

la puesta en obra de paneles pesados prefabricados

sinopsis

124-21

En este artículo se trata primeramente de la elevación de la obra de elementos prefabricados, atendiendo tanto a la parte de las máquinas como a la del personal. Después se estudia la colocación de los elementos prestando atención al apuntalamiento con un pequeño estudio de la estabilidad. En lo que a la seguridad atañe, es constante en todo el artículo la atención que se le presta.

M. CI. POUYÉS, ingeniero del Instituto de Investigación y Seguridad de París

Nos proponemos en el presente artículo subrayar los aspectos más importantes de los problemas de seguridad que se presentan en la puesta en obra propiamente dicha de paneles pesados prefabricados. Hemos excluido de nuestro propósito las cuestiones relativas a la puesta en obra de vigas y losas prefabricadas. No abordaremos tampoco el problema de las caídas que, en razón de su extensión y su carácter particular, serán objeto de un estudio posterior. Insistiremos principalmente sobre la elevación de paneles y su instalación: dos operaciones en el curso de las cuales se cometen fácilmente errores.

La elevación

No es cuestión de consignar aquí las reglas de seguridad generales que conciernen a los aparatos de elevación, sino solamente resaltar los aspectos particulares relacionados con su empleo en prefabricación.

La grúa

Se le exigen a la grúa dos cualidades muy diferentes:

- una gran capacidad de elevación, que está en consecuencia del peso del panel más pesado y de la distancia máxima a la cual debe ser colocado;
- una precisión extrema para poder efectuar la puesta en obra sin golpe.

Es, pues, necesario disponer de una grúa que posea por lo menos dos velocidades diferentes de elevación.

¿Es mejor utilizar una grúa sobre carriles, sobre neumáticos o sobre cadenas? No es nuestro propósito abrir aquí un dossier sobre las ventajas de una u otra solución. Indiquemos solamente que si la grúa sobre neumáticos o sobre cadenas tiene la ventaja de su autonomía y de su movilidad, requiere una atención particular en aquello que concierne al suelo sobre el cual debe evolucionar. En efecto; cuando la flecha pasa por la vertical de un soporte de la vía son 50 Mp los que tienen que repartirse sobre el suelo y, por lo tanto, es preciso limitar la presión a valores aceptables. Si se emplea una grúa-torre, la vía deberá ser objeto de una atenta vigilancia diaria; en ciertos casos la única solución satisfactoria será la

utilización de traviesas de hormigón. Hace falta no perder de vista que el coeficiente de estabilidad a tener en cuenta cuando se calcula una grúa es bastante débil y que, por otra parte, una simple inclinación de 1° en la punta de la flecha de 30 m de alta se convierte en una diferencia de alcance de ~ 50 cm, lo que no es despreciable.

La altura de la grúa se halla también relacionada con la longitud libre del cable. Si desde el principio de los trabajos se emplea toda la longitud del afuste (o de la flecha para una grúa automotriz) que es necesaria para la puesta en obra de los últimos paneles, se tendrá para las primeras plantas tal longitud libre de cable que la precisión de maniobra estará sensiblemente reducida (principalmente a causa del alargamiento elástico del cable). Recordemos, sin embargo, que un espacio libre de 2 m debe ser siempre mantenido entre el último elemento colocado y todo elemento móvil de la grúa.

El estado mecánico de la grúa debe ser perfecto: hay que evitar los elementos deformados; los frenos y embragues deberán estar bien reglados (resaltemos la importancia particular que reviste la posibilidad de un reglaje fácil de embragues y frenos en las grúas que deben ser empleadas en estos trabajos). Los limitadores de par de carga y de recorrido de los carriles deben funcionar de manera segura. Numerosos accidentes vienen como consecuencia de un desplazamiento de la carga hasta el extremo de la flecha, bajo el efecto del viento por ejemplo. El limitador de par debe estar constituido por un dispositivo material muy resistente y regulado de manera que la carga más pesada no pueda nunca sobrepasar en la flecha la posición susceptible de provocar un vuelco. Notemos que el arrastre del carrillo mediante el mismo dispositivo de fricción no es deseable. Cuando deba tener

lugar el cambio del cable, esta operación debe hacerse dando al nuevo cable una tensión suficiente antes de su puesta sobre el tambor y vigilar que su arrollamiento sobre el mismo sea correcto. En efecto; si estas operaciones no están hechas muy cuidadosamente, el cable podrá bruscamente ir a las capas subyacentes del tambor y entonces provocará una caída durante el transporte del panel de algunos centímetros: el efecto del choque resultante puede tener las peores consecuencias (hay que tener en cuenta la noción de resistencia viva de los cables).

Los obreros

La transmisión de señales entre el conductor de la grúa y el personal de la obra reviste en los casos de construcción prefabricada una gran importancia. Cuando el conductor de la grúa esté situado en una cabina a 35 m del suelo, es evidente que podrá percibir solamente señales que estén bien estudiadas y sean muy visibles y comprensibles según las condiciones de cada momento. Desde la cabina no se observan grandes detalles y una de las ventajas de los cascos, de color es señalar la posición de los obreros a la mirada del conductor, el cual, de esta manera, podrá más fácilmente establecer ciclos sin pasar por la vertical de los obreros. Los cascos pueden también servir para definir claramente aquellas personas responsables de las maniobras, a las que el conductor debe obedecer. Para hacerse comprender, el conductor no dispone más que de un advertidor sonoro y, por lo tanto, en una obra de prefabricación, donde las operaciones se suceden muy rápidamente, es de primordial importancia que este avisador sónico se encuentre siempre en estado de emitir un sonido de intensidad suficiente y del tono apropiado para atraer inmediatamente la atención de los obreros. También es conveniente establecer un código rudimentario de sonidos.

Si para trabajos tradicionales es conveniente que el conductor de la grúa sea elegido cuidadosamente, no cabe duda que esta elección debe ser todavía más esmerada cuando se trate de trabajos de prefabricación. Realmente, los movimientos deben llevarse a cabo sin brusquedad, en la toma, en la colocación, a lo largo del desplazamiento, ya que la grúa se utiliza a menudo al límite de sus posibilidades; y si se tienen en cuenta los coeficientes de choque y de sobredimensión dinámica para el cálculo de esfuerzos admisibles en la grúa, en cambio no se tienen en cuenta para los cálculos de estabilidad; por otra parte, una toma del material brusca o un frenazo repentino pueden causar la rotura de los anillos de elevación del panel. El conductor debe rápidamente imaginarse los ciclos a desarrollar con el fin de evitar el paso de los paneles —en la medida de sus posibilidades— por encima del personal. Asimismo, finalmente, el maquinista debe tener siempre mentalmente presente la importancia y la existencia del viento y respetar la consigna de detención cuando los valores que se indiquen por el anemómetro lleguen a cifras elevadas. Hace falta tener presente que en la Norma NF E 52-081 se definen y determinan las reglas de cálculo para las grúas-torre, en las que se supone que la superficie de la carga expuesta al viento es igual a $1 \text{ m}^2/\text{t}$, salvo en el caso de construcciones especiales. Se ve, pues, que hace falta estar muy atento a los valores del viento en el caso de paneles prefabricados, ya que presentan generalmente una superficie de $3 \text{ m}^2/\text{t}$.

