

---

---

## FORTALECIMIENTO DE LA TEORÍA VISTA EN EL AULA ATRAVÉS DE VISITAS DE CAMPO

Alberto Rodríguez Esparza, Susana Alonso López

Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

### RESUMEN

Como parte de la formación integral académica de los estudiantes del Programa de Ingeniería Civil de la UACJ y a través de la vinculación que la Institución tiene tanto con la iniciativa privada como con dependencias gubernamentales, se organizan viajes a diferentes partes del país en las que se realizan obras importantes, como lo es el Túnel Emisor Oriente (TEO) en la Ciudad de México, donde participan ingenieros mexicanos y de otras nacionalidades. El TEO vendrá a formar parte de la infraestructura hidráulica que solucionará de fondo la problemática del sistema de drenaje que actualmente desaloja las aguas residuales y pluviales del Valle de México. Cabe resaltar que en dicho proyecto, por su majestuosidad dentro del Continente Americano, se ha invertido uno de los presupuestos más importantes asignados por el gobierno federal de México. Durante la visita se contó con la participación entusiasta de futuros profesionistas de ambos géneros y de diferentes asignaturas, como son: topografía, mecánica de suelos, laboratorio de materiales, entre otras, que integran la estructura académica del Programa de Ingeniería Civil de la UACJ. Este tipo de actividades resultan ser de suma importancia dentro de la formación holística de los estudiantes, debido a que tienen la oportunidad de estar en contacto directo con procesos reales que se requiere desarrollar en construcciones de esta magnitud.

**Palabras Clave:** Formación académica, túnel emisor oriente, ingeniería civil.

### INTRODUCCIÓN

La Universidad Autónoma de Ciudad Juárez (UACJ) es una institución pública al norte del país, la cual por más de 35 años se ha dedicado a formar de manera integral profesionistas de calidad, comprometidos con la sociedad y su entorno, cuyos valores adquiridos durante su formación tienen el propósito de coadyuvar en la conservación y consolidación de la infraestructura del país. Para lo anterior, y en atención a la evolución de los modelos educativos, la institución cuenta con políticas académicas plenamente identificadas en su modelo educativo (*UACJ, 2000*), donde en las estrategias de aprendizaje al aplicarse a los actores (estudiantes) juegan un papel importante.

Una de estas estrategias es el autoconocimiento, donde el estudiante con apoyo del facilitador a través del análisis y la discusión, sustentado en valores y habilidades, construye y cultiva su propio conocimiento. Estas estrategias son ampliamente fortalecidas a través de la movilidad, donde el estudiante tiene la oportunidad de adquirir experiencias interactuando con diferentes alternativas en técnicas y procesos ingenieriles que no son comunes en la región donde ésta institución está ubicada. Uno de los sitios donde actualmente se realiza una infraestructura de gran precedente en América Latina es en la Ciudad de México, misma que se localiza a más de 2000 km de distancia de Ciudad Juárez, Chihuahua, México, municipio

donde se encuentra cimentada la UACJ. En el Distrito Federal, el Túnel Emisor Oriente (TEO, como se le conoce a esta infraestructura), es una obra hidráulica que reúne de manera integral gran parte de las diversas actividades que conforman la Ingeniería Civil. Es por esto que como parte del fortalecimiento teórico que se imparte en el aula a los educandos del Programa de Ingeniería Civil de la UACJ, se realizó una visita al TEO, donde conjuntamente con los facilitadores, los actores tuvieron la oportunidad de conocer en tiempo real, los diferentes procesos de ingeniería que en una obra de esta naturaleza se realizan.

El Túnel Emisor Oriente, es una magna obra hidráulica que hará historia debido a que es la de mayor magnitud en su tipo en todo el Continente Americano. Con la construcción del TEO, se incrementará la capacidad actual de conducción del drenaje que existe en la Ciudad de México con el objeto de disminuir los problemas de inundación que se tienen en la zona Metropolitana del Valle de México, sobre todo en épocas de lluvia, tiempo en el cual funcionará de forma simultánea con el drenaje profundo actual mismo que después de 40 años de servicio y por su deterioro requiere de reparaciones y que para su efecto el TEO vendrá a facilitar.

