



Introducción al Sistema Tilt-Up



Anúnciese

Menos costo, menos tiempo y más facilidad son algunas de las ventajas que ofrece este sistema de construcción de paneles que en las últimas décadas se ha expandido en la mayor parte de Estados Unidos y en otras regiones del Mundo. Un ingeniero estructural de una de las compañías especializadas en Tilt-up expone aquí las características más importantes de esta técnica

El sistema tilt-up es simplemente la técnica de moldear los elementos de los muros del proyecto (los paneles) en un piso alisado (convenientemente el piso del mismo proyecto) y después levantarlos por medio de una grúa al sitio final. Este es muy conveniente porque emplea menos material para formar los elementos de los muros, los cuales soportan cargas del marco estructural y el techo, elimina la necesidad de la transportación pues los paneles se moldean en la obra, y facilita el posicionamiento de todas las instalaciones que van en el panel ya que se hacen de manera horizontal y no vertical. Estas ventajas no sólo ahorran costo sino también ayudan a terminar el proyecto en menos tiempo.

El proceso de construcción tilt-up

El proceso de construcción con el método tilt-up empieza como en cualquier proyecto, evaluando el sitio. Idealmente, se busca un lugar plano y

abierto, pero no es común contar con él. Sin embargo, es necesario prestar bastante atención al suelo y al subsuelo de la obra ya que éstos forman parte integral del sistema tilt-up. Los contratistas que construyen tilt-up se aseguran de que existan buenas condiciones del suelo, que el relleno sea adecuadamente compactado, que se monitoree la humedad y que el subsuelo pueda soportar el piso de concreto del proyecto

Preparación de las cimentaciones

La eliminación de las columnas en el perímetro de la obra simplifica las cimentaciones ya que no hay necesidad de ampliarlas para aquéllas. Las cimentaciones son normalmente excavaciones simples que requieren muy poca o ninguna formación, lo cual las hace muy económicas y rápidas de construir.

Construcción del piso

El siguiente paso en el sistema tilt-up es la construcción del piso. Éste es muy importante ya que en la mayor parte de los casos se lo utiliza para el moldeado de los paneles. La mayoría de los contratistas que han empleado este sistema utilizan el piso al máximo posible y tratan de hacerlo de tal manera que tenga las mínimas obstrucciones. Normalmente, se empotra la tubería y cualquier otra obstrucción entre dos y tres centímetros (alrededor de 2.5 cm) para poder tener un piso temporal sin obstrucción. La calidad del piso ha sido realmente mejorada con la introducción de la enrasadora láser.

Formación de los paneles

Una vez que el piso del proyecto esté terminado, es importante colocar en él algún químico para asegurarse de que el concreto del panel no se adhiera al concreto del piso. Una vez hecho esto, el siguiente paso es la formación de los paneles.

Habitualmente se emplea madera para formar el perímetro del panel. La preplaneación y la mecanización pueden resolver muchas dificultades en la formación del panel, así como mejorar la calidad y significar un ahorro para los contratistas y los dueños.

Colocación del refuerzo estructural

La colocación del refuerzo estructural con el sistema tilt-up es mucho más fácil que en proyectos convencionales ya que el refuerzo se coloca horizontalmente y sobre una superficie dura en vez de verticalmente y en escaleras. El refuerzo del panel es muy importante porque en la mayoría de los casos este último soporta las cargas estructurales del techo y de los pisos intermedios (si los hubiere).

Colocación del refuerzo en los paneles

Los paneles, que utilizan materiales y productos locales, se moldean en el sitio de la obra para incrementar la productividad y reducir los costos de transporte que otros proyectos convencionales suelen tener. Normalmente, se colocan de tal manera que los camiones de concreto tienen acceso directo a ellos para poder así descargar el concreto en el mismo panel. La vibración del concreto es una de las actividades más importantes que hay que tomar en cuenta ya que es importante tener una buena compactación y calidad en el panel.

Levantamiento de los paneles

Esta es la actividad más crítica para los contratistas y dueños que trabajan con el sistema tilt-up. Es muy interesante ver levantar paneles de concreto que pesan entre 30 mil y 50 mil kilogramos. Una vez que están formados, es necesario esperar un tiempo a fin de que el concreto tome la suficiente resistencia para poder

levantarlos. Mientras ello ocurre, se puede proceder a colocar los soportes en los paneles, limpiar los insertos y otras actividades, para incrementar así la productividad de la obra. También es importante reducir al mínimo el tiempo de la grúa en la obra ya que es bastante costoso.

Contratistas experimentados pueden levantar entre 20 y 40 paneles por día, lo que significa que si el proyecto no tiene un perímetro muy grande, quienes pasan en la mañana por la obra y vuelven a hacerlo por la tarde, pueden encontrar en esta segunda ocasión los paneles completamente levantados.

Colocación del acero estructural

Una vez terminado el levantamiento de los paneles, las vigas principales y secundarias pueden colocarse directamente en las preparaciones de los mismos que fueron diseñadas para esto. El panel soporta las cargas del techo y elimina la necesidad de columnas en el perímetro, lo cual es de gran utilidad para los dueños ya que permite la libre localización de ventanas, puertas y estantes (si los hubiere).

Instalación del diafragma de la cubierta

En ciertos casos, la cubierta es uno de los elementos más importantes en el sistema tilt-up ya que se la diseña como elemento estructural que transmite las fuerzas cortantes de viento a los paneles adyacentes.

Terminación del proyecto

Una vez que la cubierta esté colocada, pueden removerse los soportes de los paneles y proseguirse las terminaciones internas y externas. La duración del proyecto depende de la dificultad y el área del mismo.

Las ventajas que ofrece el sistema

Actualidad: Los edificios construidos con el sistema tilt-up pueden incorporar las últimas tecnologías y la experiencia de diseños innovadores y construcciones nuevas.

Rapidez de construcción: Los sistemas de ingeniería y productividad en serie permiten ahorro en tiempo y mano de obra.

Economía: Tilt-up ofrece un excelente producto en términos de construcción, operación e inversión.

Libertad de diseño: En apariencia y función, cada proyecto es diseñado para satisfacer las especificaciones, necesidades y gustos del cliente.

Versatilidad: Los paneles tilt-up son fáciles de modificar para acomodar nuevas aberturas o ampliaciones del proyecto.

Financiamiento: Por la duración natural del concreto, los proyectos tilt-up son preferidos por instituciones bancarias.

Venta posterior: Los edificios de concreto mantienen la apariencia, la integridad estructural y el valor.

Economía térmica: Las propiedades térmicas del concreto y la ayuda de varios sistemas de aislamiento reducen al mínimo los costos de energía.

Factores de filtración: Los edificios de concreto son impermeables al aire, reduciendo las oscilaciones de calor y frío y la dimensión de las unidades mecánicas.

Reducción de mantenimiento: La durabilidad del concreto y el detalle en la construcción reducen los costos de mantenimiento.

Utilización del piso: Muros sin columnas permiten la libre localización de puertas y estantes.

Resistencia al fuego: Los muros de concreto, que están reforzados con acero, ofrecen una barrera natural a las fuerzas destructivas del fuego interior o exterior.

Seguridad: Los muros reforzados con acero presentan un obstáculo sólido al vandalismo y a la entrada ilegal.

Reducción del ruido: Las propiedades de los muros de concreto hacen los proyectos “buenos vecinos”.

Sión L. Tesone es ingeniero estructural de la firma CON / STEEL. Las fotos que ilustran este artículo fueron proporcionadas por dicha empresa, a la que corresponde su autoría.

