



Mente & Materia

UNA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN AL SERVICIO DE LA SOCIEDAD PANAMEÑA

Edición 2013 . No. 4

ISSN 2219-9861



UNIVERSIDAD
TECNOLÓGICA
DE PANAMÁ

Editorial



Dr. Ramiro Vargas
DIRECTOR

Centro Experimental de Ingeniería
Universidad Tecnológica de Panamá

Este año, el Centro Experimental de Ingeniería (CEI) celebra su aniversario número 56 sirviendo a la sociedad panameña, y nos llena de mucho regocijo compartir con nuestros lectores la edición número cuatro de la Revista Mente y Materia.

En este volumen destacamos parte de los ensayos y análisis que se ejecutan en el Centro Experimental de Ingeniería, y que sirven para la toma de buenas decisiones por parte de quienes buscan en la Universidad Tecnológica de Panamá, el apoyo técnico para sus necesidades. De igual manera, se presentan artículos relacionados con algunos de los proyectos de investigación que actualmente se están llevando a cabo en el CEI.

En esta edición presentamos temas de interés como: la contaminación por fibra de vidrio, importancia de las patologías y evaluaciones de estructuras existentes, normas y especificaciones ASTM para el cemento, determinaciones de los iones cloruro en la construcción, importancia del nitrógeno amoniacal, uso del hidrómetro en el análisis granulométrico, uso y estándares del concreto permeable, entre otros.

Actualmente, son múltiples los proyectos de investigación desarrollados en el CEI. En esta ocasión, hemos escogido los proyectos que abarcan las siguientes áreas científicas: prospección eléctrica en dos dimensiones, perspectivas del uso del bambú en nuestro medio, tratamiento de aguas residuales mediante humedales artificiales, técnicas para la clasificación de la corrosividad atmosférica y posibles aplicaciones de muros de cortante de placas de acero, en Panamá.

Sin lugar a dudas, se ha convertido en una parte importante de Mente y Materia, resaltar el compromiso de personas que han contribuido con el engrandecimiento tanto del CEI como de la UTP. Tal es el caso del Ing. Nicanor Yau, quien por más de 40 años ha contribuido con la educación tecnológica de profesionales y con el desarrollo científico de nuestro país, a través de sus investigaciones conducidas en el CEI. Esta edición de Mente y Materia se la dedicamos de manera especial, por su distinguida labor.

Con cada aniversario renovamos nuestro compromiso con la UTP y con la sociedad panameña, y recibimos con optimismo y entusiasmo los retos venideros.



Laboratorio de Suelos y Materiales
Centro Regional de Coclé

HOY POR HOY

05



La Fibra de Vidrio en su estado contaminante

PERFILES

10



Primer panameño en diseñar mezclas de concreto de alta resistencia

LO QUE HACEMOS

16



Materiales para carreteras

LO QUE HACEMOS

30

Equipo



COMITÉ TÉCNICO

Dr. Ramiro Vargas
*Director del Centro Experimental de Ingeniería.
Dirección General*

Ing. Zulay González
Coordinadora

DICOMES

Ing. Myriam González Boutet
Directora de Comunicación Estratégica

Lido. Gabriel Herrera
Diseño Gráfico y Diagramación

Fotografía
Producción Audiovisual y el CEI

Impresión
Imprenta UTP

Licda. Klenya Morales
Corrección de Estilo

AUTORIDADES

Dr. Oscar M. Ramírez R.
Rector

Dr. Omar Aizpurúa
Vicerrector Académico

Dr. Gilberto Axel Chang
*Vicerrector de Investigación,
Postgrado y Extensión*

Ing. Esmeralda Hernández
Vicerrectora Administrativa

Dr. Ramiro Vargas
Director del CEI

Editor: "Centro Experimental de Ingeniería"
Universidad Tecnológica de Panamá
Panamá, Ciudad de Panamá
Tels.: 290-8408 / 290-8409 / Telefax: 290-8410
Correo electrónico: cei@utp.ac.pa
www.utp.ac.pa



Dr. Oscar M. Ramírez R.
RECTOR

Universidad Tecnológica de Panamá

Mensaje del Rector

Es motivo de mucho orgullo para la Universidad Tecnológica de Panamá, presentar el volumen No. 4 de la Revista Mente & Materia, del Centro Experimental de Ingeniería (CEI).

En esta publicación queremos destacar que el protocolo de aseguramiento de la calidad, es un instrumento para garantizar seguridad a la sociedad. Este protocolo se sirve de la investigación experimental para confirmar que las hipótesis hechas para el diseño de un producto o de un sistema, sean aceptablemente correctas, con el objeto de confinar el campo de error de dichas hipótesis.

El CEI vive y se nutre a diario de la investigación experimental. Aquí se estudia el comportamiento mecánico de materiales utilizados en la construcción y en la fabricación, la sismicidad de Panamá, el comportamiento sísmico de nuestros suelos y de nuestras estructuras, la capacidad de nuevos sistemas estructurales, se analizan procesos industriales y ambientales, y se realizan pruebas y calibraciones metrológicas.

Mente & Materia es una ventana de comunicación, en la que se muestran experiencias y hallazgos como resultado del esfuerzo y la tenacidad de un equipo maravilloso de panameños.

Le invitamos a que conozca de qué manera se hace ciencia en esta unidad de investigación, al servicio del país.

Mente & Materia

El Centro Experimental de Ingeniería (CEI) tiene una trayectoria que antecede a la Universidad Tecnológica de Panamá (UTP) e históricamente ha desempeñado un papel fundamental dentro de la Universidad y de la sociedad capitalina.

Las labores de extensión y las consultorías hechas por el CEI han permitido el avance del desarrollo continuo de la ciudad de Panamá.

Hoy, el CEI goza de un prestigio e imagen de imparcialidad que le permiten ser referente nacional en temas de calidad de obras de construcción. Los procedimientos de calidad que se han estado implementando en los últimos años representan un esfuerzo encaminado al mejoramiento continuo que asegure la pertinencia dentro de las actividades técnicas que allí se desarrollan.

Ese sello de calidad que imprime el Centro Experimental de Ingeniería solamente se mantendrá en la medida en que sigamos mejorando el capital humano, los equipos de laboratorio y la calidad en los procedimientos que aplicamos.

Felicidades al personal del Centro Experimental de Ingeniería, que con gran sentido de pertenencia se esfuerza, día a día, por ser cada vez más competentes en sus actividades.



Dr. Gilberto Axel Chang
Vicerrector de Investigación,
Postgrado y Extensión



Laboratorio de Suelos y Materiales Centro Regional de Coclé

Por: Ing. Crescencio Fernández - Ingeniero en Minas

El Laboratorio de Suelos fue creado a inicios de 1994 por la iniciativa de algunos docentes de la Facultad de Civil que quisieron fortalecer la carrera de Técnicos en Edificaciones, de manera que sus estudiantes tuvieran la oportunidad de realizar las diferentes pruebas tanto de suelo como de concreto que complementaban sus clases teóricas.

Con la gestión administrativa se logra adquirir una prensa hidráulica con reloj para medir la resistencia de los cilindros y de los bloques, y algunos equipos donados por el gobierno español.

El éxito obtenido por el Laboratorio de Suelos y Materiales se ve claramente en los ingresos obtenidos a través de éste. Hasta la fecha el laboratorio ha realizado una encomiable labor, con ingresos por arriba de los B/.10,000.00 por año, y así mismo ha ganado credibilidad entre las compañías de construcciones en la Provincia de Coclé.

A Finales del año 2011, se logró una inversión para el laboratorio por el orden de los B/.150,000.00, adquiriéndose una máquina de perforación e implementos y equipos para todo el laboratorio. Con esta inversión se ha logrado aumentar los ingresos anuales en aproximadamente 3 veces y ayudar al desarrollo de nuestro Centro Regional de Coclé.

El comportamiento de los ingresos generados hasta la fecha, (B/.44,000.00) se debe exclusivamente a que contamos con el equipo de sondeo para la ejecución de la prueba de SPT o Prueba de Penetración Estándar, que siempre ha sido una de las pruebas que más se solicitan al LSMCC.



Entre las pruebas que más realizamos tenemos:

- Resistencia a la compresión de cilindros de concreto.
- Prueba de asentamiento del concreto (Slump)
- Resistencia a la compresión de bloques de 4" y 6".
- Resistencia del concreto con Martillo de Rebote.
- Prueba de Penetración Estándar (SPT).
- Densidades de campo.
- Granulometría.
- Límites de Atterberg.
- Próctor.
- Espesores de capas.
- Percolación.

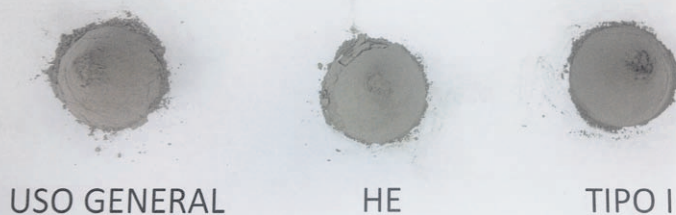
Para poder cumplir con unos de los requisitos de aprobación del Centro Experimental de Ingeniería (CEI) y la Norma de Calidad 17025, la cual trata de la implementación de un Sistema de Gestión de Calidad en los laboratorios adscritos al CEI, el Centro Regional de Coclé (LSMCC) procedió a solicitar la creación oficial del Laboratorio de Suelos y Materiales, aprobada en reunión extraordinaria N°002-2012 de Junta de Centro, el 3 de abril de 2012.

El LSMCC esta conformado actualmente por:

Ing. Crescencio Fernández H.
Lic. María Pérez T.
Ing. Nicasio Huckerby
Lic. Moisés Escobar
Lic. Alberto Torres
Sr. Eladio Aguilar
Sr. Santana Ojo

Jefe del LSMCC
Supervisora de Calidad
Responsable Técnico
Técnico para el área de Materiales
Técnico para el área de Suelos
Perforador de pozos
Asistente de Laboratorio.

TIPOS DE CEMENTOS



Licda. Fidedigna Vergara

Cemento y sus especificaciones en las normas ASTM

El auge de la industria de la construcción en sus diversas modalidades en nuestro país, requiere un estricto control de calidad de toda la materia prima, entre ellas el cemento en sus diferentes tipos.

En la norma ASTM C 150 encontramos las especificaciones para el cemento Portland tipo I, II, III, IV y V.

En la ASTM C 595 observamos las especificaciones para los cementos adicionados hidráulicos, el tipo IS cemento Portland de escoria de alto horno, tipo IP cemento puzolánico Portland, tipo P cemento Portland puzolánico para su uso cuando no se requieren mayores resistencias a edades tempranas, tipo I (PM) puzolana – modificado con cemento Portland, tipo I (SM) cemento Portland modificado con escoria, tipo S cemento de escoria para su uso en combinación con cemento Portland en la fabricación de hormigón y en combinación con cal hidratada en la fabricación de mortero de albañilería. En la norma ASTM C 845 encontramos las especificaciones para los cementos hidráulicos expansivos con sus requerimientos físicos y químicos.

En la ASTM C 1157 tenemos las especificaciones de desempeño para cemento hidráulico, tipo GU cemento de uso general, tipo HE cemento de alta fuerza rápida, tipo MS cemento con resistencia moderada a los sulfatos, tipo HS cemento con alta resistencia a los sulfatos, tipo MH cemento con moderado calor de hidratación, tipo LH cemento con bajo calor de hidratación; se establecen requerimientos solo para los ensayos físicos y se hace referencia a los ensayos químicos sin hacer mención de los requerimientos.

Esta norma también contiene varios requisitos opcionales, incluyendo uno para los cementos resistentes a la reacción álcali-agregado.

Tabla No. 1 Ensayos químicos requeridos en muestras de cemento según las especificaciones de la norma ASTM.

