

## 1.- DATOS DE LA ASIGNATURA

Nombre de la asignatura :	<b>Mecánica de Suelos Aplicada</b>
Carrera :	<b>Ingeniería Civil</b>
Clave de la asignatura :	<b>ICJ-1026</b>
SATCA <sup>1</sup>	<b>4-2-6</b>

## 2.- PRESENTACIÓN

### **Caracterización de la asignatura.**

Esta asignatura aporta al perfil del Ingeniero Civil los conocimientos fundamentales para el análisis de distribución de esfuerzos en el subsuelo, asentamientos y capacidad de carga admisible de cimentaciones superficiales y profundas, así mismo el alumno adquirirá la competencia para calcular el empuje de tierras sobre muros de contención, para su análisis y diseño y resolver problemas geotécnicos relacionados con la estabilidad de taludes.

Para integrarla se ha hecho un análisis del campo de la aplicación de la Mecánica de Suelos, identificando los temas que tienen una mayor importancia para aplicar las teorías de la Mecánica de Suelos en la solución de problemas de geotecnia.

Puesto que esta materia es la aplicación con desempeños profesionales; se inserta en la segunda mitad de la trayectoria escolar; después de cursar mecánica de suelos I, que le da soporte. De manera particular, lo trabajado en esta asignatura sustentará el curso de Cimentaciones, aplicándola en el campo de la Ingeniería Civil, en la solución de problemas de geotecnia, contribuyendo así al desarrollo del conocimiento científico y tecnológico.

La importancia de esta asignatura radica en que todas las obras de Ingeniería Civil se erigen sobre el suelo, por lo cual es importante en la malla de un Ingeniero Civil.

### **Intención didáctica.**

Se organiza el temario, en seis unidades, en las cuales todas ellas, contemplan los contenidos conceptuales de la asignatura, los cuales son la aplicación de teorías en la solución de problemas geotécnicos.

En la primera unidad se emplean diferentes teorías para el cálculo de la transmisión de esfuerzos en el terreno natural a diferentes profundidades, aplicadas a diversos problemas de ingeniería.

En la unidad dos, se aplican las teorías de deformación elástica y plástica, para el cálculo de asentamientos en diferentes tipos de estratos, ocasionados por las cargas que le transmiten los diferentes tipos de estructuras y/o construcciones.

En la unidad tres, se aplican diferentes teorías para el cálculo de la capacidad de carga a diferentes profundidades y en estratos isotrópicos y anisotrópicos del terreno natural.

En la unidad cuatro, se analizan los efectos que provocan las cimentaciones de las estructuras, al ser construidas sobre suelos del tipo cohesivo y friccionante.

---

<sup>1</sup> Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos

En la unidad cinco, se abordan diferentes teorías para el cálculo de empujes laterales de tierras en la solución de problemas para el cálculo de muros de retención.

En la unidad seis, se analizan diferentes casos de inestabilidad de los taludes con diferentes tipos de suelos, aplicando teorías para su análisis y la aplicación de los métodos existentes para su estabilización.

El enfoque sugerido para la materia, requiere que las actividades posteriores al tratamiento teórico de los temas promuevan el desarrollo de habilidades para la solución de problemas reales: identificación, manejo y control de variables y datos relevantes; planteamiento de hipótesis, propicien procesos intelectuales como inducción-deducción y análisis-síntesis con la intención de generar una actividad intelectual compleja; por esta razón las actividades teóricas se han descrito de manera que no sean una mera corroboración de lo visto previamente en clase, sino una oportunidad para su aplicación en la solución de problemas geotécnicos. Para que el alumno aprenda a razonar los problemas, y que no razone el profesor por ellos, sino involucrarlos en el proceso de solución de problemas.

En las actividades de aprendizaje sugeridas, generalmente se propone la formalización de los conceptos a partir de problemas reales; se busca que el alumno tenga el primer contacto con el concepto en forma concreta y sea a través de la observación, la reflexión y la aplicación que se dé la formalización; la resolución de problemas que se hará después de este proceso.