El personal situado en el suelo encargado de proceder al enganche de las cargas debe tener conocimiento, no solamente del peso de los paneles, sino también de aquellos otros elementos como son las voleas, los ganchos y elementos de sujeción. De aquí el interés de tener marcados claramente estos valores. Efectivamente; pensemos que no solamente las diferencias de forma, sino también las de constitución, pueden inducir a error al personal de enganche del elemento: un panel de poco espesor construido en hormigón ordinario puede ser mucho más pesado que un panel más grueso hecho en hormigón ligero expandido, por ejemplo. Los elementos de sujeción, por otra parte, deben estar concebidos de manera que no permitan un desenganche accidental de los paneles, y esta prescripción reviste una importancia extraordinaria cuando se considere el tiempo durante el cual un panel que iba a ser colocado pueda quedar suspendido de la grúa, a merced de una falsa maniobra, un fallo mecánico o una detención momentánea del trabajo; es decir: por una deficiencia mecánica o humana.

Las voleas

Debe insistirse en la importancia de las voleas. Se ven todavía numerosas obras en las cuales la puesta en obra de pesados paneles se realiza sin utilizar voleas. Tal práctica no está de acuerdo con una seguridad óptima.

Evidentemente; el ángulo que forman los cables reduce la capacidad de elevación de éstos en una proporción que es difícil apreciar con un simple golpe de vista; simultáneamente el esfuerzo ejercido sobre los tirantes de elevación es más importante que en el caso de una tracción vertical. Otra consecuencia de la elevación sin emplear voleas es la disminución de altura libre debajo del gancho debido a la utilización de eslingas mucho más largas. Ciertamente, una volea hace más pesada la grúa y reduce su capacidad de elevación; además, es un material relativamente costoso (pero prácticamente sin mayor empleo que el de estos casos). Por el contrario, los paneles se suspenden de la grúa en mejores condiciones.

Existen numerosas formas de realizar una volea: la elección deberá ser hecha pensando en que su utilización resulte práctica y segura. Hace falta que resulte también cómoda de modificar la posición de los puntos de suspensión de las eslingas en función de las dimensiones de cada panel y de la situación del centro de gravedad. Es preciso, por el contrario, que sea imposible desplazar involuntariamente los puntos de suspensión para que no pueda producirse un desenganche accidental.

En el caso de un sistema de construcción alveolar en el que la puesta en obra de los elementos de la fachada se efectúa cuando el edificio ha cubierto aguas, las voleas de contrapeso constituyen una solución racional para conseguir una buena presentación de los paneles. Frecuentemente se ven los cables de la grúa rozar lamentablemente contra las partes superiores de la edificación durante la puesta en obra de los paneles de fachada. Hay que detallar que si se emplean en una obra varias clases de voleas, es deseable almacenar convenientemente aquellas que no sirven; por ejemplo, sobre caballetes en un emplazamiento especial.

La puesta en obra

Preparación en el suelo

Algunas precauciones en el momento de la preparación para la elevación pueden acrecentar el nivel de seguridad durante la colocación. Sin abordar la cuestión de caídas de altura, que se tratará detalladamente en un próximo artículo, digamos que es deseable, tantas veces como sea posible, poner en su sitio sobre los paneles los quitamiedos definitivos o provisionales antes de la elevación.

Unos cordajes para maniobra pueden fijarse en el suelo sobre los tirantes de elevación o bien sobre las voleas: estos cordajes tendrán la ventaja de permitir en la recepción un guiado por tracción, preferible a tener que empujar hacia el exterior de la construcción el panel para situarlo en su sitio. Hay que señalar que tales cordajes tienen igualmente su utilidad para el almacenamiento de los paneles.

El apuntalamiento puede ser también ventajosamente preparado en el suelo si se eligen gatos centrales situados en los puntales, pudiendo, por consecuencia, estar separados en dos partes de longitudes casi iguales: el panel puede ser elevado con dos semipuntales superiores, lo que reducirá el tiempo de espera de la grúa para la realización del apuntalamiento del panel durante el proceso de puesta en obra. Además, este proceso evita a los obreros tener que apoyar una escalera contra un panel que solamente está asegurado de la grúa por intermedio de los tirantes de elevación muchas veces con una sujeción muy somera, por lo que se está pendiente de una falsa maniobra. Hace falta, por el contrario, asegurarse que se le meta un número suficiente de roscas de tornillo en la unión de los dos semipuntales.

Fig. 1. La volea utilizada en esta obra lleva un interesante dispositivo de reglaje.

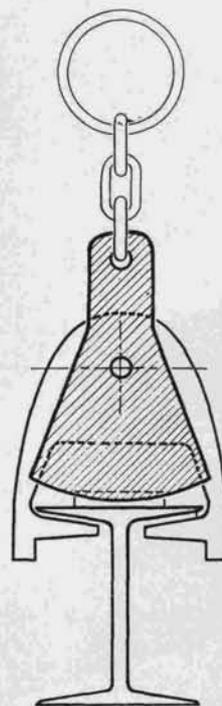
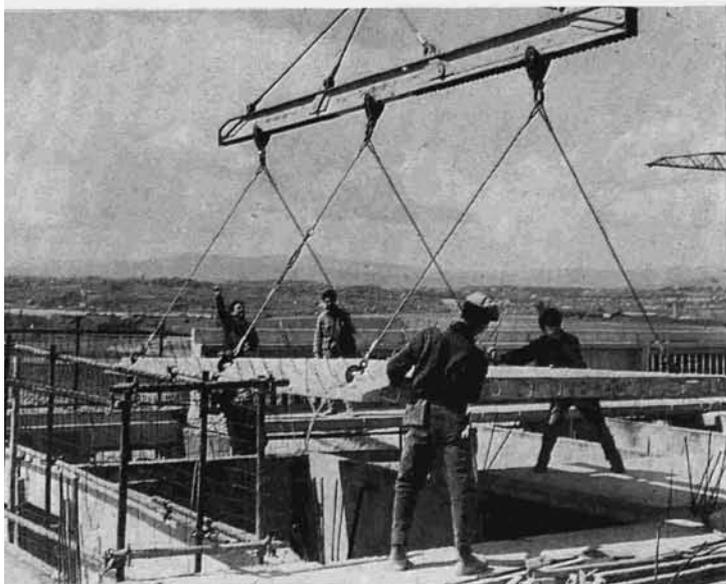
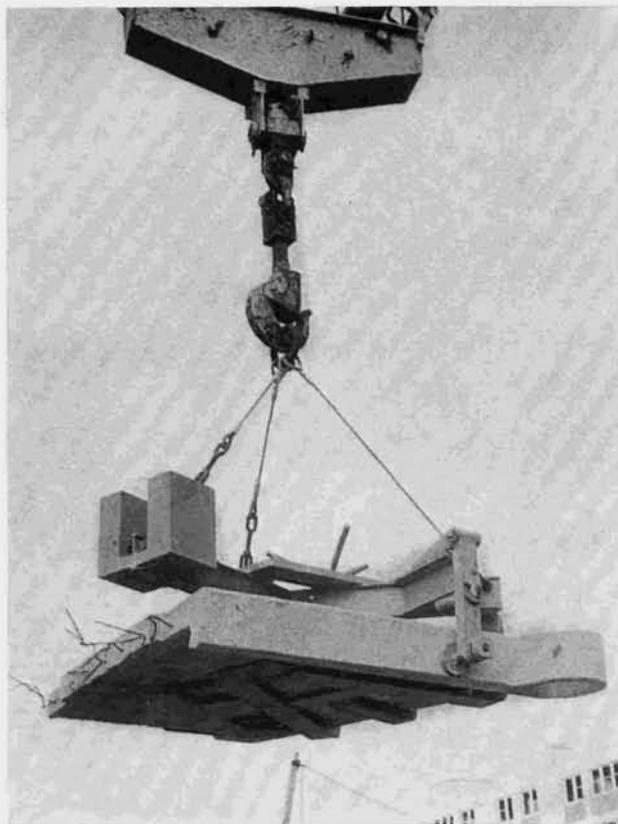


Fig. 2. Esquema explicando el funcionamiento del dispositivo de reglaje de la volea de la figura anterior: hace falta una rotación de más de 45° de la zona rayada para levantar el bloqueo del dispositivo.