Ensayos Químicos	ASTM C 150	ASTM C 595	ASTM C 845	ASTM C 1157
ASTM C 114				
Dióxido de silicio (SiO ₂), %	√	-	-	-
Óxido de calcio (CaO), %	√	-	-	-
Trióxido de hierro (Fe ₂ O ₃), %	√	-	-	-
Trióxido de aluminio (Al ₂ O ₃), %	√	-	-	-
Trióxido de azufre (SO ₃), %	√	√	-	-
Óxido de magnesio (MgO), %	√	√	√	-
Residuo Insoluble, %	√	√	√	-
Pérdida por Ignición, %	√	√	√	-
Grupo R ₂ O ₃ , %	-	-	-	-
Óxido de sodio (Na ₂ O), %	√	-	-	-
Óxido de potasio (K ₂ O), %	√	-	-	-
Álcalis (Na ₂ O + 0.658 K ₂ O), %	√	-	√	-
Cal libre (%)	x	-	-	-
Cloruros (Cl), %	-	-	-	-
Fósforo (P ₂ O ₅), %	√	-	-	-
Dióxido de carbono (CO ₂), %	√	-	-	-
Silicato tricálcico (C ₃ S), %	√	-	-	-
Silicato bicálcico (C ₂ S), %	√	-	-	-
Aluminato tricálcico (C ₃ A), %	√	-	-	-
Aluminato ferrita tetracálcica (C ₄ AF), %	√	-	-	-

√ obligatorios √ opcionales - no especificados x cemento TIPO I



GLOBAL ELITE CORPORATION

Equipos y Accesorios para Ensayos de Materiales: Suelos, Concreto, Hormigón, Asfalto, Agregados, Metales, etc...

Centro Comercial Aventura, El Dorado Local #423
 Apartado 0819-09327, El Dorado, Panamá Rep. de Panamá
 Teléfono: 260-3310 - Fax: 260-5413
 E-mail: info@globalelitecorp.com

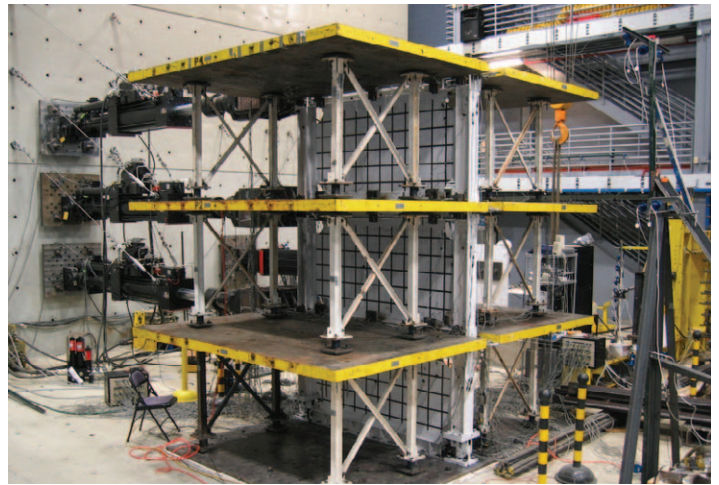
Tabla No. 2 Ensayos físicos obligatorios y opcionales de las normas ASTM para muestras de cemento.

ENSAYOS FÍSICOS	ASTM C150	ASTM C 595	ASTM C 845	ASTM C 1157
Resistencia a la compresión MPa (psi). ASTM C 109. Foto No.2	√	√	√	√
Fluidez, %. ASTM C109	√	√	-	√
Consistencia normal (mm). ASTM C 187	-	-	-	-
Fraguado Vicat inicial (minutos). ASTM C 191	√	√	√	-
Fraguado Vicat final (minutos). ASTM C 191	√	√	√	-
Fraguado Gillmore inicial (minutos). ASTM C 266	√	-	-	-
Fraguado Gillmore final (minutos). ASTM C 266	√	-	-	-
Fraguado falso (%). ASTM C 451	√	-	-	√
Finura de malla No. 325 (%). ASTM C 430	-	√	-	-
Finura, superficie específica (Permeabilidad al aire) m ² /kg (cm ² /g). ASTM C 204.	√	√	-	√
Expansión Autoclave (%). ASTM C 151	-	√	-	√
Contenido de aire de mortero (%). ASTM C 185	√	√	-	√
Densidad (g/cm ³). ASTM C 188	-	-	-	-
Cambio de longitud de mortero de cemento hidráulico expuesto a la solución de sulfato (%) ASTM C 1012	-	-	-	√
Expansión de barras de mortero de cemento Portland almacenadas en agua (%). ASTM C 1038. Foto No.3	-	-	-	√
Expansión potencial de mortero de cemento-Portland expuesto a SO ₄ ²⁻ (%). ASTM C 452	-	-	-	√
Calor de hidratación. ASTM C 186	√	√	-	√
Expansión 14 días y 56 días. ASTM C 227	-	√	-	√
Contracción por secado. ASTM C 157	-	√	-	-

√ obligatorios √ opcionales - no especificados

En el Laboratorio de Análisis Industriales y Ciencias Ambientales, en la Unidad de Agregados y Materiales Cerámicos realizamos los ensayos físicos y químicos de las muestras de cemento, para contribuir al desarrollo del país.

Ing. Gabriel E. Polo G.
Ingeniero Civil



Muro cortante de placa de acero – aplicación a la construcción en Panamá

El sistema de muro cortante de placa de acero (SPSW – Steel Plate Shear Wall), como su nombre lo indica, es un sistema compuesto por un panel de acero (alma), confinado por vigas y columnas (elementos de borde), típicamente de acero estructural. Entre cada uno de los niveles de piso de la edificación se coloca un panel de acero, permitiendo la continuidad de las placas.

Los SPSW tienen la función principal de resistir las fuerzas laterales que afectan a las edificaciones, como lo son las fuerzas producidas por los vientos y por los sismos. Los SPSW utilizan un mecanismo de tensión diagonal en la placa de acero, en el alma del sistema, para resistir las fuerzas aplicadas a la edificación, mientras que las columnas de confinamiento de la placa de acero tienen la función de resistir los momentos de volcamiento que están asociadas a estas fuerzas.

Comúnmente, la placa de acero del alma se coloca directamente sobre dispositivos de conexión (típicamente placas de acero) a los elementos de borde, sin ningún tipo de refuerzo adicional. En condiciones de mayor exigencia se pueden colocar refuerzos a la placa de acero del alma, de forma que se puedan minimizar las fallas debidas al pandeo de la placa. Cuando se requiere mayor grado de rigidez se puede utilizar como alternativa la instalación compuesta de la placa de acero con concreto reforzado alrededor, utilizando conectores de cortante para mantener su integridad.

Algunas ventajas de los SPSW aplicados a la construcción de edificaciones son:

Versatilidad: pueden ser utilizados tanto en edificaciones residenciales de pocas plantas, como en edificios altos con muchas plantas. Debido a su poco espesor se pueden adaptar fácilmente a las configuraciones de paredes, permitiendo mucha flexibilidad en el diseño arquitectónico.

Facilidad constructiva: estos no requieren exhaustivos detalles

de colocación de refuerzo, como sucede en muros de concreto reforzado. Su instalación se limita a la erección de las placas de acero y su posterior conexión a vigas y columnas, requiriendo menos mano de obra y tiempo de ejecución.

Economía: la resistencia del acero estructural permite un diseño de la edificación con mucha menor masa, en comparación al concreto, lo que disminuye el tamaño requerido de los elementos estructurales, incluyendo las fundaciones.

Esto, en adición a la disminución en la mano de obra requerida, influye positivamente en la reducción del costo de la obra.

Desempeño: debido a la resistencia y rigidez de los SPSW se les atribuye un buen comportamiento bajo demandas de fuerzas sísmicas de moderada y alta intensidad. La ductilidad de estos permite un desempeño satisfactorio bajo intensidades extremas de fuerzas laterales.

Los SPSW poseen ciertas limitaciones en su aplicación. Por ejemplo, para edificaciones de uno o dos niveles, el cálculo de diseño y el detallado de conexiones puede ser un poco tedioso, en comparación con otros sistemas estructurales utilizados para edificaciones de poca altura. Mientras que para edificaciones de gran altura, el control de las deformaciones debido a fuerzas laterales puede significar complicaciones, respecto a la configuración de los elementos de confinamiento.

Las normativas actuales establecen un límite para la altura de las edificaciones con SPSW como sistema. Estas limitaciones dependen de la categoría de desempeño requerida, donde este límite varía desde “sin límite”, para categorías de desempeño menos exigentes; hasta 50 metros para categorías de desempeño con mayor grado de exigencia.



Muro cortante de placa de acero típico (tomada de www.uofaweb.ualberta.ca)

En Panamá podemos encontrar comúnmente construcciones de edificios para usos residenciales, de oficinas o comerciales con una variación dirigida principalmente hacia edificios de mediana altura. Adicionalmente, las condiciones sísmicas de Panamá lo ubican en una categoría de riesgo moderado. Estas condiciones son muy propicias para la utilización de los SPSW como sistema principal de la estructura de nuevas edificaciones, por su eficiente desempeño estructural. Los SPSW permitirían una ejecución rápida en términos del proceso constructivo y un aseguramiento de la calidad superior, debido a sus procesos controlados de instalación.

Los SPSW no son únicamente aplicables a nuevas edificaciones, sino que también son una posible selección para el acondicionamiento estructural de edificaciones existentes.

Debido a las modificaciones periódicas en las normativas que rigen el diseño y construcción de las edificaciones, algunas de estas quedan desactualizadas para los últimos requerimientos estructurales, principalmente para edificaciones de avanzada edad. Los SPSW plantean una opción menos invasiva y compleja que el reforzamiento masivo de elementos de una edificación, brindando un desempeño estructural adecuado para los requerimientos actuales de las normativas.

Los SPSW presentan una alternativa para el diseño y construcción en Panamá, con propuestas viables, internacionalmente avaladas y ampliamente utilizadas. Actualmente, se realizan investigaciones para determinar y valorizar el grado de desempeño y los beneficios de los SPSW para la implementación de este sistema estructural en la práctica del diseño y construcción en Panamá. Estas investigaciones buscan poder contar con un catálogo más amplio de sistemas estructurales para cubrir los requisitos de las normativas, factibles económicamente, y con un grado de desempeño válido para su aplicación.



Ing. Jaime M. Justavino
Ingeniero Mecánico Industrial



La fibra de vidrio en su estado contaminante

El poder aislante y la consecuente eficiencia en la capacidad de aislamiento térmico está definido por la cantidad de calor que deja pasar una muestra de determinado material durante un cierto tiempo, existiendo un diferencial de temperatura entre una cara y la otra.

La fibra de vidrio o lana de vidrio está compuesta por un entrelazado de filamentos de vidrio aglutinados mediante una resina ignífuga, cuyo ordenamiento aleatorio permite que el aire quede ocluido en el interior de sus poros creando espacios intersticiales que ofrecen una escasa conductividad. Como consecuencia, la fibra de vidrio ofrece una eficiente capacidad aislante para aplicaciones en paneles de cuarto frío, tuberías calefactoras, ductos de aires acondicionados, etc.

