

## **ESTUDIO DE DOSIFICACIONES DE HORMIGONES BLANCOS Y DE COLOR CON ÁRIDOS BLANCOS CALCÁREOS Y CEMENTO BLANCO ESTRUCTURAL**

### V-1.- DEFINICIONES CONCEPTUALES

Durante el estudio y los análisis experimentales aquí informados se han utilizado las prescripciones y especificaciones establecidas en las Normas IRAM y en los Reglamentos CIRSOC, con las siguientes definiciones conceptuales:

#### V-1.1.- AGREGADO FINO

El agregado fino estará constituido por partículas de origen natural o artificial o mezclas de ambas. En todo lo que no se oponga a la presente el agregado fino deberá cumplir con la Norma IRAM 1.512: "Agregado fino para hormigones de cemento Portland".

#### V-1.2.- COMPOSICIÓN GRANULOMÉTRICA

El total del agregado fino ensayado según norma IRAM 1505, al ingresar a la hormigonera, tendrá una granulometría que cumpla con los siguientes requisitos:

- a) Hormigones de clase H-21 o mayor: Curva granulométrica comprendida dentro de los límites que determinan las curvas A y B dadas en el Gráfico respectivo.
- b) Hormigones de clase menor de H-21: Curva granulométrica comprendida dentro de los límites que determinan las curvas A y C dadas en el Gráfico respectivo.
- c) En todos los casos, el módulo de finura estará comprendido entre 2.30 y 3.10.

#### *CURVAS GRANULOMÉTRICAS IRAM DEL AGREGADO FINO*

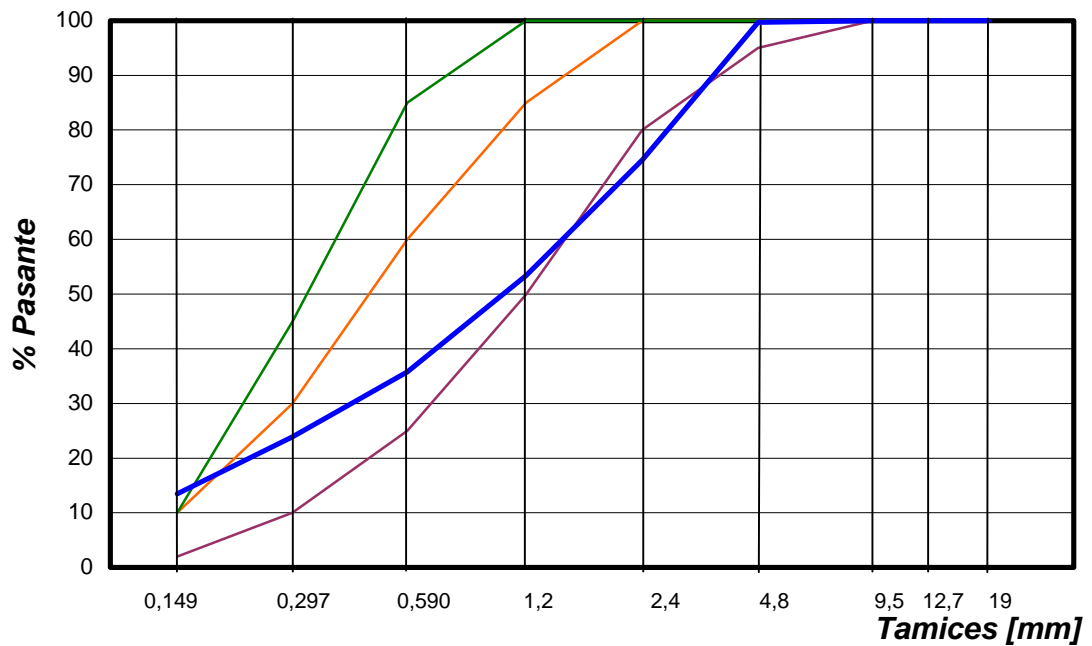
Tamiz (Designación)	Porcentaje máximo que pasa, acumulado, en masa		
	Curva A	Curva B	Curva C
9.5 mm (3/8")	100	100	100
4.75 mm (N° 4)	95	100	100
2.36 mm (N° 8)	80	100	100
1.18 mm (N° 16)	50	85	100
600 µm (N° 30)	25	60	85
300 µm (N° 50)	10	30	45
150 µm (N° 100)	2	10	10

Si la granulometría excede hasta 10 unidades porcentuales los límites de la curva B en el conjunto de tamices IRAM 1.18 mm, 600 µm y 300 µm, se considerará que el agregado cumple los requisitos granulométricos especificados. Las 10 unidades porcentuales mencionadas podrán comprender a un solo tamiz o formarse por la suma de las unidades porcentuales que excedan los límites de más de uno de los tres tamices indicados.

