

cio. El refuerzo no sólo se lleva espacio, pero aún más importante, divide el espacio restante de una sección en una parrilla de espacios rectangulares a través de los cuales el concreto debe ser colado y consolidado. A menudo la solución propuesta para un elemento apiñado con refuerzo es el de emplear un vibrador más pequeño. Desafortunadamente, el vibrador pequeño no puede realizar el trabajo necesario para producir resultados de calidad en el concreto arquitectónico. Ya que la cantidad de refuerzo requerida en una sección depende de las dimensiones de la misma, el primer paso es el de establecer secciones de dimensión suficiente para evitar cantidades excesivas de acero de refuerzo. La imaginación de los patrones para el refuerzo es importante en esta etapa inicial, particularmente en la intersección de elementos. Por ejemplo, las vigas deben ser más anchas que las columnas que tienen que ir a través del piso, para evitar así el enjambre de refuerzo horizontal y vertical. En otras secciones, colocar las varillas en paquetes puede proporcionar una solución para obtener espacio para trabajar.

Se deben considerar los siguientes puntos antes de finalizar el diseño:

- 1) El recubrimiento del acero de refuerzo con fines de diseño, para concreto expuesto a la interperie, debe ser por lo menos de 5 cm (2 pulg). El reglamento de ACI permite al acero de refuerzo un movimiento de  $\pm 1.27$  cm (1/2 pulg) de la posición en el diseño. Esto, por lo tanto, deja un recubrimiento de 3.81 cm (1 1/2 pulg) como mínimo.
- 2) Las varillas horizontales en los muros deben colocarse hacia el lado de la superficie para permitir un mayor espacio de colado entre parrillas de refuerzo. Cuando sea una sola parrilla de refuerzo, ésta se colocará al centro del muro, pero de nuevo con el refuerzo horizontal hacia afuera de la vertical.
- 3) Un espacio de trabajo con claros de 12.7 cm (5 pulg) para un diseño es un mínimo para facilitar el colado y consolidación adecuada de mezclas de concreto con bajo revenimiento.
- 4) Cuando se calcula el espacio ocupado por el acero de refuerzo, para determinar aquel espacio con el cual el trabajador en la obra contará para realizar el trabajo, deben usarse los diámetros máximos de las varillas, en vez de los diámetros nominales.
- 5) Debe especificarse que el alambre de amarre se deje debajo de las juntas amarradas en vez de cerca de la cara expuesta.
- 6) No se deben permitir las silletas en superficies verticales para espaciar el acero de refuerzo. Cuando es necesario soportar el acero de las vigas, las silletas deben tener punta de plástico con cubierta de plástico suficiente para asegurar que el metal no se oxidará. Si la superficie va a ser abrasionada, se le debe considerar el material que va a resistir la abrasión. En la mayoría de los casos en que hay mucho refuerzo en vigas, puede ser necesario emplear bloques prefabricados con el mismo concreto usado en la construcción para soportar el refuerzo. Rara vez es una solución viable el de colgar el acero de refuerzo.

Algunos reglamentos de diseño permiten el uso de refuerzo en tal cantidad, que la facilidad de construcción se reduce marcadamente. Cuando se encuentran tales condiciones, el hecho de que la cantidad de acero requerido esté dentro del reglamento, no es una excusa aceptable para producir un diseño que interfiera con una construcción adecuada.

#### DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO.

La preparación apropiada del diseño de una mezcla de concreto para un acabado de concreto arquitectónico obviamente es la clave para lograr ciertos resultados especificados. Esto es particularmente cierto cuando se desea una textura burda con una distribución muy densa y uniforme de agregado grueso. Ya que el diseño del proporcionamiento es más un proceso de arte y antecedentes, que tecnología, es conveniente, para el que especifica, que entienda algunos de los fundamentos acerca de los enfoques técnicos a esta función importante.

