

Diagramas de lanzamiento.

a C. A. M. P. S. A., cuyas características fundamentales son las siguientes: eslora, 140 m.; manga, 18,91 metros; puntal, 10,44 m.; desplazamiento, 16 235 toneladas, y peso para la botadura, 4 000 toneladas.

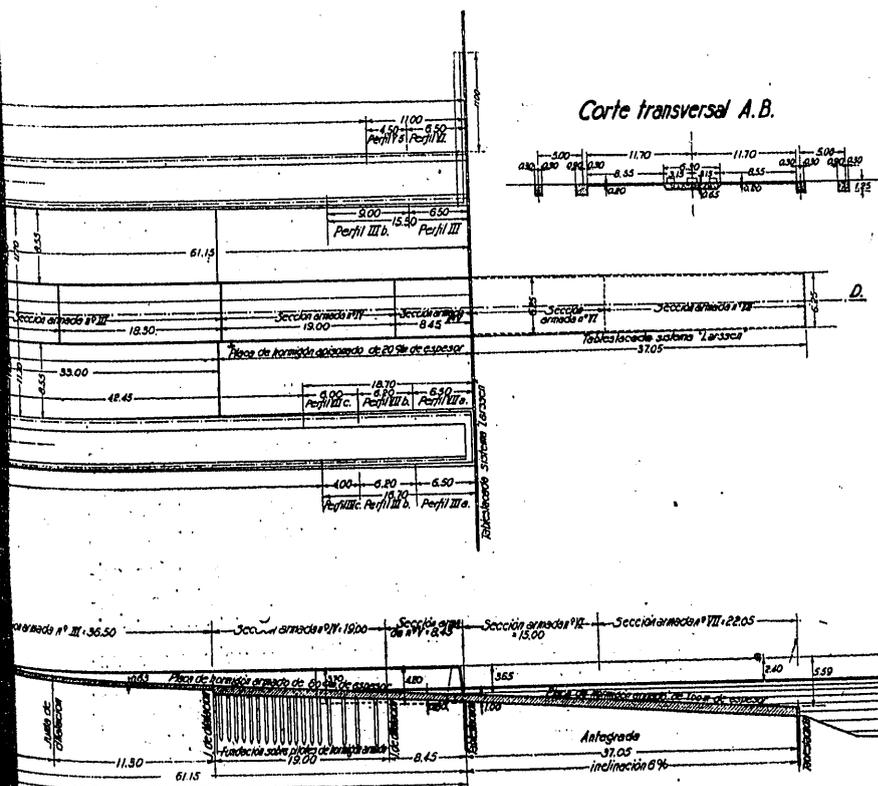
Conviene advertir en este punto que la Unión Naval de Levante, en su proyecto de ampliación de los Astilleros, previendo las futuras necesidades, incluyó

la grada IV de mayores dimensiones, cuya concesión y proyecto fueron aprobados por la Superioridad y cuya construcción está actualmente en marcha, aunque no con la rapidez que fuera de desear, a lo que se oponen mil contingencias, de todos conocidas. Esta obra, muy interesante desde el punto de vista técnico, constituye tema indicado para uno o más artículos,

que nos proponemos escribir cuando esté terminada o próxima a terminarse, para poder acompañar la correspondiente información fotográfica y dar cuenta de diversos e importantes detalles constructivos; a ella aludimos en el artículo que hemos mencionado al comienzo del presente, que fué escrito cuando empezó a estudiarse la posible ubicación de esta grada IV, que será un elemento de primordial importancia para la gran factoría naval de Valencia, ya que permitirá la construcción de barcos hasta de 180 metros de eslora.

Tan pronto como esta obra se termine, se colocará sobre ella la quilla de un buque, del que ya está ultimado el proyecto, e incluso los pedidos del material correspondiente; ni siquiera se espera a la terminación total de la obra, ya que el sistema constructivo adoptado permite terminar primero la grada propiamente dicha, y utilizarla mientras se ultima la ejecución de la antegrada, que no es necesaria hasta el momento de la botadura.