Fig. 3. Volea especialmente concebida para la colocación de descansillos prefabricados.



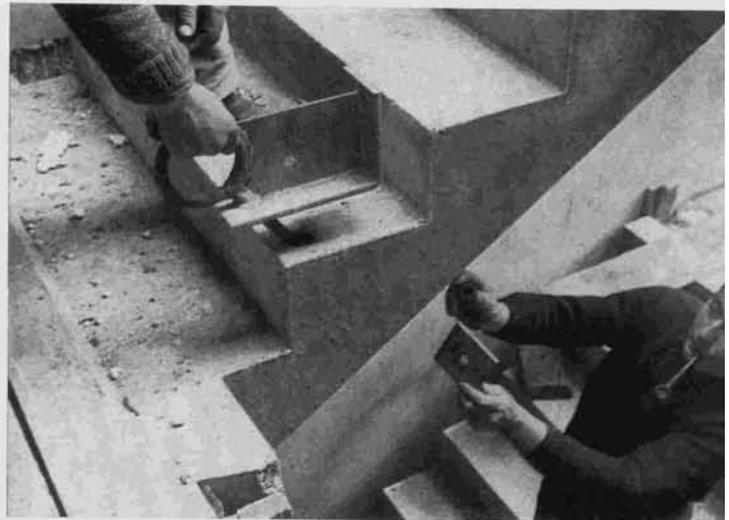


Fig. 4. Colocación de un antepecho de ventana sin la ayuda de volean; el cable de la grúa roza con las losas superiores.

Fig. 5. Colocación de un antepecho de ventana con la ayuda de volean a contrapeso regulable.

Fig. 6. Elevación de un tramo de escalera mediante accesorios de elevación bien estudiados.

Fig. 7. Detalle de fijación del dispositivo de elevación inferior de la figura precedente.

Auxiliares de colocación

En el caso de un sistema de construcción alveolar, se pueden llevar a cabo diversas soluciones de manera que se libere la grúa lo más pronto posible y evitar así lo absurdo que consiste en hacer la puesta, con precisión, empleando una máquina cuya capacidad esencial radica precisamente en la elevación de las piezas. La solución que se puede disponer es la utilización de la losa superior para soportar un dispositivo auxiliar que permita un reglaje simple y muy preciso del panel sin necesidad de la asistencia de la grúa.

Uno de los medios para hacer una puesta precisa con una grúa ordinaria es la interposición de un aparato de elevación de precisión maniobrable a mano entre el gancho de la grúa y el panel (por ejemplo un sistema de gatos, un tornillo hidráulico o cualquier otro análogo): el conductor de la grúa presenta el panel y lo deja a una decena de centímetros de altura por encima de los apoyos y, entonces, el equipo de colocación procede al descenso controlado.

Tanto para el reglaje de las losas del suelo como para el de los paneles verticales, la utilización de gatos parece extenderse afortunadamente. Pero también es cierto que los obreros del equipo de colocación no tienen a menudo más útiles a su disposición que los utilizados por los edificadores de las pirámides: palancas y martillos. En estas condiciones, el equipo de colocación no libera en realidad a la grúa más que para hacer un mínimo de reglajes sobre el panel. Los procesos de prefabricación que llevan consigo una colocación automática de los paneles están en explotación. Los resultados obtenidos por los partidarios del automatismo en la colocación prueban que es posible tener una precisión de fabricación suficiente y evitar, con disposiciones juiciosas, los riesgos de deteriorización, los de la manutención y entretenimiento.

Algunas empresas han imaginado unas guías para la colocación, sobre las cuales los tornillos o gatos muy simples permiten el reglaje fácil y sin riesgo de los paneles verticales. En otras obras, se las han arreglado mediante unos dispositivos de reglaje que permiten colocar en su lugar los paneles de una manera más mecánica que la

Fig. 8. Cordajes de maniobra fijados a las voleas, utilizados durante el desmolde, almacenaje y puesta en obra.

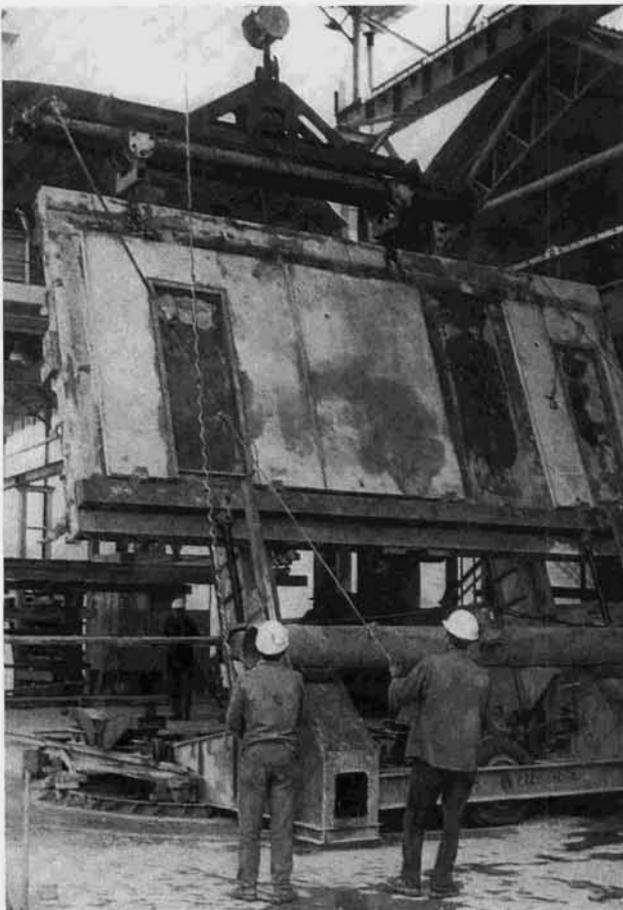
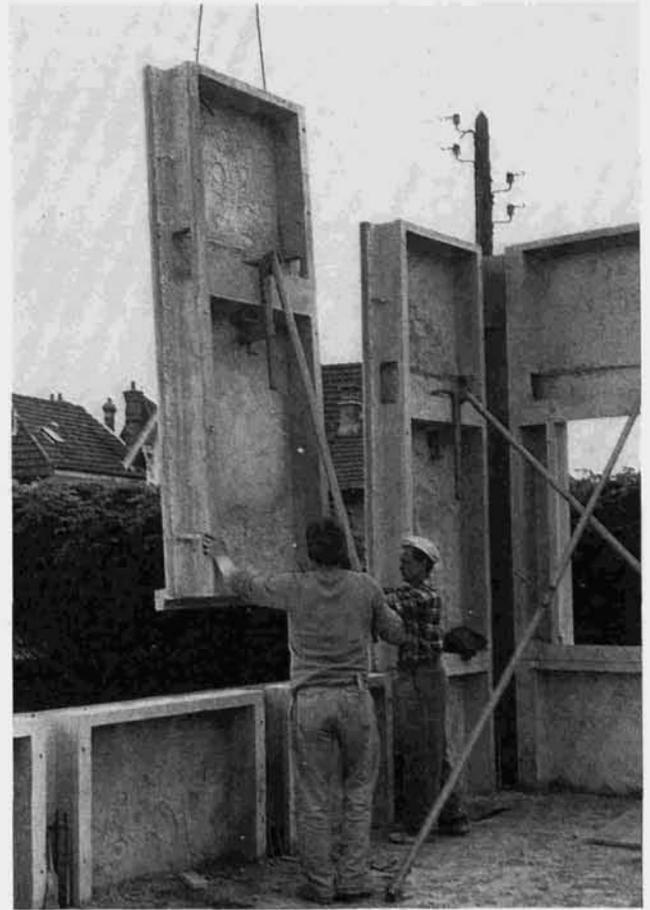


