

lo que indica que viviendas del tipo supuesto, edificadas sin protección oficial, para producir una renta libre del 5 % al capital empleado, han de pagar una RENTA UNITARIA DE ALQUILER MENSUAL de 8,94 ptas. m/2., o lo que es igual: que una de estas vivien-

das, a la que corresponda una superficie edificada de 150 m/2., tipo muy corriente, habría de pagar un alquiler mensual de 1.341 ptas., en general inasequible para las familias que necesitan ocupar viviendas de este tipo.

DOSIFICACION PRACTICA DE HORMIGONES

por José Luis de León, Arquitecto

En la mayoría de las obras urbanas de edificios no se presta la atención debida a la importancia que tiene la confección de hormigones, y, sin embargo, es quizá en las mismas donde se exigen mayores coeficientes de trabajo, ya que no es raro ver 50 — 60 y 70 Kks/cm. cuadrado en proyectos que obligan a fabricar hormigones con coeficientes de rotura a compresión de 150 — 180 — 210 Kgs/cm. cuadrado para obtener un coeficiente de seguridad 3, y, sin embargo, los hormigones corrientemente empleados en las obras a base de los consabidos 300 Kgs. de cemento, 400 litros de arena y 800 litros de gravilla, sin especificar la cantidad de agua (y aun esto en el mejor de los casos, pues muchas veces ni se hace la separación de arena y gravilla) muchas veces, por no decir la mayoría, llegan como máximo a 100 Kgs/cm. cuadrado en carga de rotura que con el antedicho coeficiente seguridad da $\sigma_b = 33$ kilogramos por centímetro cuadrado; de consiguiente, de nada habrán servido los meticulosos cálculos a que da origen la hiperestaticidad de las estructuras de hormigón con las diferentes suposiciones de cargas y determinación de secciones a base de coeficientes fijados de trabajo del hormigón y acero, si luego en la realización de la obra se descuida la fabricación del primero de dichos materiales, ya que el otro, por ser material isótropo, sus características en los elementos suministrados por las distintas factorías, poco se diferencia entre sí, siendo prueba de ello el que para el acero se admite un coeficiente de seguridad 2.

Sin embargo, bastan sencillos procedimientos para mejorar notablemente la capacidad resistente del hormigón a base de mantener la misma dosificación de cemento por metro cúbico, alcanzándose fácilmente coeficientes de rotura superiores muchas veces al doble de los obtenidos sin tomar ninguna medida para su mejoramiento.

Sin entrar a fondo sobre los factores que intervienen mayormente en el mejoramiento de los hormigones, sobre cuyo tema mucho se ha escrito y más se seguirá escribiendo, desde los estudios de Feret pasando por el módulo de finura de Abrahams, curvas de áridos, de Fuller y Bolomey, relación agua cemento, procedimientos de puesta en obra del hormigón, etc..., todo ello muy práctico en las grandes obras públicas, donde este material entra en proporciones de miles de metros cúbicos y que mediante oportunas instalaciones, bastante caras (pero que se amortizan rápidamente por la economía del empleo del cemento), no son aplicables, por lo

menos hoy día, a las edificaciones urbanas en las cuales hay que conformarse con la arena y gravilla que existen en la localidad; pero lo que sí puede hacerse es mejorar en lo posible la calidad del hormigón a base de dichos elementos.

El método a seguir y que se expone a continuación, consistirá en obtener un hormigón lo más compacto posible, o sea que tenga el menor volumen de huecos (mejoramiento del árido, arena y gravilla) y determinar la resistencia que probablemente alcanzará el hormigón a los 28 días, a base de la relación agua cemento.

Ante todo, hay que determinar por cualquier procedimiento el volumen de los huecos contenidos en el árido y el coeficiente de reducción del mismo, pues es indudable que si se mezclan un determinado volumen de arena con otro de gravilla, el volumen resultante será inferior a la suma de aquellos, por rellenar la arena parte de los huecos de la gravilla.

El método más sencillo y que se sigue con un ejemplo numérico, es el siguiente:

En una obra precisa obtenerse un hormigón que dé un coeficiente de rotura a compresión de 150 Kgs/cm. cuadrado a los 28 días; se pide determinar la cantidad en volumen de arena, gravilla y el peso de cemento y agua para obtener un metro cúbico de hormigón, siempre dentro de la consiguiente fluidez, por ser dicho material destinado a hormigón armado, por lo cual precisa que envuelva bien las armaduras; el tamaño máximo del árido será de 2 cm. y se considera arena el árido comprendido entre 0,5 cm. y 0,02 cm.

Se supone que el árido sea de buena calidad y esté limpio de impurezas que mermen la resistencia (arcilla en más de un 3 por 100, materia orgánica, carbones, etcétera..., tal como se indica en el párrafo A del Capítulo I de las Normas para el cálculo y ejecución de las obras de hormigón armado, de la Dirección General de Arquitectura).