Decimos esto para dar idea del ritmo acelerado que se quiere imprimir

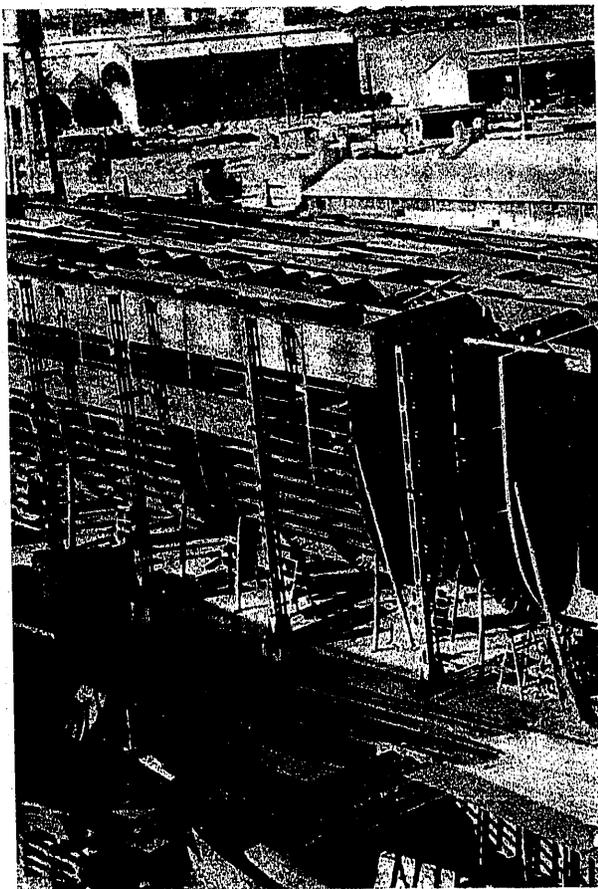


Grada primera.

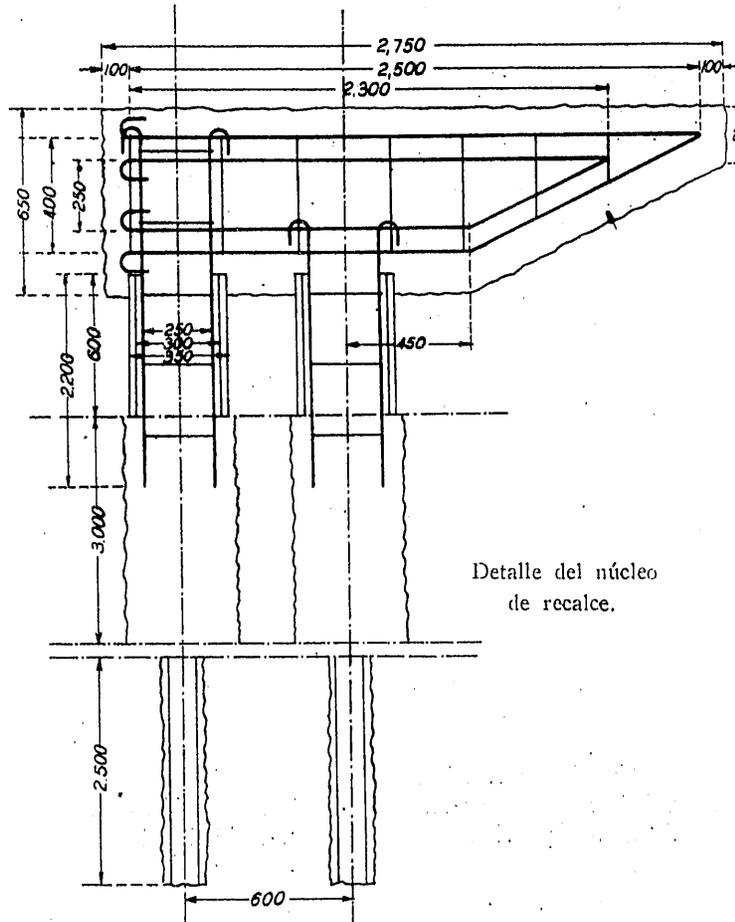
a las construcciones navales, y para que así no extrañe el que se inicie una de ellas sobre una grada cuya resistencia ha de ser insuficiente en alguna de sus partes en el momento del lanzamiento, como ha ocurrido con la grada I, cuyo refuerzo o recalce constituye el tema concreto del presente artículo.

* * *

Si observamos el plano general de la grada, antes citado, veremos claramente que está constituida por vigas y losas de hormigón armado, flotantes sobre arena, calculadas para soportar los pesos del casco durante la construcción y en el momento de su lanzamiento; esta arena está encerrada en un recinto formado por muros de hormigón sobre el nivel del mar, y por tablestacas metálicas debajo de éste. Tal es, en esencia, la sencilla estructura de este tipo de grada, cuya descripción detallada tendremos ocasión de hacer en futuros artículos, como hemos dicho antes. Por el momento, sólo tenemos que llamar la atención acerca de la zona que se ve en el plano apoyada sobre pilotes, o sea la sección armada número IV, la cual es la que soporta las máximas presiones en el acto de



Casco del buque tanque "Campeón", en el momento de iniciarse las obras de recalce de la grada primera.



la botadura, por ser sobre ella donde se efectúa el giro del barco antes de pasar a su posición normal a flote.

En el diagrama de lanzamiento, que reproducimos, se representan gráficamente las distintas cargas que en ese acto se producen a lo largo de la grada, y en él pueden verse dibujadas en línea continua las producidas por el tipo de barco que sirvió de base al proyecto de la grada que nos ocupa, y en líneas de trazo y punto, las que producirá el buque tanque "Campeón", que actualmente se está construyendo sobre ella; y del examen de ambas se deduce sencillamente que la zona reforzada con pilotes debe prolongarse hacia tierra en la casi totalidad de la longitud de la sección armada número III.