Fig. 9. Panel sobre el que los semipuntales superiores se han fijado antes de elevarlo.



comúnmente utilizada. Es necesario insistir en el hecho de que la fabricación industrializada de paneles en el suelo debe ser acompañada de una puesta en obra que excluya las vacilaciones inherentes a una técnica secular del ladrillo y del mortero, y que, por lo tanto, la sistematización del montaje debe siempre insistirse en que vaya siempre a la par con una buena seguridad.

El apuntalamiento

El apuntalamiento es una operación capital en la puesta en obra, y conserva su importancia desde la presentación



Fig. 10. Dispositivo para la colocación de paneles de fachada retranqueados. Las dos tenazas son bloqueadas por gatos hidráulicos accionados por una bomba pequeña de mano, permitiendo un descenso controlado del panel después de su presentación en el lugar gracias a los carros suspendidos de las tenazas.

del panel hasta que éste se solidariza definitivamente con el resto de la obra. Su realización correcta desempeña un papel importante en la seguridad de la obra. Recordemos que el sistema de apuntalamiento es obligatoriamente rígido, lo cual excluye, de forma categórica, todas las fijaciones por medio de cables, cadenas, alambres, etc. Los puntales que se empleen deben ser capaces de trabajar tanto a tracción como a compresión, cuando ellos están para asegurar la estabilidad de un panel vertical.

En lo que concierne a las losas del piso, es preciso prohibir de manera formal la presencia de obreros bajo una losa que esté en trance de colocación.

¿Cómo puede alguien fiarse, incluso un instante, de la resistencia de apoyos que, a veces, se reducen a 2 cm, cuando, además, puede haber desvíos en la verticalidad? Es suficiente un desconchamiento, una resistencia insuficiente del hormigón o que los hierros de las armaduras estén ligeramente desfasados, con respecto a los planes previstos, para que una losa se escape de sus apoyos y se hunda, si no ha sido suficientemente apuntalada. Por lo tanto, antes de desenganchar de la grúa un elemento de suelo es necesario que un número suficiente de puntales esté colocado en su sitio. El peligro es todavía mucho más grande cuando se trata de tramos de escalera,

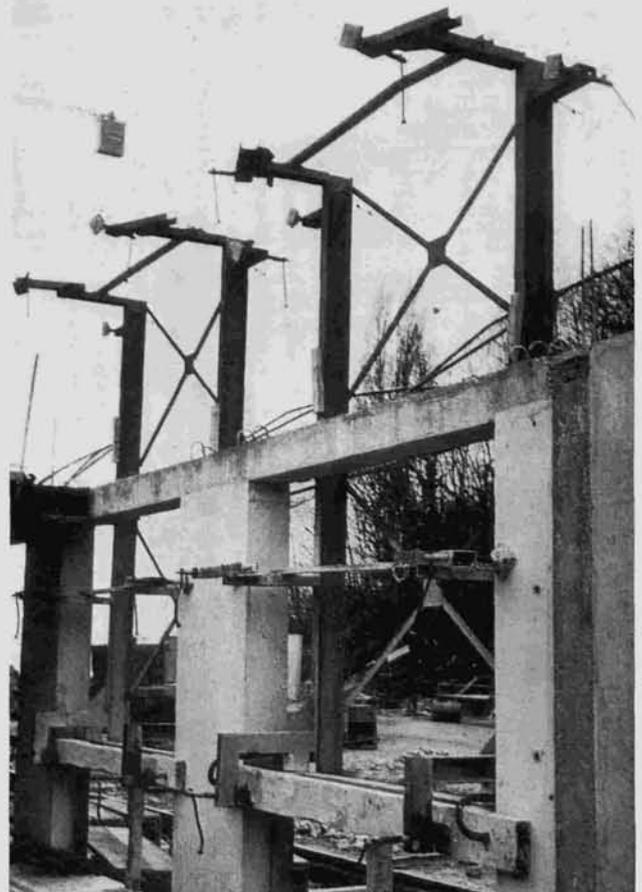
en los cuales se registran numerosos incidentes y accidentes.

Tenemos conocimiento de varios accidentes causados por la participación de un número insuficiente de roscas del gato de tornillo del puntal. Es preciso examinar periódicamente el estado de los puntales y no usar más que aquellos en los que un tope de retención impide sobrepasar el límite peligroso o bien en los que se ve en todo momento el número de roscas que trabajan.

Consideremos un panel mantenido por un solo puntal, inclinado un ángulo α sobre la horizontal (una práctica así es desaconsejable absolutamente y, por lo tanto, únicamente es válida para las necesidades del cálculo que aquí esquematizamos). Supongamos que el panel esté sometido a fuerzas exteriores, admitiendo una resultante **H** aplicada en su centro de gravedad y dirigida perpendicularmente al panel.

El puntal está sometido a las reacciones del panel y del suelo, que son forzosamente iguales y de sentido contrario. Los anclajes están sometidos evidentemente a las mismas fuerzas pero en sentido contrario.

Fig. 11. Entramado de colocación fijado sobre los paneles del piso inferior.



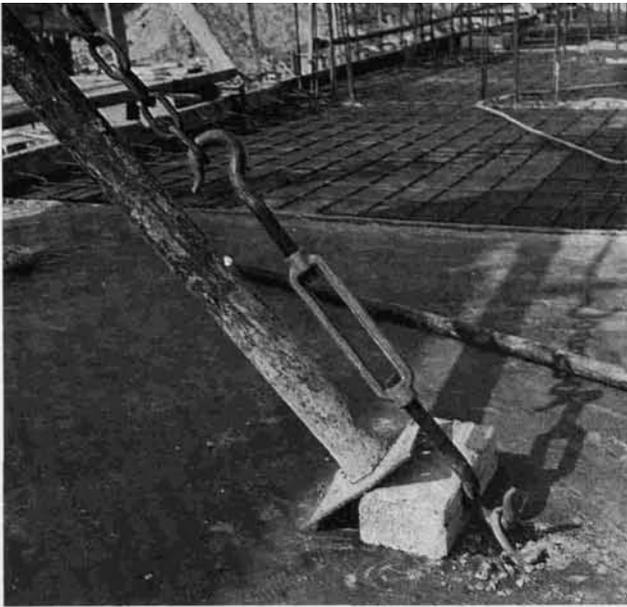


Fig. 12. Los dispositivos no rígidos para el sostenimiento provisional de paneles son peligrosos y están terminantemente prohibidos.