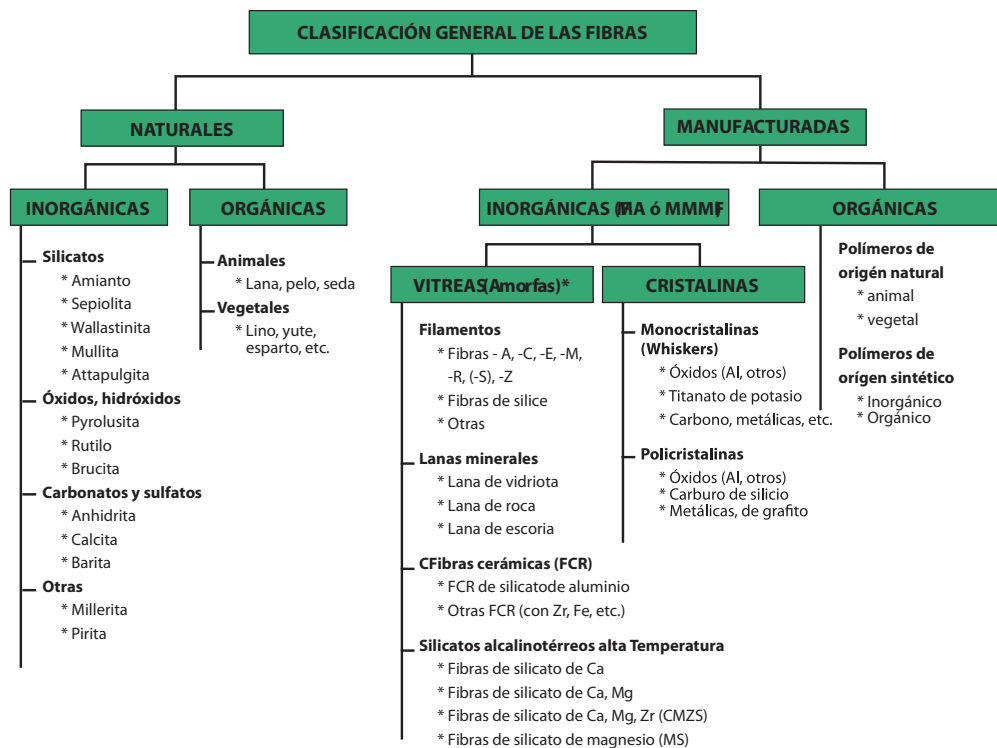
Mientras la manta aislante de fibra de vidrio se encuentre en perfecto estado no representa riesgos para la salud; por el contrario, cuando su integridad se ve perturbada por la humedad o algún agente externo que deteriore su estructura, las fibras se fraccionan en pequeñas partículas, y este desprendimiento provoca una contaminación por deposición aleatoria homogénea sobre áreas aledañas a la fuente de contaminación. El tamaño de cada partícula agrega una característica adicional a su comportamiento. Al desprenderse al ambiente circundante, las fracciones de polvos respirables, se pueden mantener en suspensión por un periodo prolongado causando irritación en los ojos, molestias de irritación del tracto respiratorio superior (nariz, boca y garganta). Las partículas de mayor tamaño, es decir, fracciones de polvos totales se depositan más rápidamente sobre las superficies del

mobiliario en la zona contaminada. Esta diminuta fibra de vidrio al entrar en contacto directo con la piel causa reacciones alérgicas cutáneas que se manifiestan por picazón. La reacción normal del cuerpo de frotar la piel en estas áreas afectadas provoca irritación mecánica temporal perforando la piel, propiciando la entrada de gérmenes y bacterias resultando en la fase desencadenante de infección, o lo que los expertos llaman una dermatitis irritante de contacto físico.

La Universidad Tecnológica de Panamá, a través del Centro Experimental de Ingeniería ha dado seguimiento a los problemas de contaminación por fibra de vidrio que desde el año 2006 han impactado de manera negativa a la sociedad.

Dentro del organigrama del CEI se encuentra el Laboratorio de Análisis Industriales y Ciencias Ambientales (LABAICA), donde reposan registros de monitoreo realizados a través de los años en escuelas, instituciones, empresas y viviendas privadas. En base a los resultados de dichas diligencias, se ha podido determinar que la problemática de la fibra de vidrio toma auge debido al desconocimiento de las partes involucradas en el proceso de trabajos de remoción de techo con aislante de fibra de vidrio deteriorado. Este desconocimiento se han manifestado mayormente en la manipulación adecuada de sus desechos y procedimientos para descontaminación de las áreas involucradas.

En la Unidad de Materiales de Baja Resistencia Mecánica (UMBRM) se establecieron planes de contingencia para mitigar el impacto de la problemática, y se generó el Protocolo para el Manejo



de la Fibra de Vidrio, donde se establecieron procedimientos de identificación de la fuente de contaminación, medidas de control para la manipulación y descarte seguro de la fibra de vidrio. De esta manera se pudo establecer una línea base para las tareas específicas en todas las operaciones involucradas, desde la descontaminación de las áreas, traslado, transporte y descarte; además de capacitar a empresas privadas y públicas interesadas en el tema.

Por otra parte se desarrolló el procedimiento técnico para la evaluación de presencia de fibra de vidrio, cuyo objetivo es establecer los parámetros necesarios para la toma de muestras y la presentación de resultados. Se evaluaron los métodos disponibles aplicables al muestreo de partículas ambientales, y se determinó que el método de muestreo de filtro de membrana, en el cual se utiliza una

bomba de succión en cada sitio de muestreo, perdía representatividad por la limitante de no poder coleccionar las partículas, que ya al estar depositadas sobre las superficies, tienen contacto directo con la piel. La necesidad de utilizar otro método que sea representativo nos llevó a inclinarnos por el método de partículas depositadas sobre superficie. Se incorporó el procedimiento de nebulización de agua en las áreas contaminadas, con el objetivo de esparcir finísimas gotas de agua que al entrar en contacto con la fibra en suspensión lograr hidratarla, ganando peso y precipitándose a tierra, para posteriormente coleccionar un área determinada sobre la superficie y realizar un conteo de partículas por microscopía comparativa, reportando un resultado que confirme o rechace la presencia de fibra de vidrio.

Lic. Lourdes González
Química



Nitrógeno amoniacal, importancia de su determinación

Las descargas de aguas residuales y domésticas incrementan las concentraciones de nitrógeno amoniacal en las aguas superficiales y subterráneas, afectando la calidad de las mismas.

En condiciones normales la fuente de nitrógeno amoniacal en aguas superficiales proviene de la degradación natural de la materia orgánica presente en la naturaleza. Es uno de los componentes transitorios en el agua, porque es parte del ciclo del nitrógeno, y se ve influido por la actividad biológica.

En ambos casos el nitrógeno amoniacal, se origina de la degradación del nitrógeno orgánico y, este a su vez, por acción bacteriana, se va oxidando gradualmente a nitritos y finalmente a nitratos.

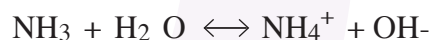
Los aportes adicionales de nitrógeno amoniacal que alteran las concentraciones normales de este nutriente, implican una alteración perjudicial del medio al cual son vertidos, provocando entre otras consecuencias, la disminución de los niveles de oxígeno disuelto de los ríos, el cual es consumido en los procesos de degradación bacteriana de nitrógeno amoniacal. Provocando un ambiente anóxico, desencadenándose así una serie de reacciones químicas y microbianas que dan como resultado la disminución de la calidad del agua, muerte de especies que habitan en el sitio, entre otras consecuencias.

Las aguas subterráneas también se pueden ver afectadas, ya que cuando hay un exceso de nitrógeno amoniacal, por ende de nitratos, las plantas no pueden absorber este exceso y los suelos no son capaces de retenerlo, por lo cual los nitratos se pueden ir filtrando a aguas subterráneas, que en muchas ocasiones son de consumo humano. El consumo de aguas con concentraciones por encima de 10 mg/L de nitratos (establecido por la Organización Mundial de la Salud y adoptado en Panamá por el Ministerio de Salud) provoca una enfermedad llamada metahemoglobinemia, la cual perjudica principalmente a niños.

Por lo antes mencionado, se hace necesario monitorear las descargas industriales. Las industrias deben ajustar sus procesos de tratamiento de agua residual y doméstica, de manera que las concentraciones de nitrógeno amoniacal en las mismas, estén dentro de los límites máximos permisibles establecidos en las normas DGNTI-COPANIT 35-2000 y DGNTI-COPANIT 39-2000.

El Laboratorio de Análisis Industriales y Ciencias Ambientales, realiza el muestreo y análisis de nitrógeno amoniacal en aguas residuales, superficiales y potables, basados en el “Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater”, APHA-AWWA-WEF2.

En todo el proceso de análisis se utiliza cristalería y equipos calibrados, así como también patrones de referencia trazables al National Institute of Standards and Technology (NIST). La metodología utilizada es 4500-NH₃ D, electrodo selectivo de amoníaco. Este método consiste en la utilización de un electrodo selectivo de amoníaco acoplado a un potenciómetro. El electrodo posee una membrana hidrofóbica, permeable al gas amoníaco (NH₃). El principio del método se basa en la generación de una diferencia de potencial eléctrico en la solución a analizar, el cual se produce cuando se eleva la solución a un pH mayor o igual a 11, al agregar hidróxido de sodio (NaOH). A este pH las sales de amonio contenidas en la muestra son transformadas en hidróxido de amonio (NH₄OH). Esto obedece al desplazamiento del siguiente equilibrio hacia la izquierda:

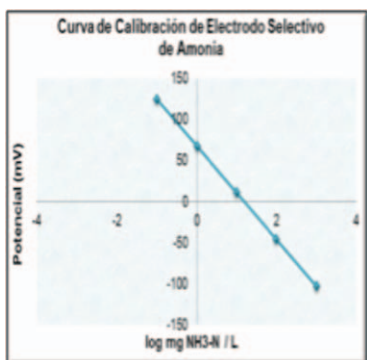


El amoníaco (NH₃) está en equilibrio con el ión amonio (NH₄⁺), en función del pH, al elevar el mismo, el NH₃ disuelto en la solución de la muestra se difunde a través de la membrana del electrodo selectivo hasta que la presión parcial del amoníaco es la misma en ambos lados de la membrana. La presión parcial de amoníaco será



proporcional a la concentración de nitrógeno amoniacal, y ésta a su vez al cambio de potencial que se registra en el potenciómetro.

Al realizar una curva de calibración con una serie de patrones de concentraciones conocidas, se pueden extrapolar los valores de nitrógeno amoniacal (como nitrógeno) en muestras desconocidas, y así determinar su concentración.



La determinación de nitrógeno amoniacal, tiene su relevancia como indicador de calidad sanitaria. No sólo se realiza en la descarga final de las aguas residuales o en aguas superficiales, si no que el conocimiento de la concentración de esta especie le es útil a las industrias que utilizan procesos de tratamiento biológico de sus aguas, para verificar la eficiencia de las plantas de tratamiento, y así poder realizar ajustes pertinentes antes de ser evaluados.

Referencias

[1] Clair N.Sawyer, Perry L. McCarty, Gene F. Parkin. "Química para Ingeniería Ambiental", cuarta edición, McGraw Hill, Estados Unidos, 1994.

[2] APHA, AWWA, and WEF, 2005. "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater", 21st ed. American Public Health Association, Washington. 2005

A.Peña S. Ruedas, S. Carrera. "Eliminación de Nitrógeno Amoniacal en Aguas Residuales Sanitarias". Revista Ingeniería Química, 420.2005.



Foto No. 1 Muestras para la determinación de iones cloruros

Lic. María Janeiro
Química

Ing. Lilibeth de Araque
Ingeniera Metalúrgica

Importancia de los iones cloruro en la industria de la construcción

En los últimos años en nuestro país la industria de la construcción se ha desarrollado ampliamente, siendo las estructuras de concreto armado uno de los sistemas constructivos más utilizados por excelencia.

El concreto es un material compuesto, constituido por la unión de cemento, agua, aditivos, agregados (grava y arena), en diferentes proporciones de acuerdo con el diseño de la mezcla. Todos estos materiales pueden contener entre otras cosas iones cloruros.

Foto No. 1.

Diversos estudios han demostrado que si los iones cloruros exceden los valores máximos establecidos en las especificaciones, pueden ejercer una influencia negativa propiciando la corrosión de las armaduras de las estructuras, razón por la cual es de vital importancia determinar la concentración de iones cloruros presentes en el cemento, en el agua de amasado, en los agregados y aditivos, o bien en el concreto en sí.