**Instituto Mexicano del Cemento y del
Concreto, A.C.**
Revista Construcción y Tecnología
Enero 2000
Todos los derechos reservados

[ARTICULO
ANTERIOR](#)



[ARTICULO
SIGUIENTE](#)



Medio ambiente, sismicidad y edificación



El hombre moderno está cada vez más empeñado en cavar su propia tumba:

- Tala bosques, para conseguir un erial.
- Lanza a los ríos, a los lagos y a los mares sustancias tóxicas, detergentes y toda clase de residuos, para contaminar y acabar con la flora y la fauna acuáticas.
- Arroja al aire gases tóxicos, para enrarecer la atmósfera y volverla irrespirable.
- Transforma jardines y terrenos de cultivo en calles, avenidas y carreteras para que transiten los autos.

El diccionario dice: "Sismología. Ciencia que estudia los terremotos", y el vulgo habla de temblores, sinónimo de terremoto que, a su vez, deriva del griego seísmo.

Por otro lado, hay varias definiciones de ciencia (del latín scientia):

- Conocimiento exacto y razonado de ciertas cosas.
- Tema del cual tratan los libros y las revistas científicas.
- El sentido común organizado.
- Un conjunto sistematizado de proporciones que se refieren a un tema determinado.
- La adquisición de nuevos conocimientos sobre la

Resumen:

Por más que el hombre intenta dominar la naturaleza, ésta posee fuerzas aún incontrolables y una es la que desencadena los sismos. Lo único que podría lograr la especie humana, dice el autor de este artículo, es su predicción a corto o a largo plazo escuchando "la voz del subsuelo", como hacen los animales, mediante la creación de un "oído eléctrico" de altísima sensibilidad que lograra captar y amplificar las señales acústicas provenientes del interior de la tierra.

Aquí! 

naturaleza, la sociedad y el pensamiento.

La definición más cercana a la conjunción de definiciones anteriores sería la siguiente: “La ciencia es el conocimiento ordenado de los fenómenos naturales y sociales, así como del pensamiento y de sus relaciones mutuas”.

La palabra técnica es menos complicada y en ocasiones se la emplea como sinónimo de método (camino, fin, procedimiento). El diccionario dice: “Es un conjunto de procedimientos de que se vale el arte o la ciencia”.

Pero, para que la sismología se ocupe del estudio de los terremotos (temblores), ¿es necesario saber si es ciencia o es técnica? Definitivamente, quienes nos ocupamos de saber cada vez más sobre los sismos y pertenecemos a la Sociedad Mexicana de Ingeniería Sísmica no nos hemos preguntado dónde deja de ser ciencia para convertirse en técnica, y es un hecho que la sismicidad la abordamos tanto los ingenieros civiles como los arquitectos, los geofísicos, los geólogos y otros especialistas que, sin ser científicos, tienen la necesidad de estudiar para profundizar en el conocimiento de los terremotos.

El técnico, dedicado a la edificación de obras civiles que pueden ser edificios para diferente uso –unifamiliares y multifamiliares, hoteles, oficinas–, puentes, obras hidráulicas, obras subterráneas o a nivel, para el metro o el drenaje profundo, etc., debe garantizar la estabilidad de cualquiera de estas obras al quedar sometidas a las vibraciones propias de un terremoto, consiguiendo así salvar vidas humanas y bienes inmuebles al cesar el movimiento en vez de que, por negligencia o desconocimiento de la dinámica de las construcciones, éstas se colapsen.

En total, cada cinco minutos se produce un temblor de tierra en el mundo. Suman unos cien mil sismos al año.

Pese a la información disponible sobre la superficie de la Tierra, se sabe relativamente poco sobre el estado y composición de su inaccesible interior. A la escala cronológica humana, la Tierra parece casi inmutable, pero en algunos lugares –California, Italia, Turquía y Japón, por ejemplo– su corteza está activa y es propensa a moverse

produciendo sismos o erupciones volcánicas. Esas y otras zonas dinámicas se hallan en los principales cinturones sísmicos, que en su mayoría surcan el centro de las cuencas oceánicas, aunque otras se ciñen a sus bordes (por ejemplo, en torno al Pacífico) o atraviesan masas continentales (como el cinturón alpino-malayo).

Esa observación de que existen varias zonas dinámicas, relativamente bien definidas, en la corteza terrestre es la base de la teoría de la tectónica de placas.

El 27 de marzo de 1964, una inmensa capa de roca situada a muchos kilómetros de profundidad bajo la superficie de Alaska se pandeó bajo la presión de un deslizamiento de tierras. A las diecisiete horas y treinta y seis minutos, la capa mencionada se cuarteó con una energía semejante a la desencadenada por la explosión de unas cien bombas de hidrógeno.

La onda de choque recorrió todo el estado de Alaska, sembrando el pánico y causando muertes. El terremoto, cuya intensidad fue superior a la del que azotó San Francisco en abril de 1906, se sintió en toda la inmensidad del Océano Pacífico, donde se formaron marejadas gigantescas que azotaron, por un lado, la costa occidental de América del Norte y, por otro, las costas de Hawai y de Japón.

El monte St. Helens es un volcán de una cadena continental, situada en la cordillera de las Cascadas, en el noroeste de Estados Unidos. Todos los volcanes de esta gran sierra son el resultado de la subducción de la placa oceánica del Pacífico al montar, sobre ella, la placa continental norteamericana. En 1980 estalló, con gran furia, el volcán Santa Elena y causó grandes destrozos ecológicos que en cierta medida pudieron haberse evitado, como la muerte de cerca de 2 millones de animales, si los políticos no hubiesen tenido oídos sordos a las advertencias de los científicos. Y ahora, los especialistas en sismos vaticinan que existe el peligro de que un gran terremoto devaste el noroeste de Norteamérica, situación de la que nada quisieron saber ni los gobiernos estatales ni el federal, porque consideran que en el área no hay antecedentes de temblores, ni tampoco es zona volcánica.

A ellos no les bastó la erupción de Santa Elena, cuyas consecuencias para la flora y la fauna han sido tan terribles que hasta el clima se modificó en el área.²

No todos los sismos son percibidos por los seres humanos debido a que varios de ellos son de baja magnitud en la escala de Richter, y sin embargo, la corteza terrestre se mueve, parodiando la célebre frase del notable científico italiano Galileo Galilei: "¡Eppur si muove!" (¡Y sin embargo se mueve!).

Si fuera posible ubicarse en un punto lejano, exterior a nuestro planeta Tierra, desde el cual se observasen las convulsiones del globo terráqueo durante un sismo, se lo vería estremecerse como una gelatina que al hincarle la cuchara se deforma: unas veces se alarga, otras se le hacen hoyuelos y unas más se achata.

Los modos de vibración del sismo semejan una cuerda puesta a oscilar, como las empleadas por los boxeadores para saltar, o como la cuerda de una guitarra al rasgarla. La Tierra, al temblar, muestra su musicalidad al vibrar con una frecuencia fundamental que da el tono o la elevación del movimiento.

Hubo antiguamente, y hay en la actualidad, quienes creen que un terremoto es producto de la ira divina y rezan mucho para aplacarla. Nada más lejano de la realidad, pues de todos modos seguirá temblando, porque lo cierto es que se trata de un "recordatorio" con el que la Naturaleza nos advierte que no debemos olvidar su poder y que, en todo caso, debemos ayudarla no alterando su equilibrio al arrojar sustancias tóxicas y material radiactivo en las grietas terrestres y marinas (fosas) con los que se incrementa la liberación de la energía tectónica almacenada, según recientes estudios. Desde tiempos inmemoriales, la tierra ha sufrido sacudidas y seguirá sufriendolas. Esto es, seguirá temblando, con nosotros o sin nosotros los humanos.

Lo único que está en posibilidad de lograr la especie humana es poder predecir los sismos, ya sea a corto o a largo plazo.

Recientemente, la hermana república de Perú sufrió pérdidas de vidas humanas y de bienes materiales en la zona amazónica. Perú se ubica dentro del cinturón sísmico del Océano Pacífico.