Ahora bien: como el estado de adelanto del casco en el momento en que se pudo dedicar atención a este trabajo era aproximadamente el que se ve en las adjuntas fotografías, no cabía pensar en la lógica operación de demoler la placa actual para hincar cómodamente los correspondientes pilotes y volver a construir sobre ellos la placa que el cálculo aconsejase. Así, pues, había que pensar en otras soluciones, y entre ellas se tantearon las dos que se consideraron más acertadas.

Una de ellas consistió en prescindir de los pilotes y conseguir la resistencia precisa, aumentando la su-

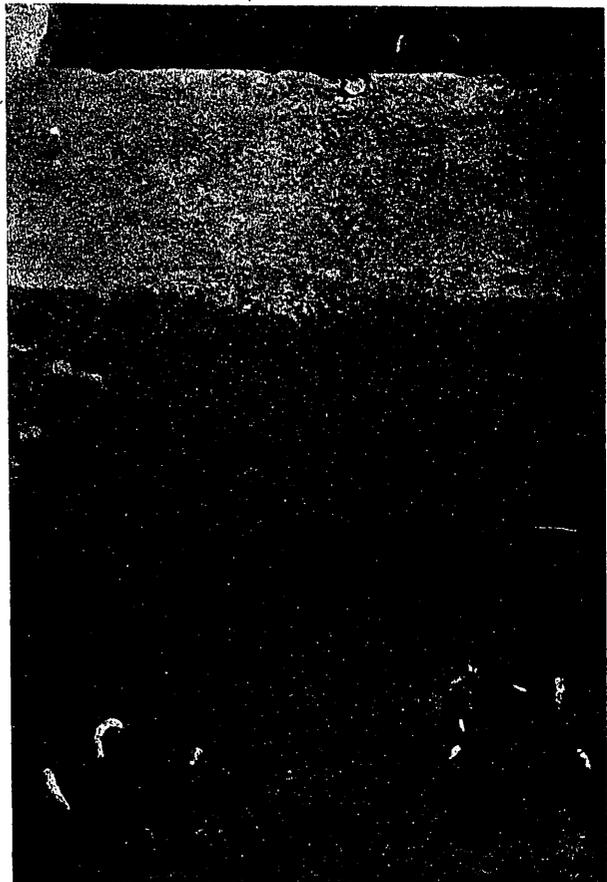
perficie de la placa y su espesor, lo cual es perfectamente posible en teoría, y también en la práctica era factible el demoler por trozos la losa actual y construir la nueva, sin interrumpir la construcción del casco, aunque la cosa presentaba ciertas complicaciones, o quizás sólo molestias; para la marcha normal y rápida del armado del buque, lo cual fué el principal motivo para rechazar esta solución, a pesar de ser mucho más económica que la adoptada, que, por otra parte, es más satisfactoria desde el punto de vista técnico y podría ser ejecutada, y lo ha sido, con extraordinaria rapidez.

Esta solución es la más parecida a la del proyecto original, puesto que se limita a hacer la sustitución de los pilotes corrientes, que no podrían hincarse, por otros contruídos *in situ*, que, agrupados de cuatro en cuatro y encepados en sus cabezas con una ménsula, forman una serie de núcleos en los que se apoya la placa central, cuyo refuerzo se persigue; refuerzo que ha podido ejecutarse sin demoler dicha placa, como vamos a exponer a continuación.

* * *



Vista de los "talones" que enlazan los núcleos de refuerzo de la placa central.



Detalle de un "talón" y de los núcleos contiguos.

Según se ve en el diagrama de lanzamiento, conviene recalzar la placa central de la grada en una longitud de unos 30 m. para que soporte holgadamente la carga de 180 000 Kg. por metro lineal que se produce en el acto de la botadura. Esta placa central armada tiene 6 m. de ancho y 0,60 m. de espesor, y sobre ella insisten los picaderos que sustentan el casco durante la construcción, y que, una vez terminada ésta, son sustituidos por las imadas que forman la cuna para el lanzamiento del buque.

