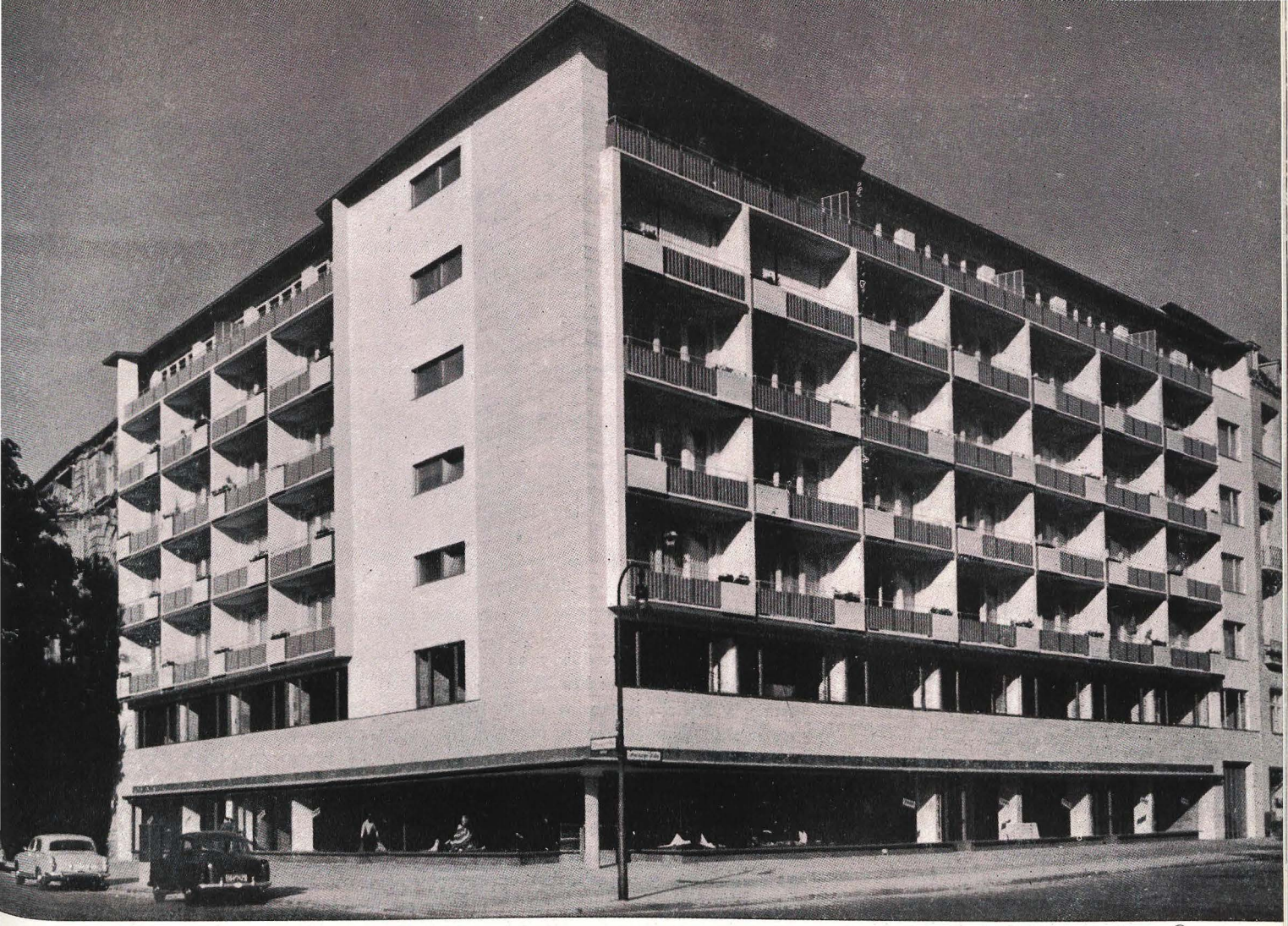


Edificio de viviendas en Berlín, hecho con el procedimiento de construcción monolítica.

CONSTRUCCION MONOLÍTICA

Franz Bittner, Stadtbaumeister

Hasta ahora, se han hecho los edificios de vivienda o bien con cientos de miles de piezas (ladrillos) o con un esqueleto de hormigón, rellenado luego con ladrillos.

En la construcción monolítica, se hace la obra gruesa del edificio de una sola pieza, de una sola colada.

Es un progreso considerable, pues la construcción de la obra gruesa de una vivienda no se verifica ya en su mayor parte a mano, sino que puede ser mecanizada hasta el trabajo en cadena. Esto significa el paso de la artesanía a la ingeniería de la construcción.

Se puede hoy construir, cumpliendo mucho más económicamente todos los requerimientos de resistencia, aislamiento térmico y sonoro, ausencia de humedad, más rápidamente y más barato que en tiempo de nuestros padres.

En la construcción monolítica hay que distinguir dos técnicas distintas: el hormigón vertido y el hormigón en capa.

HORMIGÓN VERTIDO

El hormigón vertido se obtiene con el empleo de grava, de un solo diámetro o de diámetros próximos entre sí (monograno). Los granos se pegan entre ellos porque se los ha rodeado de una capa de cemento que sirve de unión, sin rellenar los intersticios. Se obtiene así una masa porosa, llena de huecos, formada de una armazón de trozos unidos entre sí sólo por puntos.

Esta masa es térmicamente aislante, y los muros con ella construídos desempeñan las dos funciones: la estática de soportar las cargas y la de aislante térmico.

