

# **XXV** Reunión Nacional de Mecánica de Suelos e Ingeniería Geotécnica

**Acapulco, Guerrero**

## **VOLUMEN 1**



**SOCIEDAD MEXICANA DE INGENIERÍA GEOTÉCNICA A.C.**

**Copyright, México, 2010**

Sociedad Mexicana de Ingeniería Geotécnica, A.C.  
Valle de Bravo No. 19 Col. Vergel de Coyoacan,  
14340 México, D.F., MÉXICO  
Tel. +(52)(55)5677-37-30, Fax+(52)(55)5679-36-76  
Página web: [www.smig.org.mx](http://www.smig.org.mx)  
Correo electrónico: [smig2009@prodigy.net.mx](mailto:smig2009@prodigy.net.mx)

**ISBN 978-607-95506-1-5**

Prohibida la reproducción parcial o total de esta publicación, por cualquier medio, sin la previa Autorización escrita de la Sociedad Mexicana de Ingeniería Geotécnica, A.C.

Total or partial reproduction of this book by any medium requires prior written consent of the Sociedad Mexicana de Ingeniería Geotécnica, A.C.

Las opiniones expresadas en este volumen son responsabilidad exclusiva de los autores.  
Opinions expressed in this volume are the sole responsibility of their authors.

**Edición:** *Norma Patricia López Acosta.*

**Revisión de formato:** *José Luis Lezama Campos y Cupertino García Flores.*

	<b>Página</b>
Derrumbe de grandes dimensiones en el portal de túnel carretero, problemática geológica y soluciones implementadas <i>V. H. Macedo, P. Lé y A. Castro</i> .....	195
Soluciones geotécnicas de protección para evitar daños por caídos de roca al pie de una ladera natural <i>A. Rábago-Martín</i> .....	203
The unvirgin theoretical equation of compressibility applied to grainstone rockfill <i>E. Juárez-Badillo</i> .....	213
<b>SESIÓN 4. CARACTERIZACIÓN DE SUELOS</b> .....	<b>215</b>
<b>Conferencia Magistral</b>	
Some geotechnical properties to characterize Mexico City Clay <i>E. Ovando-Shelley</i> .....	217
<b>Aportaciones</b>	
Actualización de la zonificación geotécnica del valle de Toluca, en el Estado de México <i>G. García-Rocha, R. Rodríguez-González, F. García-Cruz, M. Martínez-Govea y B. Silva-Zárate</i> .....	229
Estudios preliminares de microzonificación sísmica para la ciudad de Coatzacoalcos, Ver. <i>J. A. Guzmán, F. de J. Trejo, F. Williams, G. Riquer, R. Leyva y J. Lermo</i> .....	241
Propuesta de zonificación geotécnica de la zona urbana de la ciudad de Coatzacoalcos, Ver. <i>L. Astudillo, J. A. Guzmán, F. de J. Trejo, F. Williams, G. Riquer y R. Leyva</i> .....	247
Una investigación sobre los módulos de deformabilidad y compresibilidad de los fenómenos de expansión y recompresión en suelos finos saturados <i>C. Zea, R. Rivera y G. López, J. L. Umaña y E. Elizalde</i> .....	253
Suelos expansivos <i>A. Jaime y R. J. Ballinas</i> .....	259
Comparación entre los valores teóricos y reales de los asentamientos de un terraplén desplantado en suelos arcillosos muy blandos, y observado a lo largo de tres años <i>H. Moreno y A. Sámano</i> .....	269
Propagación de ondas dinámicas en muestras de suelos en una cámara triaxial <i>M. Flores-Guzmán, E. Ovando-Shelley y C. Valle-Molina</i> .....	277
Prueba de campo para control del módulo de deformación de un relleno granular con una fracción arcillosa significativa <i>H. Moreno y A. M. López</i> .....	283
Caracterización del material denominado “Tepetate” <i>T. López-Lara, J. B. Hernández-Zaragoza, J. Horta-Rangel, M. L. Pérez-Rea, D. Rosales-Hurtado y V. M. Castaño-Meneses</i> .....	289
Caracterización de las arcillas expansivas de San Francisco Totimehuacan, Puebla <i>O. Linares, O. Flores, A. Hernández y A. Aguilar</i> .....	295



## Propuesta de zonificación geotécnica de la zona urbana de la ciudad de Coatzacoalcos, Ver.

Geotechnical zoning proposal of the urban zone from the city of Coatzacoalcos, Ver.

