

Sesiones Técnicas

Sesión 1 | Tecnología e innovación en la ingeniería de obras subterráneas

Presidente de sesión: Juan, PAULÍN AGUIRRE

Soletanche Bachy. IBAM

El jueves 30 de noviembre de 2023 se inauguró el 5° Congreso Mexicano de Ingeniería de Túneles y Obras Subterráneas. El Dr. Sergio Alcocer Martínez de Castro dio unas palabras emotivas con las que destacó la necesidad de tener obras de infraestructura y desarrollo de tecnología en nuestro país, así como la necesidad de vincular a las universidades con las dependencias públicas y con la iniciativa privada para mejorar el nivel de la educación. También enfatizó la importancia que se le debe dar al servicio social en México, ya que tristemente se ha convertido en un trámite más de titulación. Como responsable del Comité Coordinador que elabora y revisa las distintas normas técnicas complementarias en la Ciudad de México, habló del proyecto de redacción de las normas técnicas de túneles, actualmente en desarrollo.

Después de que el Dr. Alcocer inaugurara el Congreso, inició la sesión “Tecnología e Innovación en la Ingeniería de Obras Subterráneas” presidida por el Ing. Juan Paulín Aguirre, Presidente del XVIII Consejo Directivo de AMITOS. La conferencia magistral inaugural fue dictada por el Dr. Andrés Marulanda Escobar, primer Vicepresidente del ExCo de la ITA, cuya participación representa el apoyo que brinda la ITA a México como Nación Miembro. El Dr. Marulanda también fue miembro del Comité Organizador en este Congreso. El tema presentado fue “Proceso Integrado para la Gestión de Riesgos de Proyectos de Túneles”, en el cual abordó el tema de los cambios en las condiciones geológicas y geotécnicas previstas, los cuales representan la mayor fuente de riesgo en los proyectos. En la construcción de túneles, al tratarse de megaproyectos, frecuentemente surgen conflictos entre las distintas partes involucradas. También se habló sobre la usual insuficiencia de conocimiento de los suelos y de las dificultades de evaluar la interacción entre suelo y estructura, por lo que propuso que se dé realmente un proceso integrado de gestión de riesgos en todas las actividades y etapas del proyecto. La buena gestión debe comenzar por la planeación. La audiencia hizo notar que casi todos los proyectos de infraestructura que se construyen actualmente se llevan a cabo en lugares con problemas geológicos y geotécnicos, por lo que se requiere de una mayor cantidad de estudios previos y muchas veces estos estudios no se llevan a cabo, hasta que se está en obra y por obvias razones estos estudios son más costosos.

El segundo conferencista magistral fue el Ing. Roberto Zillante con el tema “Implementación de Métodos de Perforación Direccional para Condiciones de Terreno Inestables y Roca Dura: una solución costo eficiente para geologías desafiantes en aplicaciones de excavación sin zanja”. El Ing. Zillante fue uno de los representantes de la ISTT en el Congreso. Durante su ponencia, habló sobre tecnologías innovadoras en procesos constructivos de excavaciones sin zanja, justificando

cada caso, incluso habló de propuestas mixtas. En uno de los momentos más importantes de su conferencia, expuso un método aún en desarrollo que se basa en la implementación de una turbina de avión y un posquemador para maximizar la transferencia de calor y lograr que la roca se fracture y se desprenda en escamas. Esta tecnología no utiliza herramientas de corte. Al finalizar la ponencia, la audiencia se mostró muy interesada, una de las preguntas que se le hizo fue: ¿cuál ha sido la longitud máxima alcanzada con esta tecnología? El Ingeniero Zillante hizo énfasis en que esta tecnología sigue en desarrollo, a pesar de que ya se ha probado en algunos proyectos, donde los resultados para suelos inestables van de 120 a 130 m de longitud. En caso de que no se necesite que sea guiado, las longitudes pueden ser mayores, mientras que para roca se han limitado a 50 pies.