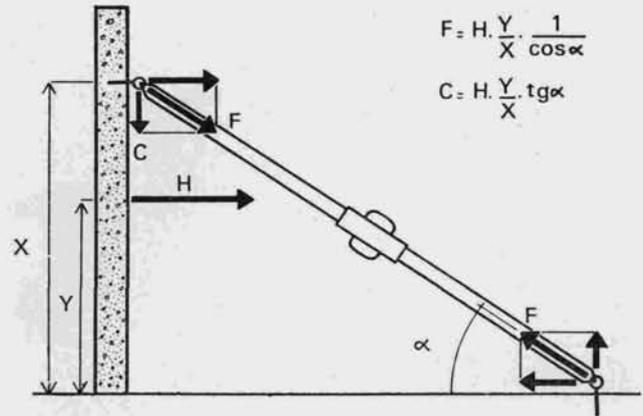


Fig. 13. Fuerzas que se ejercen sobre un puntal sosteniendo un panel solicitado por una fuerza horizontal H.

La figura 13 permite calcular inmediatamente estas fuerzas:

- el esfuerzo a compresión (o de tracción) en el puntal es:

$$F = H \cdot \frac{Y}{X} \cdot \frac{1}{\cos \alpha} ;$$

- el esfuerzo de cizalladura sobre el anclaje fijado al muro es:

$$C = H \cdot \frac{Y}{X} \cdot \operatorname{tg} \alpha ;$$

- el esfuerzo de cizalladura sobre el anclaje fijado en la losa es igual a:

$$H \cdot \frac{Y}{X} .$$

Se puede jugar sobre la altura X del anclaje fijado al muro, sobre la longitud del puntal, o sobre el ángulo α ; dos de estas variables definen la tercera.

Si se fija la longitud del puntal, para un ángulo $\alpha = 45^\circ$, el esfuerzo en el puntal es mínimo; y para esta inclinación, las tensiones de cizalladura en los anclajes de cabeza y de pie son iguales.

Si se puede escoger la longitud del puntal y la posición del anclaje fijado al muro, es preciso para reducir los esfuerzos:

- 1.º Fijar el anclaje de cabeza lo más alto posible sobre el panel (X máxima).
- 2.º Tener un puntal lo más largo posible.

Hace falta señalar que cuando se han fijado las posiciones de los anclajes de cabeza, es casi indispensable poder disponer de puntales de longitud suficiente para que no haya que inclinarlos más de 45° sobre la horizontal. En efecto; el esfuerzo de cizalladura sobre el anclaje del pie es constante, pero el esfuerzo de cizalladura sobre el anclaje de cabeza es proporcional a $\operatorname{tg} \alpha$. Es así, por ejemplo, que un ángulo de 76° sobre la horizontal conduce a esfuerzos de cizalladura cuatro veces más elevados en cabeza que en el pie.

¿Qué valor de H debe tenerse en cuenta? Los esfuerzos susceptibles de ejercerse son debidos, sobre todo, a los choques en el momento del montaje de los paneles adyacentes, y al viento. Eventualmente, hace falta tener en cuenta la presión ejercida por el hormigón de una pared divisoria echada en la obra. Pensamos que, **para tener un nivel de seguridad aceptable, hay que tomar H igual al peso del panel.** Así, si se estabiliza un panel de 10 m^2 , de $\sim 3 \text{ t}$, con dos puntales anclados en lo alto del panel ($Y/X = 1/2$) e inclinados 76° sobre la horizontal ($\operatorname{tg} \alpha = 4$), los anclajes fijados en el panel deben resistir un esfuerzo de cizalladura:

$$C = 3.000 \times \frac{1}{2} \times 4 = 6.000 \text{ kp};$$

lo cual queda todo en el dominio de las deformaciones elásticas.

Hay que reconocer que en muchas obras las consideraciones precedentes no son conocidas. Por otra parte, es cierto que la utilización de puntales de gran longitud no es siempre posible y que entorpece la circulación seriamente bajo el último nivel.

Se imponen estas medidas:

- multiplicar el número de los puntales, que, además de la reducción de los esfuerzos sobre cada puntal,

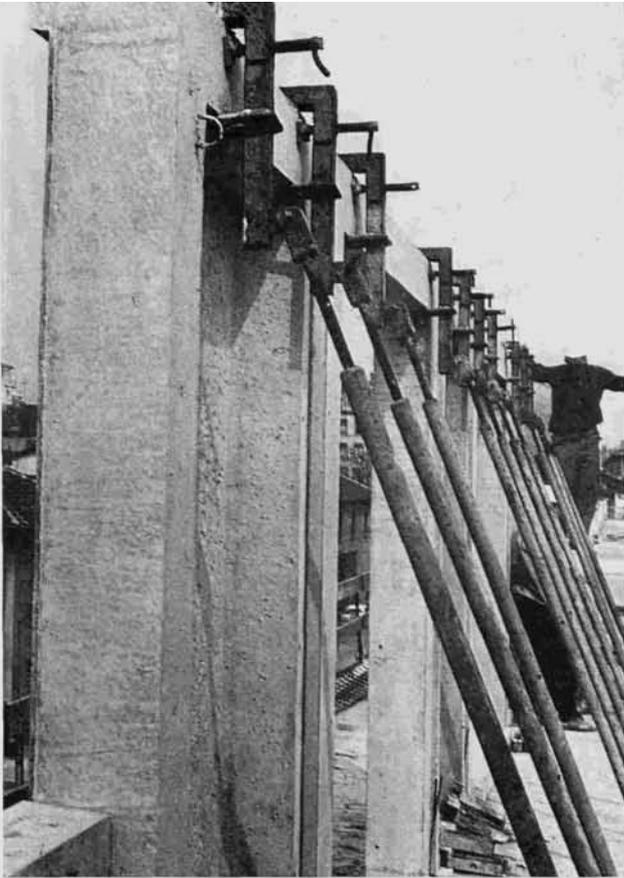


Fig. 14. Inclinación de más de 45° sobre la horizontal y punto débil en la articulación del puntal que no sería difícil eliminar por un dimensionamiento más grande.