**Leopoldo Astudillo Salgado.**, Facultad de Ingeniería, UV, Coatzacoalcos, Ver. México  
**Juan Antonio Guzmán Ventura**, Facultad de Ingeniería, UV, Coatzacoalcos, Ver. México  
**Francisco de J. Trejo Molina**, Facultad de Ingeniería, UV, Coatzacoalcos, Ver. México  
**Francisco Williams Linera**, Instituto de Ingeniería, UV, Veracruz, Ver. México  
**Guadalupe Riquer Trujillo**, Instituto de Ingeniería, UV, Veracruz, Ver. México  
**Regino Leyva Soberanis**, Instituto de Ingeniería, UV, Veracruz, Ver. México

**RESUMEN:** Partiendo de la necesidad de que Coatzacoalcos no cuenta con lineamientos que consideren condiciones locales para el diseño geotécnico, se iniciaron los trabajos para una nueva propuesta de zonificación basada en la recopilación de toda la información disponible hasta la actualidad y 21 sondeos profundos realizados en el ejercicio profesional de los autores. La información se integro en un Sistema de Información Geográfica llamado ArcGIS y se proceso en formato digital adoptando el sistema geográfico de referencia UTM. De lo anterior se elaboró un mapa en donde se identifican cuatro zonas: 1) Zona Geotécnica Alta (ZGA), 2) Zona Geotécnica Baja (ZGB), 3) Zona Geotécnica de Transición (ZGT) y 4) Zona Geotécnica Costera (ZGC). Los resultados se presentan en mapas geo-referenciados. El objetivo final de este trabajo es que se convierta en el fundamento geotécnico de lo que será el Reglamento de Construcciones del Municipio de Coatzacoalcos, Ver.

**ABSTRACT:** Based on the need for Coatzacoalcos has no guidelines that consider local conditions for geotechnical design, work began for a new zoning proposal based on the collection of all information available to date and made 21 deep drilling professional practices of the authors. The information was integrated into a Geographic Information System named ArcGIS and digital process by adopting the UTM geographic reference system. From the above, produced a map which identifies four zones: 1) Geotechnical Area High (ZGA), 2) Geotechnical Area Low (ZGB), 3) Geotechnical Transition Zone (ZGT) and 4) Geotechnical Coastal Zone (ZGC). The results are presented in geo-referenced maps. The ultimate goal of this work is to become the foundation geotechnical what will be the Construction Regulations of the Municipality of Coatzacoalcos, Veracruz.

### 1 INTRODUCCIÓN

La primera zonificación geotécnica para la zona urbana de Coatzacoalcos la proponen L. Vieitez, E. Soto y A. Mosqueda y aparece publicada en las memorias de la quinta Reunión Nacional de la Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos (SMMS, 1970). Esta zonificación clasifica a la zona urbana en dos zonas geotécnicas: zona baja o de inundación y zona alta o de lomas. Posteriormente Luis Montañez (1976), en las memorias de la octava Reunión Nacional de la SMMS propone una zonificación geotécnica que es propiamente una zonificación regional, ya que comprende también a la ciudad de Minatitlán. Esta información ratifica de manera más escueta (para la zona urbana de Coatzacoalcos), lo presentado en la V RNMS. A pesar de que estos estudios independientes aportan información valiosa sobre las condiciones geotécnicas de algunas partes de la ciudad, esta no se ha logrado conjuntar y procesar para fines prácticos. Por lo tanto en este trabajo, se presentan algunos resultados sobre la caracterización geotécnica del subsuelo así como una propuesta de zonificación geotécnica, apoyados en información de empresas particulares como de sondeos propios.

### 2 DESCRIPCIÓN DEL AREA DE ESTUDIO

#### 2.1 Localización

La ciudad y puerto de Coatzacoalcos pertenece al municipio del mismo nombre y se localiza en la margen izquierda del río Coatzacoalcos, en el extremo sur del estado de Veracruz; a 18°09' latitud norte y 94°26' longitud oeste con una altura media de 10 m s.n.m (Fig. 1). Cuenta con un clima ecuatorial muy cálido y húmedo (t.m.a. de 27°C), con lluvias casi todo el año y sin estación seca propiamente dicha. Registra un promedio anual de lluvia de 2762mm. Su población es de 280,363 habitantes según el último censo oficial realizado (INEGI 2005) aunque para este 2010 se estima que la población supere los 300,000 habitantes. El municipio colinda al norte con el Golfo de México, al sur con los municipios de Moloacán, Ixhuatlán del Sureste, Nanchital, Cosoleacaque y Minatitlán; al este con el municipio de Agua Dulce y al Oeste con los municipios de Chinameca y Cosoleacaque, todos municipios pertenecientes al Estado de Veracruz.