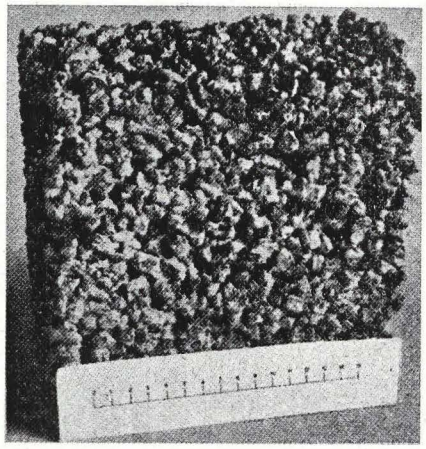
Aunque ya se empleó en Inglaterra el año 1920 hormigón vertido de piedra machacada, y en Colonia desde 1933 con escoria de alto horno, se puede decir que el uso del hormigón vertido ha adquirido su desarrollo a partir de la última guerra.

Había en Alemania unos 500 millones de escombros producidos por los bombardeos, de los que sólo en Berlín había unos 75 millones.

En lugar de seleccionar a mano los ladrillos enteros para ser empleados de nuevo, a mano también, se trituraron y se edificó con el producto obtenido de esta trituración.

En Austria, con excepción de Viena, no existían muchos escombros, pero la falta de carbón y, por consiguiente, de ladrillos, obligó a aprovechar, después de tratadas adecuadamente, las escorias de alto horno, que hasta entonces se tiraban al Danubio o a escombreras. Hoy la escoria de alto horno espumada es el mejor material de construcción que existe, pues es seco, caliente y resistente.

El edificio vivienda más alto de Austria es de espuma vertida. Tiene



Aspecto de un muro de hormigón con capa.

16 plantas, de las que 14 son de escoria espumada.

HORMIGÓN CON CAPA

El hormigón con capa no tiene una constitución uniforme. Consta de un núcleo de hormigón denso clásico, que puede o no estar armado, y que desempeña la función estática portante, y una placa exterior o interior, o ambas, que desempeñan la función de aislamiento al calor y al sonido.

Las placas aislantes pueden ser de varias clases y constituciones: en Austria se emplean placas hechas con viruta de madera, y en Alemania y los países nórdicos, placas de hormigón poroso.

En el año 1953 se construyó con hormigón con capa de placas exteriores el edificio más alto de Alemania. Tiene 16 plantas.

Los hormigones, vertido y en capa, en su desarrollo se han ido adaptando a las circunstancias del país en que se iban aplicando, pero los problemas planteados por su uso son los mismos en todos los países.

Estos problemas se refieren, en orden de importancia: al encofrado, a los materiales, al planeamiento y a la maquinaria y organización de la obra.

EL ENCOFRADO

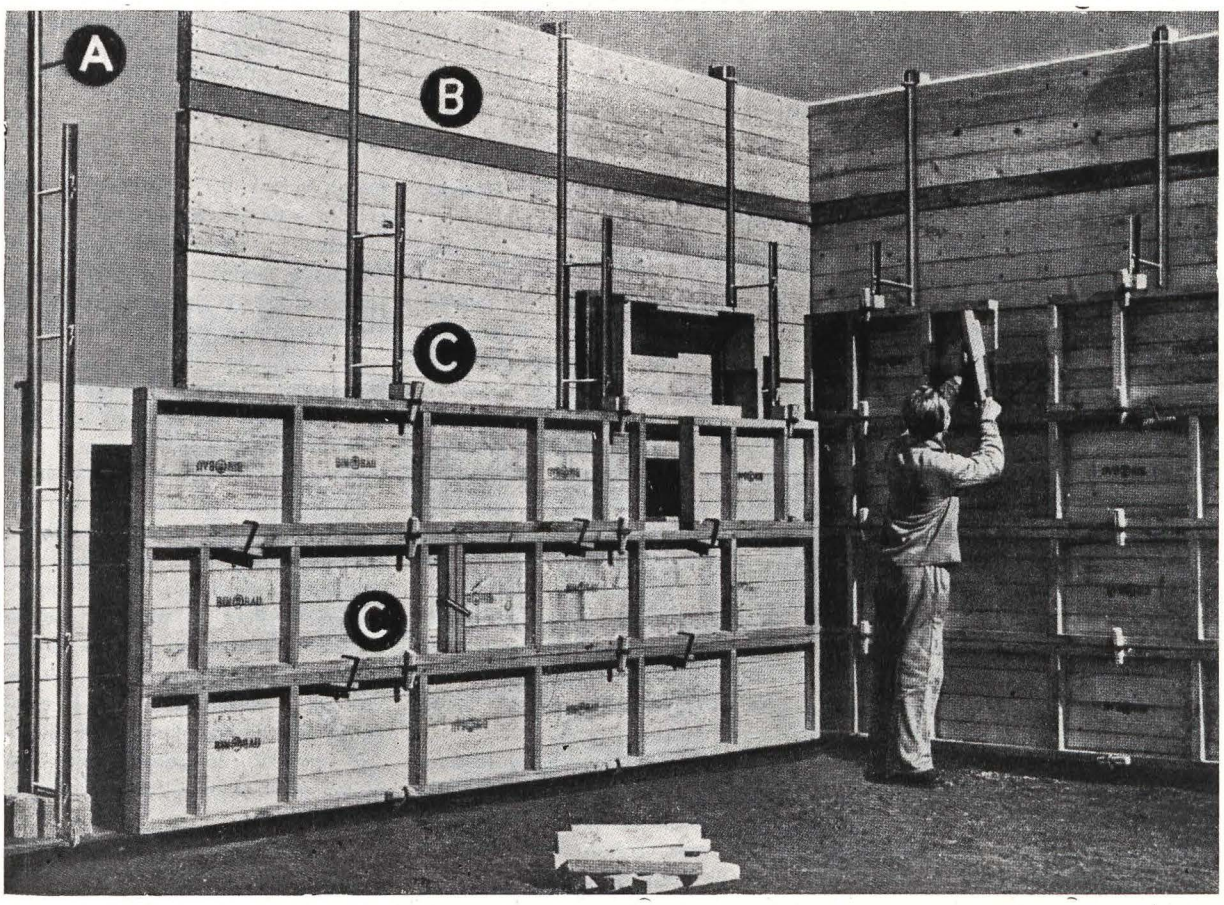
Cuando las viviendas se hacían de ladrillo, desde los cimientos hasta el tejado, el encofrado no era un problema.