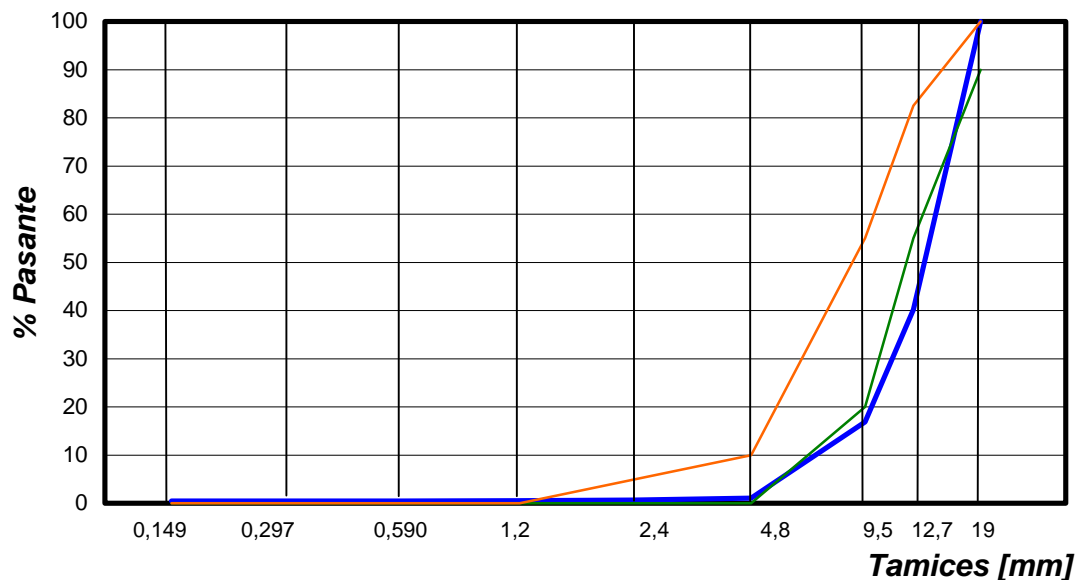
## CIATH - Centro de Investigaciones Avanzadas en Tecnología del Hormigón

En ningún caso, el agregado fino tendrá más del 45 % ni menos del 20 % de material retenido en dos tamices consecutivos cualesquiera de los indicados en la Tabla anterior. Si el módulo de finura del agregado fino recibido en obra difiere en más de 0.20 del valor establecido en la presente, dicha partida será rechazada.

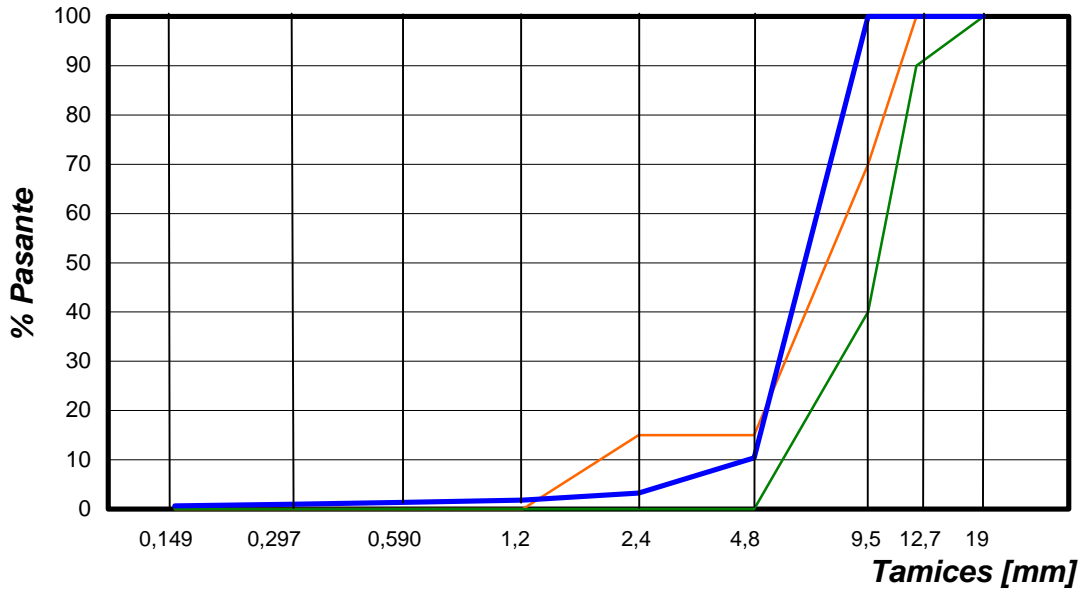
### Granulometría Agregado 0-6 mm Cant. San Agustín