Figura 1. Ubicación de la ciudad y puerto de Coatzacoalcos en la República Mexicana.

Con el propósito de comprender la naturaleza de los depósitos del suelo y las formaciones geológicas de la zona estudiada, fue necesario recabar información de diferente índole, clasificándola en forma general en dos marcos: geográfico y físico (Méndez et al., 2000).

### 2.2 Marco geográfico y físico

El marco geográfico fue el soporte de la información acerca de la ubicación, dimensiones y formas de los elementos naturales y artificiales dentro del espacio geográfico (información histórica, toponimia, cartografía, fotografías aéreas y de satélite).

La información del marco físico, permitió comprender la naturaleza de los depósitos del suelo, rellenos y formaciones geológicas. Proporciona una visión amplia de las características y rasgos físicos en la zona. Este marco, acentuó los eventos ocurridos desde el punto de vista geotécnico como: la geología, geomorfología, geofísica, hidrografía y sondeos geotécnicos. La información anteriormente descrita disponible se integro en forma sistemática en un Sistema de Información Geográfica llamado ArcGIS y se proceso en formato digital y se adopto a un sistema geográfico de referencia, que para nuestro caso fue el sistema UTM.

## 3 METODOLOGÍA DE ZONIFICACIÓN

Para actualizar la zonificación geotécnica propuesta por L.Vieitez, E. Soto y A. Mosqueda (1970), la metodología que se utilizo y que puede resumirse en los siguientes tres puntos:

- Delimitación de la zona en estudio.
- Recopilación y procesamiento de la información.
- Integración y análisis de la información.

### 3.1 Delimitación de la zona en estudio

El área para la cual en este trabajo se propone la zonificación geotécnica, corresponde únicamente para la zona urbana de la ciudad de Coatzacoalcos, Ver., cuya ubicación geográfica ya se describió. La zona urbana actual (año 2010) está limitada al norte por el litoral del Golfo de México, al sur por el río Calzadas y las vías del ferrocarril que corren a lo largo de la Av. General Anaya, al oriente por la margen izquierda del río Coatzacoalcos y al poniente por las colonias “Lomas de Barrillas” y “Empleados Municipales”.

### 3.2 Recopilación y procesamiento de la información

La información recopilada, procesada e incorporada en el mapa de la zonificación geotécnica (Fig. 4), está fundamentada en todas las publicaciones disponibles sobre este tema para el área en estudio, poniéndolo mayor énfasis a las memorias publicadas en la V y VIII Reuniones Nacionales de Mecánica de Suelos realizadas en México (1970) y Guanajuato (1976) respectivamente y en 21 sondeos realizados en diferentes puntos de la ciudad durante en los últimos 15 años de ejercicio profesional de los autores así como del aporte generoso e invaluable de algunas empresas de la iniciativa privada (Fig. 2).



Figura 2. Ubicación de sondeos geotécnicos.

### 3.3 Integración y análisis de la información

Toda la información recabada, se integro en tablas, en donde en forma resumida pero explícita se presentan; las propiedades índices como mecánicas de todos y cada uno de los sondeos analizados. Para el análisis e interpretación de la información geotécnica se elaboraron diversos perfiles estratigráficos con los sondeos mencionados (Fig.3), con los cuales se logro definir el mapa de zonificación geotécnica.

Los perfiles estratigráficos elaborados son:

Perfil A-A'.- Parte del sondeo ubicado mas al poniente de la ciudad, en la colonia Lomas de Barrillas; siguiendo por el sur de la ZGA y llega a la ZGB, terminando en esta

última zona; muy cercano al sur de de la ZGA, a la altura de donde ahora se encuentra el puente vehicular de la avenida 1.

Perfil B-B'.- Inicia en la ZGA en la colonia Balcones del Mar y termina en la ZGB en la colonia Tierra Nueva, prácticamente por una línea imaginaria que divide el oriente y el poniente de la zona urbana, pasando por la estrecha franja de transición (Fig. 5).