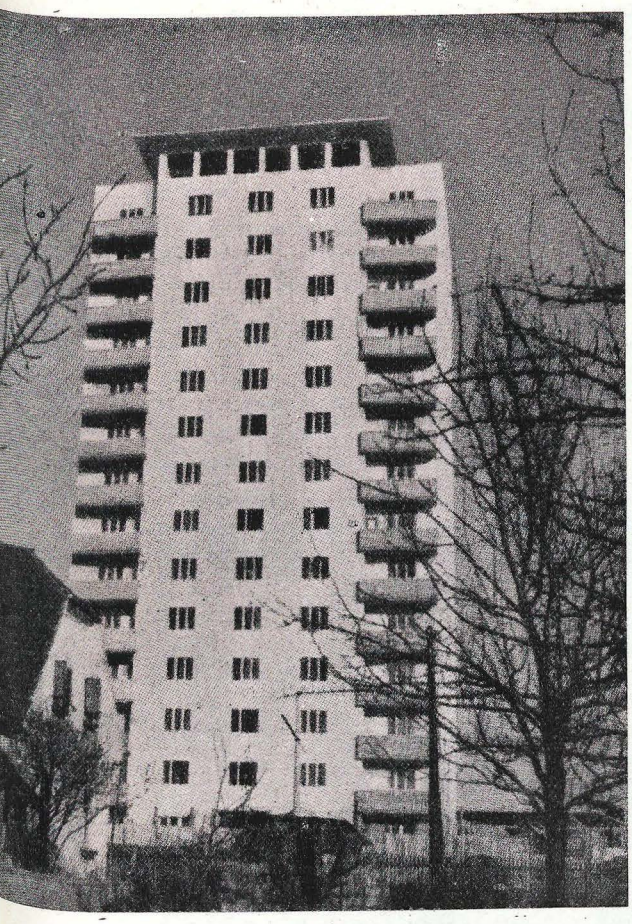
En Austria, debido a las condiciones de humedad existentes, tenían que hacerse los sótanos de hormigón, y para ello había de emplearse alguna clase de encofrado, pero esto no motivó que se desarrollara ningún sistema.

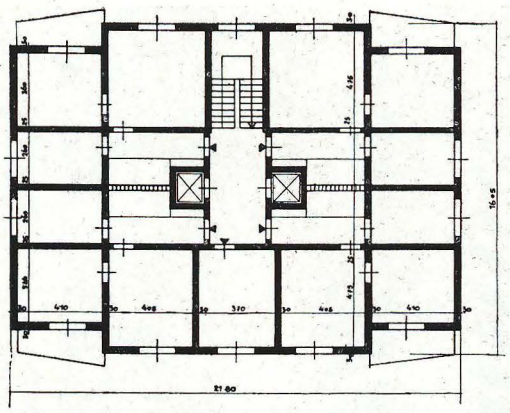
En la construcción monolítica, el encofrado representa hasta un 50 % del costo de la obra gruesa. Los encofrados ideados para los sótanos, que podían apoyarse en el suelo, no eran adecuados para un uso racional en los pisos altos, en que no existía apoyo exterior. Hubo, pues, que idear sistemas racionales de encofrados que pudieran ser aplicados tan sencillamente como los del suelo.

Estos sistemas tenían que adaptarse a los materiales que existían después de la guerra en cada país, y así, en Alemania, donde no había madera y sí hierro, se hicieron de chapa, de chapa perforada o de malla; en Austria, donde la madera era abundante, se hicieron de madera o de combinación de madera y hierro.

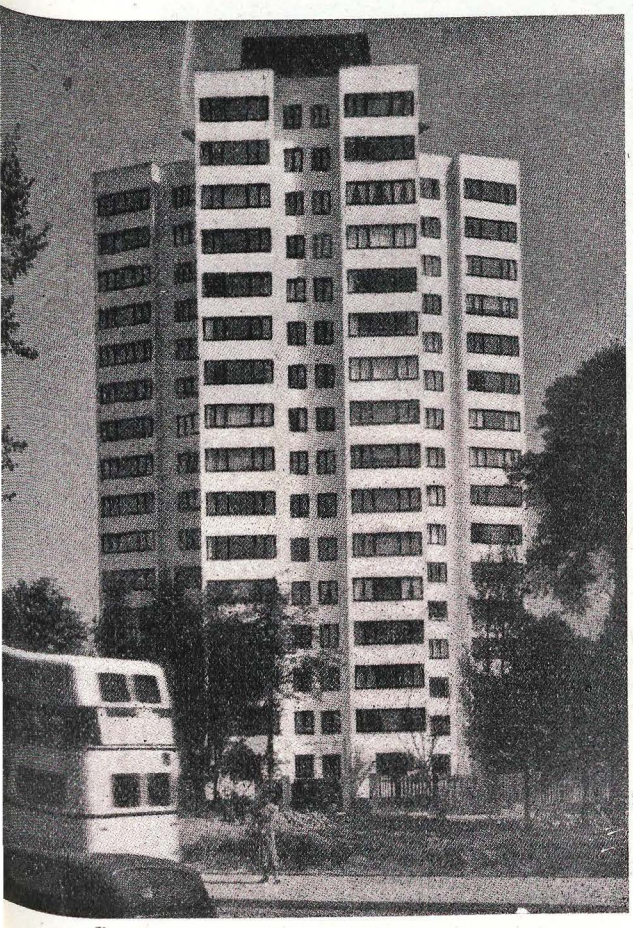
Los tres elementos del encofrado. A *Escalerilla.* B *Tablero.* C *Sujeción en cuña.*







