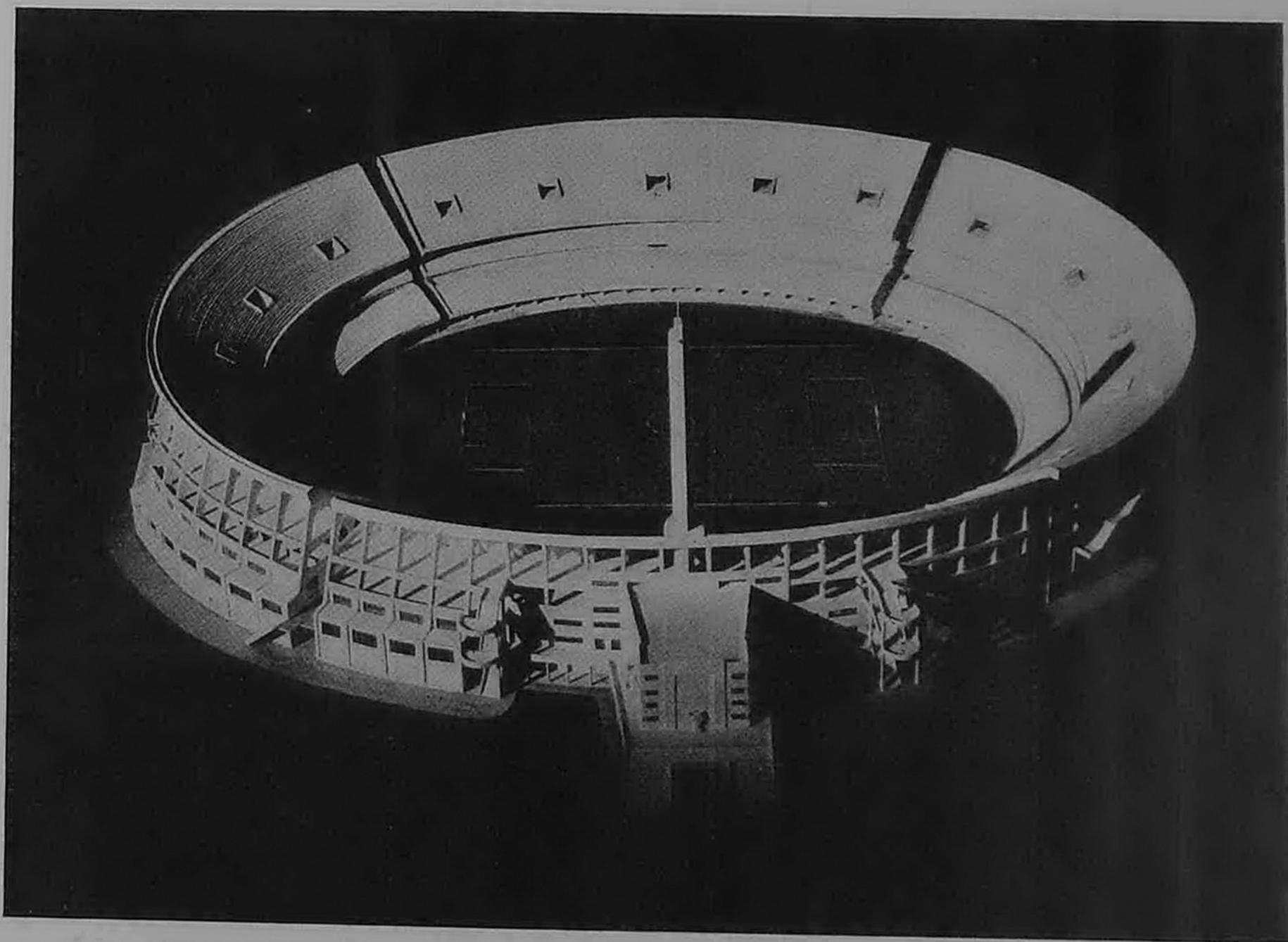
ga asiento sin numerar; 3) público general de pie; 4) socios; 5) damas. (Las socias tienen derecho a asiento sin pagar).

Las dimensiones generales de los distintos tipos de grada son las siguientes: ancho 50 cms. para todos los tipos (coeficiente municipal para cálculo de capacidad habilitable).

#### Perfiles:

- a) Asiento de platea. — Altura 46 cms. Profundidad 82 cms.
- b) Asiento corrido de hormigón. — Altura 45 cms. Profundidad 70 cms.

Ahora bien, el desarrollo del perfil de la grada, que es una sección de parábola calculada gráficamente en base al trazado de visuales, impide como es natural el simple recorte de los escalones con base y altura uniformes en cualquier punto de la grada. Para subsanar este inconveniente se divide el escalón en dos secciones: una de asiento a una altura constante de 45 cms. con relación a su propio piso o sea la huella del escalón anterior, y otra de piso o huella formando un resalto con el asiento citado hasta estar también a 45 cm. del asiento posterior.



Vista general del estadio completo con sus tribunas obtenida sobre una maqueta del mismo. Nótese la uniformidad interna del conjunto y la diferenciación de la estructura exterior impuesta por las necesidades de su utilización.

Las diferencias de altura de los escalones, impuestas por su recorte sobre un perfil curvo se reparten pues sobre este resalto, manteniendo fija la altura de asiento (ver perfiles de grada).

Este resalto impide asimismo el roce y pisoteo de la gente sentada, por la que circula en cada escalón.

c) **Grada de pie.** Altura variable de acuerdo a la curva de la grada, entre 24 y 29 cms.

Profundidad 40 cms. + 5 de superposición.

Estos escalones sirven para sentarse usándolos de a dos, con lo que cada espectador ocupa 80 cms. de fondo, o sea aproximadamente tanto como el de asiento corrido, reduciéndose la capacidad del sector a la mitad, lo cual significa que se usarán como gradas de pie solamente los días de extraordinaria afluencia de público y como asiento los demás.

Estos escalones se limitan en profundidad por dos factores. El mínimo es la estabilidad de la persona de pie. El máximo lo fija la prohibición de ubicar en un mismo escalón 2 personas de pie antepuestas, caso que puede ocurrir ya al asignársele de 50 cms. arriba.

Las butacas están dispuestas en filas de no más de 12 corridas a fin de no producir molestias en la acomodación de los espectadores.

**Fundaciones.** — Se tropezó con la gran dificultad proveniente de la mala calidad de las tierras dado el lugar de emplazamiento de la obra situada sobre el antiguo lecho del río.

El terreno se compone sucesivamente de una capa de relleno superficial, arena del río del antiguo lecho y una gran capa de barro, de profundidad variable entre 6 y 8 metros.

Debajo de esta se halla una capa resistente de tierra arcillosa con nódulos tosquillosos.

Se trataba de optar pues entre dos tipos de fundaciones, la directa y el pilotaje.

Se determinó a base de ensayos realizados por intermedio de la división técnica de la Dirección de Arquitectura del Ministerio de Obras Públicas, el coeficiente de trabajo de la capa resistente y se adoptó como tal una carga de 2,5 Kgs. por  $\text{cm}^2$ , descargando algunos pilares un peso de casi 600 toneladas.

Esto simplificó grandemente el asunto al permitir la fundación directa en condiciones más o menos normales, con el solo inconveniente de una fuerte filtración de agua en los pozos que obligó a adoptar un sólido tablestacado de contención y proveer un servicio continuado de bombeo en los mismos.

Se buscó en la excavación de esta base la sistematización del método de contención, ensayando sucesivamente tubos metálicos superpuestos de 1 metro de diámetro, para los pozos menores y formas rígidas rectangulares de madera para los mayores, hasta de 5 metros de lado, medida equivalente al tamaño de las bases.

Finalmente debido a las presiones y desmoronamiento de las tierras, a causa del movimiento incesante del agua, que producía sobre estas cajas desnivelaciones y atascamientos que entorpecieron grandemente su manejo, se adoptó como ya dijimos un tipo uniforme de tablestacado de pino

tea hincado a martinete mecánico. Se acompañan fotografías de los pozos y de los distintos sistemas de contención ensayados.

**DATOS ESTADISTICOS**

A continuación consignamos algunos datos estadísticos de la obra realizada a fin de dar una idea de su volumen y composición teniendo en cuenta que en los cómputos expuestos figura únicamente la parte de obra en construcción, o sea excluyendo la tribuna principal y edificios menores que no se construyen.

**SUPERFICIE DEL TERRENO**

Propiedad del C. A. R. P. ....	84.300 m <sup>2</sup>
Propiedad municipal .....	68.980 m <sup>2</sup>

**MOVIMIENTO DE TIERRA**

Relleno para el estadio .....	105.000 m <sup>3</sup>
Relleno para el campo de deportes .....	155.000 m <sup>3</sup>
Excavación de bases .....	17.000 m <sup>3</sup>

**HORMIGON DEL ESTADIO**

Volumen en hormigón armado total .....	26.000 m <sup>3</sup>
----------------------------------------	-----------------------

**Material invertido**

Cemento .....	8.500 tn.
Hierro .....	2.700 tn.
Arena .....	15.000 m <sup>3</sup>
Canto rodado .....	14.500 m <sup>3</sup>
Encofrado de madera .....	350.000 m <sup>2</sup>

**EDIFICIO BAJO TRIBUNAS**

Ladrillos .....	650.000	
Cal .....	240.000 Kg.	
Piso de mosaicos .....	7.500 m <sup>2</sup>	
Cañería de O. S. } } }	bronce .....	1.300 ml.
	hierro .....	7.000 ml.
	plomo .....	16.000 Kg.
Cañería de Electricidad .....	14.000 ml.	
Carpintería metálica .....	85.000 Kg.	