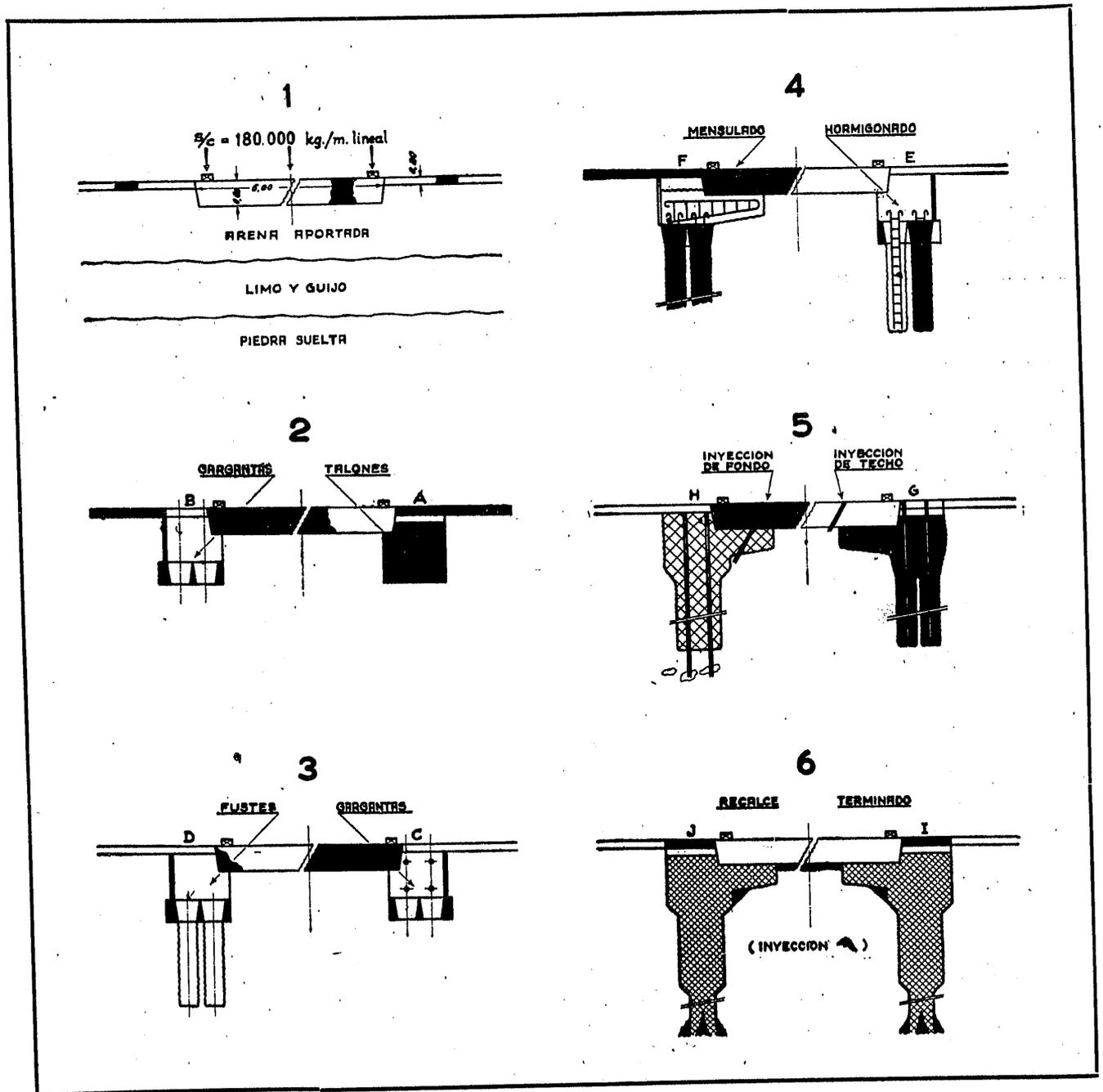
Los núcleos estudiados para hacer este recalce están compuestos, según se detalla en el correspondiente plano, y van en hilera a ambos lados de la placa.

El cálculo de ellos se basa en asegurar, mediante la rigidez vertical del sistema formado por la cuádruple hilera de pilotes, que no haya desplazamientos horizontales de arena bajo la placa; y las ménsulas, por su parte, aumentan la superficie horizontal de reparto de cargas y contribuyen, por rozamiento con la placa que soportan, a arriostar los pilotes por sus cabezas. El recalce consiste, realmente, en trasladar la rasante bajo la placa a una profundidad mayor, que resista suficientemente, contando además con el con-

siguiente aumento de superficie. En este caso, esa mayor profundidad se ha limitado en 1,70 m., por el peligro que suponía el remover mayor cantidad de arena y descalzar la placa; pero con esto ya se obtuvo un aumento de resistencia en el terreno de 0,8 Kg. por centímetro cuadrado a 1,35 Kg./cm.², que se comprobó experimentalmente; y así, quedaban ab-

sorbidos 121 500 Kg. por metro lineal, puesto que la superficie por metro lineal longitudinal del sistema ménsulas-placas es de 90 000 cm.² en números redondos, quedando para absorber por los pilotes la diferencia hasta los 180 000 Kg. por metro lineal, que es la sobrecarga máxima.

