



**TÉRMINOS DE REFERENCIA PARA EL ESTUDIO DE LA "ETAPA
INICIAL DE LA EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA DEL SITIO DONDE SE
CONSTRUIRÁ EL EDIFICIO TERMINAL DEL NAICM EN EL EX LAGO
DE TEXCOCO, ESTADO DE MÉXICO"**

SEPTIEMBRE 2014

A handwritten signature in black ink, appearing to be a stylized name.

A handwritten mark consisting of a large 'X' shape formed by two intersecting lines.



CONTENIDO

| | |
|--|----|
| 1. ANTECEDENTES | 3 |
| 2. OBJETIVOS..... | 7 |
| 2.1. OBJETIVO GENERAL..... | 7 |
| 2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 7 |
| 3. ALCANCES..... | 7 |
| 4. CRITERIOS DE DISEÑO..... | 8 |
| 5. TRABAJOS DE CAMPO..... | 8 |
| 5.1 DISPERSIÓN DE ONDAS SUPERFICIALES..... | 8 |
| 5.2 MICROZONACIÓN SÍSMICA | 9 |
| 5.3 ENTREGABLES | 9 |
| 5.4 SONDEOS DE CONO ELÉCTRICO O DILATÓMETRO, LOS CUALES SE COMPLEMENTARÁN CON PRUEBAS DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR EN LA CAPA DURA Y EN LOS DEPÓSITOS PROFUNDOS | 9 |
| 5.5 SONDEOS DE PIEZOCONO CON MEDICIONES PUNTUALES DE DISIPACIÓN DE LA PRESIÓN DE PORO | 10 |
| 5.6 SONDEOS SELECTIVOS CON RECUPERACIÓN DE MUESTRAS INALTERADAS, MÁS PRUEBAS DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR EN LA CAPA DURA Y EN LOS DEPÓSITOS PROFUNDOS..... | 10 |
| 5.7 SONDEOS CONTINUOS CON SPT | 10 |
| 5.8 POZOS A CIELO ABIERTO (PCA)..... | 10 |
| 5.9 TUBOS DE OBSERVACIÓN DE LA POSICIÓN DEL NIVEL FREÁTICO | 10 |
| 6. TRABAJOS DE LABORATORIO | 11 |
| 7. ENTREGABLES | 12 |
| 8. PRESENTACIÓN DEL ESTUDIO..... | 12 |
| 9. TIEMPO DE EJECUCIÓN..... | 13 |
| 10. PERFIL DEL PRESTADOR DEL SERVICIO | 13 |



1. ANTECEDENTES

El objetivo principal de la administración federal actual es "lograr que los derechos que la Constitución reconoce a los mexicanos pasen del papel a la práctica". Para lograrlo, el Presidente de la República trabajará en 5 ejes fundamentales dentro de los que se encuentran:

Eje núm. 2:

"Lograr un México incluyente, combatiendo la pobreza y cerrando la brecha de desigualdad social que aún nos divide. El objetivo es que el país se integre por una sociedad de clase media con equidad y cohesión social e igualdad de oportunidades."

Eje núm. 4:

"Lograr un México Próspero, que permita aprovechar los recursos naturales de manera sustentable y agregarles valor, para que su producto llegue a los bolsillos de los mexicanos de hoy y de mañana, que son los dueños de esa riqueza."

Asimismo, el Presidente busca hacer más para acelerar el crecimiento económico: fomentar la competencia en todos los ámbitos, aumentar el crédito para financiar áreas estratégicas y promover la economía formal. Finalmente, busca impulsar todos los motores del crecimiento. El campo, el turismo y el desarrollo industrial, serán imprescindibles en la ruta de México para transformarse en una potencia económica emergente."

Para cumplir con estos ejes fundamentales, las inversiones en infraestructura participarán de forma relevante, tanto mediante la generación de empleos e igualdad de oportunidades, así como aprovechar la disponibilidad de un terreno en la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) para construir una nueva infraestructura aeroportuaria de clase mundial, para resolver la problemática del transporte aéreo en el centro del país.

La demanda de servicios aeroportuarios generada en la ZMVM es atendida por los aeropuertos: Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México (AICM) de manera primordial, así como los cuatro aeropuertos aledaños: Aeropuerto Internacional de Toluca (AIT), Aeropuerto Internacional



de Cuernavaca (AIC), Aeropuerto Internacional de Puebla (AIP) y Aeropuerto Internacional de Querétaro (AIQ).

Desde hace varios años, se ha estimado que el AICM alcance su saturación en corto plazo, lo cual se ha retrasado por causas tales como crisis de influenza y económicas, afectando el flujo de pasajeros.

