

Hormigones vistos: influencia de los materiales constituyentes en sus cualidades superficiales

ERNESTO MUELAS VALDEOLIVAS (*)
JOAQUIN ROMERO POSTIGUILLO (**)

RESUMEN. El presente artículo constituye una parte del estudio bibliográfico que, sobre los factores que influyen en el proyecto y la ejecución de hormigones vistos, se ha llevado a cabo en el Laboratorio Central de Estructuras y Materiales del CEDEX. En él se recogen las ideas expuestas por los diferentes autores consultados, en relación a la influencia de los áridos, el cemento, el agua, los aditivos y las adiciones sobre la calidad de la superficie del hormigón. Finalmente se completa el artículo con unas conclusiones, a modo de recomendaciones, en relación a lo tratado en cada uno de sus apartados.

VISUAL CONCRETES: INFLUENCE OF THEIR MATERIALS ON SURFACE QUALITY

ABSTRACT. This article forms part of a bibliographical study concerning the factors that influence the project and the achievement of visual concretes, which has been prepared in the Central Laboratory on Structures and Materials of the CEDEX. The article studies the ideas set forth by several authors, about the influence of aggregates, cement, water and admixtures on concrete surface quality. The report is completed with conclusions – presented as recommendations – regarding the different points reviewed.

1. INTRODUCCION

La construcción en **hormigón visto** ha tenido un fuerte desarrollo, en los últimos tiempos, por razones evidentes de versatilidad en la conformación estética, durabilidad con escaso mantenimiento y facilidad de reparación de zonas dañadas o defectuosas, mediante la aplicación de nuevas tecnologías y materiales, que aseguran el monolitismo estructural sin deterioro de la estética del conjunto de la obra.

Entendemos por **superficies de hormigón visto** aquellas que se muestran, durante su vida útil, tal y como se presentan una vez suprimidos los encofrados, o tras finalizar las operaciones de tratamiento superficial, si hubiere lugar, sin revestimiento o adición de otros materiales que lo cubran con finalidad ornamental.

Por ello estimamos de interés analizar los distintos factores que intervienen de manera más evidente sobre las cualidades superficiales del hormigón visto. Dichos factores son: **materiales constituyentes** —propieda-

des físico-químicas, constancia de tales propiedades, dosificación de los mismos, fuentes de suministro, etc.—, **encofrados** —tipología, materiales, productos de desencofrado, mantenimiento, número de usos, etc.—, **fabricación, transporte, puesta en obra, curado, desencofrado y acabados superficiales** del hormigón.

En el presente artículo exponemos una serie de ideas extraídas de la bibliografía especializada sobre el tema, adjunta al final del mismo, que muestran la importante influencia de los materiales constituyentes sobre las cualidades superficiales del hormigón visto.

2. LOS ARIDOS

La influencia que sobre las cualidades superficiales del hormigón ejercen los áridos puede considerarse como importante, según se desprende tras el análisis de las ideas extraídas de las investigaciones realizadas al objeto y que a continuación pasamos a exponer:

En cuanto a la presencia de partículas que puedan causar manchas o variaciones en el tinte de la superficie del hormigón, principalmente los compuestos de hierro, minerales de arcilla, materia orgánica, carbón..., según las referencias [2, 3, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 22 y 24], resulta conveniente vigilar de manera estricta las limi-

(*) Ingeniero Técnico de Obras Públicas y Licenciado en Ciencias Geológicas. Laboratorio Central de Estructuras y Materiales del CEDEX (MOPT).

(**) Ingeniero Técnico de Obras Públicas. Laboratorio Central de Estructuras y Materiales del CEDEX (MOPT).



FOTO 1. Vista general del edificio Torres Blancas en la Avenida de América (Madrid), ejecutado en hormigón visto, fabricado con cemento gris y hormigonado in situ.

taciones exigidas en la normativa vigente; es decir, en la instrucción EH-91.