Perfil C-C'.- Con trayectoria de poniente a oriente, iniciando en la colonia Balcones del Mar, pasando por toda la porción oriente de la ZGA (que es la zona más antigua) hasta llegar a la orilla del río Coatzacoalcos (Fig. 7).

Perfil D-D'.- Se encuentra en la porción sur-oriente de la ciudad, es el perfil de longitud más corta de los que aquí se presentan y trata de identificar las características de la zona de transición.

Perfil E-E'.- Comprende la parte oriental de la ZGB, iniciando en la colonia Tierra Nueva, pasa por el paso a desnivel (desviación a Villahermosa) y llega a la ZGA, a la altura de las calles Ignacio de la Llave y Pedro Moreno (Fig. 6).



Figura 3. Ubicación de los perfiles estratigráficos analizados.

#### 4 PROPUESTA DE ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA

La delimitación de las zonas propuestas, se realizó con base en la semejanza de las características estratigráficas de los suelos encontrados en el área de estudio y de acuerdo con los resultados obtenidos, para la zona urbana de la ciudad de Coatzacoalcos se proponen cuatro zonas geotécnicas, que aquí llamaremos:

- Zona Geotécnica Alta (ZGA)
- Zona Geotécnica Baja (ZGB)
- Zona Geotécnica de Transición (ZGT)
- Zona Geotécnica Costera (ZGC)



Figura 4. Mapa de zonificación geotécnica.

A continuación, se explican las características de los suelos de cada una de las zonas.

Zona Geotécnica Alta (ZGA). La ZGA, está limitada al sur por la vía del ferrocarril, desde los límites del municipio de Cosoleacaque, hasta donde actualmente inicia la calle General Anaya a la altura de la colonia “Teresa Morales”; a partir de ese punto sigue una ruta paralela a la calle General Anaya, hasta llegar al río Coatzacoalcos. Anteriormente esta ruta era la que seguía el ferrocarril. Al norte está limitada por una línea paralela a la línea de costa.

Esta zona está formada por arenas de dunas y médanos en espesores que van de los 15m a 30m, (sondeos ZGA-01 y ZGA-Soriana-LZ), cuya compacidad, como es su propia característica dado su origen eólico, aumenta con la profundidad. La compacidad varía de muy suelta a suelta desde la superficie hasta aproximadamente 4 a 6m de profundidad, después se incrementa hasta adquirir la mediana compacidad en un espesor de aproximadamente 10m para llegar alrededor de 15m de profundidad. Finalmente la compacidad es alta entre los 15 y 30m de profundidad.

La compacidad de los suelos de esta zona parece estar íntimamente relacionada con la presencia del agua freática, ya que a partir de la profundidad en que ésta se detectó, dicha compacidad se incrementa. Esto podrá corroborarse con los sondeos ZGA-01, ZGA-03, ZGA-04, ZGA-05, ZGA-06 y el realizado por el Dr. Leonardo Zeevaert para la tienda de “Soriana”.

Es escasa la información de los suelos que subyacen a las arenas de la ZGA; sin embargo, se infiere que subyacen los suelos arcillosos y limosos de origen marino o aluvial, como podrá verificarse en los sondeos ZGA-01, el del cine “Coatzacoalcos” y el de la tienda “Soriana”, a partir de las profundidades 13, 20 y 15m, respectivamente.

El contenido natural de agua en las arenas del sitio varía según la profundidad teniéndose valores mínimos de 4% cerca de la superficie y después se tienen contenidos dentro del rango de 10 a 25%; el material arcilloso acusa contenidos de agua entre 20 y 30%. El peso específico relativo para las arenas, oscila en un intervalo de 2.50 a

2.66. Por su baja compacidad, la arena fina y suelta es factible que experimente asentamientos bruscos por vibración en ausencia de agua freática o que experimente el fenómeno de licuación con su presencia.