Asimismo, se logró incrementar la capacidad instalada en el AICM (32 millones de pasajeros al año y 400,000 operaciones totales al año) con el rediseño y ampliación de la Terminal 1 y la construcción de la Terminal 2, con mayor disponibilidad de puertas de embarque y desembarque, mayor número de posiciones en plataforma, construcción y mejoramiento de calles de rodaje, mejoras en el sistema de manejo de equipaje, entre otras obras. Estas obras permitieron mejorar los niveles de servicio hacia los pasajeros, reducir tiempos de proceso, así como hacer más eficiente la operación en el aeropuerto, reduciendo carreteos y cruces de pista. Estas medidas incrementaron la capacidad del área operacional en 4 - 5%.

Asimismo, se han implementado incentivos para promover la descentralización del AICM hacia los aeropuertos aledaños que permitan a las líneas aéreas aprovechar dicha capacidad instalada, con niveles de servicio acordes a prácticas internacionales, mediante fuertes inversiones con recursos federales y estatales para dichos aeropuertos.

Aún y cuando se ha logrado diversificar la demanda hacia algunos de estos aeropuertos aledaños, la experiencia a la fecha ha demostrado:

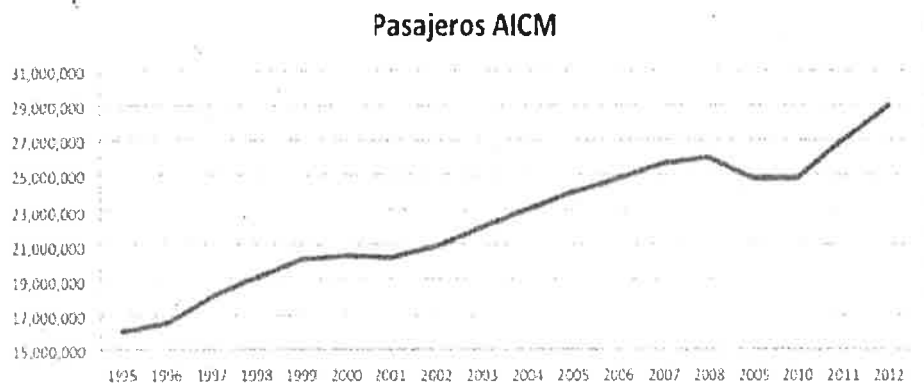
- a. Que la demanda de servicios aeroportuarios prefiere utilizar el AICM más que algún aeropuerto aledaño. El comportamiento de las líneas aéreas y de los pasajeros en los últimos tres años ha generado que, con base en la cancelación de operaciones de Mexicana y la disponibilidad de slots, líneas aéreas como Volaris e Interjet que operaban en AIT, decidieron reducir su operación en los aeropuertos aledaños y transferir vuelos y operaciones al AICM.



- b. El último estudio de mercado realizado por ASA demostró que el volumen de demanda local y de zona de influencia a los 4 aeropuertos aledaños debe reforzarse con medidas que atiendan su demanda regional, para no solo depender de la demanda que se genera directamente en la Zona Metropolitana del Valle de México y la saturación de AICM.
- c. Las restricciones de conexión aérea que se presentan en los aeropuertos aledaños restringe su demanda, generando no solo bajo crecimiento sino, en ocasiones, una demanda negativa.

Estas y otras razones generan que la demanda del AICM esté próxima a saturarse (2014 en varios horarios) con la consiguiente pérdida de competitividad del país, incremento a los costos para las operaciones aéreas en este aeropuerto, reducción a los niveles de servicio hacia pasajeros y aerolíneas, por tiempos de espera, incremento a los precios de los boletos, entre otros.

Al cierre de 2012, el AICM concluyó el año con 29.41 millones de pasajeros. Analizando la Tasa Media de Crecimiento Anual (TMCA) para pasajeros en el AICM en diversos periodos (ver tabla siguiente) y las proyecciones de demanda, sin restricción en infraestructura, permite asumir que el AICM puede saturarse a partir del 2014 - 2015, o antes si el crecimiento reportado para el periodo 2010-2012 se mantiene con dicha tasa elevada para los próximos años por la recuperación del mercado.





| PERIODO | TMCA |
|-----------|--------|
| 1995-2000 | 5.83% |
| 2000-2009 | 1.57% |
| 2000-2010 | 1.37% |
| 2000-2012 | 2.84% |
| 2009-2012 | 6.72% |
| 2010-2012 | 10.48% |

Considerando que el proyecto para la construcción del nuevo aeropuerto puede requerir un periodo de preparación de hasta 1.5 años y alrededor de 4.5 años para su construcción en una etapa inicial, es indispensable iniciar el desarrollo de dicha infraestructura a la mayor brevedad.