La granulometría de los áridos debe mantenerse con las menores variaciones posibles, mediante un control estricto, para asegurar la uniformidad de los materiales entre las distintas amasadas y evitar cambios en la trabajabilidad que, al final, ocasionarían variaciones en el color o, en el caso de hormigones en árido visto, variaciones en la textura o en la distribución uniforme de los áridos [7, 14, 22 y 24]. Según [7], todo ello se evitaría si el árido se utilizara dividido en fracciones según una serie de tamices de razón dos, ya que entonces la granulometría se podría mantener constante. El inconveniente estriba en el precio de tal división en tamaños.

Salvo en el caso de hormigones en árido visto, es necesario el uso de una granulometría continua. Esto es

debido a que una granulometría discontinua, en la que falten las fracciones gruesa de la arena y fina de la grava, puede producir unos hormigones que, aunque no presenten huecos superficiales, normalmente tienen variaciones de color debido al fenómeno conocido por «transparencia de los áridos», en donde los áridos aparecen en oscuro sobre fondo claro o a la inversa [6 y 18]. Es más, según [6 y 24], es conveniente que, para evitar los anteriores defectos, la arena sea rodada y de una granulometría media según se muestra en la figura 1.

Según el origen, podemos tener distintos áridos con diferentes colores [4 y 19] (véase tabla 1).

En cuanto al color del árido grueso, si este va a destinarse para la fabricación de hormigón con cemento blanco, es muy conveniente que posea una tonalidad

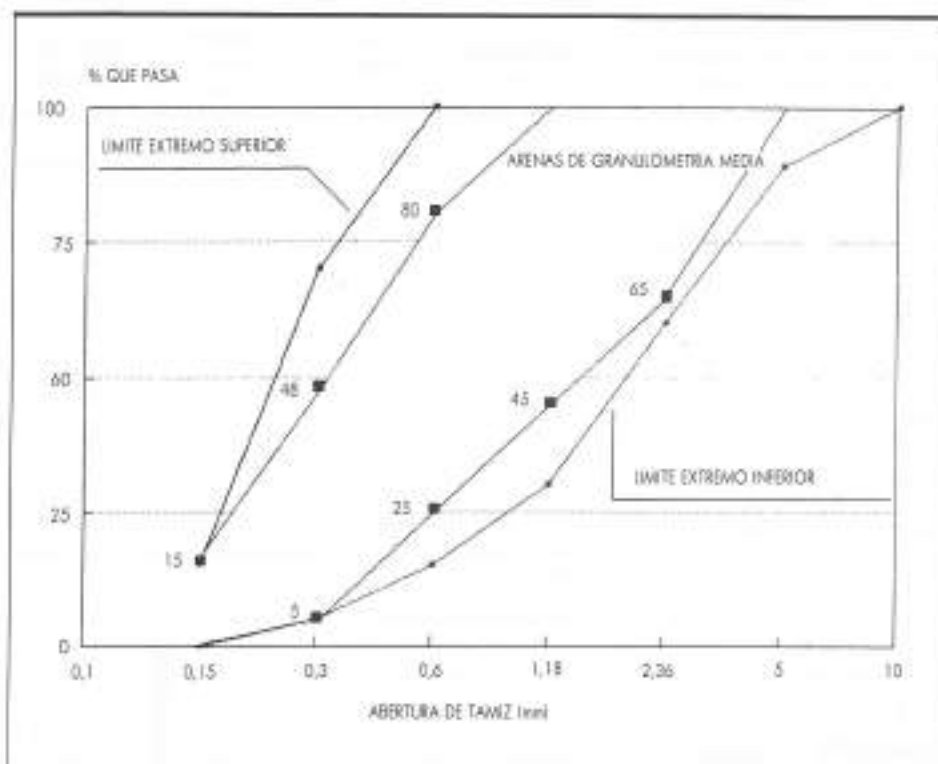


FIGURA 1. Husos granulométricos de la arena según la norma BS 882:1983.

clara y homogénea por la posible aparición, en caso contrario, de sombras en la superficie, dado que el mortero de cemento blanco no es tan opaco como el de cemento gris [1 y 14]. Por otra parte, si la superficie de hormigón va a recibir un tratamiento posterior al desencofrado, el color del árido grueso es de suma importancia [6, 14 y 24].