Ni el frío, ni el calor, ni las lluvias, fenómenos todos ellos naturales, mejoran o empeoran la presencia de los sismos, como algunos legos afirman. Entonces, ¿cómo se genera la energía que activa los temblores? Los científicos sólo ofrecen una explicación parcial: “En la tierra también se producen ‘mareas’, que han sido medidas por el doctor Albert A. Michelson, famoso físico de la Universidad de Chicago. Cada doce horas toda el agua, las montañas, las ciudades y los habitantes de la mitad del globo terráqueo se elevan 30 centímetros en el aire, y en las restantes doce horas, en las que la luna ejerce su atracción, en el lado opuesto del planeta, se hundan otros 30 centímetros. De este modo se crean enormes presiones subterráneas.

La rotación de la Tierra también genera una enorme presión interna. Por otro lado, la corteza terrestre está enfriándose continuamente y, al contraerse, presiona fuertemente la parte interior. Todas estas acciones configuran una posible causa de los terremotos”.¹

Aquí cabría hacer válido aquello de :”Paren la tierra, me voy a bajar”. Desgraciadamente, no existe un solo lugar en la Tierra que esté exento de los sismos. Los geólogos creen que el interior de los continentes se encuentra más a salvo, pese a lo cual uno de los sismos de mayor magnitud, registrado en 1911, afectó a Nuevo Madrid, en el estado de Massachusetts, donde destruyó un bosque, mientras que en Tennessee formó el lago Reelfoot, de 30 km de longitud. “El terreno se elevaba y descendía, en ondas sucesivas, como las aguas rizadas de un lago”, refirió el famoso naturalista John James Audubon. Después vinieron los temblores secundarios, que se prolongaron durante casi un año. Eran tan potentes que llegaban a producir mareos.

Reacción ante los temblores

El 19 de septiembre de 1985, en el valle de México, y específicamente en el Distrito Federal, se produjo un sismo

con magnitud de 7.8 en la escala de Richter, que causó una gran destrucción, tanto de personas como de bienes materiales. Las cifras aportadas por el gobierno se quedaron cortas; sus datos nunca coincidieron con los que los brigadistas observaron en los diferentes lugares en donde participaron rescatando personas y removiendo escombros.

Mientras los más esforzados, los más hábiles y, desde luego, los más jóvenes, se conjuntaron en brigadas desde el primer día del sismo, con un espíritu de solidaridad y abnegación, para remover escombros y rescatar vidas humanas, nosotros los técnicos, a través del Colegio de Ingenieros Civiles de México, desde luego, menos hábiles y menos jóvenes, participamos realizando peritajes a diversas construcciones, para detectar posibles fallas estructurales y decidir la conveniencia de su ocupación o desalojo.

En un estudio que publicó la Universidad Nacional Autónoma de México sobre el sismo,³ se asienta: “La respuesta espontánea de la población se inició sin orientación alguna, y con tal rapidez que esa acción rebasó lo previsto en planes de emergencia ya establecidos, por desconocimiento de sus contenidos y mecanismos de acción.

“La población en común tuvo conductas cívicas notables durante el sismo, derivadas tanto de la educación propia como de la orientación que posteriormente recibió, para actuar ante la presencia de un desastre natural”.

También se describen en la misma obra algunas reacciones, actitudes y conductas durante y después de un terremoto:

“De manera natural y asociada con la ocurrencia del siniestro mismo, las primeras reacciones son fundamentalmente de pánico, angustia, dolor e impotencia. El pánico en general desorganiza el comportamiento y la persona puede dar una serie de respuestas completamente desadaptativas e incluso perecer en un intento inadecuado de huida o de parálisis. La sensación de desesperación que acompaña al pánico generalmente produce, en primer lugar,

secuencias innecesariamente complicadas de conducta de huida, en segundo, una ausencia completa o casi completa de articulación conceptual que guíe a la persona hacia respuestas más adaptativas y, en tercero, una reacción emocional generalizada y masiva de extrema ansiedad y excitación difusa.

“Inmediatamente después suelen sobrevenir reacciones de dolor intenso, llanto desesperado e incontrolable y sensación de desolación, impotencia y desorientación; en este caso, el individuo habitualmente tampoco se encuentra preparado para afrontar la situación de una manera organizada y racional, casi siempre se entrega a su dolor y una parte importante de la resolución del episodio depende de la cercanía y ayuda inmediata que reciba por parte de otros seres humanos presentes en el sitio”.

Dice luego el citado estudio: “Desde el punto de vista emocional, las reacciones más frecuentes ante situaciones de desastre incluyen: dificultades para dormir o bien somnolencia persistente, sensación de inseguridad o temor constante, sensación como si continuara temblando, dificultad para recordar eventos, sensación de confusión temporoespacial, tristeza persistente, intolerancia a lugares cerrados o pequeños u oscuros y sensación de sobresalto, entre otras. Cuando las manifestaciones tienen un cariz primordialmente psicossomático, es decir, en términos de signos o síntomas físicos, los casos más frecuentes incluyen: dificultad para respirar, sensación de peso en el pecho, sensación quemante en la “boca” del estómago, temblores en las extremidades, dolor de cabeza, pérdida del apetito o apetito insaciable, manchas o erupciones en la piel, pérdida del cabello en mechones, dolores musculares, diarrea y propensión a enfermedades del aparato respiratorio, entre otras”.

Predecir para prevenir

A continuación, transcribo la parte final de la ponencia que presenté en el Sexto Congreso Nacional de Ingeniería Sísmica, efectuado en la ciudad de Puebla en noviembre de 1983.

“Hasta la fecha, se considera que China ha realizado más estudios que ningún otro país en el campo de la predicción sísmica, y de hecho ha tenido bastantes aciertos, por ejemplo, los temblores de 1970, 1974 y 1975, que fueron previstos con suficiente anticipación, ayudando a salvar centenares de miles de vidas. Actualmente, México trabaja con la Academia China de Ciencias en este campo, a través de un programa cooperativo establecido por el CONACyT. También existe colaboración con el Laboratorio Geofísico del Instituto de Ciencias Marinas de la Universidad de Texas y con la Universidad de San Diego, California.

Para entender la predicción de sismos, debe saberse que los animales predicen: los caballos patean y relinchan ante la presencia de un terremoto; los ciervos se acuestan en el suelo y luego se levantan bruscamente; las serpientes abandonan sus nidos en pleno invierno y las ratas no vacilan en aparecer por las casas y lugares que habitan, en pleno día. Es asombroso el número de acontecimientos fidedignos que demuestran la sensibilidad sísmica de caballos, vacas, perros, gatos, liebres, cerdos, tigres, elefantes, monos, ratas, lagartos, hormigas, palomas, papagayos, gansos, golondrinas, gorriones, codornices y peces. El biopronóstico cobra adeptos entre sismólogos, geólogos, biofísicos y biólogos, quienes llevan a cabo investigaciones para determinar los sutiles lazos que relacionan los procesos que tienen lugar en el interior de la tierra y los indicios que presienten y detectan los animales.

¿En qué consiste el secreto de la supersensibilidad sísmica de los animales? ¿Cómo se explica físicamente este presentimiento?

Se requiere emular la percepción de 100 mil oscilaciones /seg. de animales como gatos, perros, ratas y lagartos que les permite oír la “voz del subsuelo”. La creación de un “oído eléctrico” supersensible que, junto con las pilas de alimentación y los amplificadores, se instale en un pozo perforado, en un macizo montañoso, y las señales acústicas del subsuelo que capte, las transforme en eléctricas, amplificándolas y transmitiéndolas al aparato receptor en la superficie de la tierra, en donde se distinguirán con claridad todas las “voces” de las rocas y

solamente bastará conectar este “oído eléctrico” a una computadora que, dominando el “lenguaje de las rocas”, podrá predecir la hora y el lugar del futuro terremoto”.³

Isaac Asimov, en su artículo “Los terremotos” dice, en cuanto a predicción: “3) Quizás podríamos predecir los terremotos y evitar así muchos de sus efectos trágicos. Pero si aprendemos a predecir si un terremoto va a tener lugar el próximo año en determinada ciudad, eso no nos da tiempo para reforzar las construcciones de esa ciudad y hacerla segura. Todo lo que podemos hacer es evacuar la ciudad. Desalojar millones de personas de una ciudad y mantenerlas fuera mientras la ciudad se derrumba es una tarea imposible, y aun si pudiera hacerse, los problemas resultantes serían quizás tan traumáticos como el terremoto en sí”.