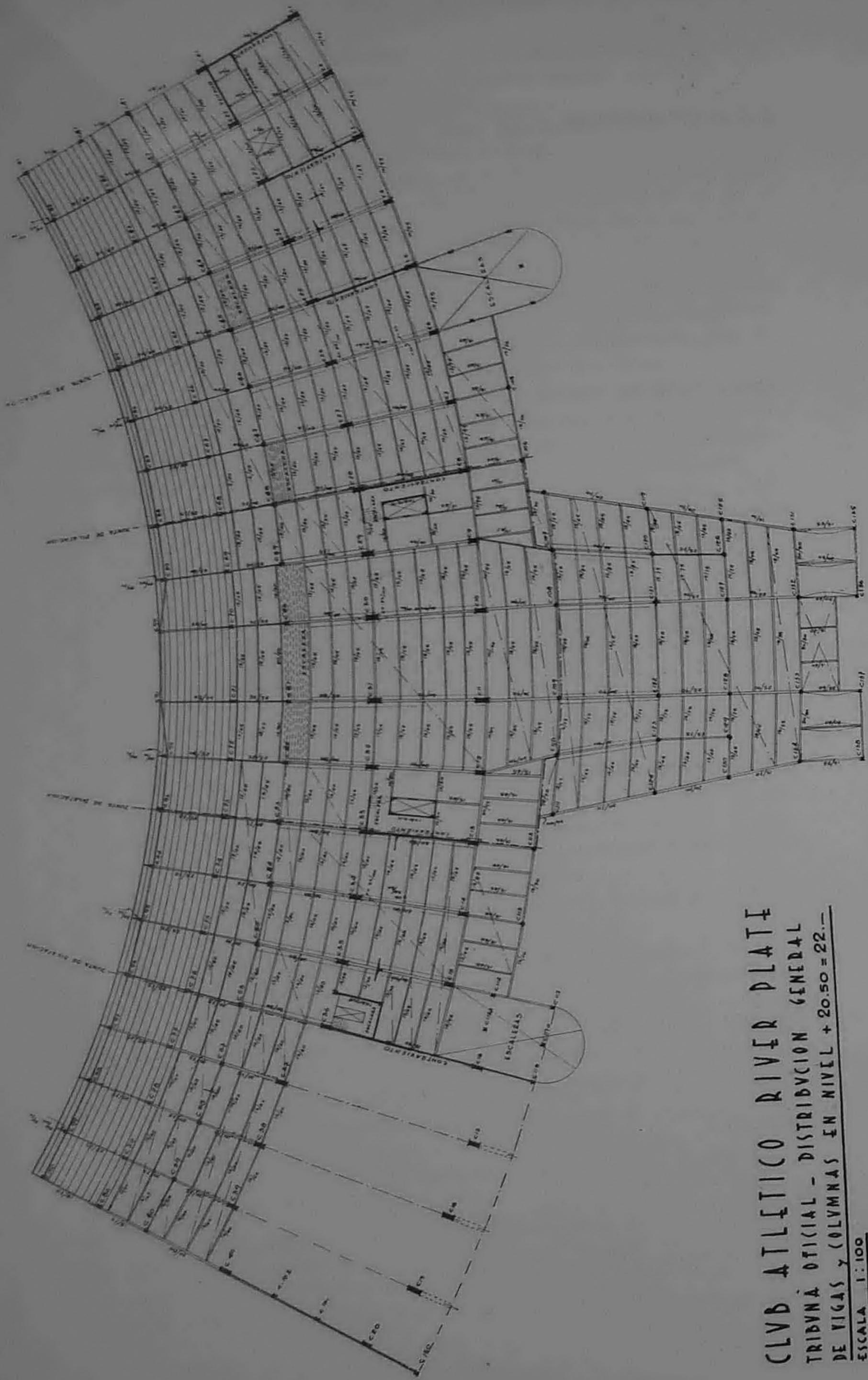
**CANCHA DE FUTBOL**

Contrapiso de cascotes .....	1.200 m <sup>3</sup>
Enchapado de césped .....	12.000 m <sup>2</sup>

**TRIBUNAS**

Gradas de asiento .....	8.400 ml.
Gradas de pie .....	40.600 ml.
Desarrollo total de gradas .....	49 Km
Plateas .....	TOTAL 14.000

Se colocaron a razón de 100 diarias.



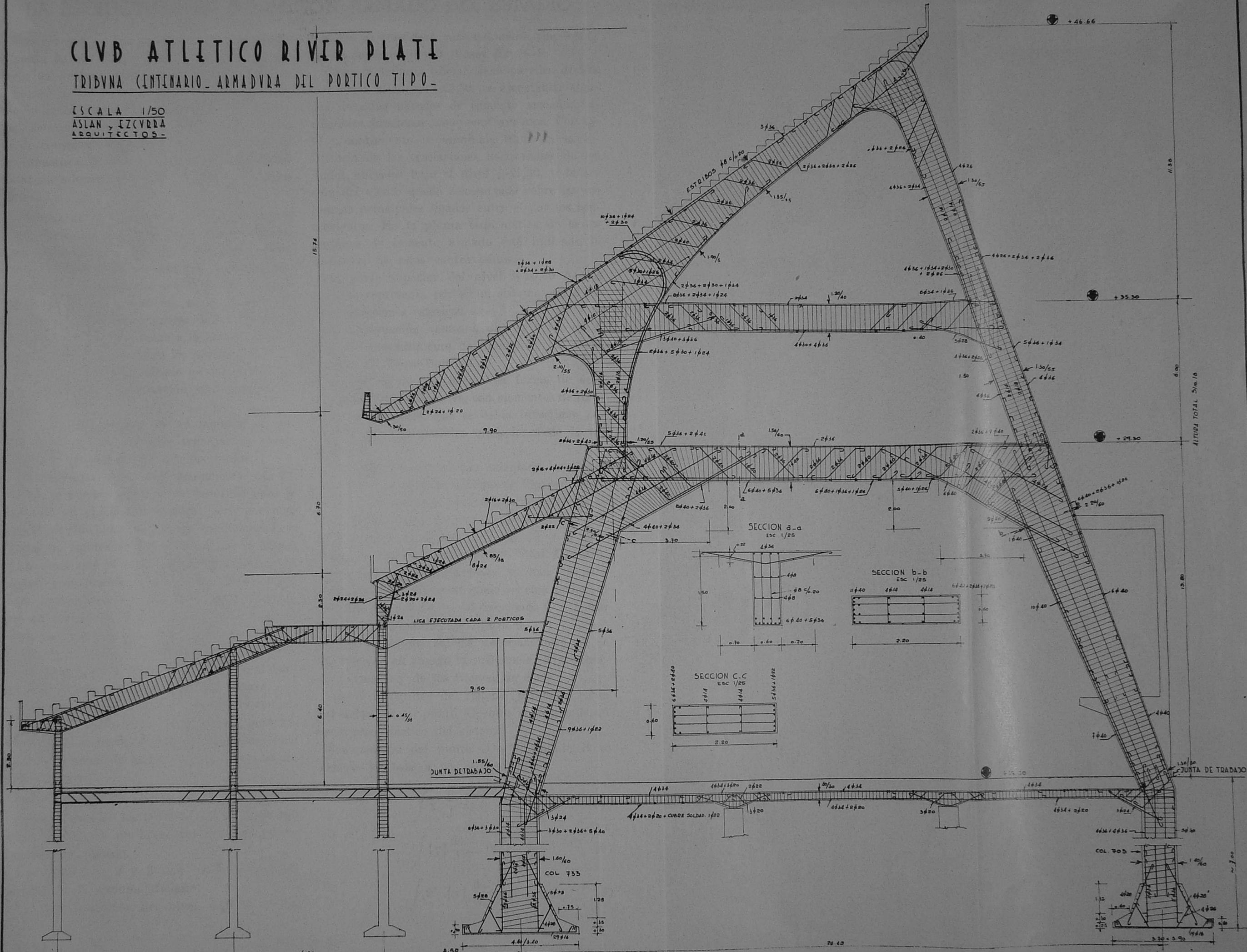
**CLUB ATLÉTICO RIVER PLATE**  
**TRIBUNA OFICIAL - DISTRIBUCION GENERAL**  
**DE VIGAS Y COLUMNAS EN NIVEL + 20.50 = 22.-**