Es conveniente que en el proyecto se especifique el lugar de procedencia de los áridos [1], siendo aconsejable, además, no cambiar el lugar de procedencia de aquellos, para evitar variaciones en el tinte de la superficie [6].

Es necesario que el árido a emplear tenga una dureza adecuada al tratamiento posterior de la superficie del hormigón. Así por ejemplo, si se va a efectuar un trata-

miento mediante chorro abrasivo, se necesitarán áridos duros y si se va a pulir la superficie, deberán tener una dureza que no sobrepase el valor de 4 en la escala de Mohs [19]. Además, la dureza y densidad de los áridos deberán ser compatibles con las condiciones estructurales y de durabilidad [1 y 14].

El tamaño máximo del árido deberá estar en función del recubrimiento de la sección y de la distancia horizontal entre las armaduras [7], tal y como se establece en la instrucción EH-91 [17]. Igualmente, dicho tamaño, en el caso de hormigones en árido visto, debe seleccionarse en base a la superficie total expuesta y a la distancia desde la que es observable dicha superficie [14] (véase tabla 2).

Las fracciones finas del árido, junto con el cemento,

TIPO DE ÁRIDO	COLOR
MARMOLES	NEGRO, AZUL, GRIS, ROJO Y BLANCO
CALIZAS	AMARILLO
GRANITOS	NEGRO, AZUL Y PARDOS
SILICEO	COLOR CENIZA, TONOS PALIDOS
ROCAS ERUPTIVAS	AMPLIA VAREDADE DE COLOR

TABLA 1. Tipos de áridos utilizados y coloración que presentan.

TAMAÑO MÁXIMO DEL ÁRIDO (mm)	DISTANCIA (m)
6-13	6-9
13-25	9-23
25-50	23-38
50-75	38-53

TABLA 2. Tamaño máximo del árido en función de la distancia desde la que se aprecia la textura superficial.

tienen mucha influencia sobre el color o tonalidad de la superficie del hormigón, dado que actúan, por su tamaño, como un pigmento. Es por ello que deben poseer un color homogéneo para obtener así un mortero superficial con una tonalidad uniforme [1, 2, 8, 9, 10, 11, 14, 22 y 24]. Concretamente, [9 y 10] consideran que lo comentado anteriormente depende, fundamentalmente, de las partículas de tamaño inferior a 0,3 mm, aconsejando que la granulometría de los finos sea continua para asegurar la homogeneidad de color de la superficie. En el mismo orden de ideas, [11] afirma que el tinte del hormigón es función, principalmente, del color de las partículas de tamaño inferior a 0,5 mm, según se muestra en el gráfico adjunto, obtenido tras la oportuna investigación que hizo al respecto (Figura 2).

En la tabla 3 se muestran las características de los hormigones utilizados, pudiéndose apreciar la gran influencia que tiene el color de la fracción fina sobre el índice de blancura de la superficie de un hormigón fabricado con cemento blanco, cuyos áridos han seguido una granulometría continua según Fuller. Para un hormigón fabricado, en su totalidad, con árido de color negro (hormigón n.º 1), el índice de blancura, respecto al $BaSO_4$ como patrón, es del 47 %. Sin embargo, si sustituimos la fracción fina 0/0,63 por árido de color blanco (20 %), obtenemos una superficie de hormigón con un índice de blancura que es del 78 %, lo que indica un aumento del 31 % (hormigón n.º 5). Igualmente, si sustituimos la fracción 0,63/3,15 del hormigón n.º 1 por árido de color blanco (24 %), se produce, sobre la superficie del hormigón, un aumento del índice de blancura