En el transcurso de las actividades programadas es muy importante que el estudiante aprenda a valorar las actividades que lleva a cabo y entienda que está construyendo su hacer futuro y en consecuencia actúe de una manera profesional; de igual manera, aprecie la importancia del conocimiento y los hábitos de trabajo; desarrolle la precisión y la curiosidad, la puntualidad, el entusiasmo y el interés, la tenacidad, la flexibilidad y la autonomía.

Es necesario que el profesor ponga atención y cuidado en estos aspectos en el desarrollo de las actividades de aprendizaje de esta asignatura.

### 3.- COMPETENCIAS A DESARROLLAR

<p><b>Competencias específicas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Aplicar los conocimientos sobre las propiedades mecánicas de los suelos, identificar las teorías de la mecánica de suelos que le permitan dar solución a problemas que se presentan en las obras de Ingeniería Civil.</li></ul>	<p><b>Competencias genéricas:</b></p> <p><u>Competencias instrumentales</u></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Capacidad de análisis y síntesis</li><li>• Conocimientos generales básicos</li><li>• Conocimientos básicos de la carrera.</li><li>• Habilidades básicas del manejo de la computadora.</li><li>• Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas</li><li>• Solución de problemas</li><li>• Toma de decisiones.</li></ul> <p><u>Competencias interpersonales</u></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Capacidad crítica y autocrítica</li><li>• Trabajo en equipo</li><li>• Capacidad de comunicación.</li><li>• Capacidad de intercambiar información</li><li>• Habilidad para trazar estrategias.</li></ul> <p><u>Competencias sistémicas</u></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica</li><li>• Habilidades de investigación</li><li>• Capacidad de aprender</li><li>• Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad)</li><li>• Habilidad para trabajar en forma autónoma</li><li>• Capacidad para diseñar y gestionar proyectos</li><li>• Iniciativa y espíritu emprendedor</li><li>• Preocupación por la calidad y el medio ambiente.</li></ul>	
---	--	--

#### 4.- HISTORIA DEL PROGRAMA

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Evento
Instituto Tecnológico de Chetumal del 19 al 23 de octubre de 2009.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Apizaco, Boca del Río, Cerro Azul, Chetumal, Chilpancingo, Durango, La Paz, Superior de Los Ríos, Superior de Macuspana, Matehuala, Mérida, Nuevo Laredo, Oaxaca, Superior del Oriente del Estado de Hidalgo, Pachuca, Tapachula, Tuxtepec, Villahermosa y Zacatepec.	Reunión Nacional de Diseño e Innovación Curricular para el Desarrollo y Formación de Competencias Profesionales de la Carrera de Ingeniería Civil.
Desarrollo de Programas en Competencias Profesionales por los Institutos Tecnológicos del 26 de octubre de 2009 al 5 de marzo de 2010.	Academias de Ingeniería Civil de los Institutos Tecnológicos de: Pachuca, Tuxtepec y Mérida.	Elaboración del programa de estudio propuesto en la Reunión Nacional de Diseño Curricular de la Carrera de Ingeniería Civil.
Instituto Tecnológico de Oaxaca del 8 al 12 de marzo de 2010.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Apizaco, Boca del Río, Cerro Azul, Chetumal, Chilpancingo, Durango, La Paz, Superior de Los Ríos, Superior de Macuspana, Matehuala, Mérida, Nuevo Laredo, Oaxaca, Superior del Oriente del Estado de Hidalgo, Pachuca, Tapachula, Tuxtepec, Villahermosa y Zacatepec.	Reunión Nacional de Consolidación de los Programas en Competencias Profesionales de la Carrera de Ingeniería Civil.