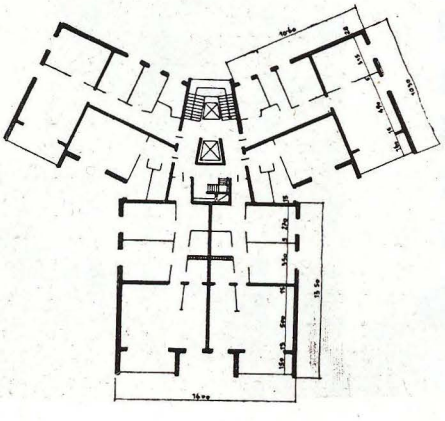
Construcción típica en hormigón vertido, con planta en cajones. Graz.



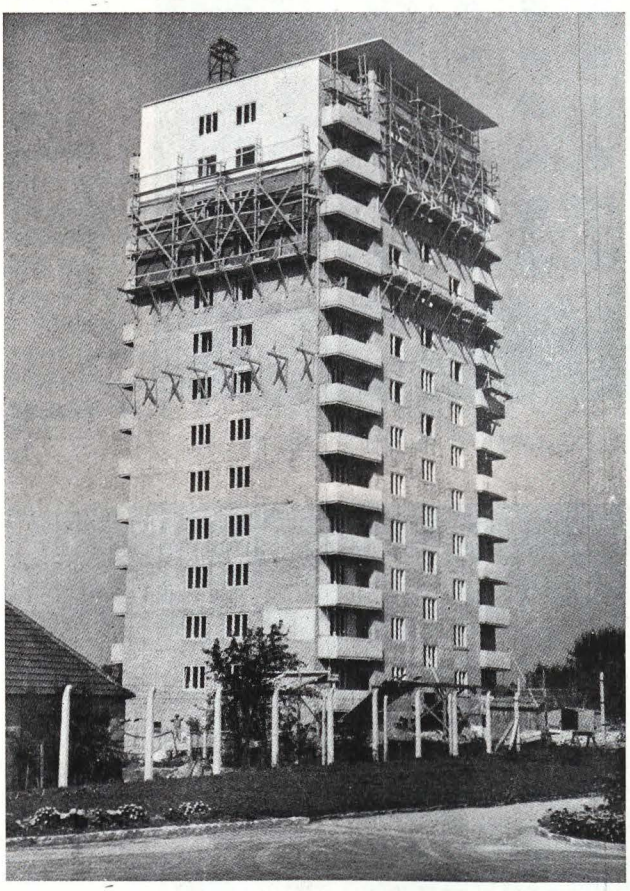
Construcción típica de un edificio en hormigón con capa. Berlín.

Un encofrado debe satisfacer a los requerimientos siguientes:

— Construir edificios sin tener que sujetarse a módulos de altura ni de longitud.
— Encofrar y hormigonar plantas completas o partes de planta o hacer construcciones en círculo, según convenga.
— Preparar una sola cara, para que puedan colocarse las armaduras y las placas del hormigón con capa.
— Soportar el encofrado de los forjados, para ser estos hormigonados al mismo tiempo que las paredes o soportar el forjado si no es de placa.
— Producir un conjunto impecable que forme esquinas, superficies y cantos de horizontalidad y verticalidad intachables.
— Admitir toda clase de hormigones desde el vertido al vibrado.
— Proteger al muro recién hormigonado del frío, del sol, del viento y de la lluvia.
— Exigir poca mano de obra, sobre todo especializada, y ser de colocación fácil sin esfuerzos pesados.
— No tener pérdidas de madera por cortes y repararse y limpiarse fácilmente.
— Ser de aplicación universal, desde el edificio más pequeño hasta



Edificio de catorce plantas, de construcción monolítica. En la fotografía inferior se ve cómo sube el encofrado con la obra gruesa y la sencillez y aprovechamiento del encofrado.



Edificio de viviendas en Linz. Hormigón vertido con escoria espumada. Muros exteriores, 30 cms. Muros interiores, 25 cms. Cada cuatro días se hizo una planta, empleando veinticuatro obreros.

el más grande, y estar, por su precio, al alcance de los constructores pequeños y medianos.