2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

Elaborar los estudios de exploración geotécnica, muestreo y pruebas de laboratorio, del sitio donde se construirá la Terminal del Nuevo Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México (NAICM).

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Presentar los estudios profesionales y especializados de la caracterización dinámica del suelo en el predio en estudio, que ayuden a considerar los efectos sísmicos y de sitio.
- Caracterizar geotécnicamente el subsuelo del predio (2 áreas de 3 ha) donde se ubicará el edificio Terminal del Nuevo Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México (NAICM) mediante exploraciones y pruebas de campo.
- Proporcionar las recomendaciones geotécnicas generales producto de los trabajos que se realicen.
- Instalar 3 tubos de observación de la posición del Nivel Freático (NAF) y proporcionar un informe de instalación.

3. ALCANCES

Los trabajos se deberán realizar en dos áreas de 300 x 100 m y consistirán en la ejecución de los trabajos de campo que se mencionan en la siguiente tabla:

| Descripción | Cantidad | Profundidad (m) | Comentarios |
|----------------------|-----------|-----------------|--|
| CPT o DMT/SPT | 7 sondeos | 80 | Empleo del SPT para avance en lentes o estratos duros. |
| CPT o DMT | 3 sondeos | 80 | Con mediciones puntuales de disipación de presión de poro (DPP). |
| Sondeos selectivos | 4 sondeos | 80 | Con obtención de muestras inalteradas a diferentes profundidades, alternando con SPT en lentes o estratos duros. |
| SPT | 7 sondeos | 80 | Realizando muestreo continuo con SPT. |
| PCA | 10 pozos | 3 | Extracción de muestras a 1m de profundidad. |
| Tubos de observación | 3 tubos | 8 | Para la observación del NAF |

Además se deberán ejecutar pruebas de laboratorio para determinación de las propiedades índice, de resistencia, de deformabilidad y se deberá generar un reporte de integración de información de resultados de pruebas de campo y laboratorio.

La cantidad y tipo de pruebas de campo y laboratorio se proponen tomando como referencia las recomendaciones del II-UNAM. Como complemento de dicha campaña de exploración se considerara realizar los tendidos de Dispersión de Ondas Superficiales y de Microzonación.

En el Anexo A adjunto, se puede consultar el catálogo de conceptos con la cantidad y el tipo de conceptos solicitados, y en el Anexo D, la Relación de Alcances.

4. CRITERIOS DE DISEÑO

Se deberán realizar dos actividades de geofísica para complementar la exploración geotécnica, todas estas a ejecutarse en dos zonas de 3 ha, donde se construirá el edificio de la Terminal del NAICM.

5. TRABAJOS DE CAMPO

5.1 DISPERSIÓN DE ONDAS SUPERFICIALES

Este método, basado en la propiedad dispersiva de las ondas superficiales para estimar in situ y sin necesidad de perforación, la velocidad de cortante en las capas de suelo hasta una profundidad que depende de las propiedades mecánicas del suelo, la fuente generadora de ondas y la instrumentación utilizada.

Se podrán utilizar equipos de refracción sísmica convencionales y equipos utilizados en la sismología de terremotos, el ruido ambiente es usado como fuente sísmica o bien fuentes como las utilizadas en refracción sísmica.



5.2 MICROZONACIÓN SÍSMICA

La microzonación sísmica se realiza para la selección, en forma rápida y cualitativa de zonas de alta importancia para efectuar estudios más precisos como la dispersión de ondas y utilizando las frecuencias obtenidas a partir del análisis espectral de los registros de vibración ambiental, se podrán establecer zonas a través del cálculo de las curvas de isofrecuencias.

Se podrán realizar los procedimientos de cálculo, mediante el uso de métodos geo-estadísticos de aproximación.

5.3 ENTREGABLES

Basados en la utilización de las técnicas descritas anteriormente, se interpretarán los resultados e identificará los parámetros físicos de los materiales del subsuelo en los sitios estudiados, que permitan caracterizarlos y coadyuvar a definir el modelo geotécnico del sitio. Procediendo a elaborar y editar planos e informe.

Dicha interpretación de los datos se presentaran en una sección por cada línea planeada en su perfil topográfico. En la sección deberán aparecer los modelos finales de dispersión. De acuerdo con los alcances solicitados, en los siguientes párrafos se describen las actividades, equipo y herramienta a utilizar en este estudio.

