



48

Concreto pesado para la Salud

Raquel Ochoa Martínez

Fotos: Cortesía DAA

Roberto Cárdenas Cabello

Gregorio B. Mendoza



Ventajas

El diseño de zonas hospitalarias de radiología y medicina nuclear debe contar con instalaciones blindadas con concretos pesados o de alta densidad

El concreto pesado difiere del concreto tradicional por su densidad elevada y poco volumen. Además, por sus características, constituyen la solución más efectiva en blindajes para proteger al personal profesional y los pacientes expuestos a la emisión de partículas radioactivas de los rayos X y rayos gama.

Este concreto está fabricado con agregados pesados de una densidad superior a $3,000 \text{ Kg/cm}^3$, para que su diseño alcance un peso específico que supere los $2,800 \text{ Kg/m}^3$. Para la producción de este tipo de concreto se utilizan minerales pesados o desechos metálicos, alcanzándose densidades entre $4,000$ y $4,800 \text{ Kg/m}^3$. Las resistencias de los concretos pesados son superiores a las de concretos normales.

- Alta absorción de radiación gamma y de neutrones.
- Bajo costo frente a otros materiales de protección.
- Idóneo para elementos de protección con situación de peligro biológico.
- Mayor durabilidad por su baja permeabilidad.
- Elementos de alto peso propio en volúmenes reducidos.
- Bajo costo de mantenimiento.
- Eficiencia del espacio útil de la zona hospitalaria.

Aplicaciones:

- Escudo de protección en instalaciones hospitalarias radioactivas.
- Contrapeso en maquinaria e instalaciones de todo tipo.

Y es que, los concretos pesados o de alta densidad son un escudo significativo de interposición en zonas de radiografía industrial, instalaciones de terapia especial, reactores nucleares y aceleradores de partículas, para lograr desviar y atenuar -al valor más bajo que pueda alcanzarse- las emisiones radiactivas. Condición que se ha adquirido gracias a las nuevas tecnologías en aditivos químicos que han permitido renovar la trabajabilidad de este tipo de concreto.

En entrevista para la revista *Construcción y Tecnología en Concreto*, el Arq. Enrique Duarte Aznar, de la firma Duarte Aznar Arquitectos (DAA), nos revela aspectos centrales en el uso y aplicación del concreto pesado en zonas de radiación.





El uso de concretos pesados -en la industria de la construcción- inicia entre los años cincuenta y sesenta, junto con el desarrollo de la energía nuclear. Las propiedades de este tipo de concretos, permite definirlos como un elemento adecuado en las instalaciones hospitalarias, para brindar protección contra las radiaciones.

Para lograr el mejor diseño de concreto pesado -como blindaje en zonas hospitalarias de emisión radiactiva- es clave conocer la naturaleza e intensidad de las partículas que se pretende detener o atenuar, además de seleccionar perfectamente los agregados que permitirán alcanzar la densidad requerida. De modo que, el diseño de planificación y construcción de estructuras de edificios de la salud, particularmente de zonas de radioterapia debe conceptualizarse por especialistas calificados en radiaciones.

En el sentido de una normatividad arquitectónica para México que permita establecer una definición específica del concepto de concreto pesado y sus funciones en instalaciones hospitalarias, el arquitecto Enrique Duarte Aznar

comenta que "la normatividad vigente, el Reglamento General de Seguridad Radiológica y las normas que emanan de él, además de las memorias analíticas de los cálculos para blindajes -en instalaciones de diagnóstico o tratamiento médico- regulados por la Secretaría de Salud y Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias, así como las licencias sanitarias y de operaciones previas, son los instrumentos que permiten eficientar el uso y aplicación de los concretos pesados en la construcción de edificios de la salud".

Cabe señalar que, como principio fundamental, en el diseño de construcción del blindaje en salas de radiodiagnóstico, es clave considerar factores como: energía de la radiación; tamaño y localización de la abertura en la barrera protectora; orientación y tamaño del campo de radiación; relación geométrica entre la fuente de radiación y la abertura; relación geométrica entre la abertura y las personas, materiales o instrumentos a proteger.

Y es que, el uso de concreto pesado o de alta densidad es altamente recomendable para estructuras hospitalarias radioactivas, donde es forzosa la disminución del espesor de la pantalla de protección. Por su alta resistencia mecánica es muy eficaz en la protección biológica dentro de las zonas. A decir el Arq. Enrique Duarte, es posible dividir en dos apartados los materiales para blindajes contra las radiaciones ionizantes: la radioterapia (acelerador lineal con energías del haz de rayos X hasta 18MV), braquiterapia y medicina nuclear y rayos X para diagnóstico médico hasta 150 kV.