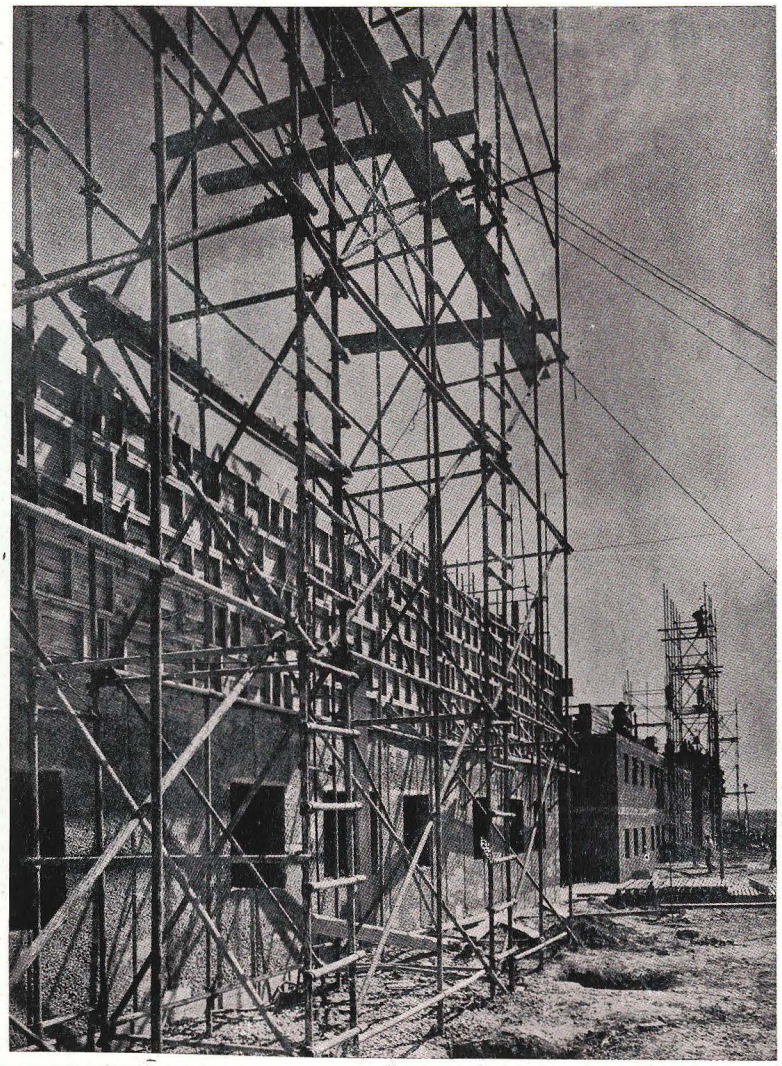
El sistema de encofrado que aquí se presenta, combinación madera-hierro, satisface todos estos requerimientos.

Consta esencialmente de tres elementos: la escalerilla A, el tablero B y la unión con cuña C.

Todos los elementos del sistema son recuperados después del hormigonado, izándose a los pisos superiores y sujetándose sobre el muro ya construído, manteniendo una horizontalidad y verticalidad impecables.

La pérdida de madera es mínima, pues cuando hay que cortar algún tablero se reduce a los milímetros del ancho de la sierra.

Con este encofrado se han construído muchos millones de metros cúbicos de obra, desde muros de jardín, casas pequeñas, hasta bloques elevados de viviendas.



Fase de construcción de viviendas, con el sistema monolítico, en Villaverde (Madrid).

LOS MATERIALES

En el *hormigón vertido* se emplean dos tipos de materiales:

a) Los muy porosos: naturales como la lava, la piedra pómez, etc., y los artificiales, como la escoria de alto horno espumada, la arcilla porosa Leca, etc.

b) Los poco porosos: ladrillo triturado, piedra machacada, piñones de gravera, etc.

Los materiales más empleados son: el ladrillo triturado, la escoria de alto horno espumada y la piedra de machaqueo.

Como aglutinante se emplea el cemento.

En el *hormigón con capa* se emplean los materiales del hormigón clásico y placas aislantes de distintos tipos.

PLANEAMIENTO

Para conseguir el aprovechamiento a fondo de las ventajas de la construcción monolítica en cuanto a rapidez, simplificación y mecanización de la construcción, es necesario que al preparar los planos se tengan ya en cuenta los problemas de la construcción monolítica.

El estudio de la planta y del reparto previsto nos dirá cuál de los dos sistemas de construcción monolítica debe ser empleado.

Si se tienen luces entre muros portantes no mayores de 4 a 5 m., y no se han dejado columnas, se empleará el hormigón vertido. Las luces de puertas y ventanas inferiores a 1,20 m. no necesitan cargadero si la distancia del dintel al forjado es superior a 40 cm.

En el hormigón vertido la planta debe tener mucho muro portante (lo más que se pueda) y ninguna columna. El principio que debe regir es el de un reparto equilibrado de las cargas verticales sobre todos los muros portantes, desde el tejado hasta los cimientos.

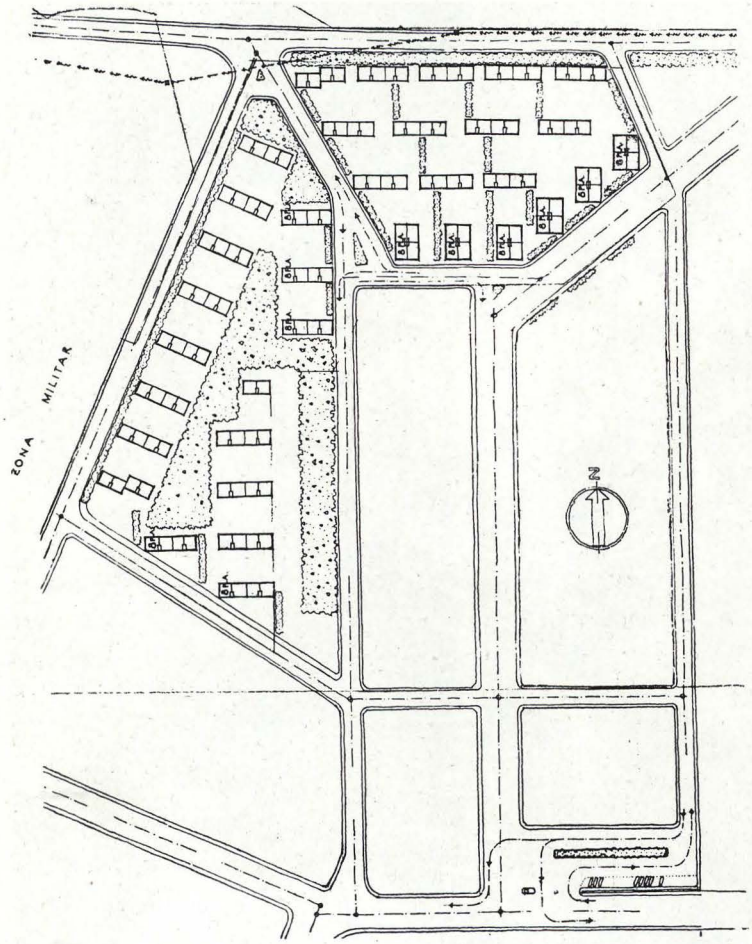
Los tipos de plantas más empleados son:

— La planta de cajones, con la que se obtiene el mejor reparto de las cargas.