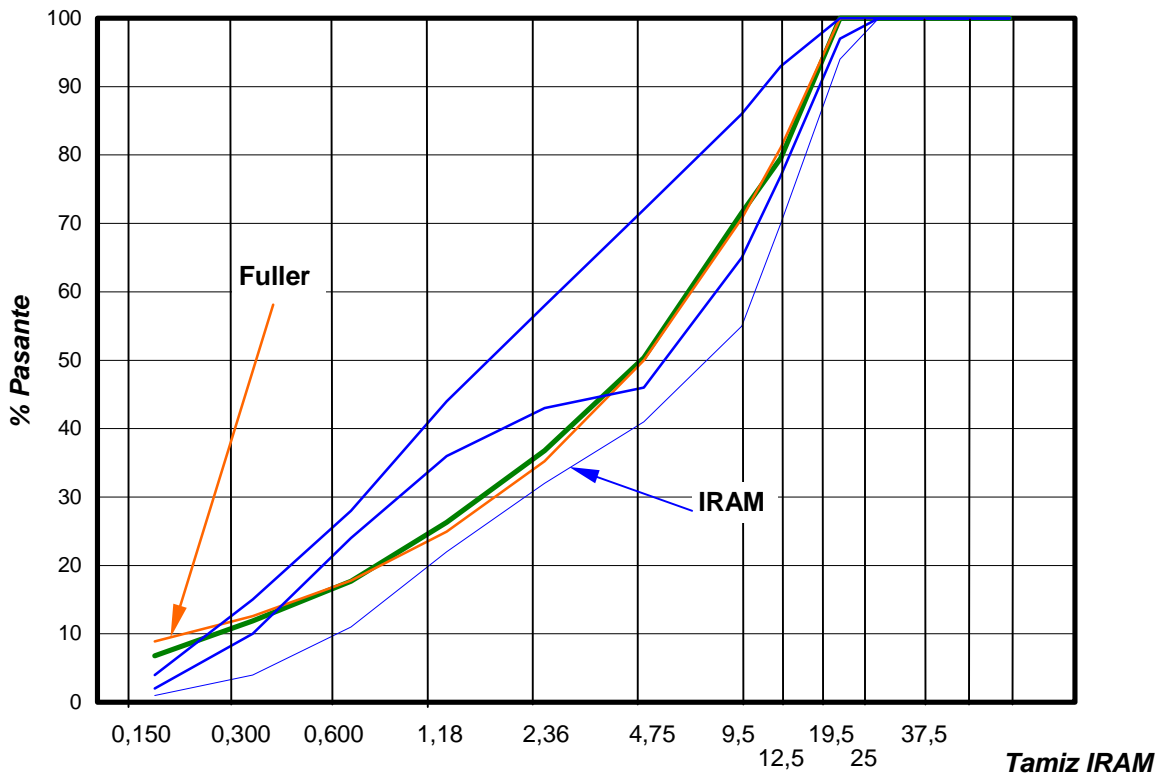
### Granulometría Agregado Grueso 6-19 mm Cant. San Agustín



**Granulometría Agregado 3-9 mm (Bínder) Cant. San Agustín**



**Mezcla Granulométrica Utilizada en Hormigones Blancos y Coloreados (CIATH)**



## **CIATH - Centro de Investigaciones Avanzadas en Tecnología del Hormigón**

### V-1.3.- REACCIÓN ÁLCALI-AGREGADO

Los agregados finos que se utilicen en la elaboración de hormigones, en lo referente a la reacción álcali-agregado, deberán cumplir con lo estipulado en la presente. Es conveniente destacar que el Cemento Blanco "Tolteca" es un Cemento "Bajo en álcalis" y puede inclusive ser utilizado con áridos reactivos.

### V-1.4.- AGUA

El agua utilizada para lavar los agregados, mezclar y curar el hormigón puede provenir de una red de agua potable cuya potabilidad sea certificada por un laboratorio competente en la materia. En tal caso no será necesario realizar Ensayos de idoneidad de la misma.

El agua utilizada para lavar los agregados mezclar y curar el hormigón, que no provenga de una red de agua potable podrá utilizarse si cumple con los requisitos de la Norma IRAM 1 601.

### V-1.5.- CEMENTO PORTLAND

Para la ejecución de estructuras de hormigón sólo se utilizarán cementos a base de clinker portland, de marcas o procedencias aprobadas por los organismos nacionales habilitados, que cumplan con los requisitos de calidad especificados por las normas IRAM correspondientes a su tipo y categoría de resistencia. El cemento Blanco Estructural "Tolteca", como se dijo anteriormente, cumple con todos los requisitos de las Normas Argentinas e Internacionales.

En una misma pieza o elemento estructural no se permitirá el uso de cementos de distintos tipos, propiedades o marcas.

Al ingresar a la hormigonera el cemento no tendrá grumos y su temperatura será menor de 70 ° C.

### V-1.6.- ADICIONES MINERALES PULVERULENTAS

El hormigón podrá contener adiciones minerales pulverulentas tales como: puzolanas, cenizas volantes, pigmentos colorantes, microsílíce, etc. cuando se demuestre fehacientemente mediante Ensayos, realizados por un laboratorio competente en la materia, que demuestren que su empleo en las cantidades previstas produce el efecto deseado en el hormigón, sin producir efectos desfavorables o perjudicar la protección de las armaduras. Serán tenidos en cuenta los volúmenes y pesos que estas adiciones aportan a la mezcla al establecer sus proporciones.