## 5.- OBJETIVO GENERAL DEL CURSO

Aplicar los conocimientos sobre las propiedades mecánicas de los suelos, identificar las teorías de la mecánica de suelos que le permitan dar solución a problemas que se presentan en las obras de Ingeniería Civil.

## 6.- COMPETENCIAS PREVIAS

- Aplicar los conocimientos a la solución de problemas acerca de las relaciones volumétricas y gravimétricas de los suelos.
- Leer e interpretar instructivos de laboratorio.
- Capacidad para tomar decisiones.
- Compromiso ético.
- Trabajar en equipo
- Capacidad de investigación
- Aplicar los conocimientos de las propiedades índices de un suelo.
- Identificar y clasificar un suelo.
- Calcular el coeficiente de permeabilidad de un suelo.
- Calcular el peso específico seco máximo y humedad óptima en el laboratorio y el campo de una muestra de suelo.
- Calcular el grado de compactación de un suelo y su comportamiento mecánico.
- Capacidad de abstracción, análisis y síntesis para resolver problemas
- Interpretar los fenómenos de consolidación.
- Realizar la prueba de consolidación unidimensional a una muestra inalterada de suelo.
- Obtener a partir de una prueba de consolidación los parámetros de consolidación primaria.
- Conocer el fenómeno de consolidación secundaria.
- Conocer e interpretar la teoría de la resistencia al esfuerzo cortante en suelos.
- Realizar las pruebas de corte directo, triaxial y compresión simple a diferentes muestras de suelos para obtener los parámetros de resistencia.
- Obtener los esfuerzos principales, esfuerzo desviador de suelo aplicando el círculo de Mohr y la teoría de polo.
- Realizar las pruebas de campo para determinar la resistencia *in situ*.
- Conocer las propiedades de los suelos que definen su comportamiento mecánico.

## 7.- TEMARIO

Unidad	Temas	Subtemas
1.	Distribución de esfuerzos	1.1. Ecuaciones de Boussinesq. 1.2. Solución gráfica de Newmak y gráficas de Fadum. 1.3. Esfuerzos bajo diferentes condiciones de carga. 1.4. Otras teorías.
2.	Asentamientos	2.1. Asentamiento tipo elástico. 2.2. Asentamiento por consolidación primaria. 2.3. Asentamiento por consolidación secundaria. 2.4. Expansiones.
3.	Capacidad de carga	3.1. Teorías de capacidad de carga.

		<p>3.2. Interacción suelo – estructura.</p> <p>3.3. Cálculo de capacidad en cimentaciones superficiales.</p> <p>3.4. Cálculo de capacidad en cimentaciones profundas.</p> <p>3.5. Software de aplicación.</p>
4.	Cimentaciones superficiales y profunda	<p>4.1. Clasificación de las cimentaciones</p> <p>4.2. Factores que determinan el tipo de cimentación</p> <p>4.3. Cimentaciones en taludes</p> <p>4.4. Cimentaciones compensadas</p> <p>4.5. Tipos de cimentaciones profundas</p> <p>4.6. Desarrollo y uso de los pilotes</p> <p>4.7. Hincas de pilotes</p> <p>4.8. Grupos de pilotes</p> <p>4.9. Pruebas de carga en pilotes</p> <p>4.10. Deterioro y protección de pilotes.</p> <p>4.11. Pilas, cilindros y cajones de cimentación.</p>
5.	Empuje de Tierras	<p>5.1. Clasificación de los elementos de retención.</p> <p>5.2. Estados plásticos de equilibrio.</p> <p>5.3. Teorías y métodos para determinar empujes de tierras.</p> <p>5.4. Ademes.</p> <p>5.5. Dimensionamiento de muros.</p> <p>5.6. Software de aplicación.</p>
6.	Estabilidad de taludes	<p>6.1. Tipos y causas de fallas en taludes.</p> <p>6.2. Métodos de análisis de fallas en taludes.</p> <p>6.3. Análisis de circuitos críticos.</p> <p>6.4. Prevención y corrección de fallas en taludes.</p> <p>6.5. Software de aplicación.</p>