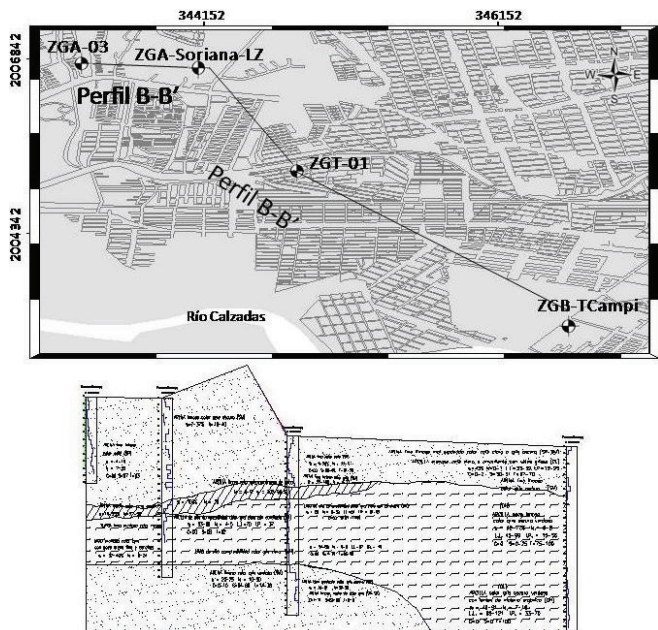


Figura 5. Perfil estratigráfico B-B'.

Zona Geotécnica Baja (ZGB). Esta zona es la que se ubica al sur y está limitada por la demarcación sur de la ZGA y la margen derecha del río Calzadas; hacia el oriente, su frontera es la margen izquierda del río Coatzacoalcos.

Como se menciona en las memorias de la V reunión nacional de la SMMS, en esta zona se tiene, en las profundidades hasta entonces exploradas, una secuencia de depósitos principalmente de origen fluvial, constituidos en la parte superficial por arenas uniformes, muy sueltas a medianas, con espesores pequeños (de 2 a 4m), a las que subyacen arenas poco limosas, limos arenosos de baja plasticidad, arenas limpias, medias a finas de compacidad mediana a compacta y arcillas limosas de plasticidad media a alta con una apreciable cantidad de materia orgánica; abajo, y a profundidades del orden de 18m, se encuentran arenas limpias y arenas poco limosas con bolsas de arcilla; esta secuencia se encuentra en los sondeos hechos a lo largo de la margen izquierda del río Coatzacoalcos. El origen fluvial de estos depósitos es evidente ya que esta zona forma parte de la zona de inundación de los ríos "Calzadas" y "Coatzacoalcos". En los sondeos realizados más recientemente, en lugares ahora urbanizados, se observará que el procedimiento más usado para construir en esta zona, ha sido el empleo de rellenos de arena de médano proveniente de la ZGA, con espesores que varían de 1.5 a 4m.

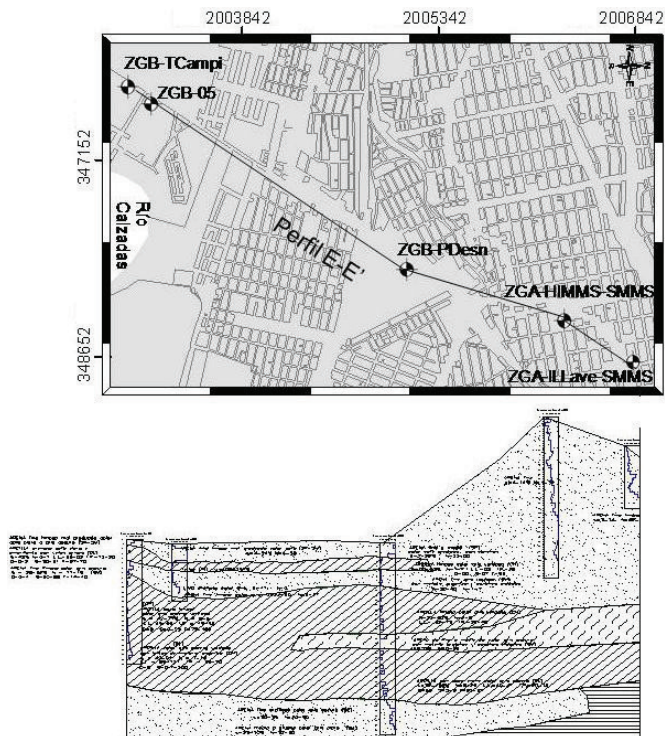


Figura 6. Perfil estratigráfico E-E'.