Durante los estudios experimentales que se están informando se adicionaron pequeñas cantidades de "marmolina calcárea", producto ultrafino 100% pasante Tamiz 200 (74  $\mu$ ), para mejorar la trabajabilidad de los pastones y rellenar microporos. Aún cuando se detectó el beneficioso efecto de esta adición en los hormigones blancos y de color elaborados, puede no ser imprescindible su utilización en todos los casos.

## **CIATH - Centro de Investigaciones Avanzadas en Tecnología del Hormigón**

### V-1.7.- ADITIVOS PARA HORMIGONES

Se podrán utilizar aditivos químicos en los hormigones con el objeto de modificar alguna o varias de sus propiedades en la forma deseada.

Durante el presente estudio, se utilizaron bajos porcentajes del superfluidificante líquido "Sikament R", para reducir la relación A/C y lograr así mejores resistencias finales de los hormigones blancos y de color.

### V-2.- ENSAYOS DE CARACTERIZACIÓN DEL AGREGADO GRUESO "BINDER" 3-9 mm CANTERAS SAN AGUSTÍN, UTILIZADOS PARA LA DOSIFICACIÓN DEL HORMIGON BLANCO Y DE COLOR

<b>PROPIEDAD</b>	<b>RESULTADO DE ENSAYO</b>	<b>VALORES LÍMITES</b>	<b>Observaciones</b>
Densidad Relativa en condición s.s.s. y Absorción (IRAM 1533) *	2.793 1.07	densidad relativa máxima 3000 mínima 2000	para c/fracción
Granulometría y Módulo de Finura de c/fracción (IRAM 1505)	5.8	Comprendida dentro los límites para c/tamaño nominal s / IRAM 1.627	el total del agregado debe estar comprendido dentro de las curvas límites
Material que pasa a través del tamiz de 74 µm (Nº 200) (IRAM 1540)	1.61%	Valor máx. 1%	para el total del agregado
Índice de Cubicidad (IRAM 1681)	0.72		

### V-3.- ENSAYOS DE CARACTERIZACIÓN DEL AGREGADO GRUESO 6-19 mm CANTERAS SAN AGUSTÍN, UTILIZADOS PARA LA DOSIFICACIÓN DEL HORMIGON BLANCO Y DE COLOR

<b>PROPIEDAD</b>	<b>RESULTADO DE ENSAYO</b>	<b>VALORES LÍMITES</b>	<b>Observaciones</b>
Densidad Relativa en condición s.s.s. y Absorción (IRAM 1533) *	2.764 0.72%	densidad relativa máxima 3000 mínima 2000	para c/fracción
Granulometría y Módulo de Finura de c/fracción (IRAM 1505)	6.8	Comprendida dentro los límites para c/tamaño nominal s / IRAM 1.627	el total del agregado debe estar comprendido dentro de las curvas límites
Desgaste Los Ángeles (IRAM 1532)	30.56%	menor al 45%	para el total del agregado
Material que pasa a través del tamiz de 74 µm (Nº 200) (IRAM 1540)	0.55%	Valor máx. 1%	para el total del agregado
Índice de Cubicidad (IRAM 1681)	0.86		

\* Si las fracciones que componen el agregado grueso provienen del mismo origen, no será necesario el ensayo para cada fracción.

## **CIATH - Centro de Investigaciones Avanzadas en Tecnología del Hormigón**

V-4.- ENSAYOS DE CARACTERIZACIÓN DEL AGREGADO FINO 0-6 mm CANTERAS SAN AGUSTÍN, UTILIZADOS PARA LA DOSIFICACIÓN DEL HORMIGON BLANCO Y DE COLOR

<b>PROPIEDAD</b>	<b>RESULTADO DE ENSAYO</b>	<b>VALORES LÍMITES</b>	<b>Observaciones</b>
Densidad Relativa en condición de s.s.s. y Absorción (IRAM 1520)	2.567 2.08	Densidad relativa máxima 3000 Mínima 2000	para c/ fracción
Granulometría y Módulo de Finura de c/fracción (IRAM 1505)	3.0	Comprendida dentro de las curvas límites s/IRAM 1627	el agregado total debe estar comprendido dentro de las curvas límites
Material que pasa a través del tamiz de 75 mm (Nº 200) (IRAM 1540) ( * )	13.86%	Valor máx. 3% para calzada Valor máx. 5% para obras complementarias	para el total del agregado

( \* ) Se destaca que se eliminó del Agregado Fino todo el material pasante del Tamiz de 75  $\mu$  (Nº 200) (IRAM 1540) que superaba el porcentaje máximo admitido por esta Norma.