— La planta de muros portantes longitudinales, que debe ser sujetada lateralmente con otros muros contra los efectos de las fuerzas horizontales (viento).

— La planta de muros portantes transversales, sujetada con muros longitudinales contra las fuerzas horizontales.

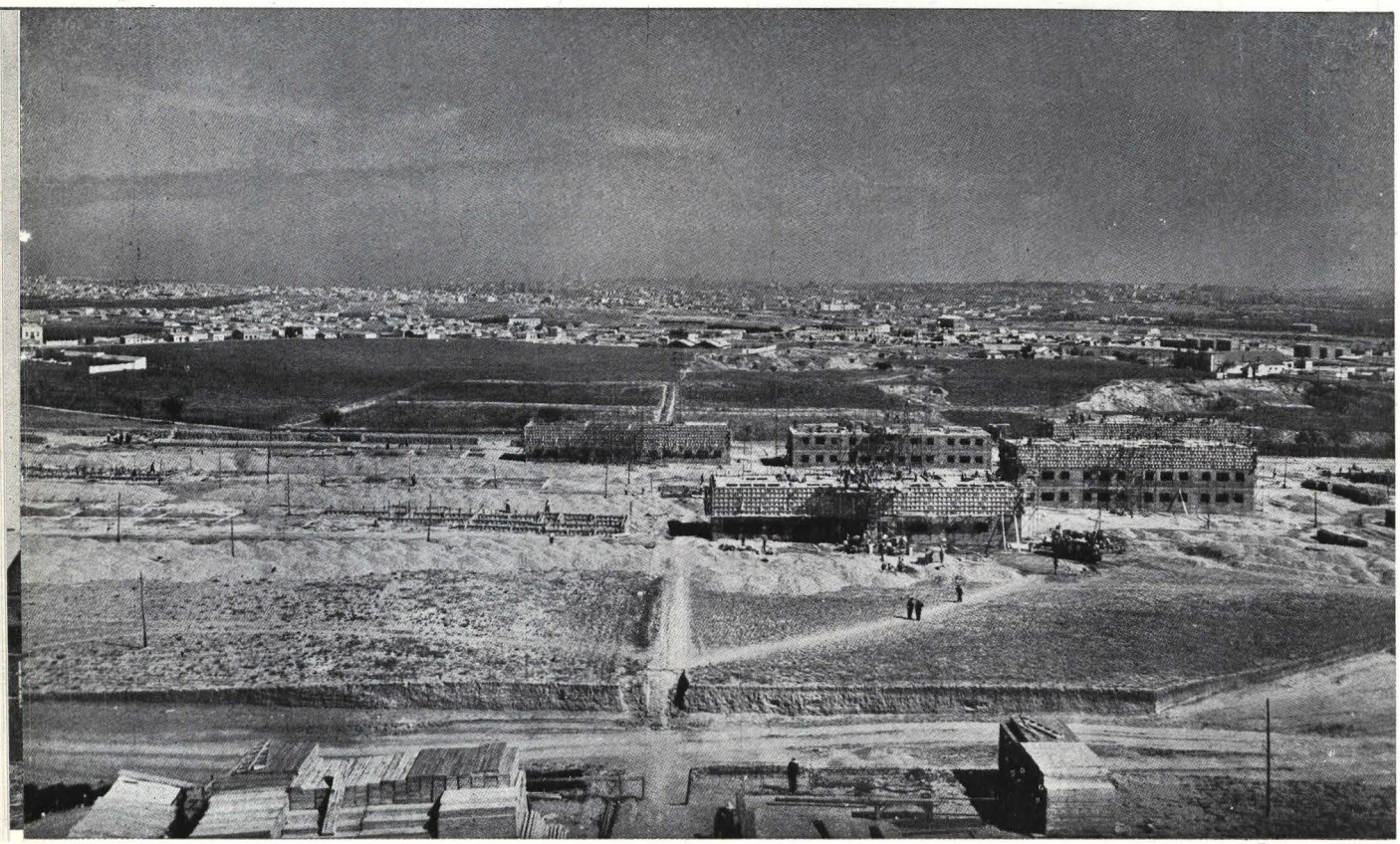
Los muros son de espesor igual en todos los pisos y la planta se repite en todos ellos, de modo que el encofrado pueda ser izado de un