La segunda parte de la sesión fue impartida por panelistas internacionales. El primero fue el Ing. Waldo Salud Vázquez con el tema “Asesoría para el control de riesgos de operación de tuneladoras”. El Ing. Salud mencionó que los riesgos no solo se generan durante la operación o proceso de excavación de las tuneladoras, sino que también hay que considerar los riesgos a terceros, en superficie, los daños que se pueden provocar a la infraestructura existente o a edificaciones vecinas. Presentó una plataforma llamada ACROT, la cual funciona con la recopilación de todos los datos de operación de la tuneladora en tiempo real, los cuales son procesados para evaluar el riesgo. La gestión de riesgo no solo se evalúa cuando la tuneladora avanza, ya que una máquina detenida también puede generar pérdida de presión de confinamiento en el frente y ésta a su vez generar un socavón en la superficie.

El segundo panelista fue el Ing. Francisco Avila Aranda con el tema “Continuous advance developments for a new Herrenknecht TBM”. Habló sobre el sueño de operación de las TBM, tener un avance continuo con actividades simultáneas de excavación y colocación del revestimiento segmentado (anillo de dovelas). Esta máquina es un proyecto piloto para Herrenknecht, pero no está muy lejos de que se ofrezca internacionalmente, pues ya se han realizado pruebas a escala real. Estas tecnologías representan el futuro de la construcción de los túneles convencionales. El público se mostró sorprendido e interesado, incluso se plantearon algunas ideas, como incluir un sistema de pre-armado del anillo de dovelas.

El Ing. Eric Carrera, de Lombardi Suiza, concluyó la sesión con un gran tema: “Implementación de la metodología BIM en las obras subterráneas, experiencias recientes en grandes proyectos de infraestructura”, donde destacó y presentó proyectos internacionales con la implementación de la tecnología BIM para la creación y el desarrollo de modelos durante todas las fases de un proyecto, incluyendo la operación y el mantenimiento. Estas últimas son las que duran mayor tiempo. Una de las preguntas por parte del público fue: ¿De qué manera me puede ayudar la implementación de la tecnología BIM en el análisis y la gestión de riesgos?, a lo que el ponente respondió que una de las grandes ventajas de la metodología BIM es que a través de modelos detallados primero se construye de manera digital y es en esta etapa donde se pueden detectar posibles riesgos. También se comentó que cada vez es más importante la participación de los ingenieros en los equipos de trabajo BIM, además de los programadores, y que esta tecnología ya se está implementando en América Latina.

ACTIVIDADES DEL 5° CONGRESO

Sesión 2 | La minería y las obras subterráneas

Presidente de sesión: David, JUÁREZ FLORES
Herrenknecht AG. México

Es una realidad que la minería subterránea está buscando métodos de extracción eficientes que le permitan llegar a yacimientos minerales cada vez más profundos en plazos de tiempo que sean financieramente factibles. Los métodos mecanizados empleados en la construcción de infraestructura civil son una herramienta idónea para el sector minero ya que, además de ser una tecnología probada, ofrecen las condiciones de seguridad y los rendimientos que dicho sector está buscando. Con proyectos cada vez más complejos, la minería subterránea ofrece un campo de oportunidad para empresas, especialistas y consultores de la construcción enfocada en infraestructura subterránea.

La sesión 2 explicó la manera en que los métodos mecanizados, que son una herramienta bien conocida en la infraestructura civil, se han aplicado de manera exitosa en proyectos mineros de gran envergadura. De igual manera, se habló de la tecnología que actualmente se está desarrollando para cumplir con las demandas del sector minero.

La sesión 2 contó con la distinguida presencia del Ing. Moises Durán, que nos platicó sobre la historia y las operaciones subterráneas de una de las empresas mineras más relevantes para el país: Industrias Peñoles.

La sesión contó de igual forma con la presentación de Patrick Rennkamp, Gerente del Depto. de Minería de Herrenknecht AG, cuya presentación se enfocó en la tecnología de última generación que se está desarrollando para el sector minero, siendo el foco de atención la aplicación de TBM's y máquinas verticales para la construcción de accesos profundos.

