

## **4º Taller PROGEO para Docentes de Geotecnia de las Universidades de la República Argentina**

*Tema: Desarrollo de contenidos mínimos de asignaturas del área Geotecnia.*

*Parte 1, bloques temáticos: Resistencia al corte (Geotecnia básica) y Elementos de contención lateral (Geotecnia aplicada).*

SAIG - 2018

### **SECCIÓN I: INTRODUCCIÓN** **Informe de desarrollo. Diciembre 2018**

Este evento fue propiciado por la Sociedad Argentina de Ingeniería Geotécnica (SAIG), destinado exclusivamente a docentes del área Geotecnia de universidades argentinas. Se realizó el día viernes 19 de octubre de 2018 por la tarde, en la ciudad de Salta, post-congreso CAMSIG XXIV, iniciando el encuentro con un almuerzo de camaradería. La coordinación estuvo a cargo de los siguientes miembros SAIG-PROGEO: Dr. Ing. Diego Manzanal e Ing. Virginia Sosa.

Se plantea como continuación del trabajo en conjunto entre los docentes y la SAIG iniciado en el año 2012 con ediciones en 2016 en Santa Fe y 2017 en Buenos Aires. Los objetivos planteados permanentemente en estos Talleres son: crear un espacio de discusión en las disciplinas geotécnicas, posibilitando un espacio de reflexión y debate; analizar el estado del arte; propiciar intercambios de experiencias entre pares; permitir la presentación de líneas de trabajo en los ámbitos de la docencia y la investigación en la universidad que estimulen la innovación en los mismos; fortalecer una red de contactos a través de la cual fluyan experiencias y cooperación interinstitucional.

Se enviaron invitaciones a docentes del área Geotecnia de universidades nacionales. Previamente al Taller, los organizadores efectuaron, vía e-mail una encuesta a todos los profesores de Geotecnia del país (participantes o no del taller). Esta encuesta tuvo como eje recabar información sobre la carga horaria de los temas propuestos y bibliografía de referencia específica.

El grupo de asistentes estuvo compuesto por docentes del área Geotecnia de las Facultades de Ingeniería de las Universidades Argentinas, con un total de 36 docentes. Cabe aclarar que en todas las ocasiones de realización de estos talleres se ha permitido la participación de docentes pertenecientes a las universidades locales, aun no siendo de la disciplina en cuestión. En Anexo se ilustra la ubicación de las Universidades que tienen carreras de Ingeniería Civil en la República Argentina.

A continuación se incluyen las actividades concretadas en el taller y propuestas y conclusiones a las que arribaron los grupos participantes.

### **SECCIÓN II: PROGRAMA**

La jornada se dividió en seis partes:

#### **Parte 1- APERTURA:**

Presentación del Taller y reseña histórica de Talleres PROGEO, a cargo de la Ing. Virginia Sosa.  
Presentación individual de los participantes.

A continuación, se mostraron los resultados de la encuesta previa realizada.

#### **Parte 2- INFORMACIÓN SAIG:**

Presentación de SAIG y su relación con las universidades argentinas, a cargo del Dr. Ing. Diego Manzanal.

#### **Parte 3- DESARROLLO EN 3 FASES:**

- a) Fase de trabajo por bloque temático. Cada participante se inscribió en uno de los bloques temáticos propuestos por los coordinadores. Cada grupo de trabajo contó con un Coordinador y Redactor del trabajo realizado. Se trabajó alrededor de los temas propuestos, inicialmente sociabilizando diferentes aspectos presentes en cada universidad sobre cuestiones conceptuales y didácticas principalmente. Luego se trató de elaborar propuestas superadoras de la situación actual.
- b) Fase de propuesta final por bloque. A cargo del redactor de cada bloque temático. Entrega de recomendaciones para su publicación.

#### Parte 4- INTEGRACIÓN:

Fase de integración. Lectura de las recomendaciones de cada bloque. Discusión y elaboración de conclusiones.

#### Parte 5- CIERRE:

Conclusiones del encuentro y propuestas de continuación.

### **SECCIÓN III: TRABAJO EN COMISIONES**

#### **III.1.- Grupo de trabajo: Resistencia al corte**

##### **Resumen de actividades y propuestas de los grupos**

Presentes: Gustavo Mosquera, Santiago Premoli, Matías Albornoz, Sandra Orlandi, Oscar Rico, Miguel Rosas, Emmel Castro Vidaurre, Arnaldo Barchiesi, Leonardo Serapio, Matías Del Santo, Ramón Sandoval, Víctor Rinaldi, Grabiél Celentano, Ricardo Rocca, Andres Ayala, Nataniel Goyechea, Mauro Codevilla, Alejo Sfriso, Diego Manzanal, Mariano Fernández (es docente en la UB). Coordinador Diego Manzanal