Los fundamentos para un buen concreto se pueden simplemente anotar como: El agregado grueso es el material de más alta calidad, en la mezcla de concreto. Si se ensaya individualmente, las partículas de roca se pueden romper en un rasgo hasta de 1,055 - 1406 kg/cm<sup>2</sup> (15 - 20,000 lb/pulg<sup>2</sup>). Un objetivo es el de incluir tantas de estas partículas como sea posible en un m<sup>3</sup> (yd<sup>3</sup>). Sin embargo, reconocemos que no podríamos mover partículas de agregado grueso compactadas y adheridas con un rozamiento de arista a arista como se podría ver si colocásemos la máxima cantidad posible en un recipiente de 1 m<sup>3</sup> (1 yd<sup>3</sup>). Con el fin de facilitar el movimiento, cada partícula de agregado grueso debe estar cubierta con partículas de agregado fino, los cuales sirven como rodamientos sobre los cuales se mueven las partículas mayores. Así como en la maquinaria, los rodamientos deben estar cubiertos con un lubricante para mejorar la fluidez de la mezcla de concreto. El cemento Portland y agua sirven de lubricante y posteriormente reaccionan para combinar y llevar el volumen total a una alta resistencia. En muchos casos se considera el aire como parte de la lubricación. El objetivo del diseñador de los proporcionamientos es el de tener la máxima cantidad de agregado grueso con no más de la cantidad necesaria de agregado fino con la cantidad suficiente de cemento y agua para proporcionar la lubricación, todo lo cual posteriormente alcanzará la resistencia deseada.

Los procedimientos para emplear la información anterior se pueden explicar a través de lo que se conoce como el enfoque de apilamiento de partículas. Si apiláramos un cierto número de postas (balines) de 1.27 cm (1/2 pulg), una arriba de la otra, en un cilindro de 91.44 cm (36 pulg) de alto, el cilindro contendría 72 balines.

Podemos relacionar esto al agregado grueso y a un factor denominado "peso volumétrico varillado seco".

Para determinar este factor, debe llenarse una medida de 14.18 dm<sup>3</sup> (1/2 pie<sup>3</sup>) con el agregado grueso del proyecto, siendo acomodado mediante golpes de varilla y en 3 capas. Se puede calcular el peso en libras por pie<sup>3</sup> que contendrá un recipiente de 1 pie<sup>3</sup>. Regresando a nuestras 72 partículas redondas, necesitamos colocar una capa de rodamientos alrededor de cada partícula. Si esto se hiciera en nuestras 91.44 cm (36 pulg) de alto originales, ya no podrían estas 91.44 cm (36 pulg) de alto contener las 72 partículas originales. En base al diámetro promedio de los balines, es posible calcular el porcentaje de la pila original que se emplearía en esta nueva configuración.

Si quisiéramos asegurar una mayor cantidad de las postas de 1.27 cm (1/2 pulg) originales en los 91.44 cm (36 pulg), esto se podría hacer con balines de un diámetro menor. Este principio se puede aplicar al concreto cuando se puede cuantificar el tamaño promedio del agregado fino. Cuando se determina la granulometría de la arena en conformidad con el ASTM C-33, uno de los cálculos importantes es el del módulo de finura de la arena. Esto se determina al sumar los porcentajes retenidos en cada malla a partir de la #4 hasta la 100, y dividir entre 100. Esto arrojará un número del orden de 2.80. Al ir cambiando la granulometría de la

arena, va cambiando el módulo de finura. Al hacerse la arena más fina, el módulo de finura se reducirá. Inversamente, la arena gruesa tendrá un módulo de finura alto. El módulo de finura es una expresión relativa que indica el promedio del tamaño de la partícula.

Por lo tanto, un método para el diseño de mezclas de concreto sigue el principio de la partícula apilada. El peso volumétrico varillado seco puede incluirle al diseñador la cantidad máxima absoluta de agregado grueso que se puede incluir en un m<sup>3</sup> (yd<sup>3</sup>). El módulo de finura es la clave para la determinación del porcentaje del peso volumétrico varillado seco que puede ser el más usado eficientemente dentro de esa combinación particular de materiales. Una persona experimentada en tecnología del concreto puede proceder a diseñar la mezcla.