V-5.- ENSAYOS DE DENSIDAD Y ABSORCIÓN SOBRE LOS ÁRIDOS DE CANTERAS SAN AGUSTÍN UTILIZADOS PARA LA DOSIFICACIÓN DE Hº BLANCO Y DE COLOR

<b>AGREGADO</b>	<b>DENSIDAD S.S.S.</b>	<b>DENSIDAD S.</b>	<b>ABSORCIÓN</b>
0-6 mm	2.567	2.514	2.08%
3-9 mm	2.793	2.763	1.07%
6-19 mm	2.764	2.744	0.72%

V-6.- CARACTERIZACIÓN DEL CEMENTO, ADICIONES PULVERULENTAS Y ADITIVOS UTILIZADOS EN LAS DOSIFICACIONES

V-6.1.- CEMENTO PORTLAND

<b>MARCA:</b>	<b>TIPO DE CEMENTO:</b>
Protocolo con las propiedades físicas y químicas del cemento, que acredite como mínimo el cumplimiento de la respectiva norma IRAM:	Según Datos establecidos en el CAPITULO IV

V-6.2) ADICIÓN MINERAL PULVERULENTA

<b>CARACTERÍSTICAS</b>	<b>DATOS</b>
Marca:	Molienda Alta Gracia
Procedencia:	Córdoba
Tipo de material pulverulento:	Marmolina # 200
Kilos por m <sup>3</sup> de hormigón:	60

## **CIATH - Centro de Investigaciones Avanzadas en Tecnología del Hormigón**

### V-6.3.- ADITIVOS PARA HORMIGONES

<b>CARACTERÍSTICAS</b>	<b>DATOS</b>
Marca:	Sikament R
Fabricante:	SIKA
Tipo de aditivo o función:	Superfluidificante
Estado:	Líquido
Dosis utilizada respecto al tenor de cemento:	1.5-2%

### V-7.- DOSIFICACIONES DE HORMIGONES BLANCOS Y DE COLOR

#### V-7.1.- DEFINICIONES CONCEPTUALES

La composición del hormigón deberá satisfacer los requerimientos de consistencia, trabajabilidad, resistencia mecánica, durabilidad, condiciones necesarias para la protección de las armaduras, y demás características especificadas para un hormigón estructural blanco y de color en estado endurecido.

El contenido unitario de cemento será el que resulte necesario para obtener las resistencias mecánicas y demás características especificadas en la documentación particular de la obra respectiva.

El contenido unitario mínimo de cemento portland en el hormigón estructural sin armar será de 200 Kg/m<sup>3</sup>, salvo que por requisitos de durabilidad este valor sea modificado según lo especificado para cada caso particular.

El contenido unitario mínimo de cemento portland en el hormigón estructural armado será de 280 Kg/m<sup>3</sup>, salvo que por requisitos de durabilidad este valor sea modificado según lo especificado para cada caso particular.

El contenido unitario máximo de cemento portland en el hormigón será de 500 kg./m<sup>3</sup>.

La máxima *relación agua/cemento* se fijará en función de los requisitos de resistencia y durabilidad, prevaleciendo la condición más exigente. En cualquier caso la máxima relación agua/cemento para hormigones estructurales sin armar no será mayor de 0,75 y para hormigones estructurales armados y pretensados blancos y de color no será mayor de 0,65.

Se empleó como agregado fino exclusivamente arena de trituración blanca, sin adicionar arena de río que contaminase su color

#### V-7.2.- HORMIGONES BLANCOS: ESTUDIO REALIZADO POR EL LABORATORIO DE ESTRUCTURAS DE LA U.N.C.

##### V-7.2.1.- OBJETIVOS DEL ESTUDIO

El objetivo del mismo fue conseguir la obtención de hormigones tipo H-21 lo más económicos posible, es decir que se minimizó la utilización de los productos que encarecen al mismo: Aditivos, Marmolinas y Binder 3-9 mm calcáreo, que en relación con el árido grueso 6-19 es un 30 % más caro, y en relación al árido fino un 110 % más costoso, siempre de productos de Canteras San Agustín SA.

## **CIATH - Centro de Investigaciones Avanzadas en Tecnología del Hormigón**

V-7.3.- HORMIGONES BLANCOS: ESTUDIO REALIZADO POR EL "CIATH - CENTRO DE INVESTIGACIONES AVANZADAS EN TECNOLOGÍA DEL HORMIGÓN" DE LA U.N.C.

### V-7.3.1. OBJETIVOS DEL ESTUDIO

El objetivo del mismo fue lograr hormigones blancos estructurales que sirvieran de patrón de comparación para la elaboración y análisis experimental de los hormigones de color, utilizando para ello: Aditivos, Marmolinas y Binder 3-9 mm calcáreo

V-7.4.- HORMIGONES DE COLOR: ESTUDIO REALIZADO POR EL "CIATH - CENTRO DE INVESTIGACIONES AVANZADAS EN TECNOLOGÍA DEL HORMIGÓN" DE LA U.N.C.

V-7.4.1.- INTRODUCCIÓN (EXTRACTADA DE UNA PUBLICACION DE "DAVIS COLORS, CALIFORNIA", Autores: Paris, Nick; Chusid, Michael)

#### *El color en el hormigón*

Los tonos en el hormigón coloreado pueden ser tan durables como los que se encuentran en la naturaleza. Los pigmentos usados son los mismos responsables de la paleta de colores de la naturaleza. Disponibles en un amplio espectro de tonos, los óxidos minerales y otros pigmentos reconocidos usados en los aditivos del hormigón coloreado son en general resistentes al clima y de un color durable.