## 8.- SUGERENCIAS DIDÁCTICAS

El docente debe:

Ser conocedor de la disciplina que está bajo su responsabilidad, conocer su origen y desarrollo histórico para considerar este conocimiento al abordar los temas. Desarrollar la capacidad para coordinar y trabajar en equipo; orientar el trabajo del estudiante y potenciar en él la autonomía, el trabajo cooperativo y la toma de decisiones. Mostrar flexibilidad en el seguimiento del proceso formativo y propiciar la interacción entre los estudiantes. Tomar en cuenta el conocimiento de los estudiantes como punto de partida y como obstáculo para la construcción de nuevos conocimientos.

- Propiciar actividades de búsqueda, selección y análisis de información en distintas fuentes, ejemplo: reconocer la función matemática a la que se ajusta cada una de las teorías para el cálculo de distribución de esfuerzos, capacidad de carga y aplicarlas para el tipo de suelo y a las condiciones adecuadas.
- Propiciar actividades de búsqueda, selección y análisis de información en distintas fuentes. Ejemplo: buscar y contrastar artículos sobre estabilidad de taludes, identificando puntos de coincidencia entre unos y otros criterios e identificar cada criterio en situaciones concretas.
- Fomentar actividades grupales que propicien la comunicación, el intercambio argumentado de ideas, la reflexión, la integración y la colaboración de y entre los estudiantes. Ejemplo: realizar investigaciones extra clase de forma grupal.
- Observar y analizar fenómenos y problemáticas propias del campo ocupacional. Ejemplos: Observar en una visita de campo, los diferentes métodos de estabilización de taludes.
- Relacionar los contenidos de esta asignatura con las demás del plan de estudios a las que ésta da soporte para desarrollar una visión interdisciplinaria en el estudiante. Ejemplos: identificar las propiedades de Consolidación, Cohesión y Ángulo de fricción interna, y su importancia en el cálculo de asentamientos y capacidad de carga en cimentaciones.
- Facilitar el contacto directo con materiales e instrumentos de laboratorio, al llevar a cabo actividades prácticas, para contribuir a la formación de las competencias para el trabajo experimental como: identificación manejo y control de variables y datos relevantes, planteamiento de hipótesis, trabajo en equipo.
- Propiciar el desarrollo de actividades intelectuales de inducción-deducción y análisis-síntesis, que encaminen hacia la investigación.
- Desarrollar actividades de aprendizaje que propicien la aplicación de los conceptos, modelos y metodologías que se van aprendiendo en el desarrollo de la asignatura.
- Proponer problemas que permitan al estudiante la integración de contenidos de la asignatura y entre distintas asignaturas, para su análisis y solución.
- Relacionar los contenidos de la asignatura con el cuidado del medio ambiente; así como con las prácticas de explotación de materiales de una forma sustentable.
- Cuando los temas lo requieran, utilizar medios audiovisuales para una mejor comprensión del estudiante.
- Propiciar el uso de las nuevas tecnologías en el desarrollo de la asignatura (procesador de texto, hoja de cálculo, base de datos, graficador, Internet, etc.).
- Realizar prácticas de campo para identificar diferentes tipos de suelos y las ventajas o desventajas que se pueden presentar al construir estructuras sobre los mismos.
- Análisis de casos para dar solución a problemas.
- Debate sobre conceptos y temas de la asignatura.
- Conferencias relacionadas con el tema que se incluyan en la asignatura y que aporten al logro de la competencia.

- Manejar software de la asignatura para el cálculo de capacidades de carga, empuje de tierras y estabilidad de taludes.