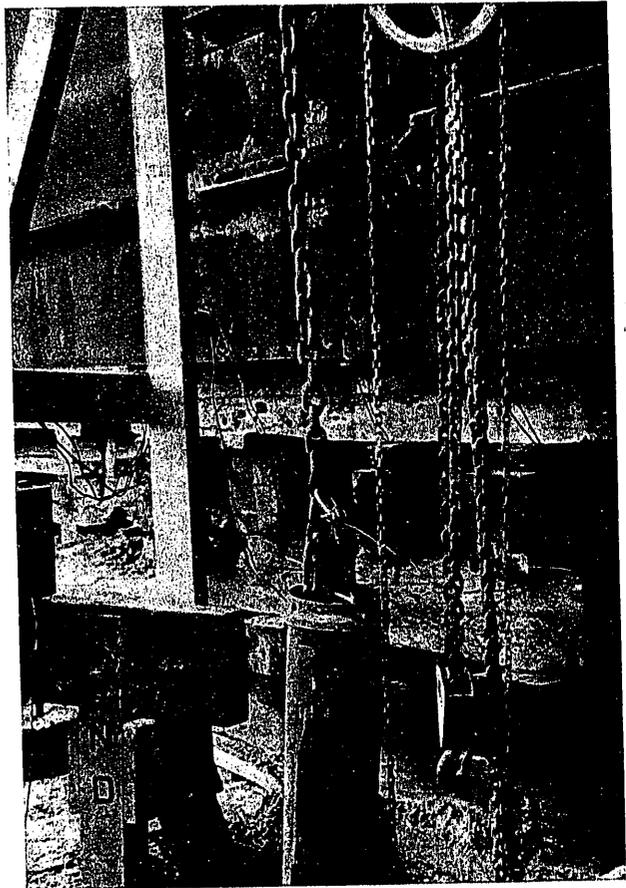
Ahora bien: para que las hipótesis que sirven de



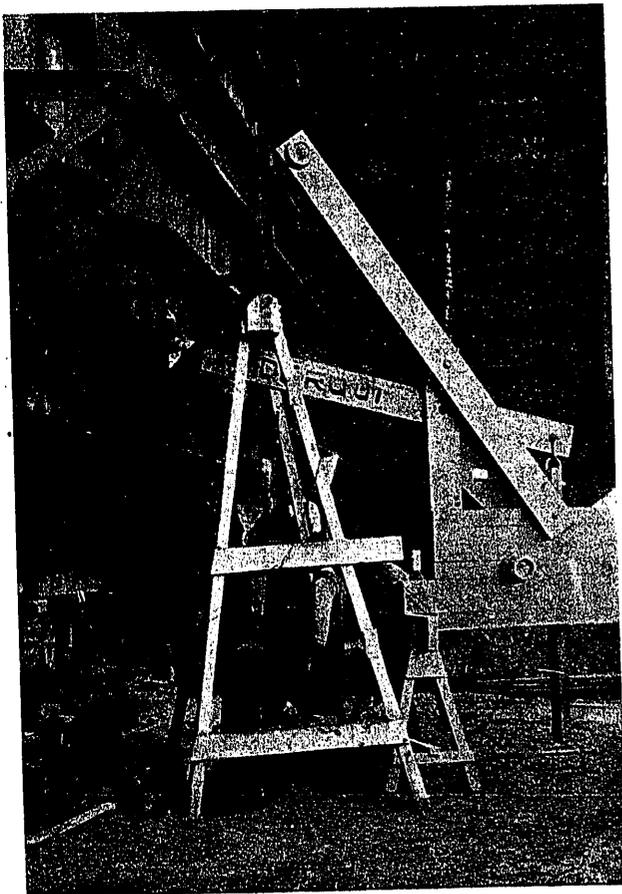
Esquemas de las sucesivas operaciones del trabajo de recalce de la grada primera.

base a estos sencillos cálculos tengan realidad, es preciso que durante la ejecución de los trabajos no se produzcan vacíos de arena bajo la placa y, sobre todo, que una vez terminado el recalce no quede el menor hueco entre ambos elementos. Asimismo, es indispensable que el sistema formado por ménsulas y pilotes sea rígido. Estas dos prescripciones que acabamos de mencionar son fundamentales y hacen que lo más interesante del presente trabajo sea la minuciosidad y el cuidado en su ejecución.

Para conseguir la primera, se estudió la realización del trabajo por etapas, y al romper la losa de 0,20 m. de espesor que va a ambos lados de la placa central se pudo comprobar que la arena estaba debajo perfectamente comprimida, sin que se hubieran producido fugas y socavones por la acción de los impactos que sufrió la grada, durante nuestra guerra, en los bombardeos. Una vez descubierta así la arena a ambos lados de la placa central, se hicieron las excavaciones "por puntos", construyendo seguidamente los núcleos y talones, y volviendo a rellenar de arena, vigilando cuidadosamente que ésta no se aflojara debajo de la placa, a pesar de que también esta-



Detalle de la suspensión del tubo.



Vista del dispositivo para barrenado de los pilotes.

ba prevista una inyección final para llenar los huecos que pudieran haber quedado, como se dirá más adelante.

Para cumplir la segunda prescripción, referente a la rigidez de todo el sistema, se construyeron unas piezas de hormigón armado, llamadas talones, que enlazan cada ménsula con las dos contiguas, quedando así todas ellas perfectamente unidas y formando un conjunto que puede considerarse monolítico.