**ESCALA 1:100**  
**ISLAN Y IZQUIERA**  
**ARQUITECTOS.**

# CLUB ATLETICO RIVER PLATE

## TRIBUNA CENTENARIO ARMADURA DEL PORTICO TIPO

ESCALA 1/50  
 ASLAN Y IZCERRA  
 ARQUITECTOS

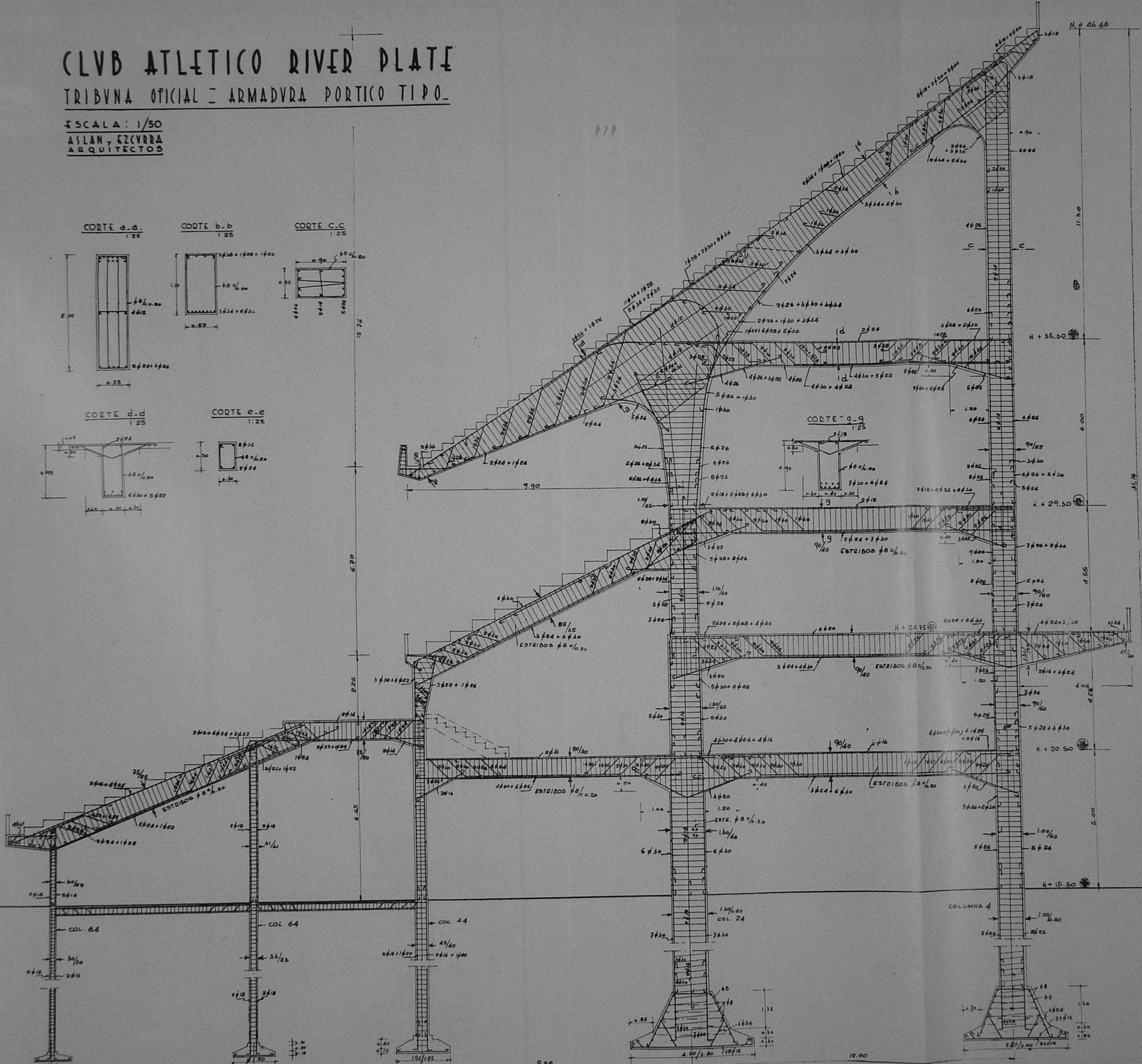


# CLUB ATLETICO RIVER PLATE

TRIBUNA OFICIAL - ARMADURA PORTICO TIPO

ESCALA: 1/50

ASLAN y SZCVRRA  
ARQUITECTOS





THE UNIVERSITY OF CHICAGO  
LIBRARY

1950  
100



# LA ESTRUCTURA DE HORMIGON ARMADO DEL ESTADIO

*Sobrecargas.* — Las sobrecargas se han fijado a razón de 500 Kg./m<sup>2</sup> para entresijos y escaleras en general, mientras para las gradas se aumentó a 600 teniendo en cuenta los posibles movimientos rítmicos de la multitud (impaciencia, aclamaciones de entusiasmo, etc.), si bien es de consignar que comparada con el peso de la estructura, la masa representada por la multitud no adquiere en modo alguno aspecto peligroso.

*Planteo de la estructura.* — Los entresijos están formados por losas sobre vigas secundarias, distanciadas a 2,40 m. Estas vigas secundarias apoyan sobre los pórticos dispuestos radialmente y distanciadas a 6,35 ms. en el perímetro interior y a 8,40 ms. en el exterior de la tribuna oficial. Las viguetas de las gradas están formados por los mismos escalones, los que apoyan por su parte sobre los pórticos.

Los pórticos se han ideado en tal forma que tengan la menor deformación y el máximo de rigidez posible.

El hormigón armado es un material al que por naturaleza le conviene trabajar en continuidad y empotramiento en sus nudos.

Al proyectar pues una articulación en un pórtico se puede conseguir un beneficio para la facilidad en el cálculo estático, pero por otro lado se pierden simultáneamente condiciones ventajosas de rigidez que el material por sí mismo ofrece. Así que el proyectar articulaciones, en nuestro caso, cuando se trataba de ménsulas con luces apreciables, cargadas con muchedumbre, que en momentos de entusiasmo salta rítmicamente, no parecía aconsejable, pues se trataba de conservar el mayor grado de rigidez del material para reducir las deformaciones y al mismo tiempo las oscilaciones de la estructura.

Resultaba de esta manera un cálculo con alto grado de incógnitas hiperestáticas, pero como habían estructuras típicas repetidas, bien merecía la pena de hacer cálculos elásticos un poco extensos.

*Procedimiento de cálculo.* — A continuación daremos a conocer los pórticos típicos de la tribuna oficial, con un breve resumen del procedimiento de cálculo.

Las figuras 1, 2 y 3 dan los tres tipos de pórticos de la tribuna oficial.

La parte superior del nivel +29,30 de los

pórticos se consideró completamente empotrada en las secciones 0 y 9. Véase figura 4.

Como la tribuna oficial tiene paredes divisorias hasta el nivel +29,30, se ejecutaban algunas de estas paredes de cemento armado, haciéndolas funcionar como contravientos. Con este procedimiento se eliminaba también la influencia de las traslaciones horizontales de los nudos ubicados bajo el nivel +29,30, y la acción del viento quedó concentrada sobre las columnas principales ligadas entre sí por los contravientos. En la planta esquemática de la estructura de cemento armado está indicada la ubicación de estos contravientos.

La parte superior del nivel +29,30 de los pórticos representa por sí un sistema con 6 indeterminaciones estáticas.

A continuación vamos a dar el breve resumen del procedimiento de cálculo de los pórticos tipo 37. Véase figura 4.

Se trataba de un sistema en forma de arco completamente asimétrica, con momentos de inercia muy variables, que se debía investigar para una serie de posibles ubicaciones de la sobrecarga.

Por estas razones se han calculado las líneas de influencia para las incógnitas hiperestáticas. Se han elegido como incógnitas indeterminadas las fuerzas respectivamente momentos  $H'$ ,  $V'$ ,  $M'$  aplicados en el punto  $O$  y  $X$ ,  $Y$ , y  $Z$  aplicadas en el punto  $C$  del tensor. Véase figura 5.

Las seis indeterminaciones se han resuelto paulatinamente eligiendo como sistema principal un arco empotrado en las secciones 0 y 9 con el tensor cortado. Véase figura 6.

Para el cálculo de las deformaciones no se han tomado en cuenta la influencia de las fuerzas normales y de las fuerzas de corte.

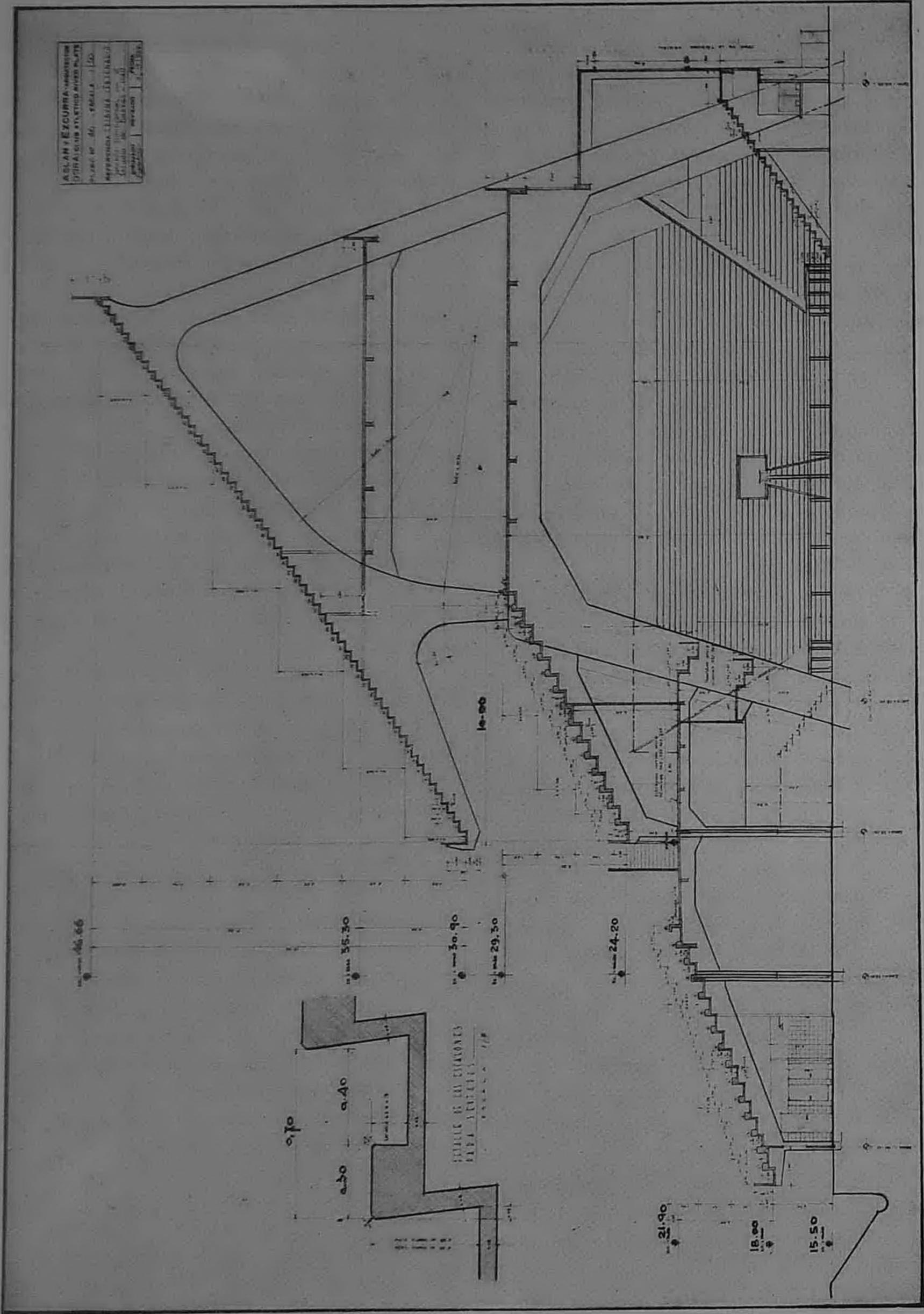
Las 3 incógnitas del sistema principal están aplicadas en el punto  $O$ , que corresponde al baricentro elástico del sistema.