## 9.- SUGERENCIAS DE EVALUACIÓN

La evaluación debe ser continua y formativa por lo que se debe considerar el desempeño en cada una de las actividades de aprendizaje, haciendo especial énfasis en:

- Exámenes escritos individuales y en equipo
- Reportes orales y escritos de investigaciones de temas de la asignatura.
- Reportes de prácticas de campo
- Reportes de visitas a construcciones
- Autoevaluaciones.
- Reportes de investigación bibliográfica.

## 10.- UNIDADES DE APRENDIZAJE

### Unidad 1: Distribución de Esfuerzos

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
Analizar y calcular la distribución de esfuerzos en el subsuelo sometidos a diferentes condiciones de carga.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Analizar las teorías e identificar los factores que intervienen en el fenómeno de la distribución de esfuerzos.</li><li>• Plantear la relación entre los factores identificados del fenómeno.</li><li>• Analizar la solución de Boussinesq y tablas generadas para aplicarla al cálculo de los esfuerzos.</li><li>• Utilizar las gráficas de Fadum para el cálculo de esfuerzos en suelos.</li><li>• Análisis de casos de esfuerzos aplicados al suelo en diferentes condiciones de carga.</li><li>• Generar y utilizar la carta de Newmark.</li><li>• Investigar y discutir las teorías de Westergard, Burmister, y Frolich.</li></ul>

### Unidad 2: Asentamientos

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
Resolver problemas que involucren el análisis de asentamientos de cimentaciones causados por las estructuras.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Comprender la teoría de la consolidación unidimensional para su aplicación a cálculo de asentamientos.</li><li>• Analizar y comprender las expresiones que resultan del estudio de la teoría de la consolidación para calcular los asentamientos en las diferentes condiciones de suelo.</li><li>• Analizar el comportamiento de los suelos bajo carga.</li><li>• Evaluar asentamientos por consolidación primaria y secundaria.</li><li>• Comprender que es la expansión en suelos y conocer los índices de expansión para diferentes tipos arcillas.</li><li>• Manejar software para el cálculo de</li></ul>

asentamientos y expansiones en suelos.

### Unidad 3: Capacidad de Carga

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
Aplicar las teorías de capacidad de carga para resolver problemas que involucren el análisis de la capacidad de carga admisible del suelo en cimentaciones superficiales y profundas causado por las estructuras utilizando software especializado.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Identificar los factores que determinan la capacidad de carga</li><li>• Investigar la evolución de las teorías de capacidad de carga.</li><li>• Investigar las teorías de Hill y Prandtl.</li><li>• Investigar la analogía de las fallas general y local que se presentan en cimentaciones.</li><li>• Calcular la capacidad de carga última utilizando las teorías de Terzaghi, Meyerhof, Skempton.</li><li>• Comparar y analizar resultados con las diferentes teorías al determinar la capacidad de carga, estableciendo conclusiones.</li><li>• Interpretar la analogía del modelo de Khristianovich.</li><li>• Calcular la capacidad de carga admisible en cimentaciones superficiales y profundas.</li><li>• Calcular la capacidad de carga neta en cimentaciones.</li><li>• Calcular la capacidad de carga de un pilote de punta.</li><li>• Manejar software para el cálculo de la capacidad de carga de cimentaciones superficiales y profundas.</li></ul>

### Unidad 4: Cimentaciones

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
Identificar los tipos de cimentaciones y su interacción con los suelos.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Identificar y clasificar los diferentes tipos de cimentaciones.</li><li>• Analizar los factores que determinan el tipo de cimentación.</li><li>• Realizar visitas a obras en proceso con cimentaciones superficiales y profundas y elaborar reportes.</li><li>• Investigar y analizar las cimentaciones que se realizan en taludes.</li><li>• Conocer y analizar sobre cimentaciones compensadas.</li><li>• Identificar tipos de cimentaciones profundas.</li><li>• Conocer procedimiento de hinca de pilotes.</li><li>• Analizar el comportamiento de un grupo de pilotes.</li><li>• Investigar como se realizan las pruebas de</li></ul>