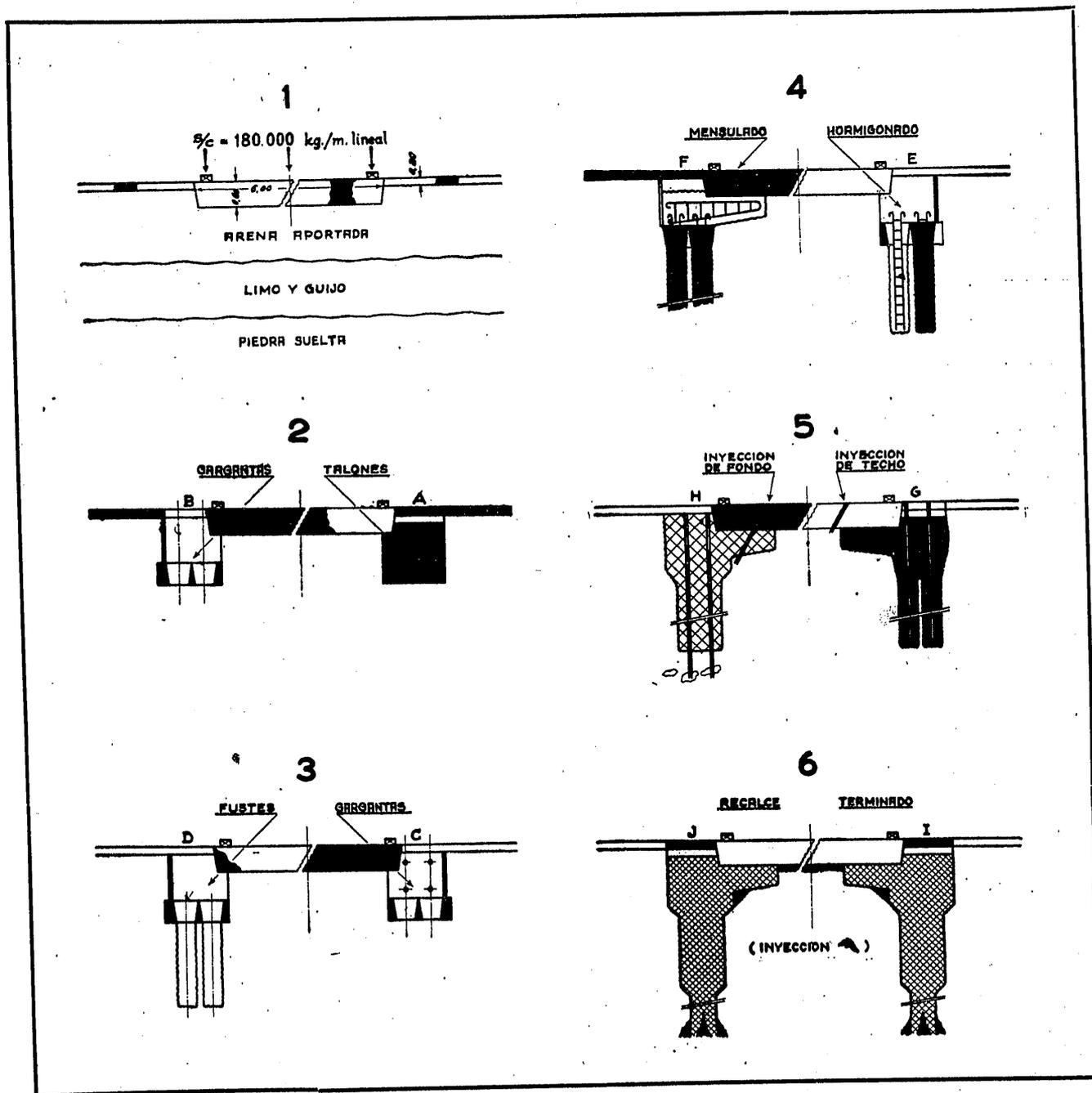
Los adjuntos esquemas, marcados con los números uno al seis, presentan las distintas operaciones del trabajo, que ha sido ejecutado con gran precisión y cuidado por la casa "F. Derqui. Cimientos e Inyecciones". El orden sucesivo de las operaciones, estudiado de antemano, y la práctica y preparación de los obreros que habían de ejecutar cada una de ellas, así como el disponerlos por turnos y en número suficiente para la exacta ejecución del plan, constituyen la parte más importante de la presente obra.

La primera operación consiste en construir los "talones", para lo cual se dispusieron dos equipos que empezaron su trabajo a ambos lados de la placa central, una vez cortada la losa de hormigón de 0,20

siguiente aumento de superficie. En este caso, esa mayor profundidad se ha limitado en 1,70 m., por el peligro que suponía el remover mayor cantidad de arena y descalzar la placa; pero con esto ya se obtuvo un aumento de resistencia en el terreno de 0,8 Kg. por centímetro cuadrado a 1,35 Kg./cm.², que se comprobó experimentalmente; y así, quedaban ab-

sorbidos 121 500 Kg. por metro lineal, puesto que la superficie por metro lineal longitudinal del sistema ménsulas-placas es de 90 000 cm.² en números redondos, quedando para absorber por los pilotes la diferencia hasta los 180 000 Kg. por metro lineal, que es la sobrecarga máxima.