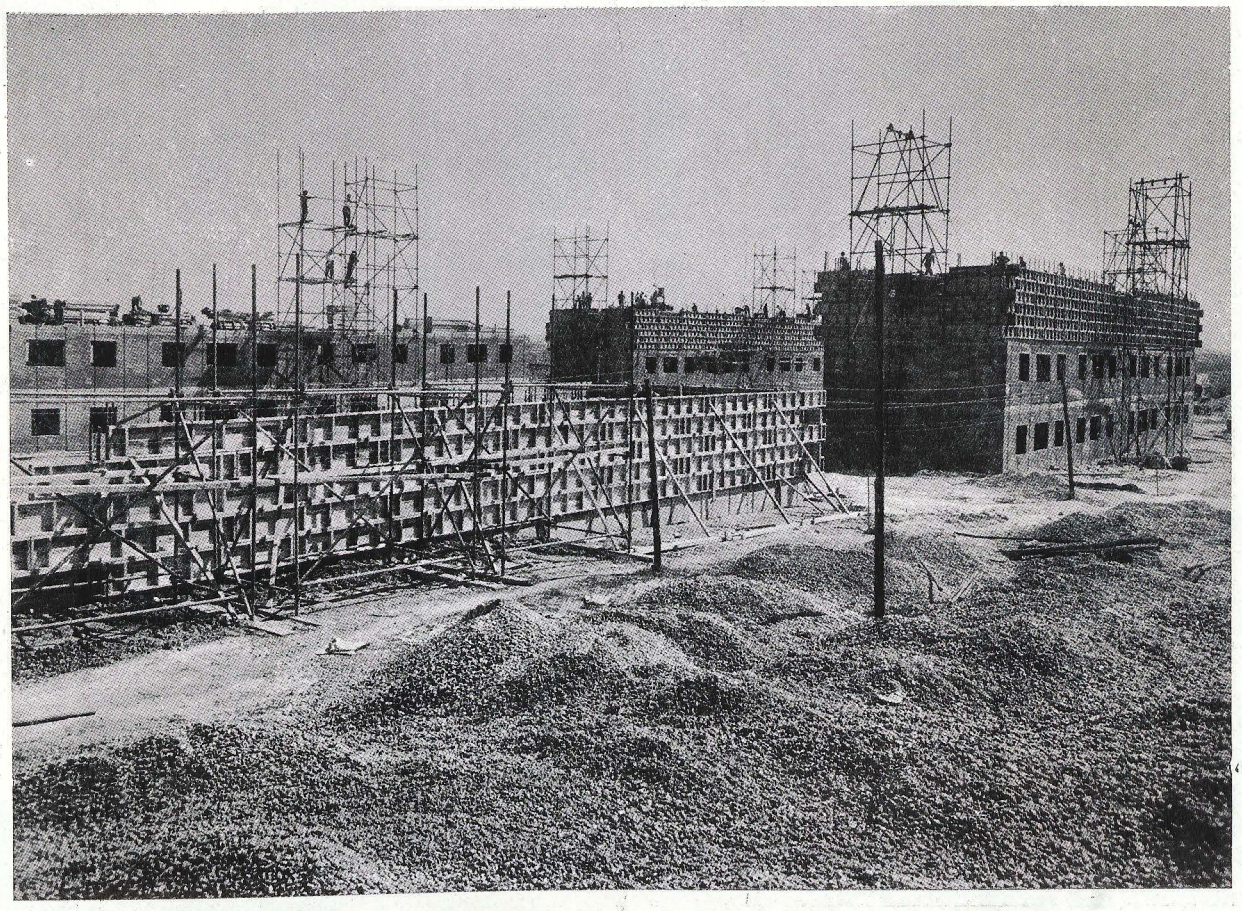


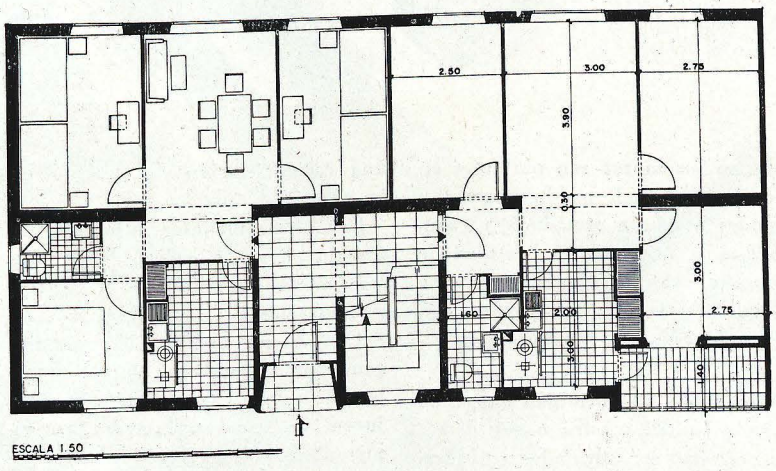
En Villaverde (Madrid), en el kilómetro 7.400 de la carretera de Andalucía, se ha empezado la construcción monolítica de un grupo de 2.500 viviendas de renta limitada, de las que este año quedarán construidas 800, repartidas en bloques de cinco y ocho plantas.

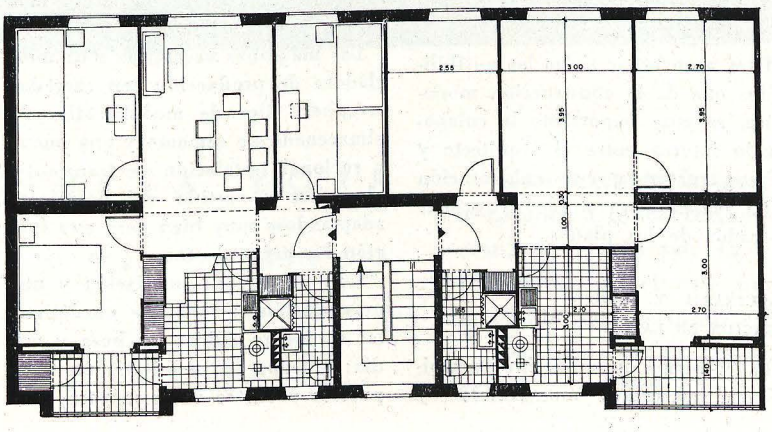
El proyecto es de los arquitectos Manuel Muñoz Monasterio y Javier de Zuazo Bengoa.

Vista de conjunto del grupo de viviendas, actualmente en construcción.