Los iones cloruros presentes en el agua de concreto deben determinarse siguiendo el procedimiento establecido en la norma ASTM D 512 o con la norma ASTM C 114.

Los resultados obtenidos se evalúan de acuerdo con las especificaciones de la norma ASTM C 1602/C 1602-M, en la cual se establece que para el agua de mezcla utilizada en la producción de concreto con cemento hidráulico, la concentración máxima de iones cloruros permitida es de 500 ppm.

En cuanto a las muestras de agregados se utilizan las normas ASTM C 1524 y ASTM C 114. En la primera se describe el pretratamiento de la muestra, utilizando un sistema Soxhlet para realizar la extracción, y en la segunda la determinación empleando la titulación potenciométrica.

Foto No. 2.

Para los aditivos de concretos la norma ASTM C-465 establece que los ensayos químicos deben realizarse con la norma ASTM C-114; estos aditivos pueden presentarse tanto en estado líquido como en sólido.

En las muestras de cemento, la concentración de iones cloruros se determina siguiendo el procedimiento de la norma ASTM C 114, realizando una titulación potenciométrica con un electrodo de cloruro.

Foto No. 3.

Cuando se trata de muestras de concreto se efectúa una titulación potenciométrica, ya sea para determinar el contenido de los iones cloruros solubles en agua con la norma ASTM C 1218, o bien los cloruros solubles en ácido con la norma ASTM C 1152.

En forma general, para determinar la concentración de iones cloruro de acuerdo con la norma ASTM, se debe contar con un potenciómetro calibrado, un electrodo de cloruro y una micro bureta con divisiones de 0,02 mL.

El reglamento ACI (American Concrete Institute) 318, establece los límites de contenido de los iones cloruros solubles en agua en el concreto, a los siguientes porcentajes en peso del cemento, como se observa en la Tabla No. 1. El contenido de cemento se determina con la norma ASTM C 1084.

Además de estas normas, en la ASTM C 1202 encontramos el método estándar para el ensayo de indicación eléctrica de la capacidad del concreto para resistir la penetración de los iones cloruros.

En el Laboratorio de Análisis Industriales y Ciencias Ambientales (LABAICA), del Centro Experimental de Ingeniería (CEI) de la Universidad Tecnológica de Panamá (UTP), realizamos las



Foto No. 2 Titulación potenciométrica

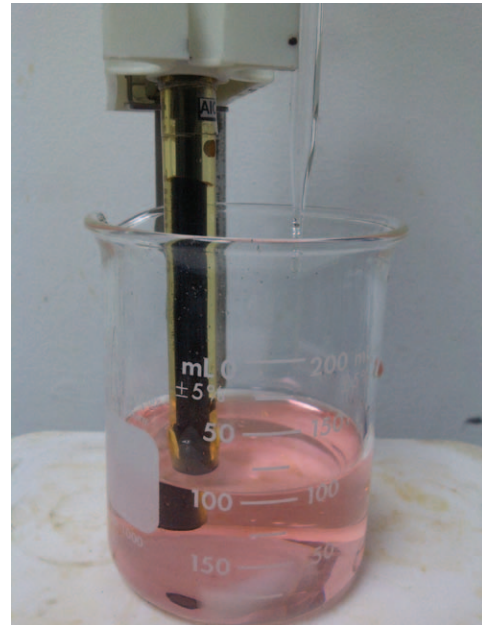


Foto No. 3 Electrodo para el ensayo de cloruros.

determinaciones de iones cloruros, brindado así cada día el apoyo que requiere la industria de la construcción, con miras a tomar decisiones oportunas al momento de encontrarse resultados elevados en las concentraciones de cloruro en las muestras de concreto.

Tabla No. 1. ACI 318 - Tabla 4.4.1 Contenido máximo de iones cloruro para la protección contra la corrosión del acero de refuerzo.

Tipo de elemento	Contenido máximo de iones cloruro (Cl ⁻) solubles en agua en el concreto
Concreto pre esforzado	0,06
Concreto reforzado expuesto a cloruros durante su servicio	0,15
Concreto reforzado que vaya a estar seco protegido contra la humedad durante su servicio	1,00
Otras construcciones de concreto reforzado	0,30



Ing. Nicanor Yau Rivera



Primer panameño en diseñar mezcla de concreto de alta resistencia

Por: Liseth Lezcano

El Ing. Nicanor Yau Rivera es una persona sencilla, humilde y altruista -en todo sentido- pero ante todo, es docente, ya que los vastos conocimientos que posee, los comparte con sus estudiantes, colegas y todo el que los requiera ‘para seguir construyendo un mejor Panamá’.

Yau es Ingeniero Civil, tiene una especialidad en Estructuras y una Maestría en Ciencias Básicas de Ingeniería y en Ciencias de los Materiales. Es investigador titular, asesor de tesis y actualmente es el Jefe del Laboratorio de Ensayo y Materiales del Centro Experimental de Ingeniería (CEI) de la Universidad Tecnológica de Panamá (UTP).

Ha sido facilitador de la Asociación Americana del Concreto (ACI, siglas en inglés), desde que esta organización se estableció en Panamá. Es el primer ingeniero panameño en diseñar mezcla de concreto de alta resistencia y considera que uno de los aportes más importantes que ha hecho al país, ha sido la formación de un gran número de estudiantes, quienes hoy se destacan como excelentes profesionales, tal es el caso del actual Rector de la UTP, Dr. Oscar Ramírez Ríos.

A sus 19 años y siendo estudiante, Yau empezó a colaborar en el CEI de la UTP, institución en la que ya ha cumplido 40 años de servicio y en la que ha ocupado diferentes posiciones administrativas: Jefe del Laboratorio de Materiales y Estructuras, Administrador de la Sede de la UTP en Tocumen y Jefe de Mantenimiento del Campus Central.

Considera que en su recorrido profesional ha sido guiado por mentes brillantes y maestros visionarios del área de la Ingeniería, que se detenían a pensar, y a pensar en el futuro, siempre en beneficio de la UTP y del desarrollo de su gente, tales como el: Dr. Víctor Levi, el Dr. Eduardo Briceño, el Ing. Amador Hassell, el Ing. Víctor Cano y el Ing. Ernesto Regales.

Según explica el Ingeniero Nicanor, de toda su trayectoria profesional lo que más lo llena de satisfacción es el cúmulo de experiencia adquirida, las cuales comparte sin egoísmo. “Yo no le resuelvo los problemas a mis estudiantes o amigos, más bien los oriento para que ellos encuentren sus propias alternativas o soluciones a los problemas que se le presentan y eso los ayuda a crecer como personas y como profesionales”.

El Ing. Yau ha trabajado en importantes proyectos que se han desarrollado en Panamá y en países como Guatemala, Nicaragua y Costa Rica. Además, ha participado en la fabricación de pilotes marinos, cuyas características son muy específicas.

Recuerda que en 1993, cuando se decidió construir en Panamá un edificio de 168 metros de altura, lo contrataron a él para que hiciera el diseño de mezclas y desde entonces, es asesor de varias empresas dedicadas a la producción de concreto.

Otro de los logros que tiene a su haber, es su participación como inspector y supervisor de la construcción del Centro Regional de la UTP en Chiriquí, desde 1979 hasta 1981 y la creación del Laboratorio del CEI que hay en este Centro Regional.

Yau es un convencido que se debe formar gente joven y competente, para que se constituyan en los relevos, encargados en dirigir los laboratorios de los Centros Regionales, lo cual ahorraría el costo por traslados de equipos y recurso humano. “Eso le permitiría a los Centros Regionales, crecer y desarrollarse, aportando al mercado regional, con pertinencia”, señala.

Las fórmulas que le han permitido el éxito profesional y personal han sido varias: el apoyo de su familia, la mística de trabajo, alejar el egoísmo del trabajo, compartir sus conocimientos y apoyar al que lo necesite o se acerque a buscar su orientación, porque él siempre ha estado dispuesto a ayudar.

Se siente orgulloso de su familia conformada por su esposa y sus

tres hijos, además de los sobrinos que lo quieren y respetan mucho. Como mensaje, invita a los jóvenes a que aprovechen esa energía y creatividad efervescente para aprender todo lo que puedan en la UTP, ya que es la mejor Casa de Estudios Superiores de Panamá y una de las mejores en la región.

“Que ese sello de calidad que posee la institución sea parte de su aprendizaje, que hagan sus propias pruebas para comprobar que lo que saben, se aplica y ofrece soluciones. Inspírense en alguien que haya hecho la diferencia, compartan y nutran al país de esa sabia fresca que tiene mucho que aportar al desarrollo de Panamá. Hagan Patria”.



Por: Ing. Milagros Pinto Núñez
Ingeniera Civil



Hamaca elaborada de Guadua Angustifolia y una cubierta de Lona.

Perspectivas del uso del bambú como material alternativo en la industria de la construcción en Panamá

El sector de la construcción ocupa una posición importante en la economía de nuestro país, debido a su influencia directa en el Producto Interno Bruto (PIB); y sus perspectivas a corto y medio plazo son, según datos de la Contraloría y analistas financieros, de fuerte crecimiento. Sin embargo, también es conocido que este sector junto a todos los sub-sectores en los que influye, es uno de los que genera mayor impacto ambiental por la producción de desechos sólidos, la poca cultura del reciclaje y la cantidad de energía necesaria para la producción de las materias primas de los materiales convencionales, tales como: cemento, acero, plástico, etc.

También la búsqueda del confort humano y la economía de la energía, tanto en la generación como en el consumo; y la necesidad de industrializar la construcción para evaluar los costos reales de los proyectos y minimizar riesgos e impactos al ambiente, son aspectos que propician la investigación y el desarrollo de materiales alternativos, como el bambú, para el desarrollo de nuevas y eficientes tecnologías de vivienda.

En el caso particular del bambú, el cual es una planta gramínea como el arroz, el maíz y la caña de azúcar, posee notables características estructurales, estéticas y ecológicas, ya sea como elemento estructural o como refuerzo a sistemas estructurales convencionales, debido a que la lignina de sus tejidos se convierte después de algunos años en una estructura dura como la madera, pero más flexible y liviana.

Una de las bondades del bambú es su capacidad de reforestar más rápidamente áreas devastadas por deforestación y erosión de suelos. Verdaderamente actúa como un purificador de la atmósfera y los suelos. La ciudad de Hiroshima en Japón, es un ejemplo de esto; ya que fue reforestada con bambú después de la devastación causada por la bomba atómica de 1945.

De las 1 300 especies de bambú que existen a nivel mundial,

sólo 5 especies sobresalen por sus características estructurales. Estas especies son: Bambusa, Gigantocloa, Guadua, Chusquea y Dendrocalamus.

Es importante resaltar que las propiedades mecánicas de cualquier especie de bambú dependen directamente, como cualquier material orgánico, de las condiciones climáticas, edad, método de cosecha y sistema de protección o inmunización.

En Panamá contamos con variedades de bambú estructural como Bambusa, Chusquea y Guadua; sin embargo, las aplicaciones que se han desarrollado han sido orientadas al campo agrícola y de recuperación de suelos. Es importante destacar que de la mayoría de las especies existentes localmente, no se cuenta con información estandarizada sobre sus propiedades físicas y mecánicas, lo que hace un poco limitado su uso formal en la industria de la construcción.

Esto nos permite vislumbrar que en nuestro país se puede desarrollar el uso del bambú con muy buenas perspectivas, y que puede servirnos para aminorar el déficit de vivienda, en un principio en las zonas cercanas a donde crece esta planta.

Por lo anterior, el Centro Experimental de Ingeniería está desarrollando proyectos de investigación con el fin de aportar conocimiento sobre el comportamiento estructural de las especies de bambú que crecen en nuestro país, y que de forma tradicional, artesanal e informal se utilizan para la edificación de ranchos o casas unifamiliares en nuestra campiña.