HORMIGÓN (n.º)	BASALTO (negro) Fracción %	MARMOL (blanco) Fracción %	INDICE DE BLANCURA
1	116-0-100	0	47
2	116-0,11	10,1-0	60
3	116-0,21	10,2-0	66
4	116-0,41	10,4-0	72
5	116-0,631	10,63-0	78
6	116-1,61	11,6-0	81
7	116-3,151	13,15-0	82
8	116-6,31	15,3-0	85
9	0	116-0	87,5

TABLA 3. Áridos empleados en los hormigones e índices de blancura resultantes.

del 4 % (hormigón n.º 7). Por otra parte, la fabricación de un hormigón con árido de color blanco proporciona una superficie con un índice de blancura del 87,5 % (hormigón n.º 9), lo que supone, respecto al hormigón n.º 5, un aumento del 9,5 %. Por consiguiente, podemos concluir que la fracción más fina del árido es de suma importancia, junto con el cemento, en la blancura final del hormigón.

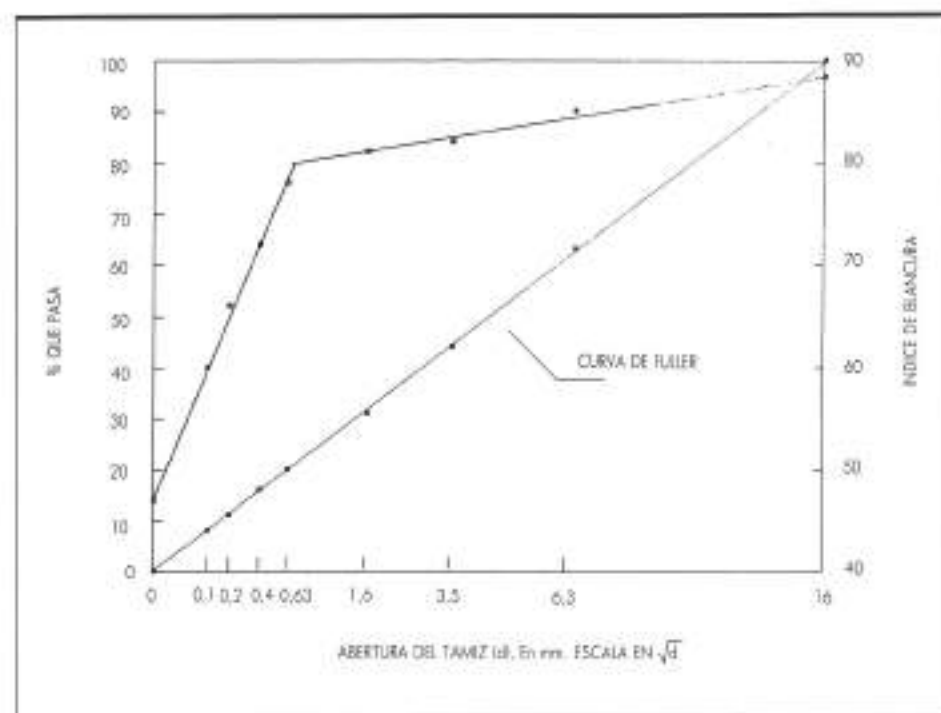


FIGURA 2. Influencia del tinte, finura y contenido de los áridos sobre el índice de blancura de un hormigón.



FOTO 2. Textura en árido visto obtenido mediante chorro abrasivo en los pilones de la Torre Europa, sito en el Paseo de la Castellana de Madrid.

3. EL CEMENTO

Dado que el color del cemento depende del color de las materias primas con que se fabrica [6], es muy conveniente que, para la misma obra, el cemento provenga de la misma fábrica y sea del mismo tipo, evitando así variaciones en el tinte de la superficie de hormigón, ya que se guarda la homogeneidad de color en el cemento [1, 2, 4, 6, 8, 9, 10 y 24]. Particularmente, en el caso de cementos con cenizas volantes, se recomienda que, además, éstos procedan del mismo lote [6, 8 y 9].