Se empezará separando los áridos (arena y gravilla) tomando como unidad de volumen cinco litros, y se tomarán 4 unidades (que dan un volumen aparente de 20 litros) ensayando las diferentes mezclas y llenando con ellas un recipiente de cristal en el cual estén grabados, con una señal indicadora, los 20 litros.

Hechas las diferentes combinaciones, se paleará cada una tres veces y se llenará el recipiente de cristal, enrasando previamente la mezcla a ensayar con un pequeño pisón metálico, seguidamente y poco a poco se verterá agua (para evitar burbujas de aire aprisionadas entre

el árido) hasta alcanzar el nivel de la mezcla mediante una probeta de medio litro graduada de 5 en 5 cm. cúbicos; la cantidad de agua necesaria para esta operación indicará aproximadamente el volumen de los huecos y, por consiguiente, la menor cantidad de líquido vertido indicará la mayor compacidad del árido.

Para obtener el índice de reducción de la mezcla ensayada, se continuará vertiendo agua en el recipiente de cristal, hasta alcanzar la señal del enrase de los 20 litros; la diferencia de volumen entre los enrases del árido y la de los 20 litros dividida por esta última cifra dará el índice de reducción.

Para ver los resultados obtenidos en las diferentes mezclas lo más práctico y cómodo es disponer un formulario como el que sigue:

Mezclas	Volumen de los áridos en partes		Agua enrase áridos	Agua enrase señal	Diferencia de los dos anteriores	Volumen resultante del árido	% huecos	Índice de reducción
	Arena	Gravilla	Litros	Litros	Litros	Litros		
1	0	4	6,100	8,800	2,700	17,300	35,20	0,865
2	1	3	3,820	7,910	4,090	15,910	24,00	0,795
3	2	2	4,000	7,500	3,500	16,500	24,20	0,825
4	3	1	5,400	8,400	3,000	17,000	31,80	0,850
5	4	0	7,800	9,010	1,210	18,790	41,60	0,939

Mezcla mejor la 2, la cual requiere un volumen de áridos (en la proporción de una parte de arena y tres de gravilla) necesario para producir un metro de hormigón:

$$\frac{1.000}{0.795} = 1.260 \text{ litros}$$

de los cuales

$$\frac{1.260}{4} = 315 \text{ litros de arena}$$

$$315 \times 3 = 945 \text{ » de gravilla.}$$

Como se ve, cuanto mejor es el índice de reducción mayor es la compacidad del hormigón y más se adapta la granulometría a la curva de Fuller.

Para determinar la resistencia que probablemente tendrá el hormigón a los 28 días, se puede utilizar la figura siguiente, hecha a base de cemento Portland, con una resistencia media a los 28 días en mortero normal 1 : 3, corriente en cementos nacionales,

$$R_m = 400 \text{ Kgs./cms. cuadrados}$$

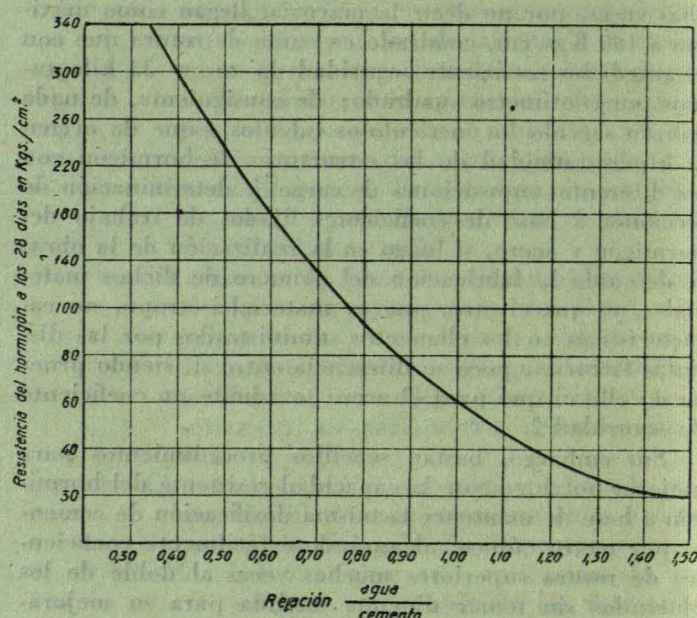
como se ve, precisa, para obtener la resistencia de 150 kilogramos por centímetro cuadrado, del hormigón, a las cuatro semanas de fabricado la relación:

$$\frac{\text{Peso del agua}}{\text{Peso del cemento}} = 0,65$$

Luego si se utiliza la cantidad normal de cemento que autorizan las Normas de la Dirección General de Arquitectura para esta clase de fábrica, o sea 300 kilogramos, la cantidad de agua necesaria para su amasado será:

$$300 \times 0,65 = 195 \text{ litros de agua.}$$

Si la mezcla fuera demasiado seca, y, por consiguiente, no apta para rellenar bien los moldes y envolver las armaduras, se puede alterar la cantidad de agua de ama-



sado siempre que varíe también la dosificación de cemento para que la relación en peso $\frac{A}{C} = 0,65$; por consiguiente, si se precisan 220 litros de agua en vez de los 195, el cemento necesario será:

$$\frac{220}{0,65} = 340 \text{ Kgs.}$$

Todo ello se supone a base de árido seco (la gravilla, en general, no viene afectada por la humedad, por consiguiente, habrá que determinar únicamente la contenida en la arena, y se puede seguir el siguiente procedimiento. Se toman diez litros de arena y se pesan, luego se les rocía con alcohol y se le hace arder, y se vuelve a pesar; cuando efectuadas estas pesadas, la diferencia sea inferior a cinco gramos, se podrá dar por terminada esta operación, y la diferencia de pesos entre el árido húmedo y el seco dará la cantidad de agua contenida en diez litros de árido).

Si se supone que dicha cantidad es de 25 litros en el ejemplo anterior para los 1.260 litros, entonces la cantidad de agua precisa para obtener la resistencia del hormigón pedida sería:

$$195 - 25 = 170 \text{ litros de agua.}$$

De todas formas, siempre se debe recurrir a ensayos y analizar por lo menos tres probetas sacadas de la mis-

ma mezcla amasada y puesta en obra, siendo válida la resistencia media obtenida.

Nunca debe olvidarse que es antieconómico ajustarse a las curvas de Fuller y Bolomey, pues los sucesivos cribados y mezclas encarecen grandemente el costo; por ello, las Normas de la Dirección General de Arquitectura para el cálculo de hormigón armado, indican solamente los límites entre los cuales debe estar comprendida la granulometría del árido; indudablemente, a medida que la curva se acerca al límite superior, existe abundancia de finos, y, por consiguiente, para una misma dosificación de cemento requerirá más agua para que la mezcla sea trabajable dando como resultado una disminución en la resistencia. Por el contrario, para el límite inferior habrá pobreza del árido fino, y si esto da una mayor resistencia del hormigón, tiene el inconveniente de ser poco trabajable y no envolver bien las armaduras, salvo en el caso que para la puesta en obra de dicho material se empleen procedimientos especiales como son el centrifugado y, especialmente, el vibrado a alta frecuencia que permite llegar a relaciones agua cemento de 0,30.

LA MADERA PARA LOS ENTARIMADOS DE PISOS

(De Buildings Research Station.)

Existen muchas clases de maderas, especialmente las blandas, que pueden destruirse por «putrefacción seca», es decir, por unos insectos, principalmente el *Merulius Lacrymans*, que destruyen la madera donde anidan y todas las que están en su contacto. En un caso en que se investigó la labor de este parásito, la ruina fué tan intensa que hubo que destruir toda un ala afectada en una casa de campo.

Para evitar esto, es preciso, en primer lugar, proteger de la humedad la madera de los edificios: una cantidad menor del 20 por 100 le hace inmune a sus ataques. Como una madera secada al aire contiene de un 15 a un 18 por 100 de humedad, y secada en edificios debidamente acondicionados, su porcentaje es del 12 al 14 por 100, con el empleo de la madera en estas condiciones no hay, por tanto, nada que temer.

En la madera que se vaya a emplear en los entarimados de pisos, se hace necesario:

- 1.º Seleccionar la madera.
- 2.º Tomar precauciones constructivas.
- 3.º Emplear tratamientos de preservación.

SELECCION DE LA MADERA.—Naturalmente, no debe emplearse más que madera seca, y es preciso tener mucho cuidado con el almacenaje de ella. Se ha dicho más arriba que una humedad del 20 por 100 es suficiente, pero, naturalmente, si se supone que al emplearse va a estar en sitio aireado, puede llegarse hasta el 25 por 100, puesto que luego, en el edificio se ha de secar.

PRECAUCIONES EN LA CONSTRUCCION.—Hay que prevenir que la humedad entre por el exterior, y hay que tener, asimismo, cuidado con la humedad de condensación. Es preciso vigilar la colocación de la madera procurando ventilarla para evitar la formación de bolsas de aire húmedo que son muy perjudiciales.

La torta de mortero que se coloca directamente sobre el terreno, aunque reduce la humedad que puede llegar a ella, no es suficiente para evitarla. Es mejor disponer una capa delgada, pero muy rica de cemento, que no una capa de mayor espesor, pero escasa de aquel material. El poner debajo de la torta de hormigón una capa de cascote, dificulta mucho que la haga subir por capilaridad a aquélla: hay que tener cuidado que todo el material menudo sea eliminado del cascote.