Integralmente mezclados en el hormigón, los pigmentos se adhieren al cemento portland para llegar a formar parte permanente de la mezcla de hormigón. Combinado con la durabilidad intrínseca del hormigón, el color integral proporciona una solución durable para complementar cualquier diseño.

El uso del color se está incrementando en casi todos los tipos de hormigón, desde el colado en obra, pasando por el premoldeado, hasta los productos manufacturados de hormigón tales como bloques para mampostería, muros de contención y adoquines entrelazados. Se logran beneficios estéticos cuando se consideran texturas, agregados expuestos, revestimientos arquitectónicos y otros acabados decorativos. En muchos proyectos arquitectónicos, el hormigón coloreado es una alternativa económica a los materiales costosos de construcción, tales como la piedra o el cerámico.

Aún cuando debe tomarse en cuenta el costo extra de los aditivos de color, pueden aplicarse colores integrales y darles acabado en la mayoría de los diferentes tipos de obras de hormigón, usando técnicas similares a las requeridas para el hormigón convencional, de modo que los costos de aplicación adicionales sean razonables. Además, la permanencia del coloreado integral del hormigón significa un ahorro significativo en los costos de ciclo de vida útil, en comparación con los gastos que implica aplicar y mantener capas de desgaste, recubrimientos o acabados pintados.

#### *Coloreando el hormigón*

Los aditivos pigmentados de color se agregan a la dosificación básica para crear el hormigón coloreado. Debido a que los aditivos de color se mezclan en el hormigón, el color va en todas las superficies en cada colocación o cada producto de hormigón, lo cual significa que, a diferencia de los tratamientos aplicados a la superficie, el color permanecerá visible aun en las esquinas martelinadas, en las superficies fracturadas, expuestas o rugosas y en los cortes con sierra o cuando se sopletea con arena.



## **CIATH - Centro de Investigaciones Avanzadas en Tecnología del Hormigón**

Los aditivos de color habitualmente usados están hechos con pigmentos de óxido de hierro cuyo color es generalmente un naranja rojizo, sin embargo el óxido de hierro también se presenta en tonos de amarillo, marrón y negro. Al mezclar estos cuatro tonos primarios, se puede producir una amplia variedad de hormigones coloreados.

El óxido de hierro puede ser refinado de las menas que se producen naturalmente y de minerales tales como el ocre. Sin embargo, se dispone de colores más intensos a partir de óxidos de hierro sintéticos que se reciclan del hierro. Estos pigmentos son químicamente inertes, resistentes a la decoloración y ambientalmente seguros.

Existen otros pigmentos minerales que amplían la gama de colores en el hormigón, el óxido de cromo produce los verdes y los productos de cobalto los azules. El dióxido de titanio puede usarse para *blanquear una mezcla o producir tonos pastel*. Pero el mismo efecto se logra generalmente *de manera más económica usando cemento portland blanco*.

Los aditivos de color se pulverizan en partículas microscópicas de alrededor de una décima de diámetro de un grano de cemento portland. Su tamaño pequeño los ayuda a adherirse al cemento e incrementan su resistencia de matiz. Cuando se agregan a un hormigón, los aditivos de color se dispersan en la pasta de cemento coloreándolo. Los aditivos de color *no reducen la resistencia del hormigón* cuando se dosifica hasta 10 por ciento del peso de los materiales cementantes en una mezcla; y la mayoría de los aditivos de color se dosifican entre 2 y 6 por ciento. El extremo inferior de este rango produce tonos pasteles que ofrecen apenas un matiz de color y que dan al hormigón una terminación atractiva. Con porcentajes de dosificación más altos, el hormigón se acerca a un estado de saturación del color, en el cual la adición de más pigmento no resalta el efecto visual.

Hasta hace un tiempo, la mayoría de los productores de hormigón usaban pigmentos secos en polvo que tenían que ser manualmente pesados y agregados a la mezcladora.

Actualmente los nuevos aditivos de color y las técnicas de manejo del material hacen que sea más fácil y económico lograr el hormigón coloreado. Por ejemplo, los productores de hormigón elaborado usan aditivos de color en bolsas desintegrables que pueden arrojarse directamente a las mezcladoras sin abrirse o sin tener que verterse (habitualmente sólo se consiguen en EEUU y pueden ser más costosos).

Los productores de hormigón que mantienen procedimientos altos de control de calidad podrán proporcionar colores nítidos de una dosificación a la siguiente. La clave para un color uniforme es usar las mismas materias primas, proporciones de mezcla y métodos de producción en toda la obra. Además del tono y la dosificación del aditivo de color, las otras variables que afectan la apariencia del hormigón incluyen el color de la arena, los tipos de agregados y el cemento portland de la mezcla; la relación agua/cemento y la manera en que se cura el hormigón. Como se conoce estos mismos factores son igualmente críticos cuando se produce el hormigón gris convencional con una apariencia uniforme.