5.4 SONDEOS DE CONO ELÉCTRICO O DILATÓMETRO, LOS CUALES SE COMPLEMENTARÁN CON PRUEBAS DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR EN LA CAPA DURA Y EN LOS DEPÓSITOS PROFUNDOS

Se deberán realizar 7 sondeos programados a 80 m de profundidad combinando las técnicas de cono eléctrico (CPT) o dilatómetro de Marchetti (DMT) con la prueba de penetración estándar (SPT). Para este caso los sondeos se iniciarán con CPT o DMT y se penetrarán hasta llegar al 80% (16 t) de la máxima capacidad de hincado del penetrómetro., para posteriormente continuarlos con SPT y llevarlos a la profundidad sugerida.

De encontrar materiales de consistencia blanda, se volverá a penetrar con el CPT o DMT para contar con información de dichos estratos.



5.5 SONDEOS DE PIEZOCONO CON MEDICIONES PUNTUALES DE DISIPACIÓN DE LA PRESIÓN DE PORO

También se deben realizar al menos 3 sondeos programados a 80 m de profundidad con piezocono (CPTu), en los que se realizarán pruebas de disipación de presión de poro (DPP) en los estratos drenantes que se identifiquen durante el hincado.

5.6 SONDEOS SELECTIVOS CON RECUPERACIÓN DE MUESTRAS INALTERADAS, MÁS PRUEBAS DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR EN LA CAPA DURA Y EN LOS DEPÓSITOS PROFUNDOS

Se deberán realizar 4 sondeos continuos programados a 80 m de profundidad con la intención de recuperar muestras inalteradas a profundidades de interés indicadas, además se deberán ejecutar pruebas de penetración estándar en la capa dura y en los depósitos profundos (de llegarse a interceptar).

5.7 SONDEOS CONTINUOS CON SPT

Se deberán hacer 7 sondeos continuos programados a 80 m de profundidad realizando prueba de penetración estándar (SPT).

5.8 POZOS A CIELO ABIERTO (PCA)

Se ejecutarán 10 pozos a cielo abierto (PCA), hasta una profundidad máxima de 3 m, la cual dependerá de las condiciones de los materiales encontrados y del nivel de aguas freáticas (NAF) en el sitio. Durante la excavación de los PCA se procurara, recuperar muestras cúbicas inalteradas para su ensaye en laboratorio.

5.9 TUBOS DE OBSERVACIÓN DE LA POSICIÓN DEL NIVEL FREÁTICO

Se instalarán 3 tubos de observación del nivel de aguas freáticas, que se estiman a 8 m de profundidad máxima. Estos pozos se identificarán en sitio y se realizará únicamente la lectura inicial de los niveles de agua, para posteriormente capacitar a personal, para que se lleve un registro continuo y frecuente.

En la figura 1 se presenta la distribución de sondeos correspondiente a los trabajos exploratorios mencionados.



Si en la etapa de reconocimiento de campo inicial o durante la exploración se llegara a detectar alguna condición no contemplada en estos términos de Referencia y se considere necesaria una exploración a mayor profundidad y detalle, se replantearán los alcances aquí presentados.

6. TRABAJOS DE LABORATORIO

Todas las muestras recuperadas de los sondeos exploratorios, deberán trasladarse al Laboratorio de Mecánica de Suelos para su clasificación y ensayos índices y mecánicos, así como el análisis e interpretación de los resultados.

En el Anexo A, se indica la cantidad y el tipo de pruebas solicitadas; en la siguiente tabla se hace un resumen de éstos:

| Tipo de ensaye | Cantidad | Observaciones |
|---|-----------------------------|--|
| Pruebas índice (clasificación e identificación de suelos) | 2,200 Contenidos de agua | Muestreo alterado e inalterado (SPT y PCA) |
| | 550 Límites de consistencia | |
| | 550 Porcentaje de finos | |
| Pruebas de consolidación unidimensional | 60 ensayos | Donde se realice muestreo inalterado |
| Pruebas triaxiales en arcillas naturales | 60 series triaxiales UU | Donde se realice muestreo inalterado |
| | 18 series triaxiales CU | |
| | 2 series triaxiales CD | |

El tipo y número estimado de pruebas que se prevé ejecutar aparece en el catálogo de conceptos y precios unitarios del Anexo A. La cantidad definitiva dependerá de los resultados de campo, de la clasificación y de las pruebas índice. Enseguida se enlistan los ensayos a ejecutar junto con las normas que aplican en cada uno.