	<p>carga en pilotes.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigar procedimiento y desarrollo de pilotes de control.</li> <li>• Conocer como se deteriora un pilote y los procedimientos físicos que se tienen para su protección.</li> <li>• Conocer por medio de investigación literaria y física las cimentaciones a base de pilas, cilindros y cajones, tanto en su uso, procedimientos constructivos y desarrollo.</li> <li>• Desarrollar informe individual y por equipo de las investigaciones y exponer el trabajo.</li> </ul>
--	--

### Unidad 5: Empuje de Tierras

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
<p>Investigar y discutir sobre los elementos de retención utilizados en las obras de Ingeniería Civil. Aplicar las teorías para el cálculo del empuje de tierras. Dimensionar elementos de retención utilizando software especializado.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Describir los tipos de elementos de retención de suelos.</li> <li>• Codificar e identificar nomenclatura en elementos de retención.</li> <li>• Analizar las fuerzas que actúan en estos elementos.</li> <li>• Analizar y obtener la distribución de diagramas de presiones que se producen por la aplicación de diferentes cargas sobre los muros.</li> <li>• Analizar las teorías de Rankine, Coulomb y Terzaghi.</li> <li>• Calcular el empuje en magnitud y posición utilizando las teorías anteriores.</li> <li>• Calcular dimensiones de muros utilizando software.</li> <li>• Investigar y conocer muros de gravedad, de ménsula, de tierra armada, con anclajes y tablestacas.</li> <li>• Realizar visitas a obras en donde se tengan diferentes tipos de elementos de retención.</li> </ul>

### Unidad 6: Estabilidad de Taludes

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
<p>Investigar y discutir las causas de fallas en taludes. Calcular la estabilidad de taludes aplicando los diferentes métodos de análisis. Aplicar software para determinar los círculos críticos en un talud. Interpretar los resultados al determinar los círculos críticos en</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocer e identificar nomenclatura en taludes.</li> <li>• Investigar y describir los tipos y causas de fallas que se presentan en los taludes.</li> <li>• Comprender los métodos de análisis de: dovelas, círculo de fricción, de Taylor y círculos críticos.</li> <li>• Aplicar los métodos anteriores a la solución</li> </ul>

taludes para prevención de fallas.

de problemas reales.

- Investigar, conocer y describir aspectos de prevención y corrección de fallas de taludes.
- Comprender los procedimientos de análisis de estabilidad
- Calcular el factor de seguridad de un talud por el método sueco.
- Calcular el factor de seguridad de un talud por el método de las dovelas.
- Calcular el factor de seguridad de un talud por el método de Taylor.
- Manejar software de aplicación para el cálculo de fallas en taludes.

## 11.- FUENTES DE INFORMACIÓN

1. Juárez Badillo y Rico Rodríguez, *Mecánica de suelos Tomos I, II y III*. Limusa.
2. Crespo Villalaz, Carlos, *Mecánica de suelos y cimentaciones*. Limusa.
3. Lambe, T.W. y Witman R., *Mecánica de suelos*. Limusa.
4. Rico Rodríguez y Del Castillo, Hermilo. *Mecánica de Suelos Aplicada a las Vías Terrestres, Tomo I y II*. Limusa.
6. Terzaghi, K. y Peck R.B., *Mecánica de suelos en la ingeniería práctica*. John Wiley & Sons.
7. Tchebotarioff, *Introducción a la Mecánica de Suelos*. Aguilar.
8. Peck, Handson y Thorburn, *Ingeniería de Cimentaciones*. Aguilar
9. Bowles, J., *Foundation Analysis And Design*. Mc. Graw Hill.
10. Zaevaert, W.L., *Foundation For Difficult Sobsoils*. Van Nostran.
11. Braja, M. Das, *Fundamentos de ingeniería geotécnica*. Thomson Learning.

## 12.- PRÁCTICAS PROPUESTAS

- Prueba de placa.