El *color de la arena y del agregado grueso* son especialmente importantes en los acabados del agregado expuesto o sectores de mampostería de hormigón de caras fracturadas, ya que estos componentes llegan a estar expuestos en la superficie del hormigón. Desde el punto de vista estético, también debe considerarse la textura de la superficie. Una superficie de hormigón texturizada ligeramente sopleteada con arena aparecerá diferente a una superficie de acabado liso, aun cuando ambas estén idénticamente pigmentadas.

## **CIATH - Centro de Investigaciones Avanzadas en Tecnología del Hormigón**

### *Durabilidad de los colores*

Los pigmentos usados en los aditivos de color son químicamente estables y no cambiarán significativamente su tono bajo exposiciones normales ambientales.

Actualmente, el hormigón tiene que sobrevivir en ambientes más severos: áreas urbanas contaminadas, carreteras con intenso tránsito y a lo largo de las costas marinas. Los aditivos colorantes de gran calidad son capaces de resistir la decoloración debida a la luz solar, la alcalinidad del hormigón fresco, las reacciones químicas durante el proceso de curado del hormigón, los compuestos descongelantes y el clima.

Aun cuando los aditivos de color en sí mismos sean resistentes a la decoloración, todas las estructuras de hormigón pueden cambiar su apariencia a través del tiempo, incluso aquellas construidas con hormigón no coloreado. Algunos cambios que pasan virtualmente inadvertidos en el hormigón simple pueden ser más notables en el hormigón coloreado.” ( los autores de este estudio tienen programado realizar Ensayos de exposición de probetas de *mortero coloreado* a la acción de Rayos Ultra Violeta, en condiciones de humedad y temperatura establecidas, en un equipo de “envejecimiento rápido” propiedad de la empresa Juan Blangino)

### *Eflorescencia*

La eflorescencia es un depósito de polvo blanco que se puede formar en la superficie del hormigón. Ocurre cuando la humedad disuelve las sales en el hormigón y las lleva a través de la acción capilar hacia la superficie. Cuando se evapora la humedad, deja tras de sí un depósito de mineral. Aunque la eflorescencia no es un problema estructural, puede ser estéticamente objetable. En el hormigón gris, el depósito blanco frecuentemente pasa sin notarse. Pero en el hormigón con colores oscuros, el depósito puede tener el efecto de aclarar el color de la superficie o decolorarla.

A fin de minimizar el potencial de la eflorescencia, las estructuras deben diseñarse para reducir al mínimo la entrada de humedad en el hormigón. La mayor parte de la eflorescencia puede quitarse por medio de un cepillado seco seguido de un lavado con agua abundante.

### *Erosión*

A lo largo del tiempo, la apariencia de una estructura puede cambiar debido al desgaste de la superficie de hormigón. En el hormigón nuevo, la pasta de cemento coloreado cubre con una capa cada grano de arena o de agregado grueso y el color total del hormigón está determinado principalmente por la pigmentación.

A medida que la pasta de cemento coloreado se erosiona o se desgasta, la arena y el agregado se hacen visibles en la superficie y pueden influir en el color total del hormigón. Cualquier cambio en la textura del material afectará también la apariencia. Si el hormigón va a estar sujeto a aguas corrientes, arena soplada por el viento, tránsito vehicular pesado u otras condiciones que puedan causar un desgaste acelerado y no uniforme, se debe evaluar la variación posible en la apariencia del hormigón por la intemperie así como el color del mismo al diseñar y construir la obra respectiva.

## CIATH - Centro de Investigaciones Avanzadas en Tecnología del Hormigón

### Sellado y limpieza

Para la retención óptima de color, los especificadores deben considerar la aplicación de un repelente al agua o un sellador a las superficies de hormigón. Un repelente o un sellador de buena calidad reduce el potencial del hormigón para ensuciarse o mancharse, y hace más fácil su limpieza. Al reducir la penetración de la humedad a través de la cara del hormigón, los repelentes o selladores pueden también reducir la eflorescencia.

#### V-7.4.2.- OBJETIVOS DEL ESTUDIO

El objetivo del mismo fue lograr hormigones de color estructurales que sirvieran para todo tipo de obra de ingeniería y de arquitectura en las cuales se desee lograr efectos estéticos y decorativos novedosos y creativos, utilizando para ello: Aditivos, Marmolinas y Bínder 3-9 mm calcáreo y Pigmentos de diferentes colores.

#### V-7.4.3.- MORTEROS PIGMENTADOS A TONOS PASTEL

Se realizaron numerosas series de probetas de morteros de distintas tonalidades de colores pastel utilizando exclusivamente: Cemento Blanco Estructural " Tolteca" , Agregados Gruesos y Finos Blancos de Canteras " San Agustín" y Pigmentos de dos fabricantes diferentes, en distintos colores y porcentajes. El uso de estos agregados se justifica por la necesidad de mantener lo más clara posible la masa del hormigón; ya que en el Laboratorio se demostró que los áridos fluviales comunes de Córdoba oscurecen notablemente dicha masa a igual dosificación de cemento blanco y pigmento (Muestras 1 a 10).

