



CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE
SERVICIOS TÉCNICOS

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN



Túnel Carretera Durango - Mazatlán

Contexto de los túneles de carretera en México

Los primeros túneles de carretera que se construyeron en México fueron: el ubicado en la antigua carretera federal de México-Acapulco, que se encuentra en el Cañón del Zopilote y data de alrededor de 1930; un pequeño túnel en la carretera de Xilitla, San Luis Potosí, que unía esta población con el camino nacional México-Laredo y que fue inaugurado en 1936; otro muy corto en la carretera de Cuetzalan, Puebla, destruido a finales de los años cincuenta y el mítico túnel de Ogarrio, inaugurado en 1901, pero que funcionó con tranvía hasta 1908, luego con carretones tirados por bestias hasta 1950 en que dio paso a los primeros vehículos motorizados a la ciudad de Real de Catorce. Más reciente fue la construcción del túnel de acceso a la hidroeléctrica de Chicoasén (1979), con unos 600 m de longitud, excavado en roca caliza sin revestir.

A principios de los años 80 se construyó el túnel carretero del libramiento de la ciudad de Puerto Vallarta de unos 450 m de longitud aproximadamente. Poco después se realizaron las primeras obras subterráneas de carretera realmente importantes de México; el verdadero inicio de la Era de los Túneles Carreteros en México puede datarse en esta misma década, con los túneles de la Autopista México-Toluca, aunque dicho inicio haya sido muy incipiente. Aquellas obras estuvieron ligadas a la construcción de las modernas autopistas de cuota que requirieron especificaciones rigurosas de trazo y en su construcción ya se aplicaron técnicas modernas de excavación, soporte, mediciones y análisis numéricos.

Más tarde, entre 1989 y 1993 se construyeron 3 importantes túneles en la autopista Cuernavaca-Acapulco; Tierra Colorada (400 m de longitud), Agua de Obispo (450 m de longitud) y los Querendes. Este último, aunque muy corto (100 m.) fue, sin embargo, el túnel de carretera de mayor sección construido hasta entonces en México (y posiblemente en el mundo), con un área transversal de cerca de 200 m², un claro de 22 m y altura cercana a los 14 m. Este túnel cuenta con cuatro carriles de circulación más banquetas. Con la construcción de esta obra además se rompió con el tabú de que el “mínimo techo para construir un túnel debería de ser tres veces el claro”. En este caso el techo o cobertura era de solo 15 m.

Unos años más tarde se concluyó la construcción del túnel carretero de acceso a Acapulco, conocido como el Maxitúnel, de casi 3 km de longitud, con una sección para alojar tres carriles.

Destacan también los túneles de La Esperanza, en las Cumbres de Maltrata, Veracruz y el del Tigre, en la carretera Morelia-Lázaro Cárdenas, ambos construidos en la década de los noventa, así como los túneles de la carretera Arriaga-Tierra y Libertad en Chiapas, un poco posteriores; y finalmente el túnel de la carretera Amozoc-Perote (2008).

En años recientes, en un periodo de 6 años se planeó, proyectó y realizó la construcción de 69 túneles con una longitud total de 26.4 km, destacando las autopistas Durango-Mazatlán y México-Tuxpan.

La Autopista Durango-Mazatlán es uno de los proyectos carreteros más ambiciosos y técnicamente complejos de la historia reciente de México. Con sus 61 túneles, entre ellos, El Sinaloense de 2,795 m y el único que cuenta con una galería de emergencia con salidas de conexión y equipado con todos los sistemas de seguridad; esta obra, supuso un reto para la ingeniería mexicana, no sólo por la complejidad de las formaciones geológicas de la Sierra Madre Occidental en la que se ubica, sino por lo que significó en su momento la integración de criterios de diseño, secciones geométricas y procedimientos constructivos.

No obstante lo anterior y a pesar de que la totalidad de los estudios y proyectos se realizó en un periodo de 6 años, durante la construcción y, con base en un riguroso seguimiento geológico-geotécnico llevado a cabo durante la construcción de los túneles, se efectuaron adecuaciones y mejoras a los proyectos, debido, entre otras cosas a: la geología real que resultó; las distintas técnicas constructivas y maquinaria empleadas por las múltiples empresas contratistas involucradas y por último, a las nuevas tecnologías que fueron implementadas gradualmente durante su construcción.