La empresa CEMENTATION estuvo presente en la sesión. Cementation es una empresa de clase mundial especializada en servicios de ingeniería y construcción de minería subterránea y es hoy en día un referente en el sector minero. La presentación de Cementation se enfocó en la presentación de una de sus especialidades: métodos constructivos de accesos verticales profundos.

La empresa MAPEI también formó parte de la sesión. Siendo uno de los protagonistas más conocidos en el sector de la infraestructura civil, Mapei participa de manera muy activa en el sector minero. Su presentación se enfocó en las aplicaciones especiales de concreto para el sector minero.

La sesión 2 contó con ponentes con perfiles muy distinguidos y variados (dueños de proyectos, contratistas, proveedores), que sin duda aportaron una visión muy clara de cómo el sector de la construcción de infraestructura civil subterránea puede encontrar en el sector minero grandes oportunidades de desarrollo y, sobre todo, dar una idea muy clara del potencial y nivel de la infraestructura subterránea que hoy se está desarrollando y ejecutando en el sector minero.

Sesión 3 | Métodos numéricos en obras subterráneas

Presidente de sesión: Miguel Á, MÁNICA MALCOM
II UNAM. México

The design of energy tunnels for sustainable cities

Marco BARLA

La conferencia del Dr. Barla mostró un enfoque innovador que aborda el impacto climático de las obras civiles. Su atención se centró en aprovechar el gradiente térmico dentro de las estructuras subterráneas durante diferentes estaciones del año para climatizar eficientemente los edificios y la infraestructura cercanos. Los resultados de pruebas realizadas sugieren un potencial ahorro de energía. Si bien la propuesta aún está en desarrollo, sus bajos requisitos de inversión y sus prometedores resultados de ahorro de energía la convierten en una alternativa atractiva para aprovechar la infraestructura subterránea.

Impacto del método de modelización y modelo constitutivo en el análisis de obras subterráneas en roca

Edgar MONTIEL

La conferencia del Maestro Montiel profundizó en las carencias de ciertos modelos constitutivos al momento de evaluar el factor de seguridad de obras subterráneas. Hizo hincapié en cómo las malas interpretaciones podrían llevar a subestimar el estado de esfuerzos en el macizo rocoso, lo que conlleva a tener riesgos de estabilidad.

Interacción sísmica entre estructuras elevadas y subterráneas en suelos blandos

Manuel MAYORAL

La presentación del Dr. Mayoral mostró el cambio en la respuesta sísmica de estructuras contiguas a obras subterráneas. Su metodología se basa en la instrumentación del edificio a evaluar, cercano a un túnel del metro.

Modelación numérica de excavaciones urbanas en suelos blandos

Felipe JIMÉNEZ

El trabajo del Dr. Jiménez representa un avance significativo en el modelado numérico de procesos constructivos de subestructuras y cimentaciones complejas en suelos blandos.

Evaluación numérica de la confiabilidad de un microtúnel en suelos blandos del Valle de México

Valeria JÁQUEZ

El trabajo de la Mtra. Jáquez destaca la importancia de tener en cuenta la incertidumbre en las propiedades mecánicas de las unidades geotécnicas que se definen en un proyecto. Presentó una metodología integral para calibrar las propiedades mecánicas que se incorporan en modelos constitutivos para análisis geotécnicos. La presentación concluyó mostrando cómo la integración de métodos numéricos y la programación pueden automatizar procesos, ofreciendo una herramienta poderosa para generar resultados en una amplia gama de escenarios posibles.

Sesión 4 | Geotermia y proyectos singulares en obras subterráneas

Presidente de sesión: José Francisco, SUÁREZ FINO
Consultec Ingeniería, Arquitectura y Supervisión. México

La sesión comenzó con una modificación en el orden de las conferencias magistrales debido a que el Dr. Carlos López Jimeno tenía problemas de conexión, por lo que el Dr. Antonio Alonso Jiménez presentó su tema “Revestimiento de túneles en Escandinavia”. Al mencionar a la población de Noruega, la cual es pequeña, hizo una comparación diciendo “tres colonias de la Ciudad de México es más que la población de Noruega”, además de resaltar que “españoles haciendo túneles en Noruega es como marroquis haciendo obra en España”, ya que durante su tema explicó que a los trabajadores noruegos les resultaba extraño ver a un español trabajar en una geología muy diferente a la que se tiene en España.