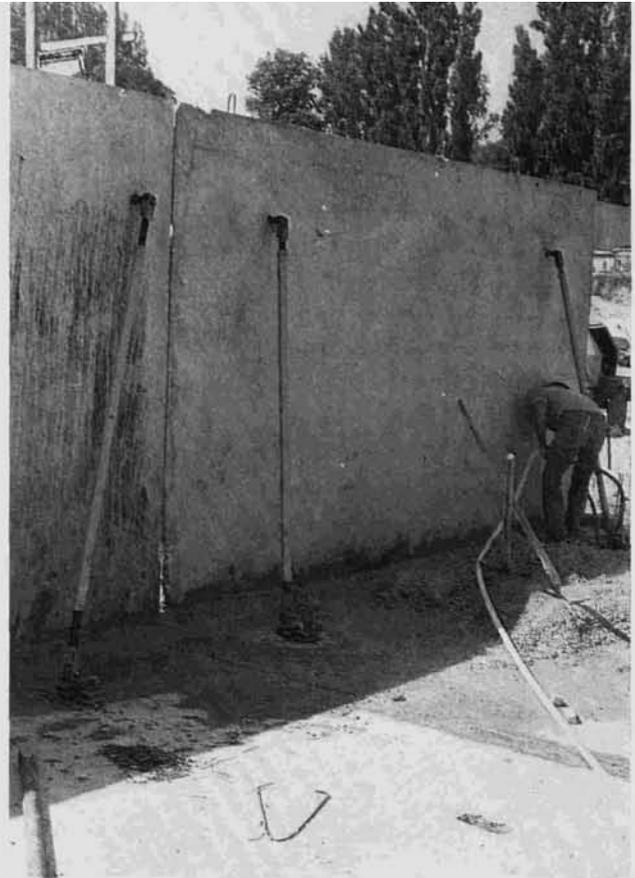


Fig. 15. Con puntales utilizados de esta forma los esfuerzos vienen a ser considerables y se debe utilizar un material fuerte no presentando puntos débiles, que no es este caso.

tiene la ventaja de reducir considerablemente el riesgo de vuelco de un panel, por el juego de probabilidades compuestas;

- **multiplicar el número de anclajes en las losas del suelo**, ya que, si se hacen converger a todos los puntales que estabilizan a un mismo panel hacia un anclaje único en la losa, este único anclaje trabajará a un esfuerzo cortante muy considerable;
- **dimensionar ampliamente los anclajes** en razón de su alta sollicitación a cizalladura. Un tornillo que se encuentre a rosca en un casquillo hundido no conviene para bloquear un puntal más que si se tiene un gran diámetro (el diámetro mínimo no será inferior a 14 mm). Para utilizar un anillo hundido en el panel, hay que evitar el tender a cizallar el anillo. Para esto, una solución natural responde al principio de la anilla de refuerzo de pieza metálica. Un dispositivo artificioso se puede ver en la figura 19. Se atornilla sobre un casquillo a rosca una placa con gatos, sobre la que se apoyará el puntal. De esta forma, los elementos unidos trabajan a tracción.

Es indiscutible que el uso de una cuña de madera para clavar un puntal sobre un anillo hundido es una práctica absolutamente desaconsejable.

Se concibe que la colocación en su sitio del apuntalamiento debe ser ejecutada bajo la atenta mirada del jefe

de equipo, que debe supervisar el estado del material, la realización correcta de uniones y dar la señal de desenganche. En cuanto a la elevación de todo o parte del apuntalamiento no debe ejecutarse más que bajo orden del jefe de obra, y bajo su control personal. La experiencia ha mostrado que las iniciativas individuales pueden degenerar en catástrofe.

Consideraciones diversas

Durante la colocación de una losa del suelo, de un balcón, etc., se ve a veces a obreros trepando sobre elementos todavía suspendidos de la grúa. Esto es tan frecuente que no se le presta ninguna atención. Sin embargo, es inminentemente peligrosa tal práctica y está absolutamente prohibida; pero esto no se lleva a cabo en todas las obras. De una vez para siempre hay que constatar que, de una parte, la concepción misma de un procedimiento implica o no implica acciones peligrosas, y que, por otra parte, hay que precisar, por escrito, y de forma detallada, las condiciones de puesta en obra, a fin de evitar a los jefes de obra aquellos ensayos inútiles que pueden ser peligrosos.

En el mismo orden de ideas, señalamos que es importante el prever un orden de colocación de los paneles y no confundirlo. Recordamos siempre «la guerra» contra la improvisación, y el planear todo de antemano. A menudo, los incidentes surgen porque, por diversas razones,

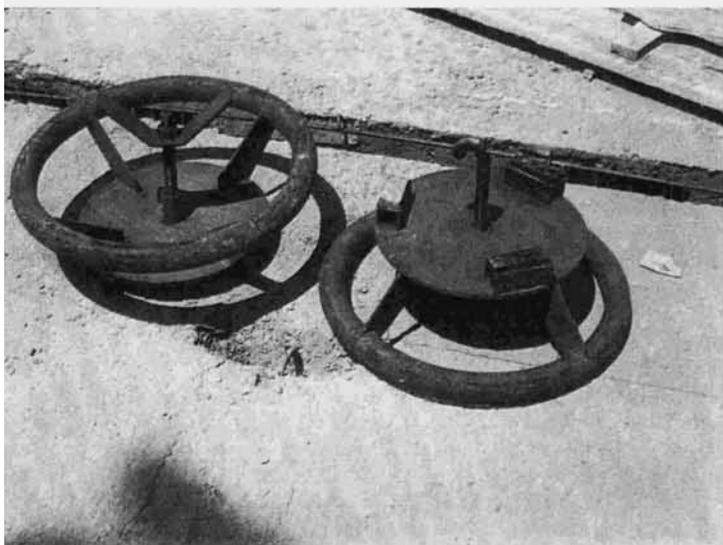


Fig. 16. Coronas para fijación de varios puntales. Tales dispositivos deben de ser anchamente dimensionados, ya que de uno solo de ellos depende totalmente la estabilidad de uno o varios paneles. Aquí habría que revisar la dimensión de la anilla situada en la losa y la concepción del gancho.



Fig. 17. Fijación de pie demasiado somera. Haría falta un refuerzo; por otra parte, el eje de la articulación del puntal corre el riesgo de no ser algún día más que una bola de hormigón, sin presentar garantía alguna.

el jefe de obra ha hecho colocar un panel con un desfase respecto al orden normal. Se ha visto, incluso, introducir todo un juego de tramos de escalera cuando la obra tenía ya varios pisos. Hace falta buscar la causa de las «acrobacias» de este género, incompatibles con la idea de prefabricación.

El desenganche de los paneles verticales de fachada sigue siendo en algunos casos peligroso del lado en donde no hay paneles adyacentes. Una simple ojeada sobre el desarrollo de esta operación sugiere dos simples notas. El desenganche del costado izquierdo es el más peligroso, dada la posición de la escalera y la del cuerpo. ¿Por qué

Fig. 18. Un astuto sistema para utilizar una anilla hundida como fijación de puntal. Tal dispositivo ganaría si fuera dimensionado con más atención.

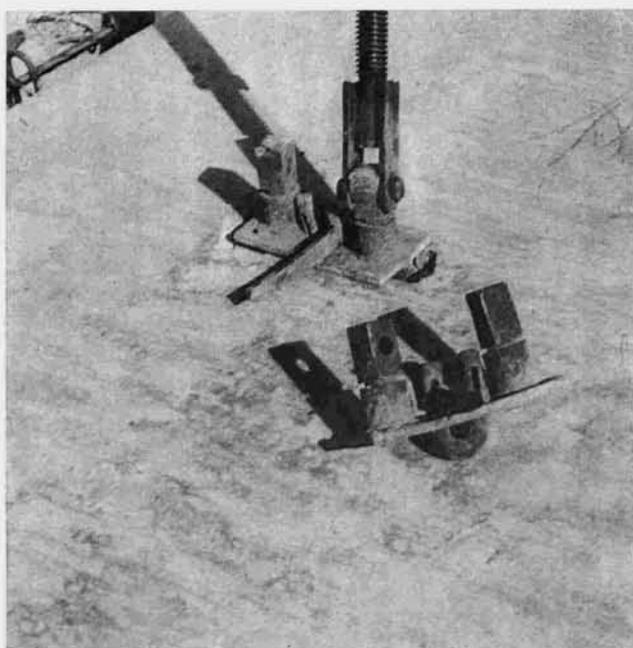


Fig. 19. Esta placa con gatos que está sobre una chapa hundida, después de puesta contra la pared, elimina el trabajo a cizalladura de esta placa y de la fuerza que recibe. Sólo se le puede hacer el reproche de que en la realización hay un eje insuficientemente estudiado. Señalamos que el jefe de obra ha imaginado estos dispositivos a continuación de una rotura de unión...