El estándar ACI 211 "Práctica Recomendada para Seleccionar Proporciones para Concreto" incluye una tabla la cual indica, para varios tamaños máximos de agregado grueso y una gama de módulos de finura, el porcentaje de peso volumétrico varillado seco del agregado grueso que puede utilizarse en la mezcla. Los principios sobre los que se basa esta tabla son sólidos, sin embargo, esta tabla fue preparada para el concreto estructural por la National Crushed Stone Association (Asociación Nacional de Piedra Triturada) en 1934 y que todavía se publica en su Boletín de Ingeniería No. 11 bajo el título de "For Structural Concrete, Place Without Vibration" ("Para Concreto Estructural, Cuélese sin Vibración"). También hay una nota en la tabla original que dice, "Para concreto que va a ser colado con vibración interna bajo una inspección muy rígida, incrementa los valores tabulares de b/b<sub>o</sub> en un 10% aproximadamente". El arquitecto necesita evaluar su propio proyecto en particular y determinar la fuente de información que le sería apropiada para determinar un diseño válido para el proporcionamiento del concreto. Mientras que las indicaciones de la tabla del ACI pueden ser completamente adecuadas para muchas necesidades en el diseño del proporcionamiento, puede que éstas no sean las mejores para el concreto arquitectónico. Alguien que tenga gran experiencia en el diseño del proporcionamiento para concreto estructural, puede no percatarse de los principios especiales aplicables al concreto arquitectónico para producir los resultados específicos.

Se hace mención en otras publicaciones de diseños de proporcionamientos de graduación de piedra triturada. Normalmente las mezclas de concreto se consideran estar uniformemente graduadas con un agregado grueso desde el tamaño máximo hasta que empalme con el tamaño máximo del agregado fino y de allí hasta finos. El principio de agregado de piedra triturada implica el uso de agregados los cuales, cuando se combinan, localizan un claro o falta en ciertos tamaños de agregado. Por ejemplo, el agregado grueso puede estar graduado de 1.9 cm a 0.95 cm (3/4 a 3/8 pulg) y el agregado fino de la malla #8 hasta la #100. El salto obviamente está entre 0.95 cm (3/8 pulg) y la #8. El objetivo real para graduar con claro es en esencia el empleo de una arena muy fina que sería similar a la arena gruesa para mampostería con un módulo de finura de 2.0 a 2.2. Como se puede observar en la tabla, una arena con este módulo de finura permite una cantidad máxima de agregado grueso para mejorar la probabilidad de mostrar más uniformemente el agregado sobre una superficie acabada. Cuando uno investiga el mencionado módulo de finura en un rango de 2.0 a 2.22, se encontrará que está fuera de los límites del ASTM C-33 para graduación de arena para concreto. Sin embargo, se puede producir concreto de alta calidad con tales mezclas cuando se diseñan por alguien familiarizado con este tipo de mezclas.

En un enfoque hacia la piedra triturada en donde se tritura una piedra para proporcionar tanto agregado grueso como fino, se debe tomar precaución para asegurar que el agregado fino está graduado y clasificado adecuadamente. Arenas trituradas tienden a tener exceso de finos lo cual requiere una mayor demanda de agua, resultando posteriormente muchas grietas. También tienden a tomar una gran cantidad de partículas gruesas lo cual resulta en mezclas ásperas. Una arena triturada uniformemente graduada con un mínimo de finos, puede producir concreto de alta calidad. También debe analizarse la forma de la arena. Generalmente, la

arena debe ser de forma cúbica. Las partículas en forma de lascas tienden a trabar se requiriendo mayor cantidad de agua para mejorar la docilidad.

Se debe hacer mención de los aditivos. Se requiere aditivos de inclusión de aire para el concreto estructural en regiones donde hay congelamiento y deshielo. Sin embargo, la inclusión de aire junto con arena de buena calidad y un factor de cemento alto, pueden resultar en mezclas de concreto que son muy cohesivas y que no fluyen ni se consolida bien. Se sugiere que la inclusión de aire sea de un porcentaje mínimo dentro de lo discreto. Si el concreto no va a estar expuesto a la intemperie, se puede evitar la inclusión de aire.