En el apartado de radioterapia, los materiales más utilizados para protección radiológica son: el acero, el plomo y el concreto. Las densidades de los dos primeros -acero y plomo- son conocidas y no cambian; en tanto que la densidad del concreto puede variar dependiendo de las proporciones de los materiales de la mezcla.

Para estandarizar internacionalmente las especificidades del tipo de concreto se seleccionó el concreto de 2.35 g/cm^3 (gramos por centímetro cúbico) y la metodología de cálculo para blindajes quedó referida a este concreto.



Cualidades técnicas:

Por ejemplo, en un acelerador lineal para tratamiento del cáncer, las paredes pueden llegar a tener un espesor de 2.6 metros con densidad de 2.35 g/cm³, este espesor se puede convertir en un espesor de otros materiales; sin embargo, sus costos se incrementan. Finalmente, es clave considerar siempre el principio de si la densidad del material es menor el espesor de la barrera es mayor y viceversa.

El segundo apartado de rayos X para diagnóstico médico hasta 150 kV (kilovoltio), las energías de los rayos X son menores. Los materiales más usados para protección radiológica son: el plomo, el acero, el concreto baritado con densidad 3.0-3.5 (este concreto se denomina baritado mezclarse con grava de barita), el concreto común (densidad 2.0-2.2), el concreto pesado (densidad 2.35 g/cm³), vidrio común, ladrillo y otros materiales. Los materiales y sus espesores se pueden convertir en un espesor de otros materiales.

El ciclo de vida de los concretos pesados en instalaciones hospitalarias, principalmente zonas de radiación, rayos X y medicina nuclear, "no es diferente a los demás concretos. En este momento, existen instalaciones hospitalarias de los años cincuenta, con este tipo de concreto", señala el mismo entrevistado.

CENTRO ESTATAL DE ONCOLOGÍA (CEO)

El Centro Estatal de Oncología (CEO), ubicado en San Francisco de Campeche, Campeche, es considerado como uno de los centros más avanzados de la especialidad de oncología en México. Para el arquitecto Enrique Duarte Aznar, el espacio es una sede para la salud "de puertas abiertas", uno de los grandes retos para el creativo fue la convergencia en un sólo equipo todos los factores institucionales y ejecutivos para la realización de la obra arquitectónica del CEO.

"Nuestra experiencia en este proyecto, contratado por la Secretaría de Obras Públicas y Comunicaciones del Gobierno del Estado de Campeche -siendo Gobernador el C.P. Jorge Carlos Hurtado Valdez, Secretario de Obras Públicas el Ing. Eduardo Guerrero Valdez y Jefe de Proyectos la Arq. Dolores Cu Sánchez-; cuya

- Resistencias (MPa): 25 - 30 -35.
- Consistencias: fluida, blanda y líquida.
- Tamaño máximo del árido (mm): 12 - 20.
- Relación A/C: menor de 0,50.
- Contenido de cemento: mayor de 350 Kg/m³.
- Densidad en fresco: depende de la naturaleza de los áridos superior a 3000 Kg/m³.
- Composición: áridos de alta o muy alta densidad (barita, mangetita, ferrofósforo, limonita); cemento convencional; aditivos plastificantes y superfluidificantes de altas prestaciones.

ejecución estuvo a cargo de Empresas Cámara- representó una experiencia interesante de apoyo y coordinación entre todo el equipo de autoridades, residentes, constructores, supervisores, proveedores e incluso representantes de la Secretaría de Salud y futuros usuarios de las instalaciones en proceso".

La idea del CEO de Campeche es centrar su conceptualización sobre el principio del bienestar humano o la humanización de la infraestructura de la salud. Uno de los materiales más importantes para concretar este principio fue el concreto pesado. "A fin de garantizar la densidad y características requeridas del concreto, se hizo un muestreo, tanto de salida de la planta premezcladora de concreto como al llegar de las ollas transportadoras, en un proceso previamente estudiado y calculado para cumplir las exigencias y evitar contingencias, cuya duración fue de más de 12 horas de colado continuo", recalca Enrique Duarte.

Para finalizar, el líder de DAA comentó que uno de los principales desafíos fue la construcción destinada a albergar el dispositivo o acelerador lineal que se usa comúnmente para dar radioterapia de haz externo a enfermos con cáncer. La zona destinada para brindar radioterapia "requirió para sus barreras primarias muros de concreto armado de hasta 2.20 metros de espesor y una losa de 2.10 metros de espesor. Siendo necesario que la mezcla de concreto utilizado fuese especificada y examinada bajo diferentes análisis de laboratorio", finaliza el arq. Enrique Duarte. 