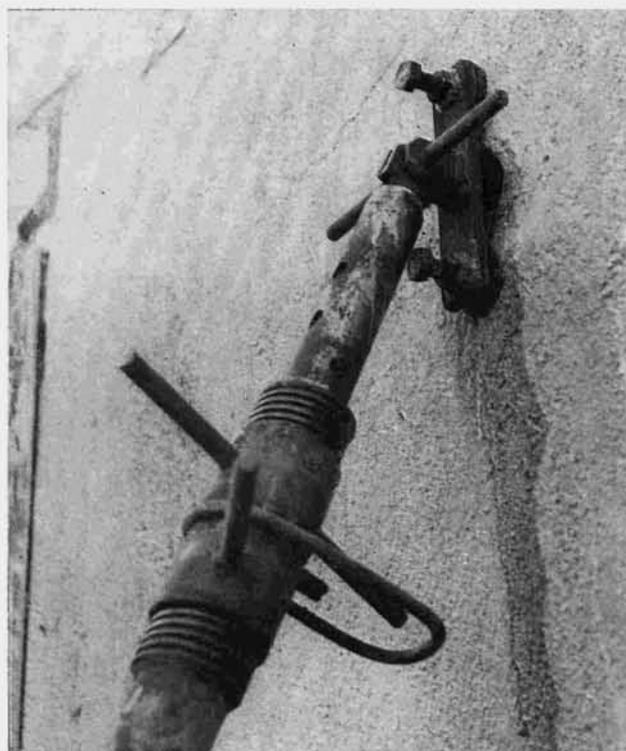




Fig. 20. La colocación de la primera losa requiere necesariamente la presencia de tres hombres en equilibrio sobre paredes de 14 cm de ancho.



Figs. 21 y 22. Los riesgos de este género no son gratuitos; hay que encontrar las razones técnicas, de manera que se modifique el procedimiento, lo que es generalmente posible sin gran dificultad.



no se decide el montar los paneles de fachada según el sentido de las agujas del reloj, cuando se mira la obra desde encima? De esta forma hay siempre un panel adyacente del costado izquierdo. La segunda nota concierne a la escalera utilizada. Para numerosos usos se emplean escaleras concebidas especialmente; como, por ejemplo, el encolador de carteles, el limpiador de cristales, el vendedor de calzado, el recolector de frutas, etc. No existe escalera «tipo prefabricación». Para tener una escalera completamente segura y adaptada, basta con recordar que la altura del panel es constante y que los paneles están libres a veces. En estas condiciones se impone una escalera con enganches: no puede ni resbalar ni bascular. Insistimos en que la presencia de ganchos no impide que se utilice simplemente apoyada contra el muro. Otra solución consiste en utilizar un taburete con cuatro peldaños, que puede reemplazar ventajosamente a una escalera, a condición de que se construya dentro de las reglas de arte.

Conclusiones

El inventor de un procedimiento de prefabricación y el equipo encargado de llevarlo a cabo, son en parte responsables de las dificultades que surgirán en la puesta en obra. Hay que cuidar los siguientes puntos:

- estudiar y describir en planos los dispositivos especiales para la elevación y puesta en obra (voleas, puntales, etc.);
- dotar a los elementos de apoyos suficientes, en consideración sobre todo a las fases intermedias, de forma que se tenga una reserva de estabilidad, considerando el azar de la puesta en obra y los desvíos de la verticalidad;
- imaginar un montaje sencillo;
- descubrir, para eliminarlas, las operaciones que reclamen acrobacias, tanto en las operaciones de colocación como en las de terminación;
- dar las instrucciones precisas, detalladas e ilustradas. **La prefabricación no vale si no se excluye la improvisación.**

Sin duda que las ideas adoptadas para la concepción de un procedimiento pueden estar en discordia con los deseos de seguridad que se formulan en la puesta en obra. Todavía es preciso hacer hincapié en que los tiempos de puesta en obra son tanto mejores cuanto más sencillas son las operaciones; o la sencillez va a menudo de la mano de la seguridad. Entre perpiñones (o el ladrillo), que ya es un elemento prefabricado, y la célula, enteramente prefabricada, que no se pone de una vez, existe una multitud de cortes intermedios que cada uno tiene sus problemas. Se puede optar por la fabricación de grandes paneles, pesados, que permiten instalar de una sola vez una gran cantidad de hormigón; pero, en este caso, se está obligado a utilizar los aparatos de elevación hasta el límite de sus posibilidades en las más desfavorables condiciones y, por otro lado, las exigencias del apuntalamiento vienen a ser más severas. Al contrario, se puede optar por un modelo pequeño que tiene la ventaja de facilitar la elevación y de reducir el número de moldes: en contrapartida, aumentará el número de horas de colo-

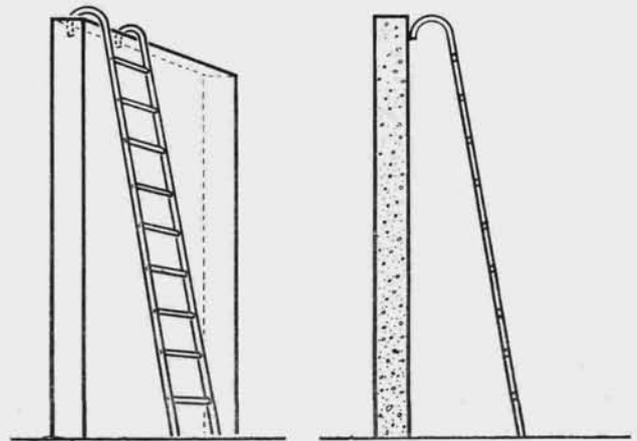


Fig. 23. El desenganche sobre el costado izquierdo es el más incómodo (es preciso resaltar que el sistema de apuntalamiento utilizado aquí está proscrito).

Fig. 24. Una escalera de ganchos no puede resbalar prácticamente y es conveniente para una obra de prefabricación.

cación, para una misma masa de hormigón, y habrá que efectuar más juntas. Cada procedimiento encierra sus riesgos y es importante que en el estudio se tenga un espíritu abierto a la prevención.