Los aditivos reductores de agua y reductores de agua retardantes pueden ser ayudas inapreciables para lograr la calidad de concreto arquitectónico. Se puede sufrir la segregación del agregado grueso cuando el peso de este es mayor que el equivalente al de un volumen igual de mortero. Ya que la arena es igual que el agregado grueso y el cemento es de mayor peso, el factor gobernante en la mezcla de concreto es la cantidad de agua. Un aditivo reductor de agua permitirá una disminución de agua para mantener la gravedad específica equivalente del mortero en un rango igual al del agregado grueso. Los aditivos retardantes son útiles en clima caliente para mantener la consistencia del concreto constante en cada entrega de camión. Esto minimiza la posibilidad de líneas entre vaciados de un mismo colado, manteniendo el concreto del vaciado inferior fluido durante un período más largo. En cualquier caso, ambos tipos tienden a mejorar la docilidad. Puede que se necesite variar la dosificación a partir de las recomendaciones estándar para el concreto estructural. Los resultados son más importantes que un costo mayor por una cantidad pequeña de producto adicional. El cloruro de calcio nunca debe ser usado en concreto arquitectónico ya que tenderá a hacer el concreto obscuro y moteado.

#### ACTIVIDADES ANTERIORES A LA CONSTRUCCION.

Antes de arrancar la construcción, se debe tener una conferencia con la presencia de todo el personal clave: el arquitecto, el ingeniero estructural, el consultor de concreto arquitectónico, el contratista general, el subcontratista de concreto, el proveedor del acero de refuerzo, el proveedor de la cimbra, el proveedor de concreto premezclado y el laboratorio de ensaye. Para entonces, tanto el arquitecto y el contratista deben estar igualmente enterados con los objetivos y necesidades del otro para lograr el resultado deseado. El contratista debe presentar para su discusión, el equipo, materiales y métodos que él propone para ser usados en el proyecto. Las preguntas concernientes al espacio de trabajo y requisitos de ingeniería deben ser aclaradas para informar al detallista del acero de refuerzo acerca de las oportunidades para facilitar la construcción. Se debe establecer un horario para la entrega de muestras, plomos de taller y literatura de varios productos. La conferencia debe concluir con los acabados.

La construcción de los acabados debe ser una demostración de la habilidad del contratista para producir los resultados intencionados empleando los mismos materiales, equipo, sistemas y gente que se ocupa para construir la estructura principal. La muestra de acabados debe incluir tantos detalles complejos como sea posible encontrar en la construcción del edificio. Para verificar la capacidad del acero de refuerzo, éste se selecciona de manera que presente las peores condiciones. Puede haber oportunidades de controlar el trabajo a un mayor grado de lo que normalmente se esperaría en una construcción. Esto debe evitarse. La mano de obra debe ser representativa de las condiciones de trabajo. La construcción de

muestras debe completarse con anterioridad para dar oportunidad a modificaciones en cimbras, acero de refuerzo u otros asuntos que podrían afectar adversamente la construcción si se llevaran a cabo como originalmente se pensó.

Los acabados deben realizarse en todo detalle incluyendo, cuando sea aplicable, la colocación de los prefabricados los cuales se usarán posteriormente en combinación con el colado en el lugar del edificio. Ya que la construcción en el lugar es la más difícil, las especificaciones deben indicar que los prefabricados se asemejen con los colados en el lugar. Ningún juicio sobre acabados debe basarse en la pequeña demostración de una técnica sobre una pequeña parte del trabajo de acabado. La muestra de acabados también sirve para que la cuadrilla de resanes exhiba su capacidad para realizar el trabajo.

#### LA CONSTRUCCION.

El contratista debe organizar su trabajo como un sistema. Una planeación adecuada de la cimbra debe minimizar la necesidad de forzar la cimbra para desprenderla del concreto, o necesitar otro manejo brusco que tienda a afectar, ya sea el concreto o la cimbra que será usada posteriormente. Una pregunta importante que siempre se debe tener en mente es: ¿Cuál es una acción adecuada para evitar filtraciones? En cada punto en que las cimbras se juntan o en que las cimbras se juntan con concreto previamente colado, habrá problemas. Las juntas de construcción deben ser planeadas al detalle.