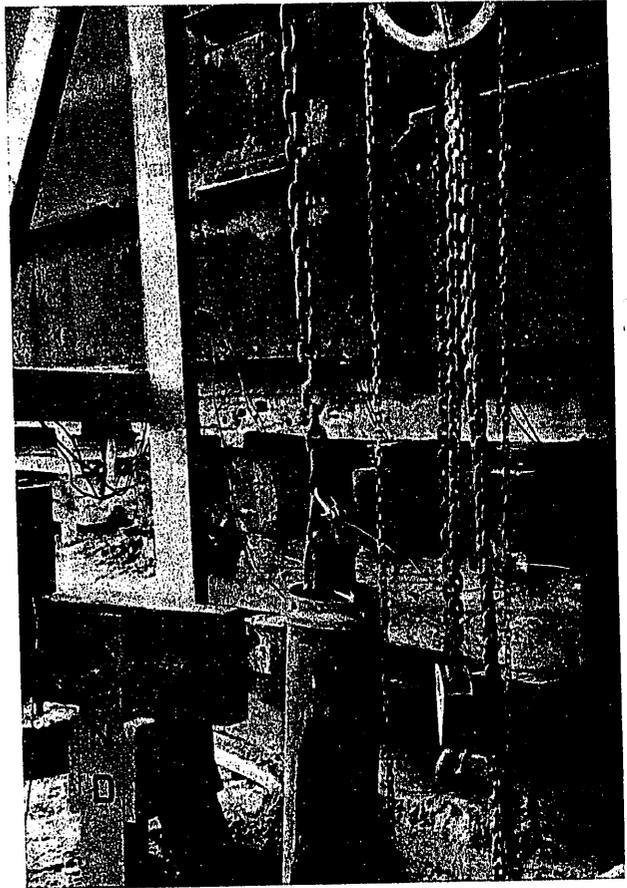
Ahora bien: para que las hipótesis que sirven de



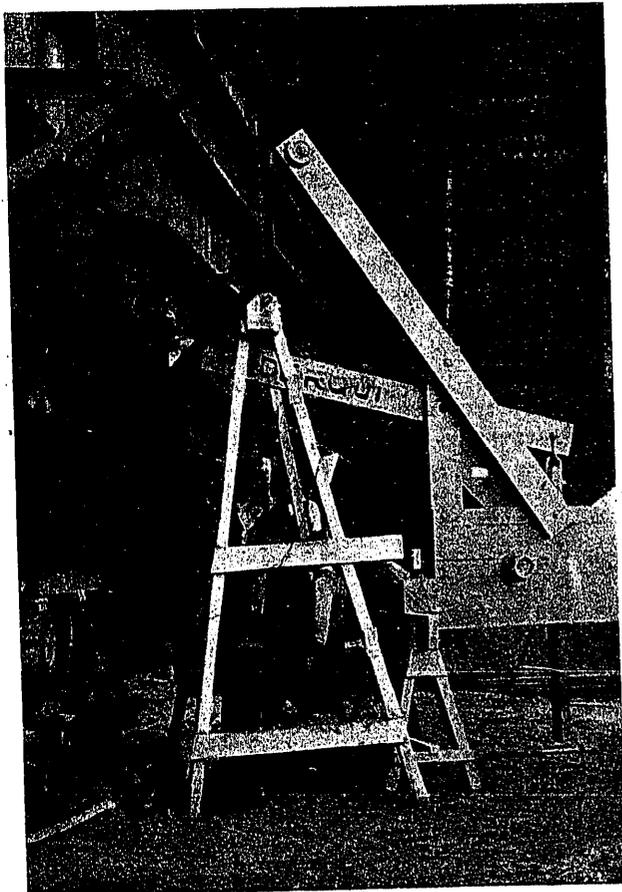
Esquemas de las sucesivas operaciones del trabajo de recalce de la grada primera.

base a estos sencillos cálculos tengan realidad, es preciso que durante la ejecución de los trabajos no se produzcan vacíos de arena bajo la placa y, sobre todo, que una vez terminado el recalce no quede el menor hueco entre ambos elementos. Asimismo, es indispensable que el sistema formado por ménsulas y pilotes sea rígido. Estas dos prescripciones que acabamos de mencionar son fundamentales y hacen que lo más interesante del presente trabajo sea la minuciosidad y el cuidado en su ejecución.

Para conseguir la primera, se estudió la realización del trabajo por etapas, y al romper la losa de 0,20 m. de espesor que va a ambos lados de la placa central se pudo comprobar que la arena estaba debajo perfectamente comprimida, sin que se hubieran producido fugas y socavones por la acción de los impactos que sufrió la grada, durante nuestra guerra, en los bombardeos. Una vez descubierta así la arena a ambos lados de la placa central, se hicieron las excavaciones "por puntos", construyendo seguidamente los núcleos y talones, y volviendo a rellenar de arena, vigilando cuidadosamente que ésta no se aflojara debajo de la placa, a pesar de que también esta-



Detalle de la suspensión del tubo.



Vista del dispositivo para barrenado de los pilotes.