La posición del punto  $O$  y el ángulo  $B$  se calcula en base a las ecuaciones.

$$\int x' \frac{ds}{J} = 0 \quad (1)$$

$$\int [y] \frac{ds}{J} = 0 \quad (2)$$

$$\int x' [y] \frac{ds}{J} = 0 \quad (3)$$



Tribuna Centenario. — Sección transversal por el Estadio de Basket Ball

# CLUB ATLETICO RIVER PLATE

TRIBUNA OFICIAL ARMADURA DE LOS PORTICOS CENTRALES PARA APOYO DE LA TORRE

ESCALA: 1/50  
ASLAN Y SZCZYRBA  
ARQUITECTOS

COTAS DE NIVEL REF. A + 15.50

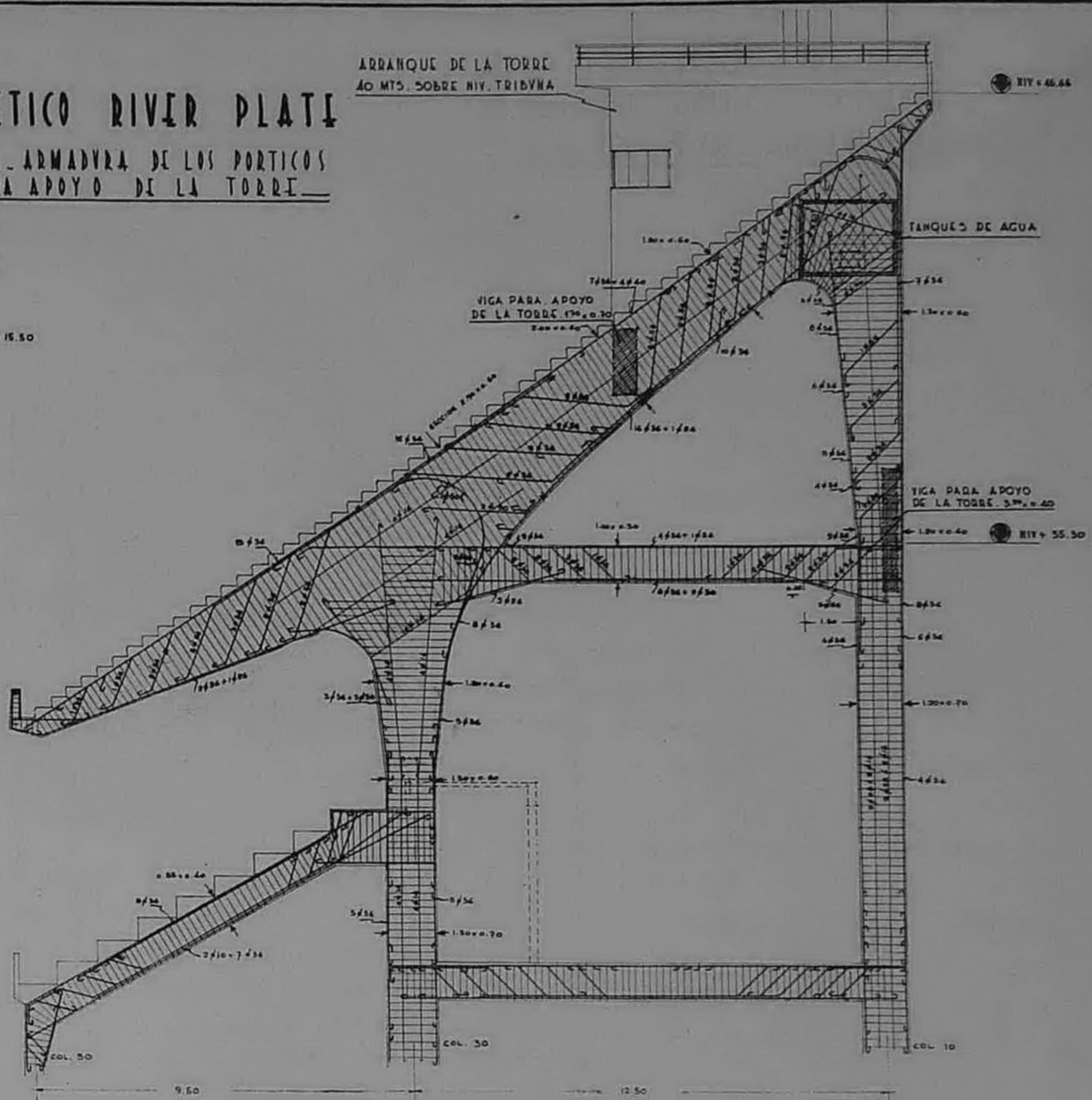


FIGURA 3

$$\operatorname{tg} B = \frac{\int x' y' \frac{ds}{J}}{\int x'^2 \frac{ds}{J}} \quad (4)$$

$$\beta = -9^{\circ} 56' 49''$$

$$\cos \beta = 0,984969$$

$$\sin \beta = 0,172736$$

de la ecuación 1 resulta

$$[y] = y' \cos \beta - x' \sin \beta$$

$$\xi = \frac{\sum x \cdot \frac{ds}{J}}{\sum \frac{ds}{J}} = \frac{565,8}{5747,3} = 10,158 \text{ m.}$$

$$\eta = \frac{\sum y \cdot \frac{ds}{J}}{\sum \frac{ds}{J}} = \frac{4632,5}{565,8} = 8,187 \text{ m.}$$

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{\sum x' \cdot y' \frac{ds}{J}}{\sum x'^2 \frac{ds}{J}} = \frac{-1354,15}{7721,48} = -0,17537$$

Designando con  $[M]$  los momentos en el sistema básico (arco empotrado) y con  $M_0$  los momentos en el sistema estáticamente determinado (el arco ménsula empotrado en la sección 9) tenemos tres ecuaciones independientes para  $H$ ,  $V$  y  $M^x$

$$H = \frac{\int M_0 \cdot [y] \frac{ds}{J}}{\int [y]^2 \frac{ds}{J}} \quad (5)$$