Un perfil estratigráfico representativo de la zona es el que sigue el trazo aproximado de la carretera a Villahermosa desde su cruce con la carretera Transísmica hasta el río (V Reunión de la Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos). En este perfil se observa que, en la parte superior se encuentran arcillas limosas blandas en espesores aproximados de dos metros; subyaciéndolas hay limos y limos arenosos de baja plasticidad en espesores variables de 5 a 11; a continuación se encuentra un lecho arcillo-limoso constituido por materiales de plasticidad media a alta con un espesor aproximado de 15m, en el cual quedan alojadas algunas lentes de arenas finas limpias o bien de arenas poco limosas o poco arcillosas cuyos espesores son del orden de 2m. A profundidades de 22 a 28m aparece un manto de arena cuarzosa de compacidad alta que se supone perteneciente a una formación antigua de origen marino. En la V reunión nacional de la SMMS, se menciona que "su potencial no está determinado ya que los sondeos llegaron a profundidades del orden de 30m"; sin embargo en los sondeos ZGB-03 y ZGB-07 realizados a 60 y 41m, la presencia de esta arena no fue detectada.

Como podrá comprobarse en los sondeos ZGB-02, ZGB-03, ZGB-06 y ZGB-07, las arenas de origen fluvial a las que se hacen mención en la V reunión de la SMMS, con espesores de 2 a 4m; ahora en el área urbanizada han quedado bajo los rellenos y el estrato arcilloso que anteriormente era superficial. Los sondeos en este párrafo identificados, reportan que a partir de los 7 a 12m de profundidad se encuentra un potente (22 a 25m) estrato de arcillas y limos inorgánicos de alta y baja

compresibilidad y alta plasticidad cuya consistencia es muy blanda a blanda. Esta formación está intercalada por delgadas capas de arena y turba. Subyaciendo se identifican o bien arcillas orgánicas en espesores de 4m, o arcilla arenosas inorgánicas de baja compresibilidad y mediana a alta plasticidad intercaladas arenas limosas y turba s con espesor de hasta 20m (sondeo ZGB-03). Al final de los sondeos ZGB-03 (58m) y ZGB-07 (39.80m) se encontró una arena limosa cuya compacidad es muy densa con números de golpes en la penetración estándar de 39 y el máximo espesor detectado para este estrato fue de 50.20m. La estratigrafía planteada en la V reunión de la SMMS, se confirma con los sondeos más recientes efectuados en la zona del paso a desnivel y por los que se encuentran a lo largo de la carretera Transistmica inmediatamente antes del paso por el río Calzadas, actualizando su conocimiento para profundidades hasta de 60m.

Zona Geotécnica De Transición (ZGT). Esta zona, como en todos los intentos de zonificación, es la más complicada. Realmente es difícil precisar las fronteras que la limitan; sin embargo en un intento por hacerlo (y que se considera necesario) se mencionará que es una delgada franja de un promedio aproximado de 100m de ancho, ubicada entre la ZGA y la ZGB solo interrumpida en el sitio donde se eleva la parte más alta de la zona urbana que está comprendida entre la colonia Palma Sola a la altura de la calle Úrsulo Galván y la colonia Emiliano Zapata, a la altura de la calle Pedro Infante. Este tramo exceptuado de la ZGT, se corrobora con el comportamiento del suelo registrado en el sondeo ZGT-02. Para definir esta zona se realizaron 3 sondeos y se tomó uno de la publicación de la VIII reunión de la Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos. En esta zona de transición, el espesor de arenas de origen eólico existente también en la ZGA se reduce entre 4 y 12m; suprayaciendo a estratos cohesivos muy blandos o arenosos sueltos que se alternan hasta llegar a los 20m de profundidad; a partir de la cual la resistencia del suelo se incrementa, a diferencia del incremento significativo de resistencia en la ZGB que ocurre a los 35m de profundidad, aproximadamente.

Zona Geotécnica Costera (ZGC). Es una franja de un ancho promedio de 200m en el poniente y de unos 500m en la zona oriente. Es necesario delimitar esta zona, tanto por los niveles topográficos como por las propiedades geotécnicas de los estratos de suelo encontrados. También está formada por dunas y médanos al igual que la ZGA, solo que aquí se aprecia claramente que las arenas sueltas tienen un espesor menor (entre 2 y 4m). Para profundidades mayores la compacidad del suelo se incrementa rápidamente. Este incremento en la compacidad del suelo, se atribuye a la cercanía y el efecto dinámico de las aguas del mar y como se observó en la

ZGA, el nivel de aguas freáticas que en esta zona es somero.