Los cementos portland sin adiciones son los más aptos, por su regularidad en el tinte, para la consecución de superficies de hormigón de gran calidad [4, 9, 11 y 22]. No obstante, según [11], son los cementos portland blancos los que ofrecen la mayor regularidad. También, algunos autores [11 y 22] consideran que los cementos portland con escoria pueden dar buenos resultados.

Los cementos compuestos y los que llevan cenizas volantes son los que poseen menos regularidad en el tinte, por lo que no se recomienda su uso [4, 9 y 11].

En hormigones coloreados, el uso de cemento gris permite obtener tonalidades más constantes que las obtenidas con cemento blanco [11].

Según [9], con dosificaciones próximas a los 350 kg/m³ se obtienen los mejores resultados, en cuanto a calidad superficial se refiere. Una dosificación inferior a los 300 kg/m³ entraña riesgos de huecos superficiales y segregación. Una cantidad superior a los 370 kg/m³ puede ocasionar fisuración. Asimismo, [13] afirma que en la fabricación de hormigones con cemento blanco se deben usar dosificaciones ricas en cemento y relaciones agua/cemento bajas, del orden de 0,4.

Igualmente, se recomienda que el contenido de partículas (árido + cemento) de tamaño inferior a 0,150 mm, por m³ de hormigón, esté comprendido entre los valores que se indican en la tabla 4, si se desea obtener una superficie con coloración uniforme [8].

En los hormigones coloreados, las coloraciones fuertes pueden lograrse pigmentando cementos grises normales, pero las ligeras sólo es posible obtenerlas con los cementos blancos [13].

4. EL AGUA

Sobre las características que ha de satisfacer el agua para la consecución y el mantenimiento de hormigones con buena calidad superficial, todos los autores coinciden en que el agua de amasado no debe contener partículas de hierro en suspensión que puedan ocasionar manchas en la superficie del hormigón [1, 4, 9, 10, 14 y

TAMAÑO MÁXIMO DEL ÁRIDO (mm)	CONTENIDO RECOMENDADO EN MATERIALES MÁS FINOS QUE 0,15 mm (kg/m ³)
35	350-450
20	400-500
10	450-550

TABLA 4. Contenido de materiales más finos que 0,150 mm en función del tamaño máximo del árido, por metro cúbico de hormigón.

22]. Por otra parte, el agua deberá cumplir con las limitaciones exigidas por la instrucción correspondiente que, actualmente en España, es la EH-91 [17].

5. LOS ADITIVOS Y LAS ADICIONES

Atendiendo a las referencias [3, 22 y 24], cuando se utilicen aditivos o adiciones en la fabricación de hormigones que deban presentar superficies de gran calidad, se tendrán en cuenta las posibles variaciones en el color u otras características del hormigón, considerando sus posibles efectos secundarios y no utilizando tales productos sin la justificación ni el consentimiento expreso de la Dirección de obra [17 y 24].

La justificación de la utilización de aditivos y adiciones se realizará mediante los oportunos ensayos, sin perturbar excesivamente las restantes características del hormigón [17]. Concretamente, cuando se use cemento blanco o con una coloración clara, se necesitarán unos ensayos especiales para la determinación de cualquier efecto que el aditivo o la adición tengan en el color final de la superficie del hormigón, que bien pueden realizarse mediante la construcción de paneles [1].

Particularizando en algunos productos, los comentarios recogidos en la bibliografía son los siguientes:

5.1. OCLUSORES DE AIRE

Son muy adecuados, ya que proporcionan un aspecto homogéneo de la superficie al facilitar la formación de numerosas pequeñas burbujas distribuidas uniformemente en toda la superficie del paramento vertical [1, 3, 4, 8 y 14]. Es más, según [14], se recomienda que sólo se utilicen estos aditivos en la fabricación de hormigones con cemento blanco, dado que no producen decoloración de la superficie.

5.2. ACELERANTES

No se recomienda la utilización de cloruro cálcico, ya que puede contribuir a la corrosión de la armadura [2 y 17] y al oscurecimiento y jaspado de la superficie [1, 2, 17 y 24].