Entonces, lo que necesitamos saber es la forma de hacer predicciones a largo plazo. Supongamos que pudiéramos saber, con un grado aceptable de certeza, que una ciudad importante va a ser azotada por un terremoto dentro de 55 años, meses más, meses menos. Eso nos daría tiempo para reforzar estructuras, para demoler y reconstruir, y quizás todo el mundo cooperaría en la labor. Poco a poco, las ciudades se volverían más seguras, y el potencial de los terremotos para causar estragos, si bien probablemente nunca llegaría a eliminarse por completo, se reduciría al mínimo.

¿Cómo podríamos hacer predicciones a largo plazo? Ya se han desarrollado técnicas para medir los pequeños movimientos de las placas geológicas que causan los terremotos, por medio de modernos interferómetros (instrumentos que miden la longitud de onda de la luz), así como de rayos láser. Analizando los datos obtenidos de esta manera, los científicos pueden evaluar las tensiones acumuladas. Sin embargo, es difícil hacer uso de estos instrumentos en todo el mundo.

Con todo, bien podrían medirse los cambios en la forma de la tierra así como los imperceptibles cambios de su superficie desde los satélites; una especie de “geodesia global” que es posible gracias a nuestra capacidad de observar nuestro planeta desde el espacio. De esa forma,

podríamos obtener una imagen general de los movimientos de todas las placas geológicas y del incremento de las tensiones en todas partes del mundo. Un análisis computarizado nos podría indicar el lugar preciso en el que se está acumulando tensión y de esa manera podríamos ubicar los futuros terremotos, tanto en el tiempo como en el espacio, y adoptar las medidas para evitar al máximo los daños.

A aquellos que piensan que los proyectos espaciales son una pérdida de recursos que podrían ser mejor aplicados en problemas más “terrenales”, podríamos hacerles la siguiente pregunta: ¿Qué sería más “terrenal” que lo que hemos descrito?

Referencias

1. El asombroso mundo de la naturaleza, Selecciones del Reader's digest, Madrid, 1969.
2. Edward H. Lepz, “Reportajes mundiales”, Excélsior, México, 6 de mayo de 1990.
3. UNAM, La UNAM ante los sismos de septiembre, México, UNAM, 1985.
4. Alfonso Tovar, ponencia del 60. Congreso Nacional de Ingeniería Sísmica, Puebla, noviembre de 1983.

Alfonso Tovar Santana es ingeniero civil y maestro en Ciencias, con especialidad en Estructuras. Es profesor-investigador de la ESIA, Unidad Zacatenco, del Instituto Politécnico Nacional.

**Instituto Mexicano del Cemento y del
Concreto, A.C.**

**Revista Construcción y Tecnología
Enero 2000**

Todos los derechos reservados

[ARTICULO
ANTERIOR](#)



[ARTICULO
SIGUIENTE](#)



Control de ondulaciones en las losas



La ondulación de las losas sobre rasante puede ser un gran problema, especialmente cuando la losa debe cubrirse con un piso de madera. Por ello, la ondulación –ausencia de igualdad en la superficie– era lo que más preocupaba a quienes instalaron el piso de madera para el nuevo gimnasio Emerson Hall del Colegio Elmira. En proyectos anteriores, los instaladores se habían encontrado con problemas de ondulación de la losa que requirieron un trabajo extensivo de esmerilado del concreto y resane de la superficie de la losa para adecuarla a la instalación del piso de madera. Sin embargo, para este propósito se consideraron con anticipación los problemas potenciales de ondulación antes de que empezara la construcción de la losa. Esta planeación cuidadosa, facilitada por la cooperación de todas las partes involucradas, dio como resultado una losa de alta calidad sobre la rasante que la transformó en una base excelente para el piso de madera.

Diseño de la losa

Las ondulaciones ocurren cuando la parte superior de una losa sobre la rasante se seca y se contrae más rápidamente que la parte inferior. La contracción diferencial causa que los bordes de la losa se eleven en las juntas. Al diseñar la losa del gimnasio de 30 ´ 38 m, el ingeniero de estructuras Ryan, de Biggs

Resumen:

La atención que se ponga en los detalles del diseño y en los procedimientos de construcción puede evitar la ondulación de las losas, tal como se demuestra en la exitosa construcción de este piso para gimnasio

Aquí! 

Associates, hizo de la prevención de ondulaciones una máxima prioridad al incorporar los siguientes elementos de diseño en las especificaciones:

- Construcción monolítica de la losa para eliminar todas las juntas, y un refuerzo de varillas núm. 4 espaciadas a 40 cm de centro a centro en ambas direcciones y posicionadas a 3.75 cm por debajo de la superficie de la losa.
- Bordes de losa más gruesos para agregar balasto, de modo que la losa resista la tendencia a ondularse. Las especificaciones recomiendan un espesor en el borde de 20 cm para un ancho de 30 cm, y ahusamiento gradual del espesor de la losa a 13 cm en una distancia de 1.50 m. Una pendiente mayor, gradual, por el lado inferior, minimiza la restricción al movimiento de la losa, lo que puede causar agrietamiento.
- El uso de una barrera continua de humedad por debajo de una sub-base de losa seca y un curado húmedo prolongado de la losa de concreto para producir un menor gradiente de humedad entre la parte superior e inferior de la losa después del secado.

La losa fue colocada sobre una sub-base suave de 20 cm de grava, arena y finos, compactada a una densidad proctor modificada de 95 por ciento, con un contenido de humedad de solamente 4 por ciento. En ningún momento se agregó agua a la sub-base. Para evitar que el agua del suelo subiera por capilaridad a la losa, los trabajadores colocaron una barrera continua de vapor por debajo de la sub-base, poniendo una cinta adhesiva en las juntas y volteándola hacia arriba en los muros de los perímetros. Después de instalarse la losa, unas mangueras succionadoras colocadas sobre la superficie, por debajo de una cubierta de yute y polietileno, curaron en húmedo el concreto durante 10 días. Después de cerrar las mangueras, el yute se dejó allí durante 45 días adicionales para extender el periodo de curado.

Puesto que las ondulaciones se presentan más en las juntas de construcción y contracción, Ryan-Biggs

especificó que la losa fuera colocada continuamente sin juntas. La carpeta de refuerzo proporciona una conexión positiva a través de grietas de contracción al azar, manteniendo las grietas razonablemente apretadas y mejorando el entrelazado del agregado.

Construcción de losas en un solo día

Antes de la instalación de la losa, se llevó a cabo una conferencia de precolocación, en la que participaron el ingeniero, el arquitecto, el instalador del piso de madera, el gerente de construcción, el proveedor de concreto, el laboratorio de pruebas y el propietario, para discutir las expectativas y el papel de cada parte. Este paso es especialmente importante en un proyecto grande que requiere la colocación continua del concreto.

El techo, que estaba cubierto por una membrana impermeable al agua, y la mayor parte de los muros laterales del gimnasio, ya estaban colocados cuando se instaló la losa en mayo de 1995. Los 150 m de concreto de 280 kg / cm² requeridos para el trabajo fueron colocados en un solo día sin interrupción, empezando la colocación a las 6:00 a.m. y terminando al mediodía.