Posteriormente, el Dr. Carlos López Jimeno presentó su conferencia magistral titulada “La energía geotérmica y el mundo de los túneles” donde comentó que los intercambiadores de temperatura verticales son los equipos más usados en la actualidad para optimizar el consumo de energía. Asimismo, mencionó que la energía geotérmica es una tecnología joven que apenas estaba comenzando a desarrollarse en el 2008.

Durante su presentación: “Nuevo enfoque para el diseño de túneles en zonas urbanas densamente pobladas”, el Dr. Juan Manuel Mayoral Villa se enfocó en el uso del Método Austriaco (por sus siglas en inglés NATM) haciendo énfasis en los riesgos que conlleva su implementación, así como sus limitaciones. También mostró un mapa de riesgos en donde él recomendó trabajar en la zona de optimización.

La presentación “Sistema de monitoreo geotécnico y estructural cámara de carga y túnel hidráulico en TBM - Riachuelo I3 - Buenos Aires” dirigida por Carlo Vezzoli estuvo encaminada a la descripción general del proyecto, los tipos de instrumentos utilizados, así como la ubicación de estos.

Finalmente, el Dr. José Francisco Suárez Fino junto con el Mtro. Víctor Morales realizaron la presentación “Corte vs. Túnel falso” en la cual mostraron una serie de fotografías de cortes en los cuales se utilizó el túnel falso como remedio a la inestabilidad de los cortes.

Sesión 5 | Microtúneles y la tecnología de las excavaciones sin zanja

Presidente de sesión: Raymundo, GONZÁLEZ REYES
BESSAC. México

El Ing. Luis Maldonado (LAMSTT-ISTT, Colombia) dictó la primera conferencia magistral, titulada “Factores que definen la ejecución de un proyecto con tecnologías sin zanja”, la cual fue una excelente ponencia. Más tarde, el Ing. Julien Bruneton (BESSAC Inc., Francia) dio la segunda conferencia magistral, titulada “Túneles y microtúneles para mejorar el sistema de saneamiento en preparación de los juegos olímpicos París 2024”, en la que presentó los principales proyectos de saneamiento del río Sena, el cual será parte importante de los próximos Juegos Olímpicos. Estos proyectos incluyen pozos de tormenta, así como túneles y el uso de concreto con bajo impacto en la huella de carbón.

El primer panelista en participar fue el Ing. David Juárez representando a Herrenknecht AG, México, con la conferencia titulada “Instalación de accesos a la costa y tuberías submarinas con métodos sin zanja: tecnologías y estudios de casos prácticos”, quien durante su ponencia dio múltiples ejemplos de casos de aplicación en Chile y en México. Para continuar con el programa, el abogado Rubén Sánchez González (Palmieri) impartió la conferencia titulada “La importancia de la herramienta de corte para la buena ejecución y construcción de túneles mecanizados”, un tema sumamente importante del que no se habla comúnmente. Cabe destacar que esta ponencia sería impartida por el Ing. Joao Fuentes, pero lamentablemente por problemas de salud no pudo asistir al congreso. Pese a ello, Rubén Sánchez mostró dominio del tema y el público mostró gran interés. Finalmente, el Ing. Jonatan Rodríguez (VMT GmbH, España) dio la última ponencia del Congreso, titulada “La digitalización, automatización e inteligencia artificial, el camino para reducir costes constructivos”.

Es importante mencionar que en las conferencias se realizaron muy pocas preguntas por parte del público, lo que contribuyó a la optimización del tiempo y así poder terminar en los tiempos planeados. No obstante, todos los ponentes mostraron disposición e indicaron al grupo en donde se ubicaban sus stands para que en caso de que alguien tenía alguna duda, pudiera ir a buscarlos.