5.3. RETARDADORES DE FRAGUADO

Su uso se recomienda para la eliminación de juntas frías, al poder interrumpir el hormigonado durante unas horas o hasta el día siguiente y, de esta forma, no resaltar sobre la superficie vista [1 y 7].

5.4. PLASTIFICANTES

No se recomienda su uso en la elaboración de hormigones con cemento blanco, ya que suelen producir oscurecimiento de la superficie [14], sobre todo si su composición es a base de lignosulfonatos.

5.5. PRODUCTOS HIDROFUGOS

Son apropiados para evitar las eflorescencias producidas por el arrastre de sales en el agua, consiguiéndose, de esta manera, superficies con regularidad en el tinte.

5.6. PRODUCTOS FUNGICIDAS E INSECTICIDAS

Se recomienda la incorporación al cemento, durante el proceso de amasado, de sales de cobre para evitar el

desarrollo de hongos microscópicos, mucho y algas en el hormigón [23].

Para la destrucción de microorganismos que puedan aparecer en el hormigón, la adición de acetato de tributilestaño, en una cantidad comprendida entre 0,01-0,1 % del peso del cemento, podría dar buenos resultados [23].

5.7. ADICIONES MINERALES Y PUZOLANAS

El uso de cenizas volantes, aunque mejora la trabajabilidad del hormigón de forma considerable, puede oscurecerlo [1].

5.8. PIGMENTOS

El estudio relativo a su influencia en las cualidades superficiales del hormigón será objeto de un artículo en un posterior número de esta revista, debido a la amplitud del tema y su especificidad de aplicación en hormigones vistos coloreados.

6. CONCLUSIONES

A continuación pasamos a extraer algunas conclusiones, a modo de recomendaciones, en relación a cada uno de los temas tratados en el artículo:

EN CUANTO A LOS ARIDOS

- Los áridos cumplirán las especificaciones que figuran en el artículo 7.º de la EH-91.
- El cumplimiento estricto de las especificaciones relativas a la limpieza de los áridos se realizará mediante la elaboración de un plan de ensayos que lo garantice.
- Todos los áridos deben ser lavados.
- Fijado el módulo granulométrico del árido a emplear, su rango de variación estará comprendido entre $\pm 0,2$ para la misma obra.
- Se procurará dividir el árido en el mayor número de fracciones posibles, compatible con la economía de la obra. En cualquier caso, es recomendable la división de la arena en dos fracciones por el tamiz de 1,25 mm y la grava según la escala siguiente: 5/10, 10/20, 20/40, 40/80 mm.
- Se recomienda el uso de granulometrías continuas en todos los hormigones, excepto en aquellos cuya superficie sea en árido visto.
- El módulo granulométrico de la arena podrá estar comprendido entre 1,6 y 3,6, siendo recomendable que dicho valor se encuentre entre 1,6 y 2,7 cuando los encofrados a utilizar sean absorbentes y entre 2,7 y 3,6 en el caso de encofrados impermeables.
- Se recomienda que el lugar de procedencia de los áridos no varíe durante el transcurso de la obra.
- La dureza de los áridos deberá ser compatible con los tratamientos especiales tras el desencofrado, si los hubiere.
- Se recomienda tener en cuenta el color del árido grueso en aquellos hormigones que vayan a seguir algún tratamiento especial posterior al desencofrado.

- En los hormigones fabricados con cemento blanco, se recomienda que el árido grueso posea una tonalidad clara.
- Se recomienda mantener el color de la fracción fina de la arena lo más homogéneo posible a lo largo de la obra.
- Cuando sea necesario complementar las arenas con finos, estos podrán ser de naturaleza silíceo o calcáreo, pero en ambos casos se cuidará estrictamente la ausencia de partículas arcillosas o de materia orgánica en tales fillers, mediante la realización del ensayo de azul de metileno previsto en la EH-91.