Note que una celda compresible de neopreno sellada evitará cualquier escurrimiento. Generalmente es muy difícil asegurar una buena junta de construcción para una viga sobre una columna. Cuando no es posible asegurar una buena protección para este punto, puede ser adecuado colar un hoyo en el centro de la columna como un punto de anclaje de la cimbra para evitar el escurrimiento.

Generalmente se cuela el concreto arquitectónico por medio de tolvas con salida por el fondo. Estas deben tener las paredes bastante verticales para facilitar el flujo de concreto con bajo revenimiento. Muchos contratistas prefieren usar bombas. Si se emplea una bomba, la bomba debe ser tal, que sea compatible con la mezcla de concreto arquitectónico y no viceversa. En el mercado hay bombas que mueven concreto de bajo revenimiento y mezclas de concreto con un alto factor de agregado grueso. Las especificaciones deben dictar claramente la política sobre este asunto.

El entrenamiento del personal es un requisito que frecuentemente se pasa por alto. A los trabajadores que vayan a verse implicados en la conservación con concreto arquitectónico se les debe aconsejar del cuidado especial y el trato del material para lograr los resultados deseados. Si esto no se hace, se puede esperar que sólo realicen un trabajo apropiado para el concreto estructural, por ejemplo nivel 4 tabla 1.

Los planos de taller deben ser usados no sólo como un instrumento para el arquitecto o ingeniero para determinar la concordancia con las especificaciones, sino también para proporcionar al contratista una oportunidad para prevenir y por lo tanto evitar que ocurran problemas en la obra. Todas las partes que revisen un plano de taller deben examinarlo desde el punto de vista del trabajador que cuela el concreto dentro de las restricciones especificadas. Es insensato esperar logros de lo imposible.

La selección de los vibradores para concreto es muy importante para lograr los resultados deseados. El estándar 309 del ACI "Práctica recomendada para la consolidación del concreto", debe usarse como referencia para este trabajo, y ya que es nuevo, debe ser parte de la biblioteca del contratista. Los vibradores deben seleccionarse en base a su frecuencia, amplitud, fuente de energía y tamaño. Una alta frecuencia cambiará una mezcla en estado algo áspera, a un semifluido. La amplitud es el rango de distancia entre el cual el vástago se moverá de lado a lado para llevar el concreto a los lugares más intrincados en la cimbra. La corriente debe ser eficientemente alta para mantener una operación completa bajo carga. La diferencia entre un vibrador con vástago grande y uno pequeño es análoga a la de un bate de base ball y un palo de escoba en manos de un jugador profesional de baseball. Debe haber suficiente tamaño y peso para mover la pelota fuera del parque o el de mover el concreto hasta los rincones de la cimbra. Por lo tanto, un pequeño vibrador no es la solución a problemas difíciles con el acero de refuerzo. Los cambios deben hacerse en los detalles del acero de refuerzo.

Frecuentemente se especifica el uso de trompas, pero tienen poco significado debido a los detalles del acero de refuerzo. Esto debilita los documentos de contrato cuando es obvio que un requisito de construcción especificado no puede cumplirse. El objetivo de la trompa es dirigir el concreto para evitar la segregación cuando la mezcla cae sobre el acero de refuerzo. Cualquier ayuda que asegure que el concreto no será quebrado por el acero de refuerzo proporcionará un resultado satisfactorio. Debe asegurarse suficiente espacio si una trompa se va a usar.

Se debe tomar cuidado para asegurar que el contratista no trate de colar demasiado concreto a la vez. Esto aumentará las probabilidades de que aparezcan líneas de colados en los muros y vigas. El uso cuidadoso de aditivos del tipo retardantes pueden ser útiles en minimizar los problemas con las líneas de colados. Se debe tomar cuidado para evitar sobre tardar el fraguado. Generalmente las cimbras se diseñan para resistir de 1.80 a 2.10 m (6 a 7 pies) de presión. Esto significa que los primeros 1.8 m (6 pies) de un muro de 3.65 m (12 pies) deben estar parcialmente endurecidos antes de terminar el colado. Retardar de más el concreto puede evitar que éste frague lo suficiente lo cual provoca que fallen las cimbras del muro durante el colado, si es que no se toma un cuidado especial para disminuir la velocidad de construcción. Cimbras que soporten toda la presión son buenas, pero resultan muy caras. Se debe consultar a los proveedores de cimbras para los requisitos específicos del proyecto.