Asimismo, en la carretera México-Tuxpan, tramo Nuevo Necaxa-Ávila Camacho, que cruza la Sierra Madre Oriental al norte del Estado de Puebla, para vencer ese reto, se construyeron 6 túneles gemelos, con más de 8 km de longitud, equipados también con sistemas de control y supervisión, sistemas de ventilación y contra-incendio y sistemas de comunicación.

Actualmente se construye el proyecto vial denominado “Escénica Alternativa de Acapulco”, que incluye el que será el túnel carretero más largo de México, cuya longitud es de 3,188 m y que comunicará la bahía de Acapulco con la zona de Punta Diamante.

El Manual de Diseño y Construcción de Túneles de Carretera

Tomando en cuenta la gran cantidad de túneles que se han construido en nuestro país, sin contar con una Normativa o una guía propia, la Secretaría de Comunicaciones y Transportes a través de la Dirección General de Servicios Técnicos, dentro de su plan de actividades, juzgó conveniente y necesario llevar a cabo la elaboración de un Manual que contemple los criterios técnicos relacionados con la planeación, proyecto, construcción, mantenimiento y operación de túneles de carretera en México.

El Manual tiene por objeto guiar y uniformizar los criterios de proyecto y ejecución de un gran número de túneles que será necesario construir en México durante los próximos años, debido a

la creciente demanda de nuevas y mejores carreteras. La accidentada topografía de algunas zonas de nuestro país, hace necesario contemplar soluciones de trazado en túnel. Este tipo de obras contribuyen a dotar al país de una red de carreteras y autopistas de altas especificaciones y estándares de seguridad de nivel mundial.

La elaboración del Manual fue encargada a Consultec Ingenieros Asociados, S.C., y ha sido revisada por un grupo de ingenieros especialistas de la Dirección General de Servicios Técnicos y de la Dirección General de Carreteras, apoyados y asesorados por la Asociación Mexicana de Ingeniería de Túneles y Obras Subterráneas, A.C.

En este Manual se ha recopilado toda la información disponible hasta el momento en materia de túneles de carretera. Asimismo, en los distintos capítulos que lo componen, se describen rigurosamente los métodos y las técnicas más modernas que hoy en día son empleados tanto en proyecto como en la construcción de este tipo de obras. El tema es muy amplio y abarca contribuciones de varias ramas de la ingeniería civil aplicables a esta clase de infraestructuras. Proyecto geométrico, geología, geotecnia, diseño, métodos de excavación, tipos de sostenimientos, sistemas de iluminación, ventilación, seguridad y control así como aspectos de operación y mantenimiento son tratados ampliamente a lo largo de este trabajo.

El manual se ha dividido en 19 capítulos, agrupados en cuatro partes: la primera corresponde al análisis, diseño y proyecto de túneles de carretera, tratando los temas relativos a: trazado y definición de la sección tipo; los estudios geológicos y la exploración, la integración geotécnica y el diseño preliminar; el proyecto de los tajos de acceso, el análisis y diseño geotécnicos, los métodos de excavación y los sistemas de sostenimiento; el revestimiento, los túneles falsos y las obras complementarias.

La segunda parte se refiere a la ejecución, a los aspectos tecnológicos o puramente prácticos de la construcción, con capítulos dedicados al seguimiento técnico durante la obra, temas específicos de control de calidad de los materiales empleados, así como a cuestiones de seguridad e higiene en obra.

La tercera parte está dedicada a las instalaciones, tratando temas relacionados con los sistemas de iluminación, ventilación, de seguridad y control de los túneles de carretera; finalmente, la cuarta parte corresponde a un capítulo dedicado a la operación y el mantenimiento.

Dentro del amplio espectro de túneles para fines de transporte de vehículos motorizados, el presente Manual se ha centrado preferentemente en aquellos construidos en zonas montañosas o de lomerío, túneles que generalmente se excavan en formaciones rocosas y que son de tipo interurbano, de carretera o autopista.