Las entregas en camiones de premezclado fueron cuidadosamente coordinadas, de modo que el tiempo desde la dosificación hasta la entrega del concreto en la bomba fue de menos de 30 minutos. La mezcla de concreto (véase el cuadro de diseño) mostró excelente consistencia, con revenimientos que iban de 9 a 9.5 cm en la canaleta del camión y una pérdida de revenimiento de solamente 0.6 cm al final de la línea de bombeo. Las temperaturas del concreto para cada carga fueron muy consistentes, elevándose gradualmente de 20 °C a las 6 a.m. hasta 21 °C a mediodía, mientras la temperatura ambiente se elevaba durante la mañana.

Una cuadrilla bien coordinada de 17 trabajadores experimentados niveló el concreto a mano, empleando enrasadores mojados, continuamente monitoreados y verificados con un nivel láser para guiar la elevación

del enrasador. La elevación del enrasador en el perímetro de la losa se fijó a 0.6 cm por debajo de la elevación teórica de la losa, para compensar las ondulaciones anticipadas y la tendencia natural de los acabadores de enrasar más alto en los bordes de la losa. Un miembro de la cuadrilla estaba dedicado a mantener la colocación de las varillas de refuerzo, volviendo a colocar en sus silletas de soporte las varillas accidentalmente dislocadas durante el colado del concreto.

El tiempo máximo transcurrido entre colados subsiguientes fue de dos horas. Sin embargo, una lectura de la temperatura del concreto al final de las dos horas mostró que la del que había sido colocado previamente era sólo 2 °C más alta que la del concreto recién colocado, de modo que no se desarrollaron juntas frías.

A la colocación del concreto siguió un aplanado con máquina y un allanado con acero duro. Las lecturas de la elevación del piso tomadas en una rejilla de 1.50 m inmediatamente después del acabado fueron generalmente de ± 0.6 cm, equivalente a un número Ff de aproximadamente 20.

Preparación para el piso de madera

Después de curar en húmedo el concreto y de quitar el yute, la losa fue humedecida pero no mojada. Para ayudar a reducir la humedad en el gimnasio y a secar la losa antes de la instalación del piso de madera, se utilizaron ventiladores para hacer circular aire fresco y se encendió el aire acondicionado del edificio. La temperatura ambiente se redujo en 1 °C por día durante un periodo de tres semanas hasta aproximadamente 24 °C.

Para confirmar que el contenido de humedad de la losa era lo suficientemente bajo para la instalación del piso de madera, los instaladores pegaron un recubrimiento de polietileno a la superficie de la losa. No se formó humedad en el lado de abajo del polietileno después de 24 horas. Las pruebas de humedad con cloruro y las

pruebas con medidores de humedad electrónicos también confirmaron que el contenido de humedad en la losa era lo suficientemente bajo para la instalación del piso.

Gracias al gran cuidado que se tuvo en el diseño de la losa y en la construcción, fue mínima la necesidad de esmerilado o de otro tipo de preparación de la superficie de la losa. Los únicos puntos que requirieron esmerilado fueron en las cajas ahogadas para la instalación eléctrica, en donde la superficie estaba ligeramente elevada. Cuando se instaló finalmente el piso de madera –aproximadamente tres meses después de la colocación de la losa– no se habían desarrollado grietas notorias en la losa, y la contracción alrededor del perímetro fue mínima (aproximadamente de 0.6 cm). Pero, lo que es más importante, no ocurrieron ondulaciones.

Para sellar la superficie de la losa y mantener un gradiente de humedad uniforme, se colocó un recubrimiento con hojas de polietileno sobre la losa por debajo del piso de madera. Este último se instaló sin dificultad, y no se prevé ondulamiento futuro de la losa.

Aunque el diseño de losa no tradicional de este proyecto requirió acero de refuerzo extra y una cuadrilla más grande de trabajadores para manejar la operación del colado continuo del concreto, los costos adicionales de construcción fueron compensados por los ahorros de costos en otras áreas. El diseño monolítico de la losa, libre de juntas, eliminó la necesidad de tablonos de cierre, de aserrado o relleno de juntas, y de pasajuntas a través de las juntas. Se redujeron también los costos y tiempos de reparación, ya que la losa se instaló en un solo día, y se requirió mínimo esmerilado y resane de la superficie de la losa. Lo que es más importante, el instalador del piso de madera estuvo satisfecho por la facilidad de instalación del mismo, y el propietario del piso recibió un producto de alta calidad que se comportará bien durante muchos años.

Créditos

Propietario: Elmira College, Elmira, N.Y.

Arquitecto: Bohlin Cywinski Jackson, Wilkes-Barre, Pa.

Gerente de construcción y contratista de concreto:

Streeter Associates Inc., Elmira, N.Y.

Proveedor de concreto: Dalrymple Gravel and

Contracting Inc., Pine City, N.Y.

Subcontratista de bombeo: J.D. Ducett, Wileysville,

N.Y.

Instalador del piso de madera: DeClerck Flooring Co.,

Webster, N.Y.

J. Thomas Ryan es director de Ryan-Biggs

Associates.

**Instituto Mexicano del Cemento y del
Concreto, A.C.**

**Revista Construcción y Tecnología
Enero 2000**

Todos los derechos reservados



[ARTICULO
ANTERIOR](#)

[ARTICULO
SIGUIENTE](#)



Evaluación física de agregados gruesos para pisos y pavimentos de concreto



En lo que concierne a la durabilidad del concreto endurecido, existen en él características físicas que controlan su desempeño cuando es expuesto a procesos abrasivos de cualquier tipo y procedencia; éstas son su resistencia al desgaste y al pulido. Dichas propiedades dependen en gran medida de la calidad de los agregados, cuyas características físicas influyen de manera definitiva en el comportamiento del concreto una vez que ha sido puesto en servicio. Se sabe que la resistencia al desgaste y al pulido está dada en el concreto por la calidad de la pasta, la calidad del agregado fino expuesto y la porción de agregado grueso que se ubica en la superficie expuesta del concreto.

Para evaluar la resistencia del agregado grueso a los procesos abrasivos, se le aplican como métodos de calificación la prueba de abrasión de “Los Ángeles”¹ y ² y la prueba de resistencia al impacto. Este tipo de determinaciones puede proporcionar un índice del comportamiento futuro del agregado grueso en el concreto. Tales propiedades de los agregados tienen su fundamento en el origen y tipo litológico de los mismos.



Resumen:

Dada la relación que existe entre ciertas características del concreto que inciden en su vida útil y las características físicas de los agregados gruesos, este estudio busca definir un tipo específico de agregado recomendable para la fabricación de estructuras de concreto que vayan a estar expuestas a la abrasión y al pulido. Para ello presenta los resultados de la evaluación petrográfica, la resistencia a la abrasión y la resistencia al impacto de más de 25 bancos de agregado grueso empleados en la producción de concreto, representativos de los materiales más comunes que se utilizan en México. Se establecen grupos litológicos por origen y se discuten las variaciones de las propiedades analizadas, además de determinar los parámetros de comparación que permiten definir una

Objetivo

propuesta técnica de evaluación de los agregados, con base en su caracterización físico-química.

El presente artículo tiene como objetivo hacer una propuesta de evaluación de los agregados gruesos basada en sus características mecánicas, propuesta que involucra su litología y su resistencia a la abrasión y al impacto. El trabajo se basó en las pruebas realizadas a materiales obtenidos de 25 diferentes sitios distribuidos en toda la república mexicana y en la experiencia de uso en la prospección de bancos para agregados. Se pretende definir un tipo específico de agregado, con características particulares claramente diferenciables como son tipo de roca, composición mineralógica, dureza, porosidad, textura superficial y discontinuidades, con la finalidad de recomendar un agregado grueso idóneo para la fabricación de estructuras de concreto que vayan a estar expuestas durante su vida en servicio a la abrasión y garantizar con esto una vida útil mayor.