Éste es uno de los proyectos que forman parte del Plan de Sustentabilidad Hídrica de la Cuenca del Valle de México (que es una cuenca cerrada) cuyo objetivo es: Reducir los riesgos de inundación, disminuir la sobreexplotación de los acuíferos y promover el reúso del agua en la agricultura, lo que garantizará el abasto de agua a las futuras generaciones. En la construcción del túnel participan mayormente empresas e ingenieros mexicanos, así como instancias

gubernamentales del ámbito federal y regional, los cuales de forma conjunta han estimado que el tiempo de construcción será de alrededor de 4 años con una inversión aproximada de 13 000 millones de pesos; durante este tiempo se generarán aproximadamente 7 000 empleos directos y 5 000 indirectos.

Para la perforación del túnel se emplean seis escudos excavadores, tres de tecnología alemana y tres de tecnología estadounidense, las cuales realizarán su trabajo a lo largo de una longitud de 62 km (fig. 1), con diferencias de alturas de entre 150 y 200 m en sus puntos más profundos, con una pendiente de 1.9 m/1000 m y con un diámetro interior de 7 m (*SEMARNAT, 2010*). Con estas características, se permitirán desalojar por gravedad hasta 150 m<sup>3</sup>/s de agua de los 170 m<sup>3</sup>/s que se tienen como deficiencia. Las paredes del túnel serán revestidas por 42 000 anillos de concreto reforzado, llamados dovelas, y un revestimiento de concreto armado y colado en el sitio. Las dovelas son prefabricadas en tres plantas ubicadas en la región y alcanzan un ancho de hasta 1.5 m y un espesor de hasta 0.70 m, incluyendo el revestimiento.

La obra se compone de 24 lumbreras o respiraderos más un portal de salida, las cuales en el proceso de construcción tienen la función de ventilar el túnel, lo que garantiza la seguridad de los trabajadores que actualmente en él laboran. Las lumbreras 0, 5, 9, 13, 17 y 21 tienen un diámetro de 16 m y son habilitadas como accesos para los diferentes equipos que en estos trabajos se utilizan. Con las lumbreras antes mencionadas y las restantes de 12 m de diámetro, se duplicará la capacidad actual del drenaje de aguas provenientes del Distrito Federal y su zona conurbada.

El 100% de las aguas residuales transportadas serán tratadas a través de 5 plantas tratadoras de procesos convencionales para el aprovechamiento agrícola principalmente, las cuales están

localizadas en diferentes puntos a lo largo del túnel, donde la mayor de ellas, con una producción de hasta 23 m<sup>3</sup>/s, estará situada en el municipio de Atotonilco de Tula, Hidalgo.