EN CUANTO AL CEMENTO

- El cemento a emplear cumplirá con las prescripciones establecidas en el Pliego de prescripciones técnicas generales para la recepción de cementos, RC-88, correspondientes a su denominación, tipo y clase.
- Se recomienda que, para la misma obra, el cemento a emplear provenga de la misma fábrica y sea del mismo tipo y clase y si, además, lleva adiciones, que sea del mismo lote.
- Si se pretenden obtener hormigones con regularidad en el tinte, resulta conveniente el empleo de cementos portland puros, siendo, dentro de estos, los cementos blancos los que mejores resultados dan en cuanto a regularidad en el tinte.
- En cuanto a su suministro y almacenamiento, se tendrá en cuenta lo que figura en la EH-91, en su artículo 7.º y comentarios correspondientes.

EN CUANTO AL AGUA

- El agua cumplirá las especificaciones que figuran en el artículo 6.º de la EH-91, cuidando especialmente que esté exenta de partículas que, por su naturaleza, puedan producir manchas o variaciones tonales en la superficie del hormigón, tales como partículas ferruginosas en suspensión.

EN CUANTO A LOS ADITIVOS Y ADICIONES

- Los aditivos a emplear deberán cumplir las condiciones establecidas en el artículo 8.º de la EH-91.
- La utilización de aditivos y adiciones se verá condicionada a la realización de ensayos previos al objeto de determinar los efectos que, sobre la coloración del hormigón, puedan tener. Esto es especialmente importante en hormigones con cemento blanco.
- Los aditivos oclusores de aire suelen ser recomendables en los hormigones vistos por el doble motivo de tener efectos beneficiosos sobre la resistencia a la helada y sobre la uniformidad tonal de la superficie del hormigón. En el caso de hormigones de granulometría discontinua (áridos vistos) facilitan la trabajabilidad de los mismos.
- Se recomienda la utilización de aditivos retardadores de fraguado para la eliminación de juntas frías, cuando en las obras se prevean interrupciones en el hormigonado por distintos motivos.

- En determinadas condiciones climáticas que favorezcan la aparición de eflorescencias es recomendable el empleo de productos hidrófugos.
- Cuando las condiciones de exposición de la obra hagan prever la posible aparición de crecimientos de microorganismos animales o vegetales en el hormigón, es recomendable la utilización de productos fungicidas e insecticidas.

7. AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar su agradecimiento a la Dirección General de Carreteras, del MOPT, por haber patrocinado el trabajo correspondiente al «Estudio de los factores a tener en cuenta en el proyecto y ejecución de hormigones vistos», constituyendo el presente artículo uno de los temas tratados en el mencionado trabajo.

8. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

1. ACI, Comité 808. «Guide to cast-in-place architectural concrete practices». ACI 303 R-74. Revisado en 1982, págs. 13 a 20.
2. ACI, Comité 311. «Manual de inspección del hormigón ACI». SP-2. 1981. Traducido en 1985, págs. 280, 281.
3. ADAM, M. «Les bétons banchés». Annales de l'Institut Technique du Bâtiment et des Travaux Publics, n.º 297, septiembre 1972, págs. 68 a 71.
4. ADAM, M. «Aspectos del hormigón. Técnicas-Realizaciones-Patologías». ETA, 1975, págs. 68 a 75.
5. BAYER. «Carta de colores: sector construcción. Pigmentos minerales».
6. BLAKE, L. S. «Recommendations for the production of high quality concrete surfaces». C.C.A. Reeditado en 1974, págs. 17, 18.
7. C.C.A. Library. «Fair-faced concrete». Translation n.º 138 of CUR Report «Schoon Beton» by the Netherlands Committee for Concrete Research, diciembre 1966, págs. 43 a 46.
8. C.I.B., Comisión W29. «Production de béton de couleur uniforme et sans défauts de surfaces». Rapport n.º 5. 1966, págs. 4, 5.
9. C.I.L.C. «Bétons apparentés». 1986, págs. 20 a 28.
10. C.I.L.C. «Les bétons apparentés». Fiche technique AB-3, pág. 3.
11. C.I.L.C. «Le béton architectural». Numéro spécial «DOSIERS» 19-20/79, págs. 8 a 11.
12. D'ELIA, P. «The problem of surface appearance for structural reinforced concrete». Naples, University of Naples. The Architectural Institute, Report n.º 6.
13. FDEZ. CANOVAS, M. «Hormigón». 1989, págs. 49, 50.
14. FREEDMAN, S. «White concrete». P.C.A., IS175.01A, diciembre 1968, págs. 1, 2, 8 a 10.
15. HURD, M. K. «Aggregates bring lifetime color to concrete». Concrete Construction, junio 1988, pág. 574.
16. KREIJGER, P. C. «Terminologie, définition et classification des adjuvants». Rapport général. 1967.
17. MOPT. «Instrucción para el proyecto y la ejecución de obras de hormigón en masa o armado (EH-91)», 1991, arts. 5, 6, 7 y 8.
18. MURPHY, W. E. «The influence of concrete mix proportions and type of form face on the appearance of concrete». C.C.A. TRA 384, mayo 1967.