Actividad: Se formó un grupo de profesores de 20 docentes de diferentes universidades argentinas para intercambiar aspectos metodológicos para la enseñanza de la unidad de resistencia al corte. La actividad comenzó una exposición de un representante de cada universidad sobre los siguientes aspectos:

- Modalidad de cursado de Mecánica de Suelos: Cuatrimestral o Anual
- Cantidad de alumnos por clase
- Cantidad de clases (horas) dedicadas a la enseñanza del tema
- Tipos de actividades realizadas: teoría, práctica y laboratorio.
- Metodología de dictado
- Metodología de evaluación
- Competencias solicitadas para el tema
- Bibliografía utilizada (en español y en inglés)

Luego se destinó tiempo para intercambiar entre los presentes similitudes y diferencias en metodológicas y mejoras en la enseñanza del tema.

Aspectos principales consensuados:

- Se observaron que en su mayoría de las universidades el dictado de la materia mecánica de suelos es cuatrimestral. Se puntualizó que esta modalidad dificulta la asimilación de algunos conceptos. En las universidades que el dictado es anual, los docentes indicaron que el proceso de enseñanza-aprendizaje tiene mayor tiempo de maduración de los temas más complicados para los alumnos.

- La cantidad de alumnos entre las diferentes universidades es muy variable, pero en general las clases/comisiones varían entre 12 a 50 alumnos.

- El tiempo dedicado al tema de resistencia al corte ronda entre 6h a 15h de clases efectivas. En este tiempo se incluyen clases magistrales sobre los contenidos principales, ejercicios prácticos de resolución de problemas y clases de laboratorio.

- Los contenidos de las clases son bastante similares entre las diferentes universidades. Se observa que son pocas las universidades que incluyen los conceptos de trayectoria de tensiones, de las teorías de Estado Crítico y suelos no saturados en la enseñanza del corte. La metodología seguida varía sustancialmente. Se observaron dos formas de encarar el tema entendiendo que los alumnos tienen por conocido los conceptos de tensión efectiva y presión de poros:

1. Metodología 1: Conceptos básicos de fricción, círculo de Mohr, Teoría de rotura de Mohr-Coulomb, Ensayos de Corte Directo, Ensayos triaxiales, Determinación de parámetros de corte, comportamiento de arcillas y arenas. Conceptos de dilatancia y contracción, licuación de arenas. Conceptos de corto y largo plazo, Suelos normalmente pre-consolidados y cementados.

2. Metodología 2: Luego del repaso de los conceptos básicos de fricción y círculo de Mohr. Se inicia con la enseñanza de los ensayos de laboratorio: 1º el ensayo de corte directo en arenas donde se explican los conceptos de contracción y dilatancia, y la dependencia de la resistencia con el confinamiento (tensión vertical). Posteriormente se comienza a explicar el ensayo triaxial en todas sus opciones: no consolidado-no drenado, consolidado-drenado y consolidado-no drenado. 2º Skempton y efecto de la saturación de las muestras. A partir de estos ensayos se deriva la teoría de Mohr-Coulomb. Determinación de parámetros de corte. Comportamiento de arcillas y

arenas. Efecto de la densidad y la presión de confinamiento. Suelos normalmente y pre-consolidados. Conceptos de corto y largo plazo.

- La enseñanza de las técnicas de laboratorio a los alumnos se realiza en la mayoría de las universidades. Los alumnos realizan al menos experiencias con ensayos de corte directo o compresión simple y ejemplos para comprender el fenómeno de licuación de arenas. No todas las universidades cuentan con equipos triaxiales para explicar a los alumnos. Se propuso generar videos de ensayos específicos de esta temática para distribuir entre las distintas universidades. En principio, esta tarea podría ser coordinada por la SAIG.

- Las metodologías de evaluación presentaron tres tipos bien definidos:

1. Metodología 1: Evaluación continua con una serie de evaluaciones breves por clase sobre temas específicos, además de exámenes parciales integradores con ejercicios prácticos y de laboratorio, finalmente un examen global de la asignatura.

2. Metodología 2: Exámenes parciales (2 o 3, dependiendo si la asignatura en cuatrimestral o anual) y examen final global.

3. Metodología 3: Aprobación por promoción: exámenes parciales teórico-prácticos, evaluaciones breves frecuentes de laboratorio y coloquio integrador final.

La metodología con seguimiento continuo permite un aprovechamiento mucho mayor por parte de los alumnos, lo que lleva a mayores tasas de aprobación de los cursos.

Las competencias buscadas en los estudiantes en esta temática se resumieron en: que el alumno pueda identificar, de acuerdo a el tipo de obra, que tipos de parámetros son necesarios utilizar para el cálculo en rotura de un determinado problema geotécnico, con especial énfasis en los conceptos de corto y largo plazo. Asimismo, que pueda solicitar como ingeniero los tipos de ensayos que se requieren para determinar los parámetros de resistencia al corte en corto y largo plazo.