Las propuestas de investigación desarrolladas por estudiantes de la Facultad de Ingeniería Civil, en conjunto con docentes e investigadores de nuestro Centro, buscan evaluar y caracterizar las propiedades físicas y mecánicas de la Guadua, específicamente



Plantación de Guadua Angustifolia

la Guadua Angustifolia, y analizar la interacción de esta especie con otros materiales como el adobe y el concreto; a fin de definir métodos constructivos que sean económicos, técnicamente aceptables y agreguen valor a la sociedad.

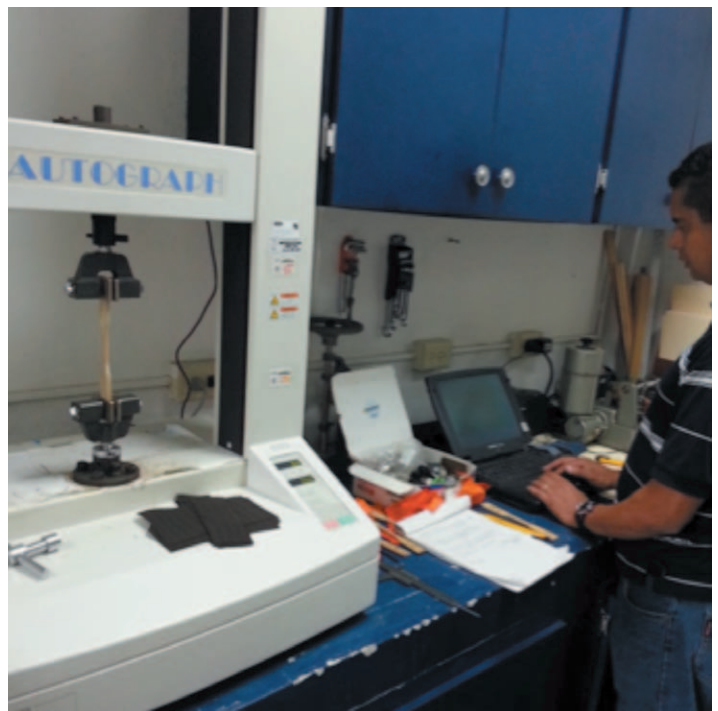
Se espera demostrar mediante ensayos, la capacidad de soportar cargas laterales de módulos de adobe y bambú, así como comparar parámetros mecánicos que nos permitan predecir una adecuada proporcionalidad de los materiales, y se brindaría una herramienta de caracterización de propiedades mecánicas (resistencia última) en el campo del diseño de estructuras con Guadua Angustifolia.

Es importante destacar que investigaciones desarrolladas en México, Brasil, Colombia y Ecuador, demuestran que son muchas las ventajas en cuanto al desarrollo sostenible que tienen materiales alternativos como el bambú en su especie Guadua Angustifolia, frente a materiales convencionales como el acero de refuerzo, fibras reforzadas con polímeros (FRP), concreto, cemento, ladrillo y los agregados en general. La reducción del uso de recursos naturales en los procesos de transformación productiva a través de tecnologías más eficientes, ahorro en el consumo de energía y agua, son herramientas para poner en práctica la bio-construcción.

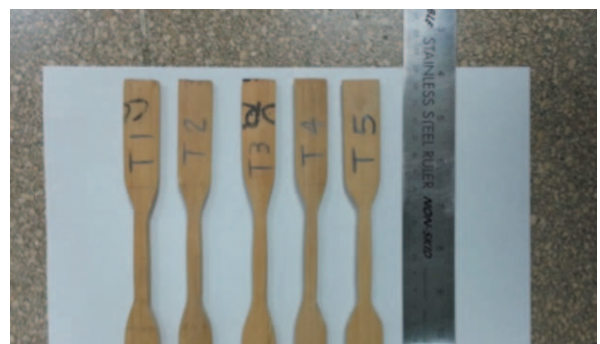
Debemos considerar que para la implementación de nuevos sistemas constructivos en nuestro país, es indispensable certificar que los niveles de seguridad son los mínimamente exigidos por los códigos y reglamentaciones vigentes.



Fabricación de Paneles de adobe reforzado con bambú (sistema de casas de quincha)



Ensayo de tensión paralelo a la fibra.



Dr. Alexis Mojica
Doctor en Geofísica Aplicada



Efectividad de la prospección eléctrica 2D en la

1. Nota introductoria

A la aplicación de algunas ciencias geofísicas para la exploración del subsuelo se le conoce con el nombre de “prospección geofísica”. Este horizonte comprende un conjunto de técnicas no invasivas cuyo objetivo se centra en detectar recursos útiles al ser humano ubicados en las capas más superficiales de nuestro planeta; la aplicación de cada una de ellas va a depender de los objetivos de la investigación.

2. La técnica de prospección eléctrica

Uno de los más importantes desarrollos de los métodos de prospección en los últimos 20 años, ha sido el incremento de dispositivos de imaginería eléctrica en 2 y 3 dimensiones; dichos dispositivos han sido empleados con éxito en ambientes muy complejos, en donde los sondeos eléctricos en una dimensión no ofrecen información adecuada referente a las estructuras geológicas contenidas en el subsuelo. De acuerdo a Barker (1996) y Dahlin (1996) este tipo de técnicas exploratorias no invasivas del subsuelo ocupan un lugar muy importante en temas de ingeniería, medioambiente y minería. La misma se encuentra basada en la medición de la “resistividad eléctrica aparente del subsuelo”, la cual se lleva a cabo en la superficie del área de interés, inyectando una determinada intensidad de corriente eléctrica a través de un par de electrodos incrustados en el terreno, y midiendo el voltaje por medio de un segundo par de electrodos metálicos; la repetición de este proceso en diversas posiciones a lo largo de un perfil para diferentes niveles de profundidad generará una pseudo-sección de resistividad eléctrica aparente. Ella no representa una distribución real de las propiedades eléctricas del subsuelo ya que no se trata de la resistividad real del suelo ni de la profundidad real. Para obtener una imagen de la distribución real de este parámetro físico y en profundidad real, es necesario resolver el “problema inverso”.

La resolución del mismo en prospección eléctrica consiste en obtener una imagen de la distribución real de la resistividad calculada, la cual podrá correlacionarse con la geología del subsuelo. Esta distribución corresponde a los parámetros del modelo, el cual discretiza el subsuelo en celdas y es la ecuación diferencial parcial que gobierna las relaciones entre los datos medidos en campo y los parámetros del modelo. La inversión busca estimar estos parámetros bajo la base de los datos de campo y el modelo.

3. Métodos de inversión en prospección eléctrica

El proceso de inversión consiste en construir un modelo inicial de resistividad eléctrica el cual se basa en la pseudo-sección de resistividad eléctrica aparente; luego, se desarrolla una simulación con el objetivo de predecir el conjunto de datos bajo el modelo inicial. Posteriormente éste se actualiza mediante la resolución del problema inverso linealizado, aquí se calculan los parámetros del modelo que consisten de los valores de resistividad en cada celda. De forma iterativa, los parámetros del modelo son recalculados a partir del modelo precedente, y en cada paso se calcula el error RMS hasta satisfacer el criterio de inversión.

En prospección eléctrica 2D y 3D existen diversos métodos de inversión que se utilizan de acuerdo a los objetivos de la investigación; los mismos actualizan los parámetros del modelo que están en función de una matriz jacobiana, los datos de campo y calculados, y un factor de amortiguamiento; no obstante, cada uno de los tres métodos de inversión que se tratan en este apartado presentan algunas variantes importantes: (i) la inversión suave incluye una matriz de rugosidad o filtro, (ii) la inversión robusta que contiene las matrices de rugosidad y ponderación, y (iii) la inversión amortiguada que contiene las matrices de identidad y ponderación.



delimitación de zonas resistentes y conductoras

4. Comparación de los métodos

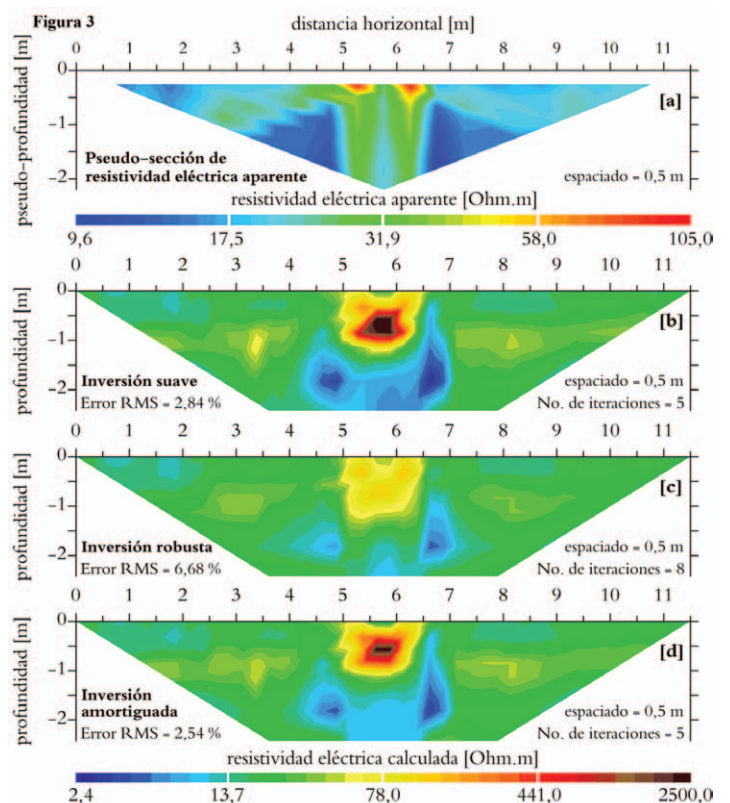
Para comparar la efectividad de estos tres métodos de inversión, se desarrolló una prospección eléctrica 2D en una zona conocida con un Syscal R1 (Figura 1). La Figura 2[a] muestra la pseudo-sección de resistividad aparente. El resultado muestra una anomalía muy resistente en tonalidad amarillo-rojo-café (78-2500 Ohm.m) ubicada en el centro del perfil y claramente definida en la Figura 2[b] y [d]; la Figura 2[c] muestra una señal eléctrica débil; dicha anomalía se encuentra asociada con espacio vacío ubicado a pocos centímetros de la superficie. Por debajo de la misma se presenta una zona con cierto nivel de humedad representada por una anomalía conductora en celeste-azul (2,4-13,7 Ohm.m). En el resultado de la inversión suave está bien definida pero débil para los otros resultados. Las anomalías en verde (13,7-78,0 Ohm.m) se asocian con roca sedimentaria meteorizada. Finalmente, de los tres métodos de inversión utilizados, la suave ofreció más información acerca del espacio vacío y la acumulación de humedad por debajo de ésta, en relación a los otros resultados.

5. Bibliografía

Barker, R.D. 1996. The application of electrical tomography in groundwater contamination studies. EAGE 58th Conference and Technical Exhibition Extended Abstract, PO82.

Dahlin, T. 1996. 2D resistivity surveying for environmental and engineering applications. First Break, 14, 275-283.

Tomografías eléctricas



Ing. Oscar Patiño
Ingeniero Civil



Probeta de concreto permeable publicada por ASTM en el año 2006.

El concreto permeable: uso y estándares

Introducción

El concreto permeable (pervious concrete en inglés) es un material fabricado de manera similar al concreto regular, pero utiliza menor cantidad de cemento con poco o sin agregados finos, permitiéndole espacios vacíos entre sus partículas, de ahí su comportamiento permeable.