ESQUEMA GENERAL DEL PORTICO TIPO DE LA TRIBUNA OFICIAL

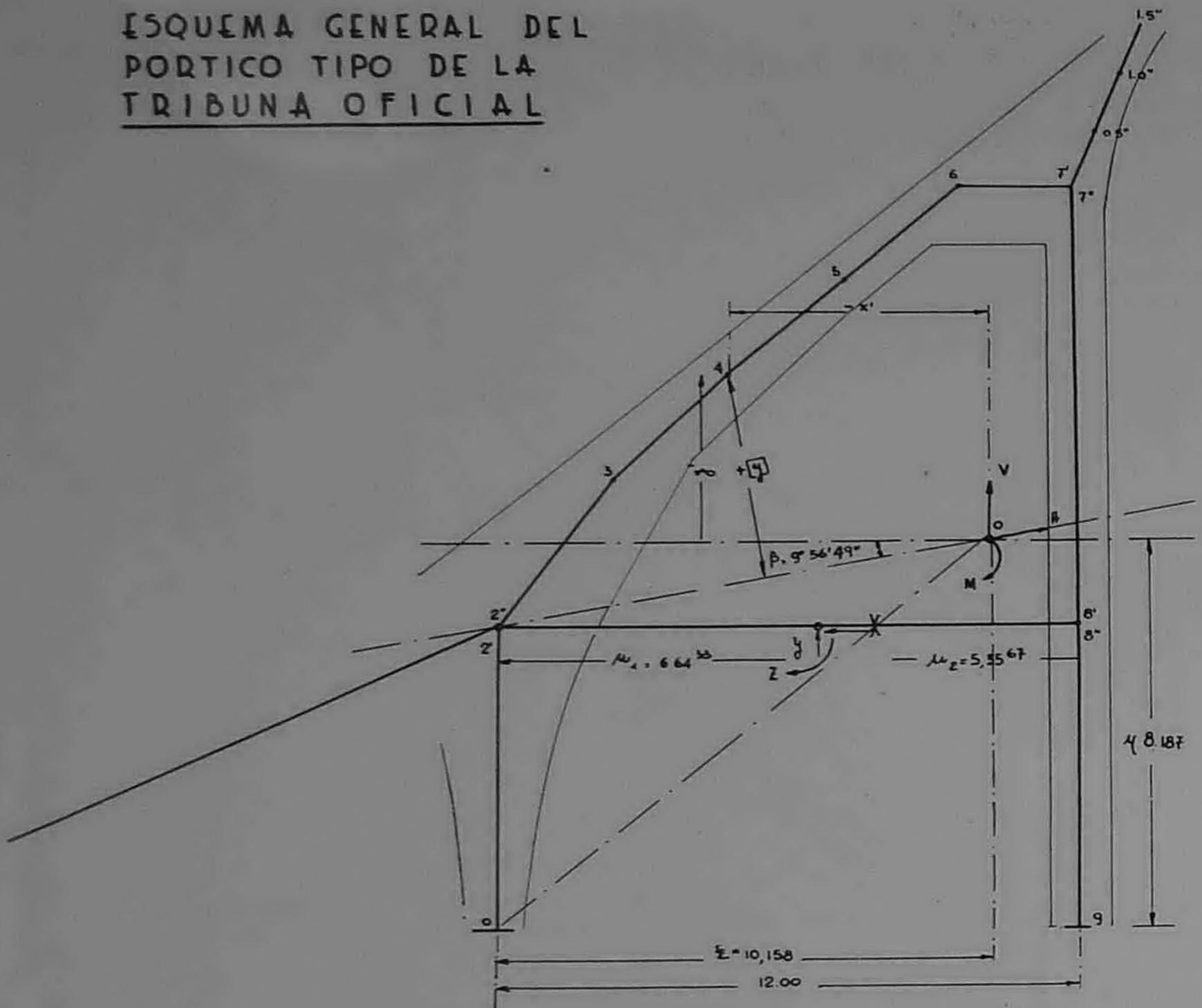


FIGURA 4

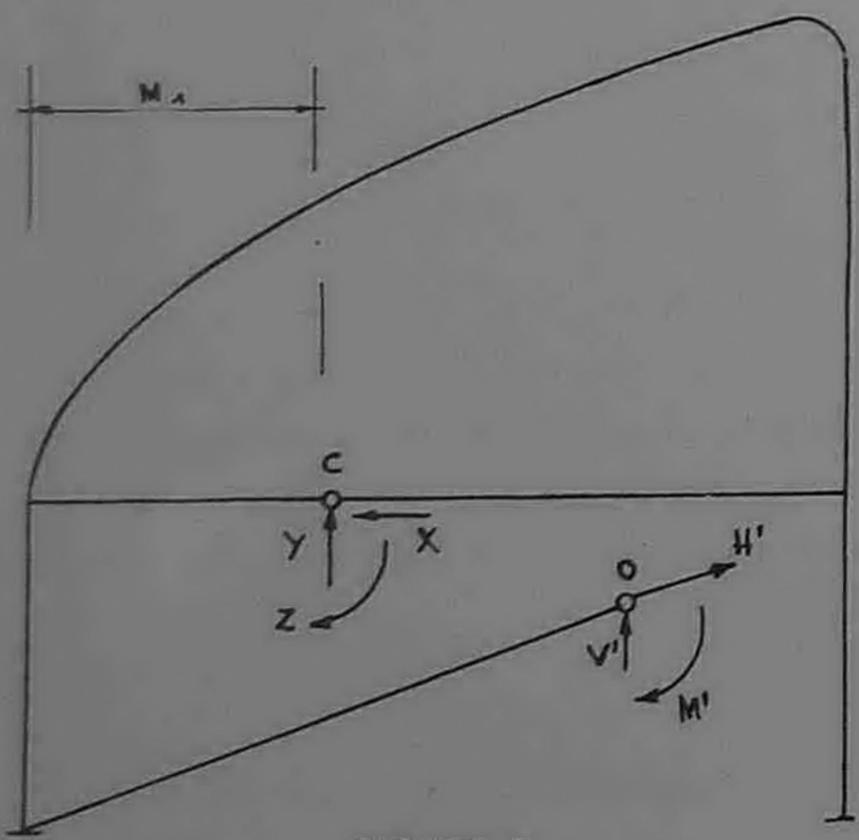


FIGURA 5

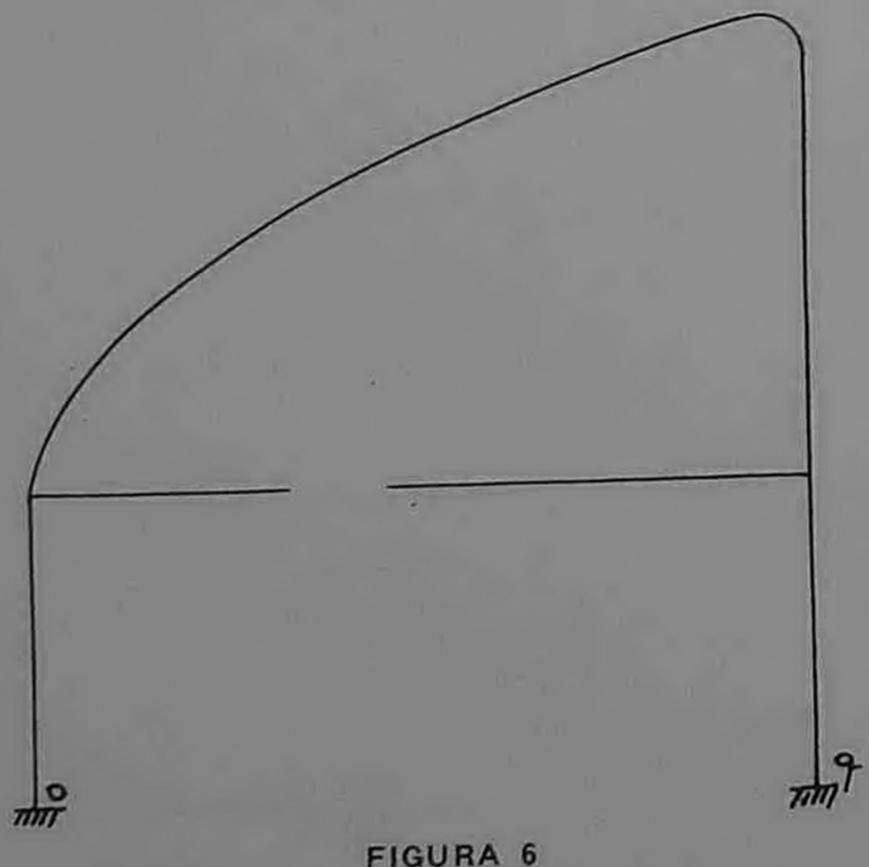


FIGURA 6

$$V = \frac{\int M_0 x' \frac{ds}{J}}{\int x'^2 \frac{ds}{J}} \quad (6)$$

$$M^x = \frac{\int M_0 \frac{ds}{J}}{\int \frac{ds}{J}} \quad (7)$$

a base de

$$[M] = M_0 + M^x - [y] H - x' V$$

Los numeradores de las ecuaciones 5, 6, 7 representan momentos flectores producidos por cargas

$$[y] \frac{ds}{J} = [y] \text{ para } H$$

$$x' \frac{ds}{J} = Wx' \text{ para } V$$

$$\frac{ds}{J} = W \text{ para } M^x$$

respecto a la posición de la unidad de carga, quiere decir las líneas de influencias, serán líneas de momentos de estas cargas para una ménsula empotrada en la sección 0. Véase figura 7.

en nuestro caso hemos obtenido para

$$\Sigma [y]^2 \frac{ds}{J} = 12513,3$$

$$\Sigma x'^2 \frac{ds}{J} = 7721,5$$

$$\Sigma \frac{ds}{J} = 565,8$$

Las figuras 8, 9 y 10 dan las ordenadas cal-

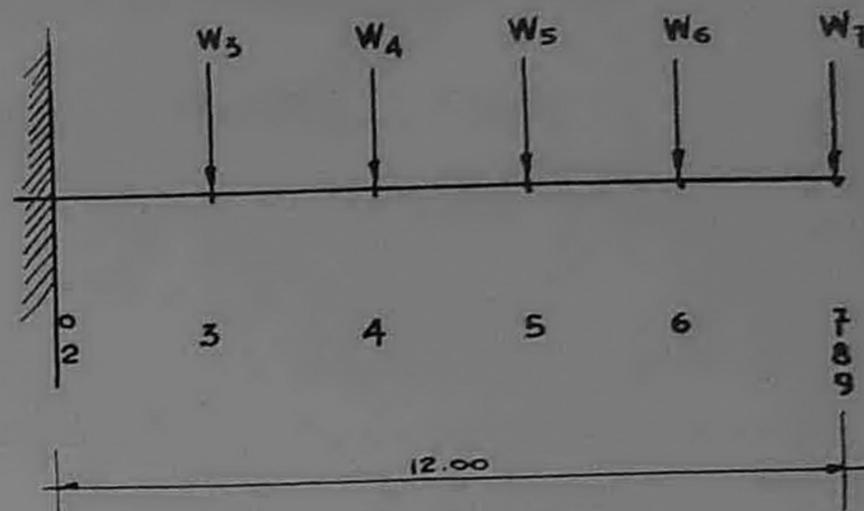


FIGURA 7

culadas de las líneas de influencias de H, V y M<sup>x</sup>.

*Solución del sistema con seis incógnitas.* Véase figura 5.

Se designan con M' los momentos producidos en el sistema con 3 indeterminaciones por la fuerza X = 1,0 ton.

Con M'' los momentos producidos por y = 1,0 ton.

Con M''' los momentos producidos por el momento Z = 1,0 ton.