Un objetivo paralelo es desmitificar una creencia popular que existe en la industria del concreto: la que indica que un agregado grueso tiene, por el hecho de ser una caliza o un basalto, un porcentaje estándar de pérdida por abrasión e impacto y, por consiguiente, un comportamiento también estándar cuando se encuentra expuesto en la superficie de un piso o un pavimento. Como se explica en este trabajo, no siempre sucede así; si bien es cierto que algunos tipos de roca tienen en general características muy particulares de su grupo, también es cierto que dentro de un mismo tipo de roca existen cambios sustanciales en cuanto a sus propiedades de calidad física intrínseca se refiere, los cuales se manifiestan mediante su evaluación físico-química de detalle.

Discusión

La resistencia a la abrasión y al impacto de un agregado grueso se determina mediante una prueba con la máquina "Los Ángeles" (prueba estadounidense) y la máquina de impacto (prueba

inglesa) respectivamente. Los resultados de estas pruebas son indicadores particulares de la calidad física del agregado y deben relacionarse con la posibilidad que éste tiene para utilizarse en la fabricación de pisos y pavimentos de concreto, donde los agregados estarán expuestos en la superficie. Los agregados con altas pérdidas en estas pruebas se degradan fácilmente y resulta difícil mantener su curva granulométrica intacta durante los procesos de manejo del material (producción, transporte, almacenamiento, mezclado, etc.). Incluso en el caso de que la pérdida sea extrema, se pueden crear problemas por cambio de granulometría y formación de finos durante el mezclado del concreto o bien durante la colocación y compactación del producto en su condición de exposición final. Los agregados de este tipo también pueden desintegrarse rápidamente cuando se exponen al tránsito y al ambiente, por lo que estas pruebas son indicadores del comportamiento real del agregado.

Agregados constituidos por minerales suaves (el más común es la calcita, componente básico de las calizas) o agregados cuyos granos están débilmente unidos o cementados, como pueden ser algunos granitos o areniscas que se disgregan con gran facilidad, cuando son utilizados en la producción de concreto disminuyen rápidamente la calidad superficial de un elemento, piso o pavimento expuesto a la abrasión. Si se considera que esta condición de los agregados depende de su calidad física intrínseca, se puede establecer con claridad que los agregados se desgastan a velocidades diferentes, y que por lo tanto se pueden tener tasas de pulido diferenciales. Dicha tasa de deterioro de los agregados está influida por la dureza, composición mineralógica, porosidad, textura superficial y sus discontinuidades; de éstas, sólo la última no corresponde a la calidad física intrínseca del material, ya que corresponde y se debe al origen y ambiente de depósito natural de los materiales. Un resumen de estas características en diferentes grupos de rocas se presenta en el cuadro 1.

Dentro de los factores que inciden en el desgaste

superficial de un concreto expuesto a la abrasión, la resistencia aportada por el agregado grueso a este proceso juega un papel fundamental, ya que, en caso de ser baja, se tendrá un desgaste y pulido en un tiempo relativamente corto y recaerá en la calidad de la pasta el desempeño de esta función. Esta capacidad del concreto para resistir el pulido se puede manejar a favor o en contra si se conoce en detalle el comportamiento del agregado grueso a este tipo de deterioro, en combinación con la calidad de la pasta de concreto que se emplee incluido el agregado fino. Es decir, para garantizar una adecuada resistencia al desgaste y pulido se deberá conjuntar como mínimo en el diseño de mezcla para esta aplicación, lo siguiente: el uso de una pasta de alta calidad y la inclusión de un agregado fino de buena calidad, que contenga como máximo 25 por ciento de material calcáreo⁴ y un agregado grueso de buena calidad. La definición de este último punto es lo que se pretende en el presente trabajo.

El otro aspecto importante de la resistencia a las patinadas al cual contribuye el agregado es la adhesión de los neumáticos a la superficie. La textura de la superficie del pavimento necesaria para esta adhesión la provee el agregado grueso expuesto y la pequeña escala (menor de 0.5 mm) de textura superficial expuesta del agregado fino.⁸ Para que un agregado grueso sea efectivo, debe tener no sólo esta textura inicial, sino también una composición que resista el desgaste o pulido de su textura con el tránsito. Agregados gruesos de calizas puras pueden tener esta textura después del triturado, pero debido a que están compuestos por minerales suaves (principalmente calcita) son fácilmente pulidos; en condiciones de tránsito estos agregados no pueden mantener su textura por un largo periodo (baja resistencia al pulido).⁶ En cambio, los agregados obtenidos de areniscas a menudo tienen esta textura y pueden mantenerse en condiciones aceptables bajo tránsito; esto se debe a que pueden estar constituidas esencialmente por granos de cuarzo (mineral duro), desde luego, si están bien cementados estos granos.

Las rocas ígneas tienen generalmente el potencial para proveer de una adecuada fricción al pavimento; sin embargo, como se mencionó en un párrafo anterior, cada fuente de agregado debe ser analizada por méritos propios (véase el cuadro 1) ya que minerales suaves pueden ser abundantes en algunas rocas de estas clases. El agregado ideal debe estar compuesto de un mineral muy duro (6-7) y un mineral de dureza media (4-5). Al tener dos componentes relativamente duros se pueden obtener bajos niveles en el grado de desgaste del agregado. La superficie textural del agregado y su resistencia al pulido pueden evaluarse con la prueba estandarizada ASTM D-3319-97.

Las características físicas y químicas de los materiales que tienen relación con estas propiedades son la composición química de una roca y la composición mineralógica. La primera define la mineralogía del material y ésta, a su vez, la dureza de los minerales y su resistencia a los procesos de alteración que pueden afectarlas, las cuales son responsables de la resistencia que ofrece un agregado al desgaste por abrasión e impacto. Conocer estas dos características implica determinar dos diferentes composiciones:

- La composición mineralógica se determina mediante técnicas minerográficas y petrográficas. La utilidad de estas determinaciones radica en poder interpretar el comportamiento de los agregados en los procesos abrasivos con base en sus características mineralógicas. Si bien es cierto que por grupo de roca podemos tener una idea de su resistencia, la definición de la composición mineralógica y sus características físicas mediante estas técnicas es una herramienta muy valiosa en la caracterización de los agregados.

- La composición química se obtiene al realizar el análisis químico de los agregados para definir el contenido de óxidos totales que, en particular para este caso, permite definir el contenido de SiO_2 (óxido de sílice), el cual nos indica el porcentaje de cuarzo

y/o silicatos que contiene el material y nos da una idea de su potencial para desarrollar fases mineralógicas de mayor resistencia física.

Pruebas de laboratorio

Descripción litológica de las rocas analizadas

En el cuadro 2 se describe por grupos litológicos las principales características de cada una de las muestras de agregados a las que se realizaron pruebas de abrasión e impacto.

Gráficas de resultados

Las siguientes gráficas muestran los resultados de las pruebas de abrasión e impacto realizadas a los diferentes tipos litológicos que se utilizan como agregados.

La siguiente gráfica presenta los resultados de las pruebas de abrasión e impacto de las mejores, regulares y peores rocas de los grupos litológicos caliza y basalto, que son las rocas más utilizadas para elaborar pisos y pavimentos de concreto.

Análisis de resultados

Existe una relación entre la litología de los agregados y los valores obtenidos en las pruebas de impacto y abrasión. Los agregados provenientes de rocas basálticas se mantienen en un intervalo de 5 a 14 por ciento y de 12.5 a 37 por ciento respectivamente, correspondiendo los extremos con un basalto silicificado como material más resistente y un basalto vesicular o tezontle como material menos resistente. Los agregados provenientes de calizas mantienen un comportamiento mucho más uniforme, variando dentro de un intervalo de 9.81 a 16 por ciento en la prueba de impacto y de 28 a 36 por ciento en la prueba de abrasión, con excepción del mármol, el cual se

consideró dentro de este grupo por ser mineralógicamente semejante a una caliza pero de menor dureza. Para el caso de los granitos, los valores de pérdida por abrasión varían desde 27 hasta 47 por ciento, considerando un granito sano y un granito alterado. Mientras que en la prueba de impacto varían de 13 a 17 por ciento.