| ENSAYE | NORMAS APLICADAS | |
|--|------------------------|--------|
| | NMX | ASTM |
| Identificación de suelos visual y al tacto | NMX-C-416-ONNCCE-2003* | D 2488 |
| Contenido de agua en materiales térreos | NMX-C-416-ONNCCE-2003* | D 2216 |
| Límite líquido, plástico e índice de plasticidad | NMX-C-416-ONNCCE-2003* | D 4318 |
| Análisis granulométrico por mallas | NMX-C-084- 1990 | D 422 |
| Determinación de la masa específica | NMX-C-416-ONNCCE-2003* | D 854 |
| Determinación de las partículas de suelo más finas que la malla No. 200 (0,075 mm por medio de lavado) | NMX-C-084-1990 | |
| Resistencia al corte no drenada con torcómetro | | D 4648 |
| Prueba triaxial no consolidada-no drenada (UU) | | D2850 |
| Prueba triaxial consolidada-drenada (CD) | | D 7181 |
| Prueba de consolidación unidimensional | | D 2435 |

* Pruebas acreditadas bajo la norma NMX-EC-17025-IMNC-2006 (ISO/IEC 17025:2005) ante la Entidad Mexicana de Acreditación (EMA) N° C-081-016/10 del 2010-12-14.



7. ENTREGABLES

Se entregará un informe donde se integrarán los resultados de los trabajos de campo descritos anteriormente. Adicionalmente se realizarán interpretaciones geotécnicas (cortes estratigráficos) para definir la continuidad de los estratos encontrados.

Además se deberán incluir:

- Los perfiles estratigráficos de los sondeos.
- Los resultados de las pruebas de laboratorio.
- Interpretación de los sondeos de CPT, CPTu, SPT, SS, DMT, y PCA.
- Reporte fotográfico de los trabajos de campo realizados.
- Fichas de instalación de pozos de observación.
- Reporte de lectura inicial de pozos de observación.

8. PRESENTACIÓN DEL ESTUDIO

Los trabajos se deberán entregar tanto en versión electrónica como impresa en tres ejemplares:

En archivos editables (DOCX, XLSX cuando aplique, PPTX cuando aplique) y su correspondiente en Acrobat (PDF), con interlineado sencillo, letra Arial, de 12 puntos en textos, negrita 12 puntos en subtítulos y negrita 12 puntos, mayúsculas, en títulos; como en tres ejemplares impresos, con páginas numeradas y fechadas, perforadas en carpetas con argollas.

Se incluirán los conceptos descritos en el numeral 3 complementándolos con planos, mapas, esquemas y toda la documentación de soporte si llegare a considerar necesaria para la fácil comprensión del proyecto.

Los discos compactos para entrega, deberán ser grabados realizando la verificación de grabación para evitar que existan archivos almacenados en los sectores dañados, de igual forma, los discos no deberán presentar rayones en ninguna de las caras y estar identificados para su fácil manejo.



Los textos deberán ser en Microsoft Word, fuente Arial de 12 puntos, altas y bajas; subtítulos, en negritas altas y bajas, y títulos, en negritas mayúsculas. Para las hojas de cálculo en Excel, se empleará fuente Arial 10 puntos.

Todos los productos deberán generarse en Microsoft Office Word, Excel, Power Point y Auto CAD y un archivo que integre todo en PDF.

Todos los entregables deberán presentarse en idioma español.

Deberán entregarse, junto con el estudio, los modelos y metodologías de cálculo o de simulación aplicados, para el uso posterior por parte del GACM, en análisis de sensibilidad y/o ajustes a los parámetros estudiados, proporcionando el instructivo correspondiente.

Se usarán citas bibliográficas y la literatura consultada en el formato de la Asociación Americana de Psicología APA.

9. TIEMPO DE EJECUCIÓN

El tiempo estimado de la duración de estos trabajos es de 45 días calendario.

10. PERFIL DEL PRESTADOR DEL SERVICIO

Se requiere un "Prestador de Servicio" capaz de integrar un grupo interdisciplinario, con personal técnico altamente calificado en la materia de Geotecnia y Mecánica de Suelos y con conocimiento avanzados en realización de las pruebas de laboratorio de mecánica de suelos y haber participado en estudios de este tipo.

El prestador del servicio deberá garantizar y acreditar la participación de al menos:

- Un Líder de proyecto.
- Un Geotecnista.
- Un Especialistas en Mecánica de Suelos en proyectos similares.



- Personal de laboratorio de Mecánica de Suelos certificado.
- Un documentador del proyecto.

GACM

Ing. Próspero R. Antonio Ortega Moreno
Subdirector de Proyectos

GEIC CFE

Ing. Juan de Dios Alemán Velásquez
Subgerente de Geotecnia y Materiales