La dosificación del pigmento se realizó como un porcentaje en peso del contenido de cemento, adicionándolo en seco al mismo, previo al humedecido y amasado.

Como se mencionó previamente, los autores realizan actualmente un ensayo de envejecimiento acelerado de 18 muestras de estos morteros coloreados en una cámara de tubos de xenón, propiedad de la firma Juan Blangino, y que reproduce el ataque de la luz solar intensa en condiciones de alta temperatura y humedad.

A continuación y a *título ilustrativo*, se incluyen algunas de las 36 mezclas de morteros de color elaboradas para esta investigación.

<b>MEZCLA PARA MORTERO DE COLOR</b>				
PASTON N°	<b>39</b>		FECHA :	15/09/00
MUESTRA N°	MATERIAL	PROCEDENCIA	PESO (Gramos)	Obs.
80	Arena Calcárea 0-6	San Agustín	1500	
79	C.P.Blanco "Tolteca"		200	
	Agua		150	
<b>OXIDO</b>				
MUESTRA N°	MARCA	NOMBRE	Cantidad	
			%	Gramos
86	Fabrilcolor	Azul Extra	2	4

## CIATH - Centro de Investigaciones Avanzadas en Tecnología del Hormigón

<b>MEZCLA PARA MORTERO DE COLOR</b>				
PASTON N°	<b>40</b>		FECHA :	18/09/00
MUESTRA N°	MATERIAL	PROCEDENCIA	PESO (Gramos)	Obs.
80	Arena Calcárea 0-6	San Agustín	1500	
79	C.P.Blanco "Tolteca"		200	
	Agua		150	
<b>OXIDO</b>				
MUESTRA N°	MARCA	NOMBRE	Cantidad	
			%	Gramos
86	Fabrilcolor	Azul Extra	1	2

### V-7.4.4.- HORMIGONES ESTRUCTURALES VISTOS PIGMENTADOS A TONOS PASTEL

Se incluyen a continuación las dosificaciones utilizadas y los resultados logrados en los ensayos a compresión respectivos

#### DOSIFICACIÓN DE LOS HORMIGONES

<b>Componentes</b>	CIATH		Laboratorio de Estructuras
	HORMIGONES BLANCOS	HORMIGONES COLOREADOS	Hº BLANCOS H-21 s/ ADITIVOS
	a/c=0.63	a/c=0.65	a/c=0.6
A.Grueso (3 - 9) [Kg/m <sup>3</sup> ]	329,8	324,8	180
A.Grueso (6 -19) [Kg/m <sup>3</sup> ]	649,2	645,0	728
A. Fino (0 - 6) [Kg/m <sup>3</sup> ]	906,9	905,0	939
Cemento [Kg/m <sup>3</sup> ]	350,0	350,0	332
Agua [Kg/m <sup>3</sup> ]	194,1	210,0	199
Marmolina [Kg/m <sup>3</sup> ]	60,0	55,0	-
Aditivo Químico [l/m <sup>3</sup> ]	7,0	9,0	-
Pigmento [Kg/m <sup>3</sup> ]	-	4.4	-
	Asentamiento=6cm	Asentamiento=10cm	Asentamiento=11cm
Comportamiento en Estado Endurecido			
Resist. a 3 días [Mpa]	-	-	11.7
Resist. a 7 días [Mpa]	28.3	28.0	17.8
Resist. a 28 días [Mpa]	32.7	35.5	25.9

## CIATH - Centro de Investigaciones Avanzadas en Tecnología del Hormigón

### RESULTADOS DE ENSAYOS A COMPRESION DE LOS HORMIGONES BLANCOS Y DE COLOR

PASTÓN Nº	PROBETA Nº	FECHA	EDAD	CARGA MÁXIMA (KN)	RESISTENCIA (Mpa)
1 (B)	1	11/09/00	7 días	232	13.13
2 (B)	1	20/09/00	7 días	501	28.35
1 (B)	2	02/10/00	28 días	321	18.16
	3		28 días	321	18.16
2 (B)	2	11/10/00	28 días	674	38.14
	3		28 días	696	39.39
4 (B)	1	18/10/00	7 días	500	28.29
5 (C)	3	25/10/00	7 días	467	26.43
6 (C)	3	01/11/00	<b>7 días</b>	<b>512</b>	<b>28.97</b>
4 (B)	2	08/11/00	28 días	576	32.59
	3		28 días	582	32.93
7 (C)	2		7 días	495	28.01
5 (C)	1	15/11/00	28 días	588	33.27
	2			597	33.78
6 (C)	1	22/11/00	<b>28 días</b>	<b>655</b>	<b>37.07</b>
	2			635	35.93
7 (C)	1	29/11/00	28 días	635	35.93
	3			622	35.20

B: Blanco      C: Coloreado