Una observación importante de esta relación es que los valores máximos de pérdida por abrasión e impacto que presentan los agregados provenientes de una roca basáltica apenas son comparables con los valores mínimos que presenta un agregado proveniente de una caliza, incluso de un granito. Entonces, podemos argumentar que un agregado obtenido a partir de un basalto va a tener por lo regular mejor resistencia al desgaste por abrasión que un agregado obtenido a partir de una caliza, además de otras propiedades como es mejor textura superficial. Por esta razón, siempre que sea posible, será recomendable utilizar agregados de rocas basálticas cuando se quiera construir pisos y pavimentos resistentes a la abrasión, desde luego, que cumplan con las especificaciones de norma.

La forma en que afecta la calidad de los agregados el grado de alteración de una roca se manifiesta claramente en las pruebas realizadas en granitos, donde pueden presentarse variaciones de cien por ciento en el valor de la pérdida por abrasión en un mismo tipo de roca afectada por alteración. Por esto, es importante definir el grado de alteración de la roca cuando se esté pensando en utilizarla como materia prima para producir agregados. Aunque en los granitos es drástica la influencia del grado de la alteración en la resistencia a la abrasión, en las rocas basálticas y andesíticas también se puede presentar, lo mismo que, en menor proporción, en las rocas calizas. Para definir y entender mejor esta condición de los diferentes tipos litológicos es necesario conocer la génesis, los procesos físico-químicos que los han transformado, así como el tiempo que estos procesos han actuado sobre los materiales.

Una vez analizados todos los resultados de pérdida por abrasión e impacto de los diferentes tipos litológicos de agregados, se encontró que, independientemente de la resistencia a la abrasión y al impacto y del tipo de roca, se mantiene una relación más o menos constante entre el valor obtenido en la prueba de impacto y la prueba de abrasión, la cual mantiene un promedio aproximado de 40 por ciento, esto es, sin considerar los valores extremos que se deben a condiciones extraordinarias o poco comunes. Podemos enunciarla de esta manera:

Factor de correlación: % Pérdida por impacto = 0.4%
Pérdida por abrasión

Esta relación es muy interesante, ya que al conocer alguno de los dos datos de las diferentes pruebas, podemos suponer un valor muy cercano al real de la otra prueba. Resulta además atractiva si consideramos que la prueba de impacto es mucho más rápida de realizar que la prueba de abrasión. Otro caso donde podría ser de gran utilidad utilizar este factor es cuando no se tiene suficiente material para la ejecución de las pruebas, ya que mientras para la prueba de abrasión en la máquina de Los Ángeles necesitamos por norma una cantidad mínima de 5,000 g de muestra ya cribada, para la prueba de impacto sólo se requieren unos 700 gramos.

Es muy importante aclarar que este factor de correlación no pretende eliminar o sustituir alguna de las pruebas ya mencionadas; su única función es establecer esta relación existente, la cual se ha definido como un factor de correlación, mismo que se podrá considerar cuando se tenga información incompleta de un material que se quiera utilizar como agregado grueso en estas condiciones de servicio.

Propuesta técnica

Como resultado de la información manejada en este artículo, se hace una propuesta técnica, dividida en dos diferentes aspectos. El primero es puramente

litológico y tiene relación directa con las propiedades de calidad intrínseca de las rocas, las cuales definen el comportamiento del agregado al estar colocado como parte integral del concreto que compone un piso o un pavimento. El segundo aspecto lo constituyen los valores mínimos permisibles de porcentaje de pérdida en las pruebas de abrasión e impacto. Todo esto, con la finalidad de establecer una guía confiable en la selección de agregados gruesos utilizables en concretos expuestos a la abrasión y al pulido e incluso en otras estructuras que estén sujetas a desgaste severo por abrasión mecánica.

Esta propuesta recomienda que la roca que vaya a utilizarse como agregado grueso sea sana en 90 por ciento como mínimo, lo cual significa que el grado de alteración deberá ser mínimo, generalmente una delgada película en el nivel superficial. Además, que tenga una dureza entre 6 y 7 según la escala de Mohs; esta propiedad es consecuencia de que la composición de la roca sea principalmente silícea. La textura superficial de la roca deberá ser áspera o microcristalina; esta propiedad, en conjunto con la dureza, asegura que los agregados, aunque sufran desgaste, no propiciarán superficies lisas y / o resbalosas, con lo que se logra prolongar la vida útil aun en condiciones de exposición a la abrasión. Materiales que no tengan discontinuidades como fracturas, planos de foliación, etc., que representan planos de debilidad. En caso de que los materiales sean ásperos, porosos, su uso se condicionará a que cumplan con el límite mínimo permisible de pérdida por abrasión e impacto, ya que, como se demuestra en los resultados de la gráfica del tipo litológico basalto, cuando esta propiedad tiene valores altos, la resistencia a la abrasión y al impacto tiene una disminución considerable y de carácter proporcional.

No obstante que la norma ASTM C 33-96⁷ especifica un máximo de 40 por ciento de pérdida por desgaste, cuando los agregados se destinan a un concreto aplicado a pisos y pavimentos, si se consideran los resultados de las pruebas realizadas se percibe claramente que las calizas –aun las calificadas como

de calidad media– cumplen satisfactoriamente esta especificación. Sin embargo, se ha identificado en muchas experiencias previas que los agregados provenientes de calizas, granitos y basaltos que tengan valores de pérdida por desgaste superiores a 35 o 40 por ciento, difícilmente se comportarán en forma adecuada en la pasta de cemento una vez que empiecen a sufrir los efectos del desgaste. Por ello se propone que sólo los agregados que tengan como máximo 30 por ciento de pérdida por abrasión y 12 por ciento de pérdida por impacto se podrán considerar adecuados para utilizarse en la fabricación de pisos y pavimentos de concreto en condiciones severas de desgaste mecánico. Es importante mencionar que el grupo de rocas identificadas como calizas, a pesar de cumplir con la mayoría de las condiciones indicadas en esta propuesta, no tienen resistencia al pulido por carecer de minerales duros en su composición.

Conclusiones

La especificación límite para las pruebas de abrasión e impacto debe ser redefinida, ya que los valores que se tienen actualmente proporcionan una evaluación poco confiable.

Existe un factor de correlación entre la resistencia a la abrasión y la resistencia al impacto del agregado grueso.

En una evaluación de la resistencia al desgaste y al pulido de los agregados gruesos, las propiedades índice para definir su uso son: tipo y origen litológico, dureza, superficie textural, resistencia a la abrasión y resistencia al impacto. Estas propiedades índice deben ser evaluadas en conjunto y no como índices individuales.

Referencias

1. ASTM C 131-96 “Standard test method for resistance to degradation of small-size coarse aggregate by abrasion and impact in the Los Angeles machine”.

2. ASTM C 535-96 "Standard test method for resistance to degradation of large-size coarse aggregate by abrasion and impact in the Los Angeles machine".
3. BS 812 "Resistencia al impacto para agregados", British Standard.
4. M.R. Smith y L. Collis Editores, Áridos naturales y de machequeo para la construcción, 2ª. ed., Colegio Oficial de Geólogos de España, Madrid, 1994.
5. La escala de dureza que se utiliza corresponde a la escala de dureza de Mohs utilizada para los minerales y que varía desde 1 para el talco hasta 10, que corresponde al diamante (tomado de: Manual para la identificación de rocas y minerales, Cemex, Dirección Técnica y Operación de Agregados, 1995).
6. ASTM D-3319-97 "Standard test method for accelerated polishing of aggregates using the british wheel".
7. ASTM C 33-96 "Standard specification for concrete aggregates".
8. UNAM, Manual de tecnología del concreto, México, Instituto de Ingeniería de la UNAM, 1994, sección 1, pp. 136-154.
9. T. Huang Walter, Petrología, UTEHA, 1968, pp. 106, 108 y 287.