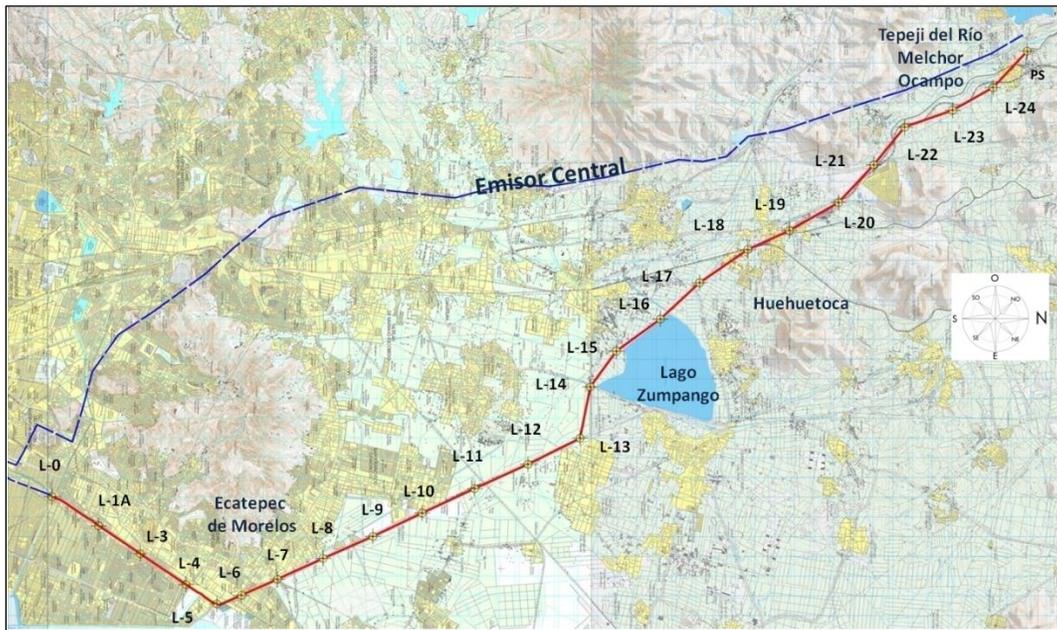


Fig. 1. Plano de distribución de lumbreras en el TEO (SEMARNAT, 2010).

El presente documento tiene como objetivo difundir los trabajos de movilidad que se realizan para fortalecer la teoría vista en las de las diferentes asignaturas del Plan de Estudios de la carrera de Ingeniería Civil de la UACJ, en el que participaron activamente estudiantes, facilitadores, área administrativa de la UACJ, iniciativa privada y dependencias gubernamentales de los tres niveles.

## METODOLOGÍA

A través de los convenios institucionales que la UACJ tiene, se realizó un viaje de estudios a la Ciudad de México, específicamente al Túnel Emisor Oriente (TEO) que la Presidencia de México

(administración 2006 - 2012) realiza a través de la Comisión Nacional del Agua, CNA. Para llevar a cabo el viaje, se contó con apoyo económico institucional de la UACJ, de la CNA y una pequeña inversión de los estudiantes y facilitadores.

En la visita, participaron 42 alumnos del programa de licenciatura en Ingeniería Civil, dos maestros de tiempo completo adscritos al mismo, el apoyo incondicional del personal técnico y de ingeniería de la CNA y de las distintas empresas privadas que en la obra intervienen. El contacto inicial se logró a través del Coordinador de Asesores de la Dirección General de la CNA, quien coadyuvó con las gestiones

pertinentes para que se programaran fechas de visita al sitio referido.

El traslado al punto se realizó por carretera y tuvo una duración aproximada de 24 horas. Ya en la Ciudad de México y de acuerdo al itinerario, el grupo fue atendido amablemente por representantes de la Coordinación de la CNA, quienes trasladaron en vehículo oficial al grupo por los diferentes puntos estratégicos para las visitas programadas. El primer punto de visita fue la lumbrera cero; en este sitio converge el emisor "Río de los Remedios" y el dren general del Valle de México, infraestructura previa que desaloja las aguas de la zona.

Por la cantidad de visitantes el grupo se dividió en dos partes; al primer subgrupo se le dio una plática general sobre el funcionamiento constructivo, los beneficios y la planeación que se tienen en cuanto a la construcción del TEO. Al segundo de ellos se le proveyó de equipo e información de seguridad, ya que fueron los primeros en descender por la lumbrera y estar en contacto con los trabajos que en el túnel se realizan; este subgrupo fue acompañado por personal técnico y de seguridad quienes en todo momento explicaron a detalle las diferentes actividades que se realizan durante la ejecución del proyecto y estuvieron pendientes de la seguridad de cada uno de los visitantes. Luego, al primer subgrupo se le llevó al recorrido que realizó el segundo subgrupo, mientras que éste recibió la plática que se le dio al primero.

Al término de estas actividades, los visitantes se reagruparon y se procedió hacer una visita a la Planta No. 2, una de las tres donde se fabrican las dovelas; nuevamente el grupo fue atendido por personal técnico, administrativo e ingenieril, quienes

acompañaron a los visitantes durante todo el recorrido y les dio una amplia explicación de cada una de las actividades que comprende el proceso. Dado a las distancias entre los diferentes puntos fue necesario programar las visitas en dos días; en el segundo de ellos se visitó la lumbrera número 20, la cual es una de las más profundas; en este sitio el personal encargado explicó sobre los procesos de perforación superficial, el equipo utilizado y el armado de una de las excavadoras, ya que por sus dimensiones éstas se transportan en partes y son ensambladas por personal especializado en el fondo de la lumbrera.