El momento definitivo en una reacción es entonces

$$M = M_0 + M^x - H [y] - V \cdot X' + X \cdot M' + Y \cdot M'' + Z M''' \quad (9)$$

Siendo

$\delta_{mx}$  la deformación en dirección de X en el punto C

$\delta_{my}$  la deformación en la dirección de Y

$\delta_{mz}$  la rotación de la sección  $ds' = \frac{ds}{J}$

Se pueden escribir tres ecuaciones de elasticidad.

$$E \delta_{mx} = \int M_0 M' ds' + M^x \int M' ds' - V \int x' M' ds' - H \int [y] M' ds' + X \int M'^2 ds' + Y \int M' \cdot M'' ds' + Z \int M' \cdot M''' ds' = 0 \quad (10)$$

$$E \delta_{my} = \int M_0 M'' ds' + M^x \int M'' ds' - V \int x' M'' ds' - H \int [y] M'' ds' + X \int M' \cdot M'' ds' + Y \int M''^2 ds' + Z \int M'' \cdot M''' ds' = 0 \quad (11)$$

$$E \cdot \delta_{mz} = \int M_0 M''' ds' + M^x \int M''' ds' - V \int x' M''' ds' - H \int [y] M''' ds' + X \int M' M''' ds' + Y \int M'' M''' ds' + Z \int M'''^2 ds' = 0 \quad (12)$$

LINEAS DE INFLUENCIA DE LAS INCOGNITAS HIPERESTATICAS

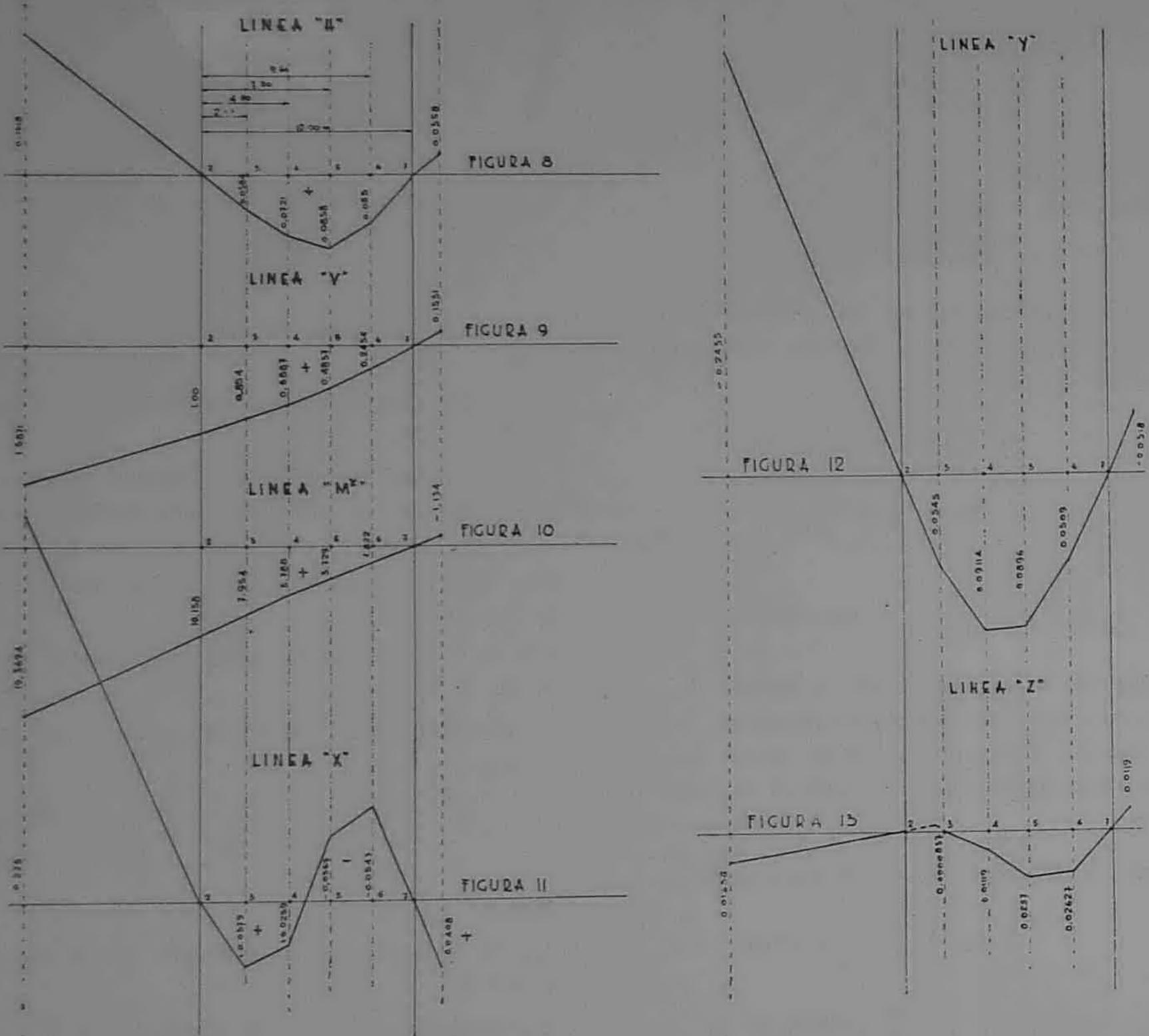


FIGURA 8 a 13

Como en el punto O hay empotramiento completo los siguientes valores deben ser cero.

$$\left. \begin{aligned} M^x \int M' ds' &= 0 \\ V \int x' M' ds' &= 0 \\ H \int [y] M' ds' &= 0 \end{aligned} \right\} \text{ en la ecuación 10}$$

$$\left. \begin{aligned} M^x \int M'' ds' &= 0 \\ V \int x' M'' ds' &= 0 \\ H \int [y] M'' ds' &= 0 \end{aligned} \right\} \text{ en la ecuación 11}$$

$$\left. \begin{aligned} M^x \int M''' ds' &= 0 \\ V \int x' M''' ds' &= 0 \\ H \int [y] M''' ds' &= 0 \end{aligned} \right\} \text{ en la ecuación 12}$$

Introducimos las siguientes designaciones.

$$\begin{aligned} [W_x] &= M' ds' \\ [W_y] &= M'' ds' \\ [W_z] &= M''' ds' \\ H &= \int [W_x] M' \end{aligned}$$

$$J = \int [W_y] M''$$

$$X = \int [W_z] M'''$$

$$K = \int [W_x] M''$$

$$L = \int [W_x] M'''$$

$$M = \int [W_y] M'''$$

La ubicación del punto C sobre el tensor se puede fijar en tal modo que sea

$$\int [W_y] M''' = 0$$

La ecuación  $\int M'' \cdot M''' ds = 0$

significa que el punto C hace idéntica traslación vertical sobre ambas ménsulas cuando sobre éstas está aplicado el momento  $Z_2$  Hm. Véase figura 14.

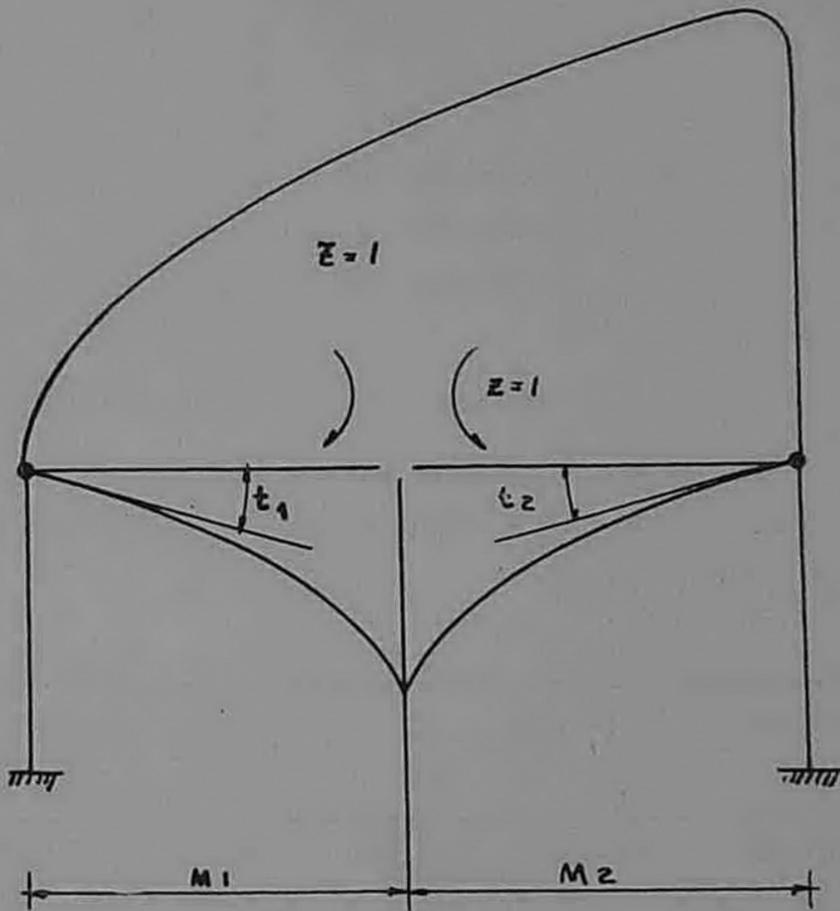


FIGURA 14

$$E\mu_1\tau_1 + \frac{\mu_1^2}{2} \frac{1}{J} = E\mu_2\tau_2 + \frac{\mu_2^2}{2} \frac{1}{J} \quad (13)$$

$J =$  momento de inercia del tensor  $= 0,05004 \text{ m}^4$ .

$$l' = \frac{1}{J} = \frac{12,00}{0,05004} = 239,8$$

$$E \tau_1 = 1,506$$

$$E \tau_2 = 30,667$$

Introduciendo  $l'$  en la ecuación 13 y designando:

$$em \tau_1' = E \tau_1$$

$$em \tau_2' = E \tau_2$$

resulta

$$\mu_1 = \frac{1}{2} \cdot \frac{l' + 2 \tau_2'}{l' + \tau_1' + \tau_2'} = 6,643 \text{ m.}$$

Con estas simplificaciones se pueden escribir las ecuaciones de elasticidad en la siguiente forma:

$$0 = \int M_o [W_x] + X H + Y K + Z L \quad (10a)$$

$$0 = \int M_o [W_y] + X K + Y J \quad (11a)$$

$$0 = \int M_o [W_z] + X L + Z N \quad (12a)$$

Solucionando este sistema tenemos.

$$X = \frac{\int M_o [W_x] - \frac{K}{J} \int M_o [W_y] - \frac{L}{N} \int M_o [W_z]}{-H + \frac{K}{J} + \frac{L^2}{N}} \quad (14)$$

$$Y = -\frac{1}{J} \int M_o [W_y] - X \frac{K}{J} \quad (15)$$

$$Z = -\frac{1}{N} \int M_o [W_z] - X \frac{L}{N} \quad (16)$$

Los valores

$$M_o [W_x], \quad M_o [W_y], \quad M_o [W_z]$$

son líneas de momentos de cargas  $[W_x]$ ,  $[W_y]$  respectivamente  $[W_z]$

Los valores  $J$ ,  $K$ ,  $H$ ,  $L$ ,  $N$  son constantes del sistema y se calculan como sumas, fácilmente.