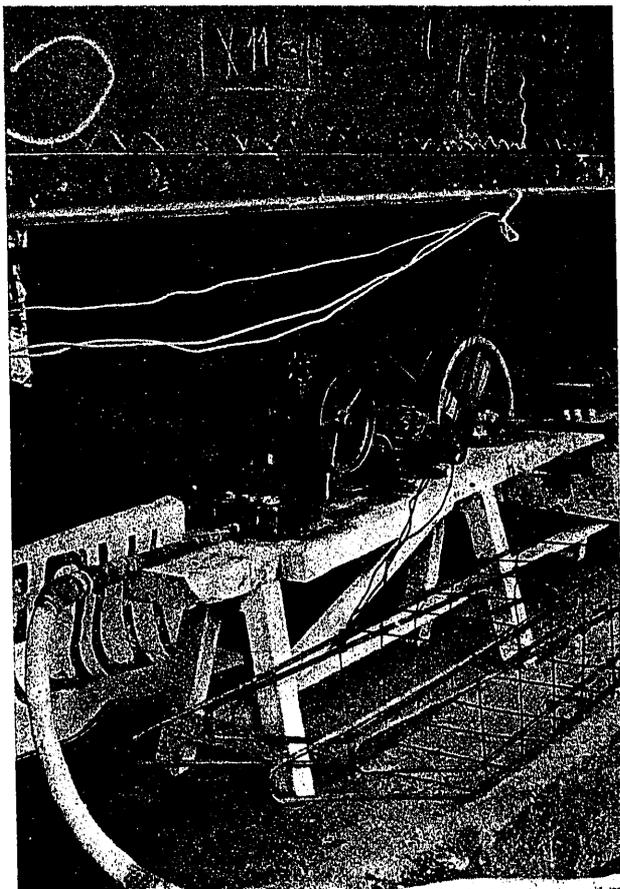
ba prevista una inyección final para llenar los huecos que pudieran haber quedado, como se dirá más adelante.

Para cumplir la segunda prescripción, referente a la rigidez de todo el sistema, se construyeron unas piezas de hormigón armado, llamadas talones, que enlazan cada ménsula con las dos contiguas, quedando así todas ellas perfectamente unidas y formando un conjunto que puede considerarse monolítico.

Los adjuntos esquemas, marcados con los números uno al seis, presentan las distintas operaciones del trabajo, que ha sido ejecutado con gran precisión y cuidado por la casa "F. Derqui. Cimientos e Inyecciones". El orden sucesivo de las operaciones, estudiado de antemano, y la práctica y preparación de los obreros que habían de ejecutar cada una de ellas, así como el disponerlos por turnos y en número suficiente para la exacta ejecución del plan, constituyen la parte más importante de la presente obra.

La primera operación consiste en construir los "talones", para lo cual se dispusieron dos equipos que empezaron su trabajo a ambos lados de la placa central, una vez cortada la losa de hormigón de 0,20

metros que va a los lados de ella. Al llegar éstos al talón octavo, empezaron otros dos equipos a construir los núcleos, sirviendo los talones de encofrados laterales y disponiendo unos sencillos moldes metálicos para los frentes; seguidamente, otros equipos iban detrás, ejecutando lo que en el esquema 2 se llaman



Maquinilla de inyectar y vista de la armadura de una ménsula

gargantas, que constituyen las embocaduras para el barrenado de los pilotes. Entonces, tres equipos, a dos turnos, acometieron la preparación del pilotaje, que era la parte más pesada y larga del trabajo, y al alcanzar el pilote número 20, otra cuadrilla empezó la ejecución de las ménsulas, alternadamente, de uno y otro lado de la placa central, siendo ésta la parte más delicada de la obra.

Con lo anterior quedaba terminada, a falta de la inyección, no sólo de los pies de los pilotes que forman los núcleos estudiados, sino también la que tiene por objeto rellenar los huecos de arena debajo de la placa central y de las ménsulas. Para esto, se practicó una serie de taladros sobre dicha placa, que en el esquema 5 se indican con los rótulos de "inyección de fondo" e "inyección de techo", respectivamente; y en el esquema 6 van indicadas claramente las distintas partes que han sido rellenadas por inyección.

Creemos que los esquemas citados y las fotografías, juntamente con esta breve explicación, dan completa idea del trabajo, cuya descripción nos habíamos propuesto.

La obra fué contratada a la casa "Derqui", que se comprometió a ejecutarla por la cantidad de 250 000 pesetas y en el plazo de noventa días laborables, que fué aún acortado en diecinueve jornadas, gracias al establecimiento de turnos y a la perfecta organización del trabajo, a que antes hemos aludido.

Repetimos, para terminar, que el interés que pueda tener la obra reseñada estriba tan sólo en haberla podido llevar a cabo rápidamente y sin causar la menor perturbación en los trabajos que estaban desarrollándose sobre la grada, cuyo refuerzo se pretendía. El conseguir esto plenamente nos llevó a desechar una solución mucho más económica, lo cual es digno de ser tenido en cuenta, siempre que las obras que ejecutemos en el ejercicio de la profesión constituyan elementos importantes de una industria determinada, en cuyo caso puede no ser siempre acertada económicamente la solución más barata.