Al terminar esta visita, el grupo se trasladó al lugar donde se ubicará la más grande planta tratadora de agua residual de México, en El Salto, Edo. de Hidalgo. Allí mismo se explicó el proceso de la recepción del agua, se visitó la salida del túnel y se dio un recorrido al predio donde se ubicará esta planta tratadora. Por último, con la ayuda de imágenes impresas los ingenieros responsables del proyecto explicaron de forma detallada y a nivel macro a los visitantes, cómo interactuará el proyecto en su conjunto.

## **RESULTADOS**

Debido a las diferentes situaciones y técnicas que se realizan y emplean en el TEO, se han analizado y discutido en las aulas del programa de Ingeniería Civil de la UACJ por el grupo que realizó la visita a ésta majestuosa obra. Esto se consiguió a través de la entusiasta participación de los estudiantes, facilitadores, iniciativa privadas y organismos gubernamentales, todos ellos unidos por el interés de adquirir y compartir las diferentes técnicas y procesos de ingeniería de punta que se está implementando en una de las ciudades más

pobladas del mundo para atender los problemas de inundación que actualmente tiene, como consecuencia de la saturación y deterioro en la infraestructura hidráulica residual. A través de ésta visita el grupo estuvo en contacto con aspectos técnicos y situaciones, que se ven de forma teórica en las diferentes asignaturas, como son: el aspecto de planeación, construcción, hidráulica, mecánica de suelos, procesos, administración, bombeo, sustentabilidad, tratamiento y reúso, entre otras actividades, que al momento en que los estudiantes estuvieron en contacto visual con ellas, tuvieron la certeza de que lo visto teóricamente en clase tiene aplicación práctica y efectiva en la ejecución de una obra civil.

## CONCLUSIONES

La movilidad es una de las estrategias institucionales que es parte de la formación integral de los estudiantes que buscan obtener un grado académico de licenciatura en la rama de la ingeniería, específicamente cuando se refiere a la Ingeniería Civil. Como consecuencia de su amplia integración de actividades dinámicas, ésta disciplina no se ve concebida como tal, si únicamente se enfoca a aspectos teóricos. Es por esto que, durante la visita al TEO, los

estudiantes del Programa de Ingeniería Civil de la UACJ, tuvieron la oportunidad de ver, conocer e interactuar con las diferentes actividades afines a su formación, lo que les permitió fortalecer lo visto en el aula contribuyendo a crear su propio conocimiento.

## AGRADECIMIENTOS

Se hace un extensivo agradecimiento a: CARSO, CNA, ICA, y LOMBARDO por la atención a los estudiantes y facilitadores quienes fueron atendidos por ingenieros y representantes de las empresas privadas y gubernamentales que se involucraron directamente con el proyecto referido.

## REFERENCIAS

- UACJ. (2000). *Modelo Educativo UACJ 2020*. Universidad Autónoma de ciudad Juárez.
- CONAGUA. (2010). *Excavación del último tramo del TEO*. SEMARNAT.
- Grajeda, E. (2007). *Urge crear el Túnel Emisor Oriente*. El Universal DF, México.
- Carranco, V.M. (2009). *Planta de Dovelas para el Túnel Emisor Oriente*. El Financiero, México.
- Torrescano, L. (2011). *Ahí vienen las aguas...negras*. El diario digital de Hidalgo, México.
- Gobierno Federal 2006-2012. (2010). *Túnel Emisor Oriente: Orgullo de la Ingeniería Mexicana para evitar inundaciones*". SEMARNAT, México.
- Gobierno Federal 2006-2012. (2010). *Así funcionará la planta de tratamiento de aguas residuales en Atotonilco*", SEMARNAT, México.