Para nuestro caso hemos obtenido

$$-H + \frac{K^2}{J} + \frac{L^2}{N} = -567,298$$

$$\frac{K}{J} = -0,2579$$

$$\frac{L}{N} = -0,1734$$

$$\frac{1}{J} = \frac{1}{5321,13}$$

CARGA PERMANENTE

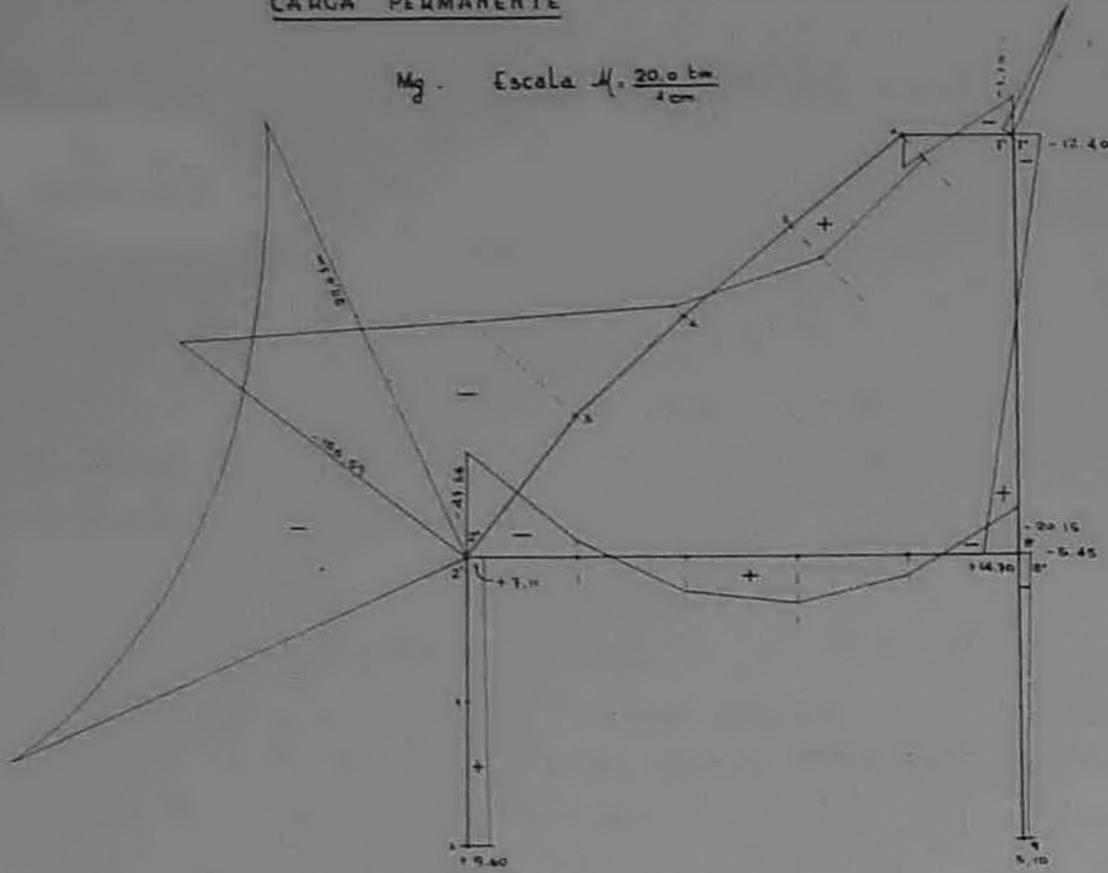


FIGURA 15

Las ordenadas calculadas de las líneas de influencias para X, Y, Z se pueden ver en las figuras 11, 12, 13. Para obtener los momentos flectores máximos para cada sección, se han investigado los siguientes casos.

- a) Carga permanente Mg.
- b) Carga accidental 600 Kg./m<sup>2</sup> sobre las gradas entre las columnas MI.
- c) Carga accidental sobre las dos ménsulas de las gradas MII y MIII.
- d) Carga accidental 500 Kg/m sobre el tensor MIV.
- e) Viento interior o exterior de 125 Kg/m

Las incógnitas hiperestáticas para los diferentes casos de carga están reunidas en la siguiente tabla.

Caso de carga	H ton.	V ton.	M <sup>x</sup> ton.	X ton	Y ton.	Z ton.
Carga permanente .....	+4,463	+107,62	+1088,11	-2,535	-2,269	-19,644
Gradas cargadas entre las columnas .....	+2,875	+25,93	+219,83	-0,344	+3,289	+0,772
Las gradas de la ménsula interior y de la exterior cargadas ...	-3,67	+56,50	+647,0	- 4,75	-5,44	+0,29
Tensor cargado .....	+6,16	+17,95	+152,50	+3,091	-1,255	-27,79
Viento interior .....	-17,1	-8,83	-38,50	+3,507	+2,741	+0,593

Los diagramas de los momentos flectores para los diferentes casos de carga están en las figuras 15, 16, 17, 18 y 19.

La armadura completa y las secciones definitivas de este pórtico se ven en la figura 1.