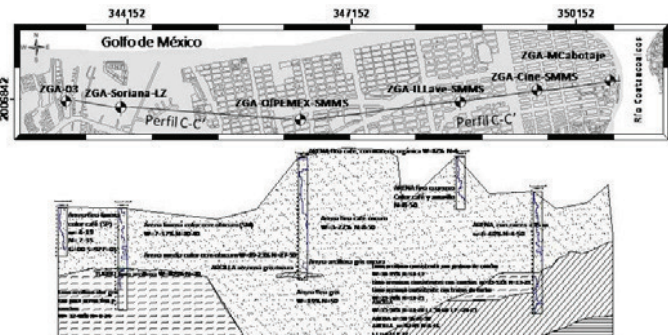


Figura 7. Perfil estratigráfico C-C'.

## 5 CONCLUSIONES

Actualmente, el municipio de Coatzacoalcos, no cuenta con un Reglamento de Construcciones propio que permita la orientación y la aplicación en los proyectos de ingeniería, de las condiciones locales; especialmente las que corresponden a los aspectos geotécnicos. Como un intento serio para subsanar esta situación se presenta este trabajo.

La zonificación geotécnica que aquí se propone, se deriva de la recopilación y ejecución de estudios geotécnicos realizados en la zona; por un lado los publicados por la Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos en sus reuniones nacionales que se llevaron a cabo en 1970 en el Distrito Federal (V reunión) y en Guanajuato en el año de 1976 (VIII reunión), sondeos propios realizados en el ejercicio profesional de los autores así como del aporte generoso e invaluable de algunas empresas de la iniciativa privada.

El resultado de este trabajo, es delimitar la zona urbana de Coatzacoalcos, en cuatro zonas geotécnicas demarcadas por propiedades semejantes de los suelos y que se denominaron: Zona Geotécnica Alta (ZGA), Zona Geotécnica Baja (ZGB), Zona Geotécnica de Transición (ZGT) y Zona Geotécnica Costera (ZGC).

Se considera que con los resultados de esta investigación geotécnica y con apoyo de otras ramas de la ingeniería es posible iniciar con la elaboración del proyecto del Reglamento de Construcciones del Municipio de Coatzacoalcos, Ver.

Es indudable que las investigaciones geotécnicas deben continuar, tanto en el aspecto de exploración como en la determinación de las propiedades físicas, mecánicas, hidráulicas y dinámicas de los suelos; así como en la instrumentación de las estructuras importantes ya construidas y las que en un futuro se construyan.

## RECONOCIMIENTOS

A la Ing. Sara Pérez Torres por su participación en el proceso de la información y el dibujo de mapas.

## REFERENCIAS

- Benavides, L., (1956). ).”Geología petrolera de México”. *Simposio Internacional del Petróleo*. México, D.F.
- Consejo Técnico Consultivo de la Ciudad de Coatzacoalcos., (Marzo 1985). “ Coatzacoalcos: Una ciudad para vivir siempre”. Coatzacoalcos, Ver.
- Coordinación General de los Servicios Nacionales de Estadística Geografía e Informática: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, INEGI. (2006).” Carta edafológica del territorio nacional”. México.
- Coordinación General de los Servicios Nacionales de Estadística Geografía e Informática: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, INEGI. (2006).” Carta geológica del territorio nacional”. México.
- Coordinación General de los Servicios Nacionales de Estadística Geografía e Informática: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, INEGI. (2006).”Imagen satelital de la ciudad y municipio de Coatzacoalcos, Ver.”. México.
- Figuerola, J., (1968). ”La sismicidad en el estado de Veracruz”. *II Congreso de Ingeniería Sísmica*. Publicación SMIS. Veracruz, Veracruz, México.
- Montañez, L., (1976). “Información general acerca del subsuelo de 17 ciudades de México, Coatzacoalcos-Minatitlán”. *VIII Reunión Nacional de Mecánica de Suelos*, SMMS. Publicación SMMS. Guanajuato, México.
- Vieitez, L.E, y Mosqueda, A., (1970). “El subsuelo y la ingeniería de cimentaciones en la región de Minatitlán-Coatzacoalcos y Pajaritos, Ver”. *V Reunión Nacional de Mecánica de Suelos*. Publicación SMMS. México, D.F.