Este tipo de concreto fue utilizado inicialmente en Europa bajo el nombre de concreto sin finos (no-fines concrete) para facilidades de estacionamientos, muros de carga y residencias. Las primeras casas se construyeron después de la I Guerra Mundial en los Países Bajos; luego en 1937 antes de la II Guerra Mundial se utilizó en Escocia para la construcción de casas de 2 pisos, edificios de apartamentos de 3 y 4 pisos, e incluso 12 edificios de apartamentos de 10 pisos usando muros de carga de este material [12, 13].

Posterior a la II Guerra Mundial debido a limitada cantidad de cemento, y de mano de obra calificada para la reconstrucción con mampostería, George Wimpey & Company Ltd. de Inglaterra desarrolló una técnica para erguir formaletas y vaciar concreto sin finos, usando mano de obra no calificada. Se edificaron más de 400,000 construcciones con ese sistema [12, 13].

La construcción con concreto sin finos ha sido utilizada para viviendas en Canadá, Venezuela, España y el Este de África, entre otros países. En las últimas décadas en Norteamérica, bajo el nombre de concreto permeable, se le ha utilizado en zonas de estacionamientos y carreteras de poco tráfico, debido a su capacidad de drenar el agua de lluvia más rápidamente al subsuelo.

En el concreto permeable la relación de agua-cemento está entre 0.28 y 0.40. De acuerdo al ACI 522R-10 [2], el contenido de vacíos está en el orden de 15 a 35 %, la resistencia a compresión entre 2.8 a 28 MPa, y la capacidad de drenaje en un rango de 81

a 730 litros/min/m². Una revisión muy completa de este tema ha sido presentada por Obla [6], además de Liv Haselbach [7], y J.T. Kevern, et al [8 y 9].

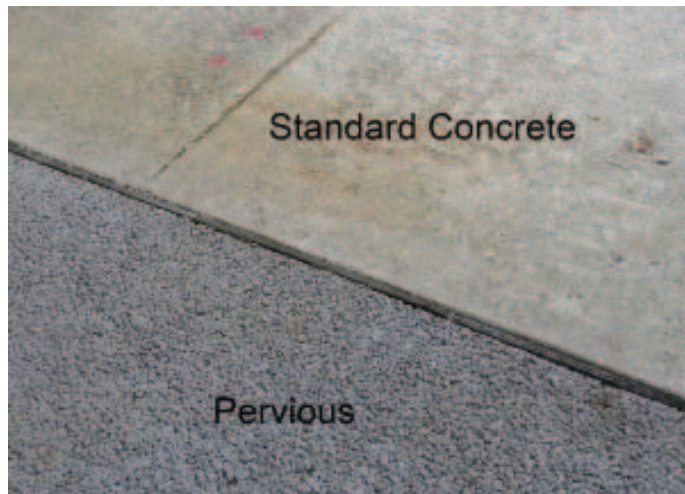
Normativa

En el año 2008, se produjo el estándar ACI 522.1-08 denominado "Specification for Pervious Concrete Pavement" [1], en el cual se adoptan normas de la ASTM para el control de calidad de los pavimentos de concreto permeable. Para esa fecha la ASTM aún no contaba con normas específicas para el concreto permeable, por tanto las normas indicadas por el ACI correspondían a las mismas del concreto normal.

Por otra parte, para el año 2006 la ASTM había creado el subcomité C09.49 como parte del Comité C09 sobre concreto y agregados para el concreto [3]. Este subcomité fue el encargado de la investigación y desarrollo de las normativas sobre el concreto permeable. Los criterios de aceptación fueron aprobados entre los años 2009 y 2013 con la producción de los siguientes estándares [4]:

- C1688/C1688M-13 Standard Test Method for Density and Void Content of Freshly Mixed Pervious Concrete.
- C1754/C1754M-12 Standard Test Method for Density and Void Content of Hardened Pervious Concrete.
- C1747/C1747M-11 Standard Test Method for Determining Potential Resistance to Degradation of Pervious Concrete by Impact and Abrasion.
- C1701/C1701M-09 Standard Test Method for Infiltration Rate of In Place Pervious Concrete.

En paralelo a este trabajo, en el año 2010 la ACI produjo una versión actualizada del reporte ACI 522R-10, sobre los avances observados en la práctica de fabricación e instalación del concreto permeable, considerando nuevas recomendaciones.



Pavimento de concreto permeable.

Imagen provista por G. A. Nichols Construction Company.

Actualmente, la ASTM no cuenta con un estándar para la prueba de compresión del concreto permeable. En vista de ello el subcomité C09-49 está desarrollando una propuesta denominada “Nuevo método de ensayo de resistencia para cilindros de concreto permeable confeccionados en laboratorio”. Por su parte, el British Standard Institute cuenta con la norma denominada BS1881:113-2011 “Method for Making and Curing No-Fines Test Cubes” [5], actualizada al año 2011, y los especímenes se ensayan según la norma BS1881-116 “Method for determination of compressive strength of concrete cubes”.

El concreto permeable está siendo considerado como aliado de la “construcción verde”, ya que es amigable con el ambiente; por ejemplo, permite el rápido ingreso del agua al subsuelo inmediatamente luego de la lluvia, y consume menos cantidad de agregados y cemento; además puede ser considerado con un alto potencial estructural para soluciones habitacionales [6, 10, y 12].



Hoy día, cuando el concreto es especificado, no sólo por resistencia, sino por características de desempeño, el concreto permeable ha cobrado una posición competitiva. Para nuestro país, donde el concreto constituye un elemento importante en la industria de la construcción, el concreto permeable (o concreto sin

finos) es una alternativa con mucho potencial para pavimentos de tráfico ligero, plazas de estacionamientos y residencias familiares de bajo costo, entre otras posibles aplicaciones; en este sentido, se requieren investigaciones a nivel local.

Referencias.

- [1] American Concrete Institute, Specification for Pervius Concrete. ACI 522.1-08, Farmington, USA, 2008.
- [2] American Concrete Institute, Report on Pervius Concrete ACI 522R-10, Farmington, USA, 2010.
- [3] American Society for Testing and Materials, Pervius Concrete, Standarization, News, October 2006, pp 16.
- [4] American Society for Testing and Materials. C09 on Concrete and Concrete Agregates. <http://www.astm.org/COMMIT/SUBCOMMIT/C0949.htm>.
- [5] British Standard Institution, BS1881-113:20113, Testing Concrete – Part 113: Method for Making and Curing No Fines Test Cubes
- [6] Karthik H. Obla. Pervius Concrete-An Overview, The Indian Concrete Jounal, August 2010.
- [7] Liv Haselbach. Pervius Concrete and Testing Methods American Society of Civil Engineers, 2010.
- [8] J.T. Kevern, V.R. Schaefer and K. Wang. Predicting Performance of Pervius Concrete using Fresh Unit Weight. National Ready Mix Concrete Association-NRMCA, 2009.
- [9] J.T. Kevern, K. Wang, and V. R. Schaefer. A Novel Approach to Characterize Entrained Air Content in Pervius Concrete. Journal of ASTM International, Vol. 5, No. 2. 2008.
- [10] Erin Ashley. Using Pervius Concrete to Achive LEED Points National Ready Mix Concrete Association-NRMCA, Winter 2008.
- [11] Mattew Offenber, PE. Is Pervius Concrete Ready for Structural Applications. Structure Magazine. February 2008
- [12] Jonh Kyrl Moss. No-fines building gives energy-conserving homes. A system that saves both energy and cement, International Construction, Sutto, Surrey, England. Publication # C790123, The Aberdeen Group, 1979.
- [13] Rob Green, Pervius Concrete Past, Present and Future, Cement and Concrete Association of New Zealand (CCANZ), Concrete Magazine, Vol. 55 Issue, March/April 2011, pp 1820.

Dr. Nelson Barranco
Doctor en Ciencias Naturales



Tratamiento de aguas residuales mediante humedales artificiales en Chiriquí Grande, Bocas del Toro”. 2005

1. ANTECEDENTES

En Panamá tenemos grandes problemas de saneamiento, principalmente en los recursos de agua, ya que todas las aguas residuales: industriales, domésticas y del sector agropecuario son descargadas sin tratamiento previo en los ríos, lagos o mares.

El tratamiento de las aguas residuales mediante humedales es muy bien conocido en todo el mundo, pero en nuestro país todavía no se aplica.

Los Humedales artificiales son construidos para tratar el agua que fluye a través de ellos. En comparación con los métodos de tratamiento convencional, éstos son de manejo simple, de bajo costo y amigables al medio ambiente.

El Gobierno panameño y el BID brindaron a la Universidad Tecnológica a través del Centro Experimental de Ingeniería, la oportunidad de introducir y demostrar que este sistema funciona.

Los Humedales son aplicables y de buen manejo tanto en la zona rural como urbana, y podría ser una buena solución a los problemas de saneamiento para nuestros recursos hídricos.

La Laguna de Chiriquí Grande se encuentra en Bocas del Toro. A través de los años, ésta ha sido una fuente de empleo y generación de ingresos para la comunidad que depende en gran medida de la pesca; la existencia del muelle de la Empresa Petroterminal en la Laguna de Chiriquí (PTP), que se utiliza para operaciones relacionadas con el trasiego de petróleo, es otro factor que contribuye a la contaminación del agua.

De las 426 casas en la jurisdicción de Chiriquí Grande, 312 se encuentran a orillas de la Laguna de Chiriquí y arroyos que desembocan y a su vez generan un promedio diario de 250 litros de aguas residuales por hogar, que fluyen libremente en la Laguna.

El Ministerio de salud ha implementado proyectos con letrinas para dar solución a esta contingencia, pero algunas de estas aguas

contaminadas se han infiltrado a través de las letrinas y fosas sépticas ubicadas en zonas donde los niveles de agua son muy bajos, contaminando así las aguas subterráneas y superficiales, también la alta pluviosidad durante todo el año, impide la absorción de las mismas. El problema es mucho más grave en las zonas de alta concentración de viviendas, lo que podría convertirse a futuro en una epidemia.

Ante la amenaza de que a corto plazo, las aguas de la Laguna de Chiriquí Grande presenten un alto grado de contaminación y que los recursos que esta ofrece a la población, estén en riesgo. Debido a la falta de una gestión integrada de tratamiento de desechos, han aumentado los problemas de salud y saneamiento ambiental.

Es por todo ello, que se ha llegado a la conclusión de adoptar medidas inmediatas, innovadoras y de bajo costo, que permitan que las aguas que se descarguen a la Laguna de Chiriquí cumplan con las normas ambientales vigentes, para garantizar su uso sostenible.

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Este proyecto consiste en desarrollar un sistema de tratamiento de aguas residuales, cumpliendo con las normas ambientales vigentes, para realizar descargas en la Laguna de Chiriquí, especialmente de viviendas situadas a orillas de la misma.

El proyecto se desarrollará en tres etapas:

1. Estudios preliminares para el diseño de un sistema de tratamiento.
2. Puesta en marcha y supervisión del proyecto
3. Evaluación y el seguimiento de los resultados

La Universidad Tecnológica de Panamá realizó la fase 1 de esta consultoría, bajo la coordinación y la responsabilidad del Centro Experimental de Ingeniería, que tiene personal disponible en varias disciplinas profesionales directamente relacionados con el desarrollo de este proyecto, tales como ingenieros civiles, químicos, biólogos, socio-economistas entre otros.



CARACTERIZACIÓN DEL SITIO, LA VEGETACIÓN Y EL AGUA

I. CARACTERIZACIÓN DEL SITIO

Las actividades de la topografía comenzaron con el amarre, desde los puntos con coordenadas geográficas proporcionados por Petroterminal de Panamá, S. A. (PTP)

Las mediciones topográficas fueron ejecutadas por personal del Centro de Investigaciones Hidráulicas e Hidrotécnicas (CIHH) y abarcaron todas las calles principales, aceras y cruces. La metodología de trabajo de la topografía fue ir localizando toda la infraestructura ubicada en la carretera (alcantarillas, poste de electricidad, casas, etc.) Se estableció el ancho de las calles y aceras, la servidumbres a ambos lados de la misma. En aquellos puntos donde se encontraron drenajes, arroyos fue necesaria una topografía especial, a fin de establecer los niveles para obtener más información sobre el terreno plano, que se utilizará en el diseño de las alcantarillas.