CARGA ACCIDENTAL SOBRE GRADAS ENTRE COLUMNAS —

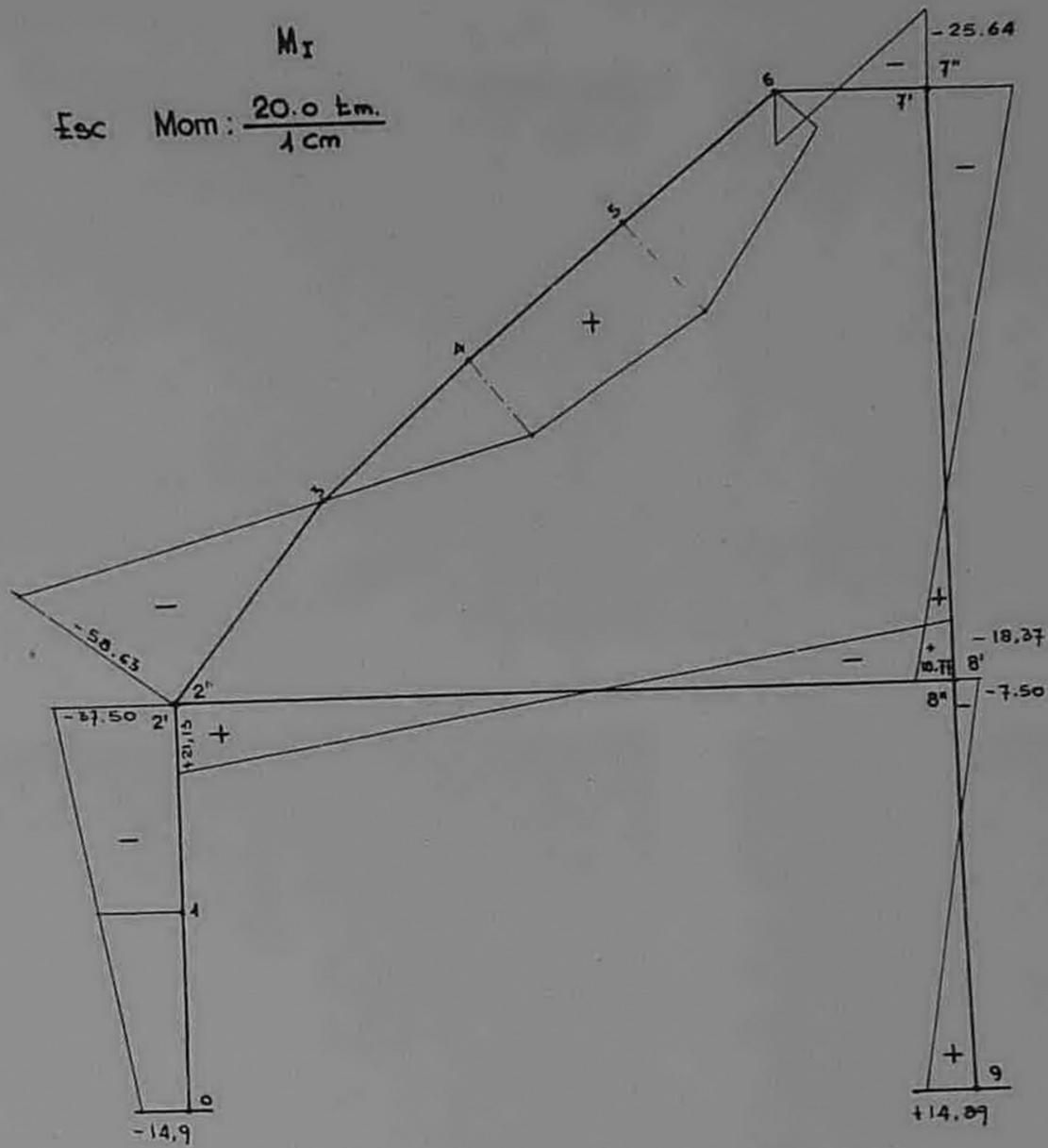


FIGURA 16

CARGA ACCIDENTAL SOBRE LAS 2 MENSULAS

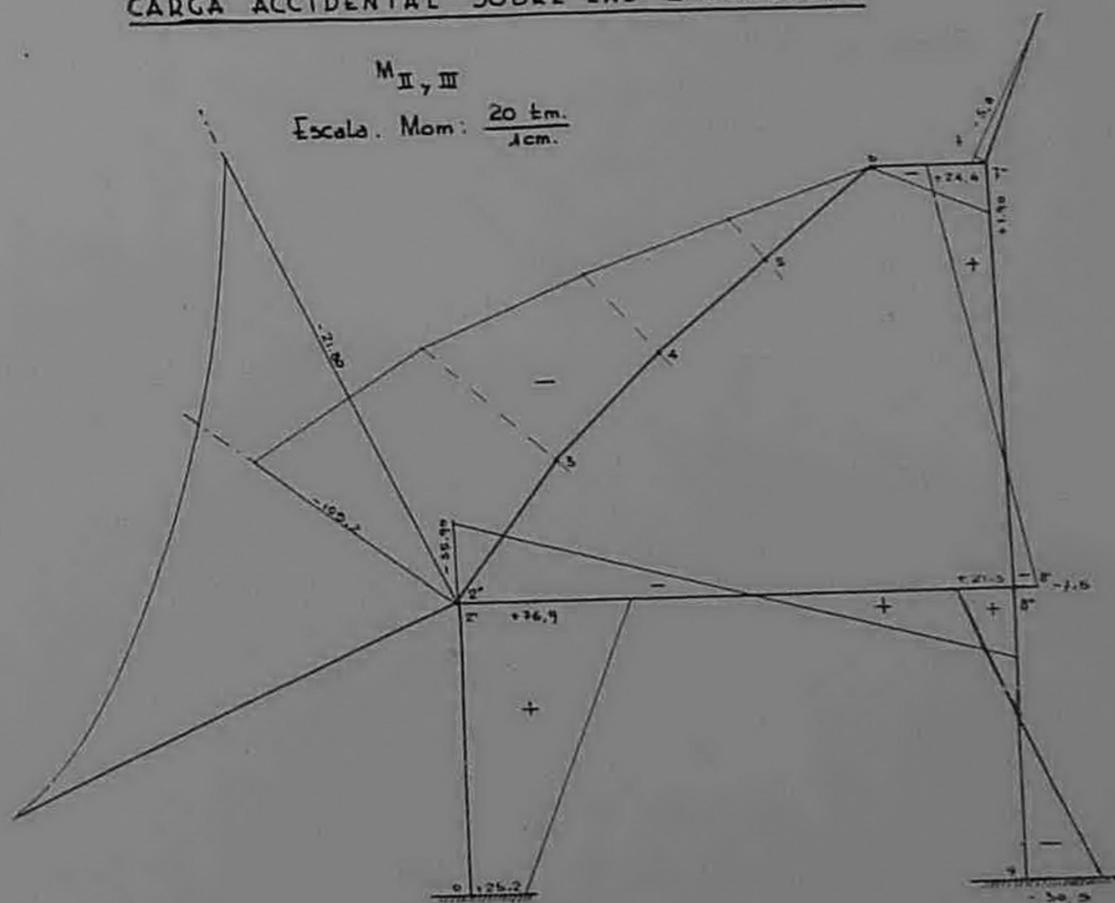


FIGURA 17

CARGA ACCIDENTAL SOBRE EL TENSOR

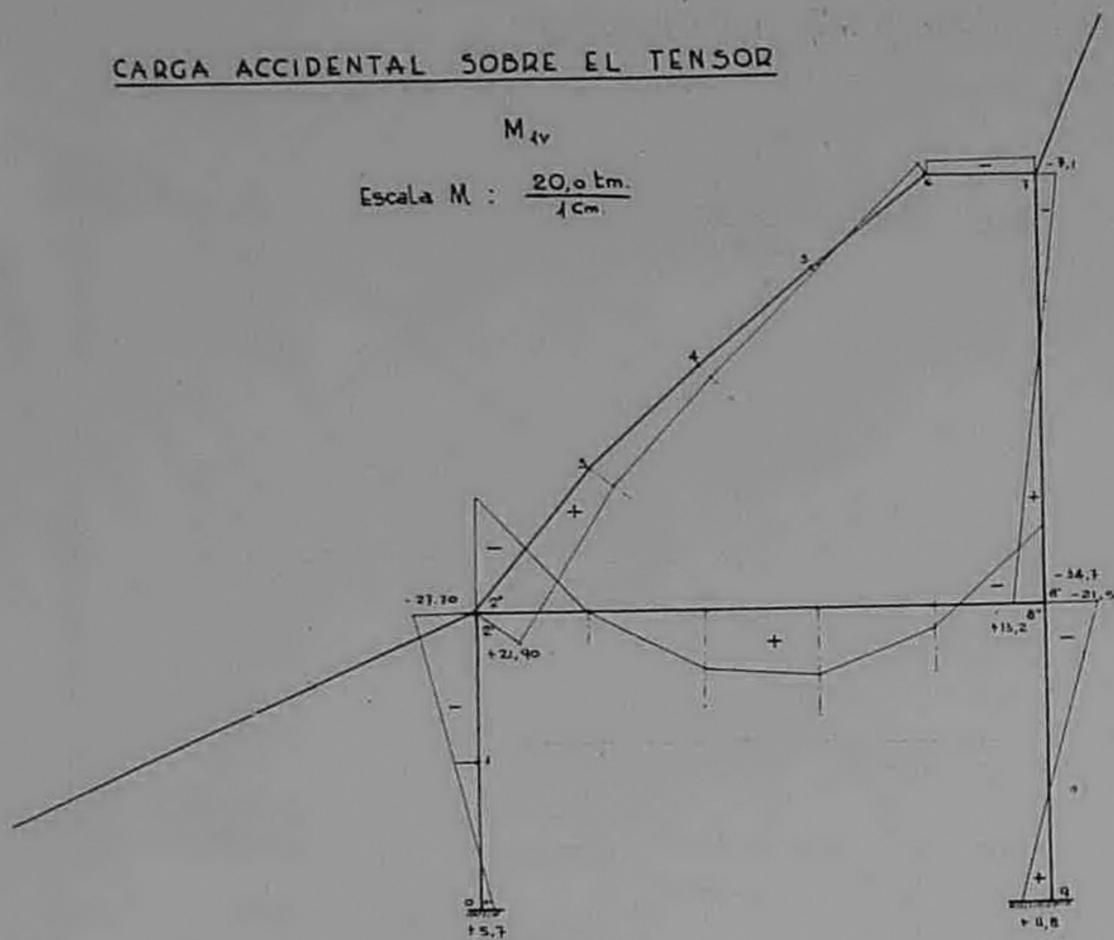


FIGURA 18

VIENTO INTERIOR

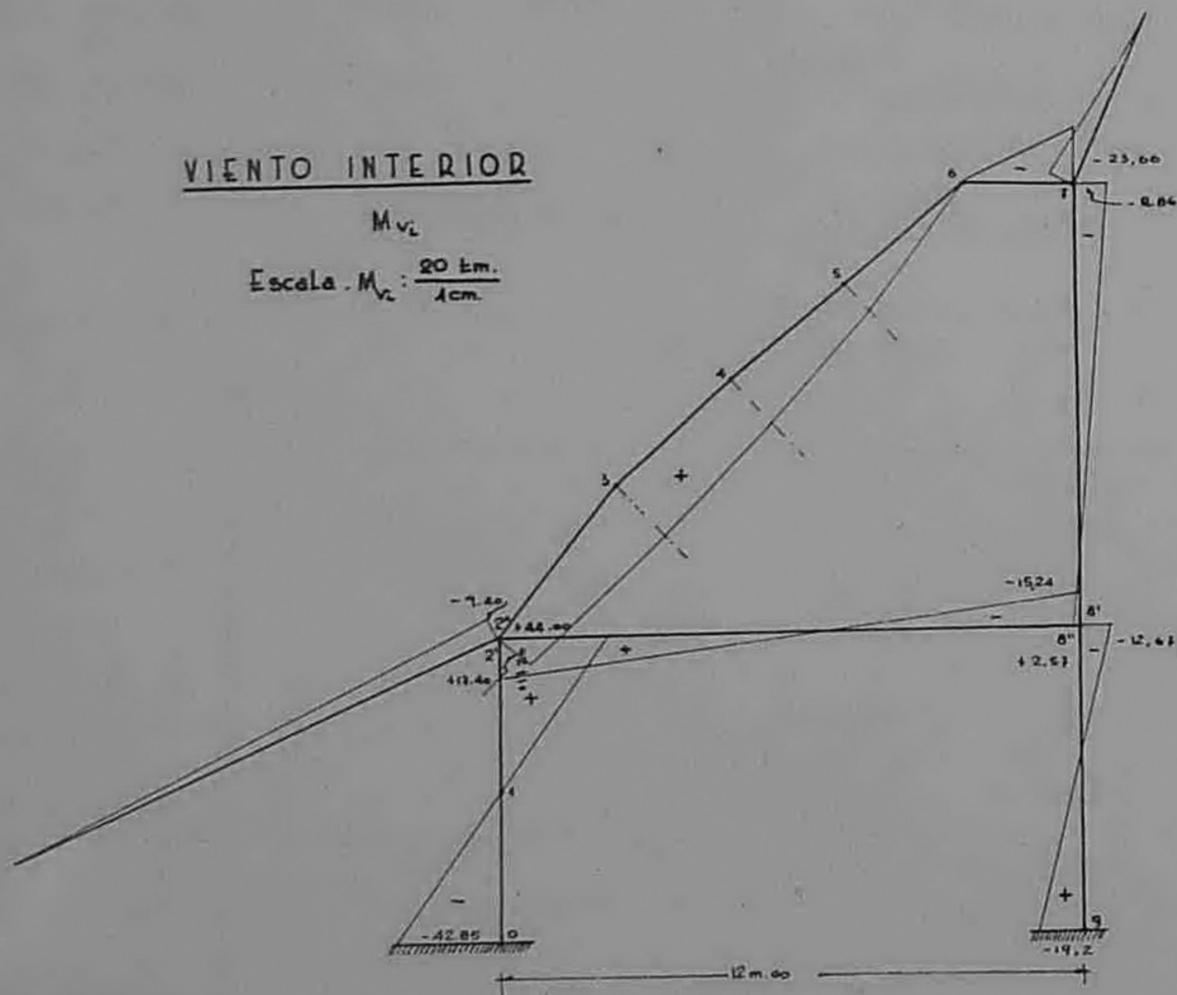


FIGURA 19

# Nota gráfica de las armaduras