#### ACABADO, RESANADO Y SELLADO.

El itinerario para los acabados del concreto arquitectónico estará gobernado por el acabado deseado. Ya ha habido referencias anteriores con respecto a estos requisitos.

Eventualmente se hará necesario parchar algún lugar del proyecto. Con el fin de hacer una compostura adecuada, la superficie primeramente debe ser acabada. Deben hacerse ensayos de la mezcla con que se va a componer en la muestra de acabados, antes de usarse en la construcción.

Los siguientes son pasos claves para hacer una compostura en el concreto arquitectónico.

- 1) Preparar el área. Esto incluye lograr el acabado deseado en el área circunvecina. Quitar las partículas sueltas y "cinzelar" parte del concreto sólido para evitar parches sueltos con orillas débiles.
- 2) Hacer el proporcionamiento de la mezcla con que se va a parchar en peso de acuerdo con el mismo proporcionamiento que se usó en la mezcla de concreto pero sustituyéndole de un 5 a un 50% del cemento gris, o pardo o café con cemento blanco. Esto debe basarse en ensayos para determinar cuál es la cantidad que se requiere para igualar la superficie acabada.
- 3) Aplicar una capa de material de anclaje a la raíz del parche teniendo cuidado de no gotear cualquier superficie que va a ser expuesta.
- 4) Llenar el parche y alisar hasta que se iguale con el área alrededor.
- 5) Curar el parche.
- 6) Limpiar el área parchada para eliminar manchas blancas e igualar con el área alrededor.

Hay más posibilidades de eflorescencia de una área parchada que el concreto natural colado, el parche debería ser inicialmente un poco más oscuro.

Si el resane es del mismo color que el del alrededor, dentro de unos años, el resane resaltará al ser considerablemente más claro. Esto es cierto cuando el resane está expuesto a los elementos. Esto no ocurre cuando el resane se encuentra en el concreto interior.

Los selladores son adecuados para mantener el mismo color del concreto, tanto en condiciones húmedas como en secas. También son efectivos para disminuir la penetración de humedad y tierra al concreto durante los primeros años. Los selladores se deben seleccionar con gran cuidado. Los selladores más adecuados contienen un alto porcentaje de sólidos, pero al incrementar el % de sólidos, también se intensifica el color. Dependiendo del producto, el concreto en pieza a presentar el efecto de estar "mojado" cuando los sólidos están en un rango del 10% o mayor.

No hay normas establecidas para los selladores en este tipo de trabajo. Se debe conocer el producto. Frecuentemente los términos genéricos son una invitación abierta a la mala calidad. Acrílico es un término utilizado frecuentemente, pero abarca muchos productos, incluyendo algunos que producen acabados no deseados.

Se recomienda precaución al utilizar silicones, especialmente en zonas urbanas. Aunque los silicones son repelentes al agua, se mojan con aceite. Los hidrocarburos tienden a adherirseles. Por lo tanto, un edificio puede ensuciarse rápidamente. Los silicones también están sujetos a una degradación como resultado de la radiación cósmica.

Las técnicas de aplicación pueden ser la clave para obtener resultados aceptables. Como se mencionó anteriormente, el contenido de sólidos tiene una influencia significativa sobre el color de la superficie acabada. Las aplicaciones sobradas pueden resultar en una gran acumulación de sólidos en algunos lugares, lo cual hace que el edificio parezca moteado. Se recomiendan los rociadores sin aire.