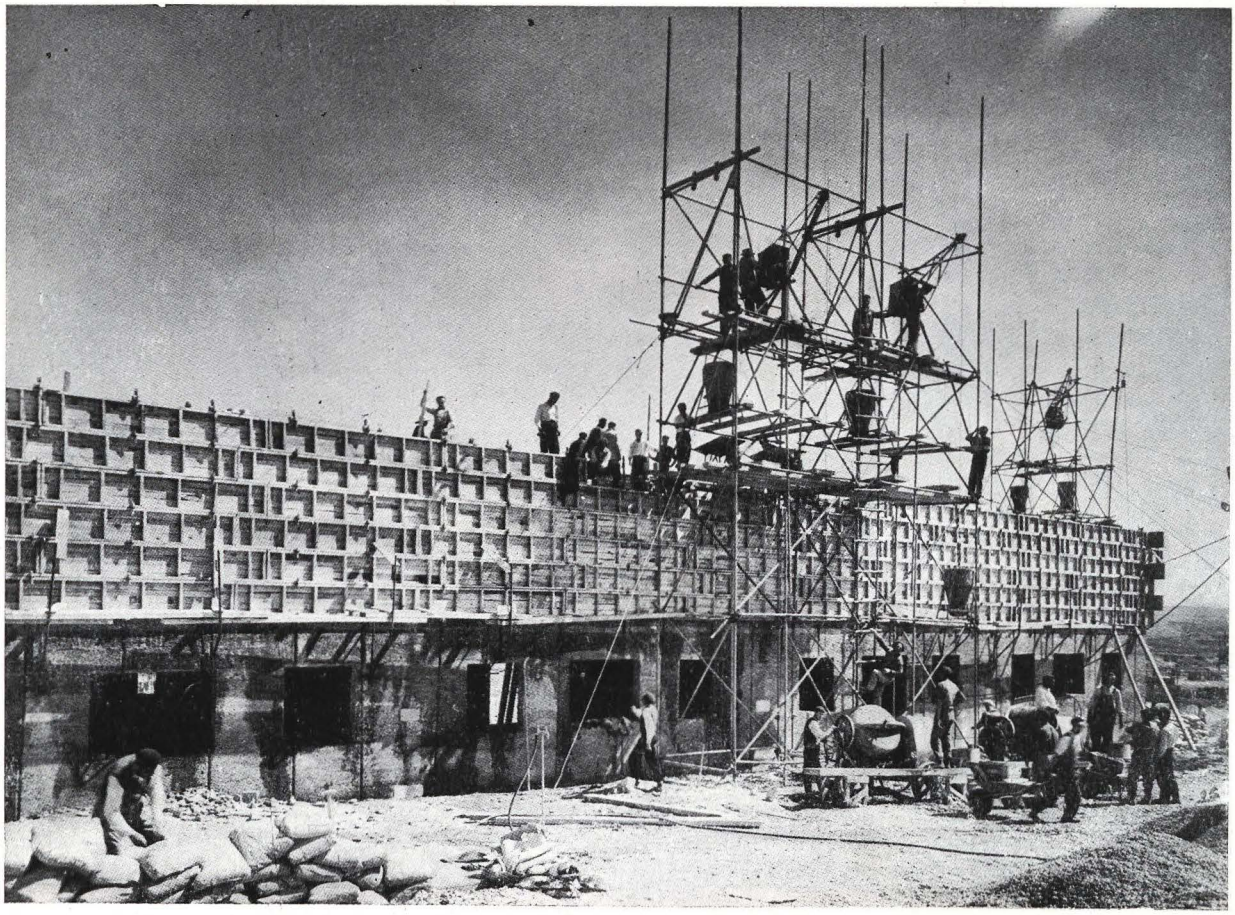








Plantas baja y de pisos y vista de las obras.



piso a otro y empleado sin modificación.

Al ascender en los pisos se varían las características de la mezcla, empleando hormigones de menor resistencia según van disminuyendo las cargas.

Así en el edificio de la figura los cuatro últimos pisos llevan un hormigón de 30 kg./cm^2; los cuatro siguientes, de 50 kg./cm^2; los dos siguientes, de 120 kg./cm^2, y los dos bajos, de 160-225 kg./cm^2.

Como en el hormigón vertido no se alcanza una resistencia superior a 120 kg./cm^2, los dos pisos bajos son de hormigón pesado clásico, hormigonado también en el mismo sistema de encofrado.

En el hormigón con capa convienen también las plantas en cajones, en muros longitudinales o transversales, con su sujeción correspondiente o combinación de ellos, pero se pueden hacer grandes luces y colocar columnas, pues el núcleo puede ser armado cuando sea necesario.

Como los muros son portantes en toda su longitud, puede llegarse a grandes luces sin armadura, y cuando ésta es necesaria, la cantidad de hierro a colocar es muy inferior a la que habría que emplear en edificios de esqueleto de hormigón armado.

Los muros de hormigón que están sujetos en dos, cuatro o seis lados, no necesitan ser calculados a pandeo, sino que, según otros principios, y por esta razón, la armadura es mucho más simple.

Para aprovechar todas las posibilidades que da la construcción monolítica, es muy importante la colaboración interna entre el arquitecto y el constructor, y esta colaboración debe empezar ya desde el primer borrador de los planos.

MAQUINARIA Y ORGANIZACIÓN EN LA OBRA

La construcción monolítica permite una extremada mecanización y una racionalización del trabajo en la obra.

Una buena maquinaria permite un trabajo como en cadena, y quita a los obreros los grandes esfuerzos, pasándoselos a la máquina.

Una buena organización permite combinar los trabajos de tal manera que engranen entre sí como un juego de ruedas dentadas, suprimiéndose las superposiciones, las esperas y los tiempos muertos, imprimiéndose al trabajo un ritmo más rápido y ordenado.

Las máquinas necesarias son: mezcladora de producción con cargador *scrapper*, silos de medida, silos de almacenado de cemento y una buena y racional instalación de transporte, elevación y vertido del hormigón, adaptándose muy bien para esta función las grúas de torre.

Con una buena instalación y una organización racional, se puede verter un metro cúbico en hora y media; a mano se necesitaría un tiempo tres o cuatro veces mayor.