Se concibe un procedimiento, pero apenas si se le da importancia al detalle de ponerlo en obra. Se tiende a encontrar muy simples los problemas que se pueden plantear. Es suficiente para convencerse el ojear un inventario

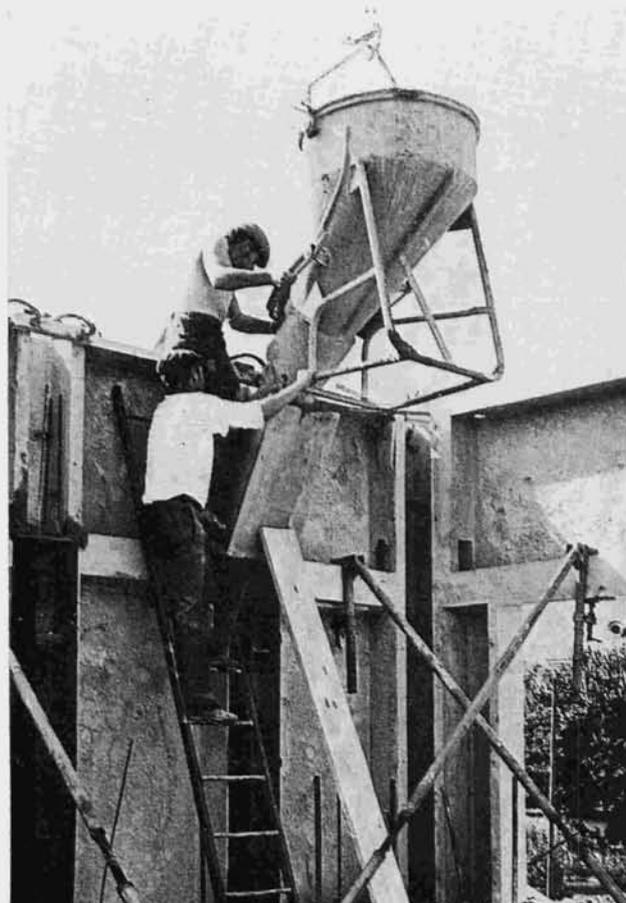
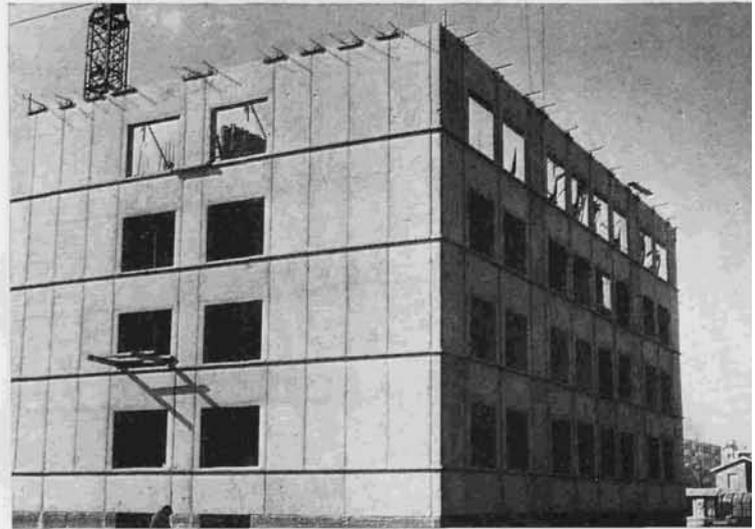


Fig. 25. El vertido de hormigón es facilitado gracias a un embudo concebido especialmente.

Fig. 26. El embudo utilizado sobre la obra precedente.



Fig. 27. En este procedimiento la colocación de los paneles es automática y la estabilidad se asegura con rapidez, permitiendo librar a las superficies de circulación de puntales embarazosos.



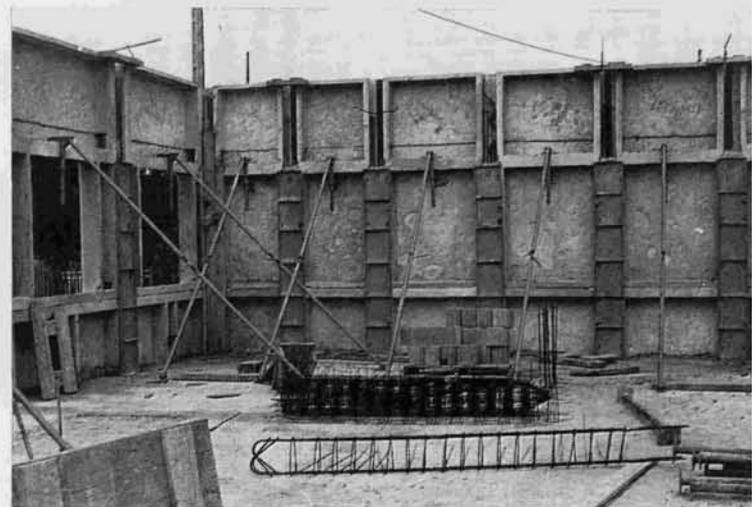
Figs. 28 y 29. Algunos procedimientos son incluso, en su concepción, más seguros que otros. En el procedimiento de aquí arriba, la alineación de los paneles de la fachada se hace en coronación entre panel y panel y no sólo mediante las tornapuntas de anclaje al forjado; así está siempre protegido contra las caídas desde alto sin tener recursos de otra protección especial.

de procedimientos que se han abandonado por no ser viables. ¿No se ven aún paneles de partes frágiles, que hacen delicadas la conservación y presentación?

Sin embargo, los problemas de la puesta en obra, como, por ejemplo, la estabilidad provisional de los elementos, pueden pesar bastante en el balance financiero: las empresas que han deplorado siniestros, a veces han mirado más el ahorro que los problemas propios de ingenieros y a los cuales no se les prestó la debida atención.

Ciertos procedimientos tendrían la puesta en obra más fácil y más segura si se revisaran un poco y se modificaran ligeramente.

Traducción y adaptación de la nota núm. 624-54-69 de CAHIERS de Notes Documentaires, núm. 54, 1^{er} trimestre 1969 del INSTITUT NATIONAL DE RECHERCHE ET DE SÉCURITÉ.



résumé

La mise en oeuvre des panneaux lourds préfabriqués

M. Cl. Pouyès, ingénieur de l'Institut de Recherche et de Sécurité pour la Prévention des Accidents du Travail et des Maladies Professionnelles de Paris

Dans cet article, l'auteur traite en premier lieu l'élevation de l'ouvrage en éléments préfabriqués, en tenant compte autant de l'équipement mécanique que du personnel. Il étudie ensuite la mise en place des éléments en prêtant une attention particulière à l'étaiyage et en effectuant une brève étude sur leur stabilité. L'auteur prête, tout au long de son article, une attention constante à la sécurité.

summary

Site erection of heavy precast panels

M. Cl. Pouyès, engineer of the Research and Security Institute of Paris

This article deals, firstly with the lifting of precast panels at the site, both in reference to the machinery used and to the trained labour carrying out the work. Secondly, the actual positioning of the panels is described, and a brief reference to their stability is included. Special attention is given to the question of safety, in this type of work.

zusammenfassung

Die Montage von schweren vorgefertigten Paneelen

M. Cl. Pouyès, Ingenieur am Institut für Forschung und Sicherheit, Paris

Dieser Artikel behandelt zunächst die Errichtung des Gebäudes mit vorgefertigten Teilen, wobei sowohl auf die Leistung der Maschinen als auch auf die der Arbeitskräfte eingegangen wird. Anschliessend wird die Montage der Fertigteile und deren Abstützung beschrieben und eine kurze Untersuchung der Stabilität angeschlossen. Der Sicherheit wird in diesem Artikel eine grosse Bedeutung beigemessen.