Si la superficie va a permanecer en la condición como fue colada,

GUIA PARA EL DISEÑO DEL CONCRETO ARQUITECTONICO

ACABADO COMO FUE COLADO	ACABADO PROPORCIONADO																	
			CHORRO ABRASIVO		MARTE-LINADO		COMBINACION											
*	**																	
Liso	Con textura	Muy Liso	Liso	Liso	Liso	Muy Liso	Medio	Asomado	Con Herram. a Mano	Con Herram. a Mano	Cep. y Martel Linado	Cep. y Chorro	Cep. y Cincelado	Cep. y Cincelado y Chorro	Cepillado Dif.	Ret. Quím.	Cimbra Text.	Y Chorro
<b>Mezcla de Concreto</b>																		
Color de Cemento	1	1	1	1	1	1	2	3	2	3	3	1	1	2	1	2	2	
Agregado Fino.- granulometría color	4	4	4	4	4	2	1	1	3	3	3	3	3	2	3	3	1	
Agregado Grueso.- granulometría color	3	3	3	2	2	3	3	2	2	2	2	3	2	2	2	2	3	
Técnica de Proporcionamiento	4	4	4	4	4	2	1	4	4	4	4	3	3	3	3	3	1	
Aditivo	4	4	4	4	3	2	1	1	2	2	2	2	2	3	2	3	1	
Consistencia (rev.)	2	3	2	3	2	2	2	1	3	3	2	2	3	2	2	2	1	
Cap. de Revolvedora	4	4	4	4	4	3	2	1	4	4	5	5	3	3	3	3	1	
<b>Cimbras</b>																		
Selección de Mat.	1	2	2	2	1	1	2	3	2	2	3	3	2	2	3	2	2	
Limitación del Reuso	1	2	3	3	1	2	3	3	2	3	4	4	3	3	3	3	2	
Juntas a Tope.- localización con cinta chaflán	1	3	1	3	1	2	4	4	4	4	4	2	2	2	2	2	4	
Ajuste	-	-	-	-	-	2	2	2	3	3	3	2	2	3	2	-	2	
Rigidez	2	3	2	3	1	1	2	3	3	3	3	2	2	3	2	1	2	
Resistencia de Diseño	2	3	1	4	2	2	3	3	2	3	4	3	2	2	2	3	3	
Control sobre Descimbrado	2	3	2	3	2	2	2	2	3	4	3	2	2	3	3	4	2	
<b>Agente Liberador</b>																		
Selecc. del Prod.	1	2	1	2	2	2	4	4	4	4	4	3	2	3	3	3	2	
Tec. de Aplicación	1	3	1	3	3	3	4	4	4	4	4	3	2	3	3	3	2	
Prep. de la Sup.	1	2	1	2	2	2	3	4	3	3	3	3	2	3	2	3	1	
<b>Tirantes de Cimbra</b>																		
Selecc. de Sistema	2	3	2	3	2	2	3	3	3	3	4	3	3	2	3	2	2	
Control en la Inst.	1	2	1	2	1	1	2	3	2	2	3	2	2	2	2	1	1	
<b>Colado del Concreto</b>																		
Técnica	3	3	3	3	2	2	2	1	2	2	3	2	2	2	2	3	1	
Equipo	3	3	3	3	3	3	2	1	3	3	4	3	3	2	3	3	1	
Espesor del colado	2	3	2	3	2	2	2	1	2	3	3	3	3	2	2	3	1	
Tiempo entre colados	2	3	2	3	2	2	2	1	2	3	3	3	3	3	3	3	1	
<b>Compactación</b>																		
Selecc. del Equipo	2	3	2	3	2	2	1	1	2	2	2	2	3	2	2	3	2	
Entrenamiento del Operador	1	2	1	2	2	2	2	1	3	3	3	3	2	3	3	2	1	
Técnica	2	2	2	2	2	2	1	1	2	2	2	2	2	2	3	2	1	
Esfuerzo Aplicado	2	3	2	2	2	2	1	2	3	3	2	2	2	2	3	2	1	
<b>Acero de Refuerzo</b>																		
Planeación de Det.	2	2	2	2	2	2	1	1	3	3	3	3	2	2	2	2	1	
Espacio Libre	2	3	2	3	2	2	1	1	3	3	2	3	3	2	2	3	2	
Precisión en la Inst.	3	3	3	3	3	2	2	1	3	2	2	2	3	3	3	2	1	
Método de Soporte	2	2	2	2	1	1	2	2	3	2	2	2	1	2	3	3	1	
Técnicas de Unión	2	2	2	2	2	2	1	1	3	3	3	3	2	3	3	2	1	
<b>Acabado</b>																		
Tiempo	3	3	3	3	4	3	2	1	3	3	3	3	3	3	3	3	1	
Equipo	-	-	-	-	3	3	2	1	2	2	2	2	3	2	3	2	2	
Selección	2	2	2	2	3	3	2	2	-	-	-	-	2	-	3	2	1	
Cond. de la Herram.	-	-	-	-	3	3	3	2	2	2	2	1	4	3	2	3	3	