19. PELLICER, D. «El hormigón armado en la construcción arquitectónica», tomo I, 1989, págs. 62, 63, 169, 170.
20. SHILSTONE, J. M., «How to obtain predictable architectural concrete», *Concrete Construction*, agosto 1973, pág. 364.
21. TEYCHENNE, D. C. y HERBERT, M. H. «Some factors influencing the formation of surface holes in vertically cast concrete», Interim Report n.º 1, Garston, Building Research Station, abril 1968. Confidential Research Note C.941.
22. Varios autores. «Recommandations concernant les parements de béton», *Annales de l'Institut Technique du Bâtiment et des Travaux Publics*, n.º 349, abril 1977, págs. 3, 4, 7.
23. VENUAT, M. «Adjuvants et traitements. Techniques modernes d'amélioration des ouvrages en béton», 1984, págs. 224, 225, 302 a 305, 658 a 661.
24. WILSON, J. «Specification clauses covering the production of high quality finishes to in situ concrete», C.C.A., junio 1970, págs. 4, 5.

Cubiertos nuestros objetivos.



FERROCARRIL DE ALTA VELOCIDAD
MADRID-SEVILLA



TORRE DE COLLSEROLA - BARCELONA



PABELLON DE ESPAÑA - SEVILLA



PUENTE DEL CENTENARIO - SEVILLA



TEATRO DE MADRID - MADRID



TORRE DE MONTJUIC - BARCELONA



CUBIERTAS

Y MZOV, S.A. CIA. GRAL. DE CONSTRUCCIONES

LA GARANTIA DE SU CALIDAD

CIMENTACIONES/LABORATORIO

Dpto. de Estructuras
Inspección del estado de
una estructura con
pasarela autotransportada.



**LABORATORIO
Investigación y
Desarrollo**

Evaluación de la vida
residual de estructuras
de hormigón con
armaduras corroídas.
Medidas "in situ" con
equipo GECOR.



GEOCISA
GEOTECNIA Y CIMENTOS, S.A.

MADRID

Los Llanos de Jerez, 10 y 12
28020 Cebrera (Madrid)
Tel.: 071 53 00 - Fax: 071 64 60

SEVILLA

Carretera del Copero, s/n.
Apdo. 1.140 - 41080 Sevilla
Tel.: (95) 481 46 22 - Fax: (95) 482 06 03

VALENCIA

Dolores Marqués, 18
46020 Valencia
Tel.: (96) 360 07 50 - Fax: (96) 360 74 64

ZARAGOZA

Polígono Industrial Europa II, Nave 15
Autovía Zaragoza-Logroño P.K. 7,800
50011 Zaragoza
Tel.: (976) 33 13 30 - Fax: (976) 53 32 04

VALLADOLID

Ctra. Adanero-Gijón km. 195
47610 Zaratán (Valladolid)