Para el trabajo adicional en la medición de las carreteras y la infraestructura de Chiriquí Grande, se realizaron estudios con mayor detalle en las áreas donde se estableció la parcela de prueba.

El sitio propuesto para la parcela de pruebas fue PANAGRO.

II. CARACTERIZACIÓN DE LA VEGETACIÓN

Se recogieron 46 muestras de hierbas, 10 arbustos y 5 palmeras.

Se conservaron las muestras recogidas. La colección de material para la identificación taxonómica a nivel de especies de la vegetación existente en el humedal fue tomar una o más muestras representativas de la planta para identificación posterior en el Herbario de la Universidad de Panamá.

III. CARACTERIZACIÓN DEL AGUA

El muestreo y análisis físico-químicos y biológicos de las muestras de aguas fueron realizadas por el laboratorio de análisis industriales y ciencias ambientales (LABAICA) del Centro Experimental de ingeniería en la Universidad Tecnológica Panamá.

En las áreas de ríos y arroyos, aguas superficiales, fueron tomadas 12 muestras en diferentes puntos de la Laguna, Quebrada El Bajo, los resultados de los análisis de estos parámetros fueron evaluados.

Para caracterizar las aguas residuales de las casas de la comunidad de Chiriquí Grande, se tomaron 13 muestras compuestas distribuidas por toda la comunidad: Centro de la ciudad (parte antigua) y el lugar comercial, a fin de obtener un promedio de descarga en los diferentes parámetros analizados.

Los resultados de estos análisis se evaluaron y compararon con las normas técnicas, se encontraron fuera de especificación los parámetros siguientes (indicadores ambientales): aceites y grasas, coliformes totales, DBO5, DQO, detergentes, nitrógeno total, sólidos en suspensión, total de sólidos disueltos y turbidez. Lo que indica que los vertidos de las aguas residuales están contaminando el agua, y que es perjudicial para las actividades de recreación, turismo, pesca y a largo plazo, para la salud y degradación del medio ambiente. Para corregir esto se requiere de un tratamiento de aguas residuales antes de la descarga a la Laguna de Chiriquí Grande.

Conociendo el flujo o volumen de aguas residuales diariamente se puede calcular los volúmenes de contaminantes que se descargan diariamente en la Laguna por parámetro.

IV. RESULTADOS Y RECOMENDACIONES

Se realizaron varias reuniones con la comunidad para dar a conocer los resultados y llegar a un acuerdo sobre todo, para la ejecución de las siguientes obras.

EL SITIO DE PANAGRO PARA LA PARCELA DE PRUEBAS con 60 casas y 400 pobladores de la etnia nögbe para construir el humedal artificial.

Se diseñó el sistema de alcantarillado y el humedal de Panagro con los planos de construcción (CIHH). Este proyecto se licitó por un monto de B/. 250.000.

Al día de hoy la constructora instaló los sanitarios a cada vivienda, terminó la línea de conducción de las aguas residuales, fosa séptica y se encuentra actualmente en construcción del mismo humedal.

Después de la entrega del Humedal por parte de la constructora, se medirán por parte del personal de LABAICA en el afluente y el efluente los parámetros de los indicadores ambientales para determinar la eficiencia del humedal versus el tipo de plantas que se estudiarán, por ejemplo: Heliconias.

Ing. Rogelio B. Pittí E., M. Sc.
Ingeniero Civil y Estructural



Estado del arte de los sistemas de protección sísmica para edificios

Introducción

La filosofía de diseño implícita en los códigos de construcción, de la mayor parte de los países del mundo está basada en las siguientes premisas:

- Un sismo menor no debe causar daño al edificio.
- Un sismo moderado puede producir daño reparable.
- Un sismo fuerte puede causar daño significativo pero no el colapso o pérdidas humanas, [1].

Actualmente la mayoría de los especialistas en el tema favorecen el diseño de sistemas estructurales “dúctiles”, pues estos son capaces de soportar ciclos múltiples de carga sísmica severa, sin perder integridad estructural.

Esta metodología, denominada “diseño por capacidad”, fue desarrollada a finales de los años 60 y principios de los 70, y alcanzó aceptación mundial. Consiste en garantizar que los puntos débiles del sistema estructural, se localicen donde el diseñador así lo quiera, de forma tal que se comporten como “fusibles” dúctiles, y protejan a la estructura de una indeseable falla frágil. De esta forma, la estructura será capaz de desplazarse lateralmente durante un sismo fuerte sin colapsar, [1].

La ductilidad se define como la capacidad que tiene el material de deformarse inelásticamente. El daño estructural se concentra intencionalmente en regiones ubicadas de forma discreta dentro de la estructura. Estas regiones, denominadas generalmente articulaciones plásticas, desarrollan grandes deformaciones inelásticas durante el sismo, absorbiendo y disipando energía.

Sin embargo, cuando un sismo muy severo demanda un alto nivel de deformación inelástica, el edificio puede experimentar un daño estructural permanente muy difícil de reparar.

En los últimos años, con el propósito de lograr un mejor desempeño y un mejor control de daños durante un sismo, se ha desarrollado una nueva filosofía para el diseño y construcción de estructuras.

El Comité Visión 2000 de la Asociación de Ingenieros Estructurales de California (SEAOC por sus siglas en inglés), denomina esta filosofía de diseño, Ingeniería Sísmica Basada en Desempeño, y la define como: “un conjunto de procedimientos para el diseño de estructuras, que procura obtener niveles de desempeño predecibles en respuesta a sismos con niveles específicos, y de manera confiable”, [1].

Una dificultad que enfrenta esta metodología, es su subjetividad. Es muy probable que un desempeño sísmico que para un ingeniero estructural es bueno o aceptable, no lo sea tanto para el público general. Y hasta la propia definición de lo que se espera de un “edificio a prueba de terremotos”, puede generar malos entendidos. Como ocurrió en Nueva Zelanda luego de los sismos de Canterbury, del 22 de febrero de 2011, [1].

Para evitar esto, se debe reemplazar el criterio de prevención del colapso, por un objetivo que incluya un edificio completamente operacional después del sismo. Es aquí donde las nuevas tecnologías de protección sísmica pueden ser de gran utilidad.

Clasificación De Los Sistemas De Protección Sísmica Para Edificios

Los sistemas de protección sísmica pueden clasificarse en cuatro categorías principales:

Sistemas Pasivos: Conocidos también como sistemas de Control Pasivo de Vibraciones Sísmicas (Seismic Vibration Passive Control, SVPC). Utilizan dispositivos bastante simples para reducir la respuesta dinámica por medios únicamente mecánicos.



Los sistemas pasivos más comunes son los aisladores sísmicos (Seismic Isolation, SI), los disipadores de energía (Energy Dissipation, ED), y los amortiguadores de masas sincronizadas (Tuned Mass Damper, TMD), [3].

Sistemas Activos: Emplean dispositivos que generan fuerzas de control para modificar la respuesta dinámica de la estructura. Las fuerzas de control son aplicadas mediante actuadores integrados a sensores, controladores y procesadores de información en tiempo real. Los sistemas activos más comunes son los osciladores de masa activa (Active Mass Damper, AMD), los arriostramientos activos (ABS) y los tendones activos. De estos, los osciladores de masa activa constituyen la forma más simple de aplicar fuerzas de control. Los arriostramientos y tendones activos todavía se encuentran en nivel experimental, [5].

Sistemas Híbridos: Se trata de una combinación de sistemas de control pasivo y activo, con el propósito de mejorar la eficiencia y la confiabilidad del control estructural. Se busca superar algunos de los inconvenientes que presenta un sistema completamente activo, al emplear múltiples dispositivos de control. Los más comunes son los osciladores híbridos (Hybrid Mass Damper, HMD) y los aisladores activos, [5].

Sistemas Semi-Activos: Son sistemas que no aplican fuerzas de control a la estructura, pero poseen propiedades variables que pueden ser manejadas para reducir la respuesta del sistema estructural. Su principal ventaja es que no requieren grandes fuentes de energía, [6].

Los sistemas pasivos son los más conocidos, particularmente en Japón. Pero también son más o menos numerosos en cerca de 30 países, incluyendo la República Popular de China, la Federación Rusa, los Estados Unidos e Italia, entre otros. Más de 10,000 estructuras en el mundo han sido protegidas mediante dispositivos pasivos, más de 5,000 sólo en Japón. El aislamiento sísmico es el sistema más desarrollado de la familia, con continuos avances en dispositivos, aplicaciones y especificaciones de diseño, [2], [3], [4].

Discusión

Actualmente existe una gran diversidad de sistemas de protección sísmica para edificios, muchos de los cuales se encuentran a nivel operativo, es decir que están disponibles en forma de dispositivos o aplicaciones comerciales, que pueden emplearse para mejorar el

desempeño sísmico de un edificio.

Es importante señalar, que cada método de protección sísmica presenta ventajas y desventajas. Su aplicabilidad a un edificio en particular depende de las características dinámicas de la estructura, del tipo de suelo sobre el que se apoya el edificio, del nivel de exposición a la amenaza sísmica, de la importancia del edificio, de la disponibilidad comercial del sistema, etc.

Panamá presenta un desarrollo impresionante en todo lo referente a obras de ingeniería civil, sobre todo de edificios. Contamos con una gran diversidad de tecnologías de diseño y construcción, generalmente importadas de países avanzados. Es de esperar que a corto o mediano plazo, las nuevas tecnologías de protección sísmica también incursionarán en nuestro medio, y contribuirán a garantizar un mejor desempeño sísmico en los nuevos edificios en que sean implementadas.

Por último, es obvio que los sistemas de protección pasiva son los que presentan un nivel más avanzado de desarrollo. Particularmente, los sistemas de aislamiento de base, con su relativa simplicidad y bajo costo, muestran un buen potencial en Panamá.

REFERENCIAS

- [1] Buchanan, A., Bull, D., Dhakal, R., MacRae, G., Palermo, A., y Pampanin, S., Base Isolation and Damage-Resistant Technologies for Improved Seismic Performance of Buildings, Report written for the Royal Commission of Inquiry into Building Failure Caused by the Canterbury Earthquakes (Research Report 2011-02), University of Canterbury, New Zealand, 2011.
- [2] Higahsino, M., Kani, N., Ohta, Y., y Hamagushi, H., State of the Art of the Development and Applications of Seismic Isolation and Energy Dissipation Technologies for Buildings in Japan, WIT Transactions on The Built Environment (Vol. 104), 2009.
- [3] Martelli, A., Progress of the Applications of Passive Anti-seismic Systems, WIT Transactions on The Built Environment (Vol. 104), 2009.
- [4] Saiful, A. B., Jameel, M., y Zamin, M., Seismic Isolation in Buildings to be a Practical Reality: Behavior of Structure and Installation Technique, Journal of Engineering and Technology Research (Vol. 3), University of Malaya, Malaysia, 2011.
- [5] Spencer, B. F., Soong, T. T., New Applications And Development of Active, Semi-active and Hybrid Control Techniques for Seismic and Non-Seismic Vibrations in the USA, Proceedings of International Post-SMIRT Conference Seminar on Seismic Isolation, Passive Energy Dissipation and Active Control of Vibrations of Structures, Korea, 1999.
- [6] Spizzuoco M., Occhiuzzi, A., y Serino, G., Performance of a Semi-Active MR Control System for Earthquake Protection, Proceedings of 13th World Conference on Earthquake Engineering, Canada, 2004.

Por: **Braulio Girón**
Metrólogo



¡Qué calor, 32 grados centígrados de temperatura! - NO; Error!

Uso incorrecto de la unidad de medición de temperatura.

El Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) tiene como unidad base para la medición de la temperatura termodinámica el Kelvin, al cual se le llama así y de manera incorrecta escuchamos mencionar la unidad como grados kelvin, su símbolo es K y no se le acompaña con el símbolo de grados; de manera tal que usar la simbología °K es incorrecto.

Esta escala de temperatura fue creada por William Thomson (1824-1907) en el año 1848, sobre la base del grado Celsius, estableciendo el punto cero en el cero absoluto ($-273,15\text{ }^{\circ}\text{C}$) conservando las mismas dimensiones. William Thomson, quien más tarde sería nombrado Lord Kelvin o primer Barón de Kelvin en 1893; razón por la cual la escala lleva ese nombre.

No obstante el SI permite el uso de los grados Celsius, que pertenecen a este sistema como una unidad accesoria para mediciones de temperatura. Esta unidad debe su nombre al Físico y astrónomo sueco Anders Celsius (1701-1744); quien propuso esta escala en 1742 basada en que la temperatura de 0 coincidía con la temperatura de ebullición del agua y la temperatura de 100 con la de congelación del agua a nivel del mar. Pasaron tres años hasta que Karl von Linné (conocido como Linneo) invirtiera esta escala de medición de temperatura.

El grado centígrado o centesimal mide ángulo y dicha unidad corresponde a la división de un ángulo recto en cien partes iguales o bien a la división de la circunferencia en 400 partes.

En el año 1948 en la novena Conferencia General de Pesas y Medidas se oficializó la escala Celsius para medir temperaturas y así evitar la confusión o ambigüedad con los grados centígrados de la medida angular.

Muchas personas siguen llamando los valores de temperatura con el nombre de grados centígrados; definitivamente estos no tienen nada que ver con la medición de temperatura y si bien la escala Celsius y la centígrada son escalas centesimales no debemos caer en el error de confundirlas pues no son iguales y ni siquiera miden lo mismo.



Téc. Jairo Aguilar Torres
Técnico en Edificaciones



Análisis granulométrico mediante el método del hidrómetro

El Laboratorio de Geotecnia, mediante la unidad de mecánica de suelos, realiza diversos ensayos a los diferentes tipos de suelos. El objetivo principal de la Mecánica de Suelos es estudiar el comportamiento del suelo para ser usado como material de construcción, o como base de sustentación de las obras de ingeniería.

Dentro de los ensayos que abarca la mecánica de suelos podemos referirnos al Análisis Granulométrico mediante el Método del Hidrómetro, el cual consiste en la determinación cuantitativa (porcentaje) de la distribución del tamaño de las partículas de las fracciones finas (limos y arcillas) de los suelos que pasan el tamiz o malla N° 200. Este método está basado en la sedimentación de un material en suspensión en un líquido, y también determina la variación de su densidad con el transcurso del tiempo.

Este análisis está regulado por la norma ASTM D 422, en la cual tomamos una cantidad de suelo seco colocándolo en un recipiente junto con un agente dispersante durante un tiempo mínimo de 12 horas. Transcurrido el tiempo, el compuesto es transferido al recipiente de un agitador mecánico, en el cual es mezclado por un 1 minuto. Seguidamente, colocamos la muestra en un cilindro de sedimentación graduado y agregamos agua destilada hasta una medida indicada. Tapando con la mano o un tapón adecuado agitamos vigorosamente por 60 segundos. Ponemos en marcha el cronómetro e introducimos lentamente el hidrómetro en la muestra en suspensión. Procedemos a tomar lecturas con el hidrómetro a diferentes intervalos, y luego lo extraemos colocándolo en un cilindro con agua limpia. Como parte del ensayo, registramos la temperatura con un termómetro. Una vez obtenidos los datos se hacen los cálculos, correcciones y gráficos correspondientes.

Los resultados deben expresarse mediante una curva granulométrica, en la que se tenga en cuenta también la fracción de suelo evaluada

mediante el método de tamizado. En la curva granulométrica deben leerse el porcentaje de limo más arcilla y el porcentaje de arcilla.

Poniendo en práctica este método, contribuimos al conocimiento de las características de nuestros suelos, y así fortalecemos la calidad dentro de la industria de la construcción.



Por: Lic. Nivian Beresford
Licenciada en Edificaciones



Análisis Granulométrico

Figura 1, nos muestra el análisis granulométrico, prueba que tiene el objetivo de determinar los tamaños y la distribución de las partículas, de los agregados finos y gruesos.

Materiales para la carretera

En la Unidad de Materiales para Carretera, estudiamos la variación de la calidad de los agregados, en el tiempo, y verificamos si las fuentes de los agregados evaluados, tienen características constantes de una manera fácil y directa.

La producción y obtención de agregados, no es verificada por un organismo gubernamental, pero los clientes de los productores de agregados, generalmente solicitan pruebas para verificar sus cualidades y garantizar su calidad.

Tomando en cuenta el aspecto económico, al estudiar la calidad y características de los agregados para usar en concreto, es posible determinar factores que contribuyan al encarecimiento de estos.

Los ensayos que realizamos son básicos y basados en la Norma ASTM C 33, y con ellos podemos determinar si estos agregados se mantienen dentro de los límites aceptables; dentro de las pruebas que realizamos están:

- Análisis granulométrico para agregados finos y gruesos
- Porcentaje más fino que el tamiz # 200
- Módulo de finura
- Gravedad específica y absorción
- Peso unitario varillado y no varillado
- Impurezas orgánicas
- Solidez por sulfato de sodio y o magnesio
- Terrones de arcilla
- Desgaste los Ángeles
- Partículas planas y alargadas
- Caras fracturadas

Dentro de las cualidades o características para determinar si un agregado (arenas o gravas) es considerado como aceptable, estarían, tener buena resistencia, durabilidad, estar libres de impurezas orgánicas y suficientes caras partidas.

Con las siguientes figuras podemos ilustrar algunos de los interesantes aspectos y actividades basados en ensayos que realizamos a los agregados en este laboratorio:



Porcentaje más fino que el Tamiz # 200

La figura 2, nos muestra la prueba para determinar por lavado, la cantidad de material más fino que pasa el tamiz # 200.

Desgaste los Ángeles
La Figura 3, indica la prueba de Los Ángeles, que nos permite determinar la resistencia al desgaste por rozamiento de los agregados.



Partículas Planas y Alargadas

La Figura 4, nos muestra el ensayo de partículas planas y alargadas, que utilizamos para obtener los índices de alargamientos y aplanamiento de los agregados.



El Centro Experimental de Ingeniería y la Responsabilidad Social

Por tres años consecutivos y dentro de la conmemoración del Aniversario del CEI, hemos implementado la tradición de hacer una donación al Hogar de Ancianos San José en el Corregimiento de Tocumen. Realizamos la visita al Hogar y pasamos un momento con estas personas especiales, las cuales han aportado su vida a la familia y al país.

Proyecto CVP-10-009- Ciencia Contra la Pobreza

A través del Proyecto CVP-10-009- Ciencia Contra la Pobreza financiado por SENACYT se desarrolló el Taller de Higiene y Buen Uso de Agua Potable, realizado en la comunidad de Ipetí-Emberá.

Este proyecto es coordinado por el Doctor Nelson Barranco, investigador del Laboratorio de Análisis Industriales y Ciencias Ambientales.

La Electrólisis de Salmuera para el Suministro de Agua Potable a una Población Marginada

Otro proyecto que brinda apoyo a poblaciones marginales es el de La Electrólisis de Salmuera para el Suministro de Agua Potable a una Población Marginada, cuyo Coordinador es el Dr. Nelson Barranco, (CEI- Labaica); Ing. Pablo Martínez (CEI- Labaica), Lic. Jorge Jaén (estudiante de tesis de maestría), Mgter. Marta Álvarez (Cepia)





UNIVERSIDAD
TECNOLÓGICA
DE PANAMÁ



LABORATORIOS DEL CENTRO EXPERIMENTAL DE INGENIERÍA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

- Ensayos no destructivos del concreto
- Pruebas físicas y mecánicas de hormigón fresco y endurecido.
- Asesorías técnicas en diseños de mezclas.
- Ensayos no destructivos a elementos metálicos.
- Ensayos físicos y mecánicos a elementos de metálicos.
- Calificación de soldadores y pruebas de soldaduras.
- Ensayos de Materiales sintéticos: PVC, GRP, Geotextiles, fibras, paletas de estibas.
- Ensayos mecánicos a tanques, válvulas, reguladores para LPG y equipos mecánicos e hidráulicos.
- Caracterización y pruebas mecánicas a cerámicos: vidrios de seguridad, bloques, pisos, techos cerámicos, entre otros.
- Seminarios y asesorías sobre control de Calidad de los materiales.
- Patología a materiales de estructuras existentes.
- Aseguramiento y control de calidad de los materiales.

LABORATORIO DE GEOTECNIA

- Control de calidad de los agregados: Pruebas de granulometría, límites de Atterberg, desgase Los Ángeles, solidez por sulfatos, densidad específica y absorción, peso unitario, materia orgánica y contenido de agua.
- Exploraciones del subsuelo y estudios geotécnicos.
- Descripciones estratigráficas, nivel freático, clasificación, consolidación, expansión, capacidad portante y compresión no confinada en suelos y rocas.
- Control de rellenos: pruebas de densidad en campo, próctor estándar o modificado, CBR y pruebas de placa.
- Control de calidad de mezclas asfálticas: pruebas de estabilidad Marshall, granulometría y porcentaje de cemento asfáltico, ductilidad, penetración, punto de flama, viscosidad.
- Estudios de asentamientos en edificaciones y rellenos, estabilidad de taludes, expansión, filtraciones, movimientos de tierra y calidad de materiales pétreos.
- Análisis y diseño de cimentaciones, estructuras de retención y anclajes. Estabilizaciones del suelo, drenaje y diseño de mezclas asfálticas y estructuras de pavimentos.
- Peritajes.

LABORATORIO DE METROLOGÍA

- Servicio de calibración en áreas de masas, balanzas, temperaturas, electricidad, fuerza y par torsional, volumen, presión y mecánica dimensional.

LABORATORIO DE ANÁLISIS INDUSTRIALES Y CIENCIAS AMBIENTALES

- Análisis de aguas (potables, residuales, crudas e industriales).
- Análisis de cemento, concreto, morteros, cerámica, baldosas, vajillas, suelos, sedimentos y aditivos.
- Pruebas de composición y estructura química de metales, productos de corrosión, pinturas y sistemas protectores contra la corrosión, electroquímica, ensayos acelerados y de intemperismo.
- Análisis fisicoquímicos de textiles, cueros, calzados, cartón, papel, polímeros, fibras (vidrio, y asbesto) y otros.
- Asesorías ambientales e industriales, tesis de maestrías y proyectos especiales.
- Peritajes.

LABORATORIO DE ESTRUCTURA

- Ensayo a sistemas alternativos.
- Ensayos a tubos de concreto, losas existentes, estantería industrial, cubiertas de techo metálicas, carriolas.
- Pruebas de carga a pilotes.
- Evaluación de equipos y estructuras de seguridad.
- Peritajes, diseños, investigaciones.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN EN INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS

- Estudios de patologías y vulnerabilidad de estructuras.
- Inspecciones, evaluaciones y rehabilitación de estructuras.
- Instrumentación sísmica.
- Refracción sísmica para fines geotécnicos y estructurales, sondeos eléctricos y tomografías eléctricas con profundidad máxima de 25 metros.
- Monitoreos de vibraciones.
- Estimaciones de la ampliación sísmica de suelos.
- Investigaciones en ingeniería y ciencias aplicadas.

Centro Experimental de Ingeniería · Universidad Tecnológica de Panamá (Extensión de Tocumen)

Tels.: 290-8408 / 290-8409 / Telefax: 290-8410 · Correo electrónico: cei@utp.ac.pa

www.utp.ac.pa