\* Absorbente.  
\*\* No-absorbente.

se recomienda una buena limpieza con un buen limpiador de mampostería. Se sugiere que limpiar el edificio se especifique con ciertas reservas, ya que puede ser una alternativa que se puede eliminar si realmente no se requiere. Existe un gran número de productos que poseen en solución al carbonato de calcio, y por lo tanto lo separan de la superficie. La clave está en quitar la solución de la superficie. Si el limpiador de mampostería no se quita adecuadamente, cuando el solvente se evapora, se intensificará la blancura de la superficie y aparecerá como si fuera blanqueada con cal.

#### CONCLUSIONES.

El concreto arquitectónico es en verdad uno de los tipos más importantes del concreto estructural. Las oficinas que planean y especifican deben poner atención especial a los detalles que son críticos para el logro de un acabado indicado, y así alcanzar resultados de alta calidad.

La tabla, tal como la incluida en este monograma, ha sido modificada para usarse como hoja de trabajo para proyectos específicos. Está disponible a su solicitud a la General Portland, Inc., P. O. Box 4752, Dallas, Texas, 75247.

Es la opinión del comité autor que es una labor casi imposible la de preparar una guía de especificaciones sobre el concreto arquitectónico en general. Serían más adecuadas las guías de especificaciones para cada acabado indicado, pero muy pronto serían anticuadas, debido a los cambios rápidos en el estado actual del concreto arquitectónico y a la introducción de nuevos productos. Existen unas cuantas normas publicadas acerca del detalle, materiales y mano de obra para el concreto arquitectónico.

La clave para el éxito se encontrará en: un dimensionamiento razonable de las secciones para facilitar la construcción, una elección adecuada de las cimbras, detalles en el acero de refuerzo que faciliten la construcción, elección adecuada de los materiales y proporcionamientos del concreto, la debida atención a las técnicas de colado y consolidación, la elección y uso adecuado de productos comerciales que se puedan emplear en el acabado.

Traducción: Oscar González Garza  
Revisión de traducción: Daniel H. Cebrián.

#### CONCRETO REFORZADO CON FIBRA DE VIDRIO.

Raymundo Rivera Villarreal\*

#### RESUMEN.

El mortero y el concreto reforzado con fibra de vidrio resistente a los álcalis está surgiendo como un material sumamente versátil en la industria de la construcción.

Los métodos de manufactura están basados en el procesamiento de fibra de vidrio premezclada con cemento o la adición de la fibra de vidrio a la mezcla de concreto en la revolvedora.

El presente trabajo está programado para investigar el efecto de la fibra de vidrio E, protegida con un apresto contra la acción de los álcalis del cemento, en las propiedades mecánicas de concreto hecho con cemento Portland con Escoria de Alto Horno. Como agregado grueso se usó escoria de alto horno con tamaño máximo de 10 mm (3/8 pulg) y como agregado fino, caliza triturada de cantera, en proporción 1:1. Se escogió un revenimiento promedio de 5 cm (2 pulg) y un contenido de aire de 5.5%. Tomando como variables la relación agua-cemento, la longitud y el contenido de fibra, se determinaron las propiedades mecánicas siguientes: Esfuerzo de flexión, al aparecer la primera grieta y máximo; esfuerzo de compresión y esfuerzo de tensión por compresión diametral, todos ellos, a las edades de 7 y 28 días; gráficas esfuerzo deformación; módulo de elasticidad a la compresión (Young) y razón de Poisson. Además, se realizaron ensayos de compresión en cubos de mortero de 5 cm (2 pulg) y de tensión por compresión diametral en cilindros de 5 x 10 cm (2 x 4 pulg), curando normalmente y a 91°C en un medio húmedo.

\* Director del Instituto de Ingeniería Civil de la Universidad Autónoma de Nuevo León.