**Instituto Mexicano del Cemento y del
Concreto, A.C.**
Revista Construcción y Tecnología
Enero 2000
Todos los derechos reservados

[ARTICULO
ANTERIOR](#)



[ARTICULO
SIGUIENTE](#)



Nuevos productos y equipos

Anúnciese

Grouts y concretos para reparaciones permanentes

Los productos Five Star[®] ofrecen grouts (lechadas) y concretos para reparaciones estructurales permanentes.

Five Star Grouts proporciona las siguientes ventajas: alta precisión y resistencia, no contráctil, 98% de área efectiva de contacto; alta adhesión al concreto base; alto desempeño en corto tiempo y mayor versatilidad de aplicación. Se utiliza en equipos que requieren alta precisión y alineación, anclajes, cimentaciones; columnas estructurales y en paneles prefabricados y pretensados.

Five Star Structural Concrete ofrece estas ventajas: reparaciones permanentes, alta resistencia en corto tiempo, económico, resistente a cambios de temperatura, versátil, fácil de usar y no requiere aditivos de adhesión. Se utiliza en columnas, pisos, paredes, pistas aéreas, muelles y estructuras marinas, anclajes y cimentación.

Climatización natural y silenciosa

El funcionamiento de los sistemas de techos radiantes KaRo se inspira en el cuerpo humano: el agua circula por una red de esteras constituidas por tubos capilares de 2 mm de diámetro. Según las variaciones de temperatura del agua (entre 15 y 30 °C), esta red asegura climatización y

calefacción. El agua es el fluido transportador de calor que reemplaza al aire tradicional sin generar ruido y con menor consumo de energía.

Estas esteras ahorran espacio, son flexibles y modulares, están disponibles en todas las medidas y se adaptan a todo tipo de soporte. Pueden integrarse en techos, falsos techos o en paredes. El sistema "Clip and Cool" permite conectar rápida y fácilmente cada componente normalizado del sistema KaRo.

Compuesto para endurecer y poner a prueba de polvo

El compuesto DUST-GARD de SEALTIGHT ha sido formulado específicamente para endurecer y poner a prueba de polvo superficies de concreto nuevas o viejas.

Se recomienda para uso interior o exterior en superficies verticales u horizontales. Es ideal para pisos industriales y comerciales, pisos de garajes y sótanos, pisos de hospital, patios, áreas de piscinas y aceras.

Aislamiento térmico gracias al poliuretano

Las ventanas constituyen uno de los puntos débiles en el aislamiento térmico de los edificios. La empresa Pazen GmbH eurotec ha conseguido controlar ese foco de pérdida de energía con sus ventanas de la serie 0.5, las cuales aíslan el doble que las ventanas convencionales con marco de madera.

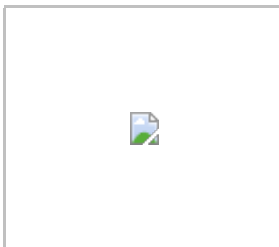
Su coeficiente de conductividad térmica de sólo 0.7 vatios por grado y metro cuadrado se lo deben al marco con núcleo de espuma rígida de poliuretano producido por el fabricante de ventanas con sede en Zeltlingen-Ratchig a base de materias primas de Bayer Baydur® y Desmodur®.

Revista Construcción y Tecnología
Enero 2000
Todos los derechos reservados

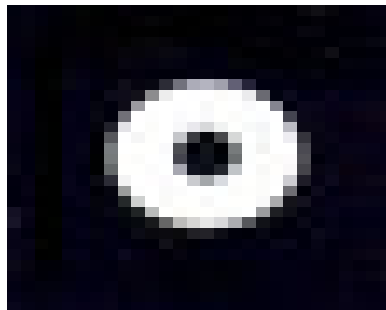
[ARTICULO
ANTERIOR](#)



[ARTICULO
SIGUIENTE](#)



Actualidad profesional



Bautec 2000 / Feria Monográfica Internacional de la Construcción

Del 16 al 20 de febrero de 2000 en Berlín, Alemania

Informes:

Tel.: +49-30-25 00-25

Fax: +49-30-25 00 24 24

CONEXPO 2000

Del 23 al 27 de febrero de 2000 en Culiacán Sinaloa, México

Informes:

Tel.: 01(67) 12 71 55, 12 78 06, 13 85 98 y 13 52 12

E-mail: cmicsin@docs.ccs.net.mx

Conferencia sobre Ingeniería de Puentes / Logros obtenidos / Prácticas actuales / Futuras tecnologías

Del 26 al 30 de marzo de 2000

Informes: Dr. Ahmad Moharram Jr. – Conference 2000

Tel.: +20 2 3377120

Fax: +20 2 3352795

E-mail: amjr@intouch.com





CODATU IX / Congreso Mundial de Transporte Urbano

Del 11 al 14 de abril de 2000 en la ciudad de México, México

Informes: CODATU IX – Scientific Committee

Fax: 33-1 44 18 78 04

E-mail: christian.jamet@stp-paris.fr

1er. Congreso latinoamericano de Ingeniería y Administración en la Construcción / Administración y tecnología en el nuevo milenio

Del 24 al 27 de abril de 2000 en Santiago, Chile

Informes: Tel.: (562) 686-4245 Fax: (562) 686-4806

<http://www.ing.puc.cl/~icccon>

IV Conferencia Científico-Técnica de la Construcción

Del 25 al 28 de abril de 2000 en La Habana, Cuba

Informes: Tel.: (53-7) 81 4734 y 81 4978 Fax: (53-7) 33 5585 y 33 5244

E-mail: ctecnico@ceniai.inf.cu y copredir@ip.etcusa.cu

6ta. Conferencia Internacional sobre Mecánicas de Daño y Fractura 2000

Del 22 al 24 de mayo de 2000 en Montreal, Canadá

Informes: Tel: +44 (0) 23 80 293223

Fax: +44 (0) 23 80 292853

E-mail: wit@wessex.ac.uk

**Taller Internacional sobre
Capacidad de Cortante por
Punzamiento en Losas de Concreto
Reforzado**

8 y 9 de junio de 2000 en Estocolmo,
Suecia

Informes: Royal Institute of
Technology

Tel.: + 46 8 790 6888 Fax: + 46 8 21

69 49 E-mail: wpsc@struct.kth.se

**11ª. Conferencia Internacional
sobre Reacción Álcali-Agregado en
el Concreto**

Del 11 al 16 de junio de 2000 en
Québec, Canadá

Informes: Dr. Josée Duchesne,
Secretariado de la 11ª. ICAAR

Tel.: (1) 418-656-2177 Fax: (1) 418-

656-7339 E-mail: icaar2000@ggl.ulaval.ca

Web site:

<http://www.ggl.ulaval.ca/icaar2000.html>

**2º. Simposio Internacional sobre
Concreto Estructural de Agregado
Ligero**

Del 18 al 22 de junio de 2000 en
Kristiansand, Noruega

Informes: Norwegian Concrete

Association Fax: + 47 22 94 75 02

E-mail: siri.engen@nif.no Web site:

www.betong.net

**Instituto Mexicano del Cemento y
del Concreto, A.C.**

**Revista Construcción y
Tecnología**

Enero 2000

Todos los derechos reservados

[ARTICULO ANTERIOR](#)



[ARTICULO SIGUIENTE](#)