- Se intercambiaron ideas sobre bibliografía. Los libros más utilizados son aquellos que están traducidos al castellano. Entre ellos se encuentran los libros de los siguientes autores: Berry y Reid, Braja Das, Whitlow, Juárez Badillo, Jiménez Salas (tomo 1) y Terzaghi y Peck. Sobre estos tres últimos libros se realizaron consideraciones sobre metodología de presentación del tema específico que hacen difícil de entender el tema para los alumnos pero son recomendados como bibliografía básica para profundizar los temas. Tiene el problema que fueron escritos hace varios años y hay temas que fueron evolucionando y no se encuentran desarrollados. Varios docentes mostraron sus reservas con los libros de Braja Das por mostrar algunos conceptos erróneos en el tema de resistencia al corte. Se indicó la necesidad de contar con bibliografía en castellano actualizada sobre los distintos temas. Se propusieron varios libros nuevos para traducir al castellano (por ejemplo: Holtz D. & Kovacs D. An Introduction to Geotechnical Engineering). Este tema podría ser coordinado desde la SAIG.

### **III.2.- Grupo de trabajo: Estructuras de Contención Lateral Resumen de actividades y propuestas de los grupos**

Presentes: Augusto Leoni, Roberto Terzariol, Telmo Rojas, Fernando Albarracín, Carlos Belaggio, Silvina Echazú, Jorge Unzueta, Federico Miño, Jirina Tirner, Oscar Moreno, Marcelo Zeballos, Lía Orosco, Gustavo Bogado, Claudio Rubio, Néstor Elías. Coordinadora Virginia Sosa

Actividad: El grupo quedó conformado por profesores 16 docentes de diferentes universidades argentinas para intercambiar aspectos de fundamento y revisión bibliográfica para la enseñanza de temas relativos a Estructuras de Contención. En principio se consensuó este título para reemplazar el uso de "elementos de contención".

La actividad comenzó con la presentación de cada integrante, luego se trataron aspectos varios, de acuerdo a la significación que cada docente o equipo docente consideró interesante para comentar o plantear dudas. Los aspectos sobre los que se trabajaron principalmente fueron:

- Reconocimiento de plan cuatrimestral como único en todas las universidades presentes
- Estructura de desarrollo y relación con tiempo asignado
- Tipos de evaluación y resultados observados
- Bibliografía utilizada en cada universidad presente

Se destacó la importancia de profundizar aspectos constructivos de las diferentes estructuras geotécnicas, variedad tecnológica y disponibilidades en el país. Teniendo en cuenta los riesgos

existentes y las consecuencias que ocasiona el colapso en etapa constructiva, se concluye sobre la necesidad de mencionar este tema en la currícula de las asignaturas en Universidades argentinas. También se trató con mucha preocupación el conocimiento reducido que presentan ciertas profesiones relacionadas con la construcción que no sea la Ingeniería Civil, sobre temas de contención lateral.

Se trabajó sobre observaciones en diferente bibliografía, clasificando su recomendación de acuerdo a su contenido. La mayoría utiliza libros de geotecnia y algunos refieren apuntes de UNC y/o UNLP. También se propuso incorporar bibliografía específica aportada por algunos miembros del grupo, la cual será puesta a disposición a través de la red PROGEO.

Se ha propuesto jerarquizar contenidos, modificar capítulos y cambiar terminología.

Como conclusión se llegó a un acuerdo en promover para nuevos planes de estudio los siguientes puntos:

- a) Contenidos mínimos: Estructuras de contención, rígidas y flexibles. Aspectos de diseño y constructivos de estructuras de contención.
- b) Programa analítico: Muros (Gravedad, L, con contrafuertes). Pantallas (Tablestacados y pantallas). Entibaciones. Anclajes y micropilotes.
- c) Bibliografía:
  - Diseño: Terzaghi - Juarez Badillo
  - Cálculo: Whitlow - Das
  - Referencias: Apuntes UNC, UNLP, UTL frlp  
FHWA Micropile Design and Construction (2005 version).pdf  
GEOTECHNICAL ENGINEERING CIRCULAR NO. 4  
Manual NTE (ejecución de anclajes)

Finalmente se proponen algunos temas de interés para futuros talleres: cimentaciones profundas, plateas de cimentación en principio.

#### **SECCIÓN IVI: PLENARIO Y CONCLUSIONES**

En el plenario de todos los docentes se presentó lo discutido y se consideró importante difundir estos eventos que realiza la SAIG desde el año 2012 entre los decanos de las facultades de ingeniería (CONFEDI) y entre los directores de departamento de Ingeniería Civil de la República Argentina, tarea que realizará institucionalmente la SAIG.

Se hace énfasis en la continuidad de realización de los Talleres por su valor académico y social.

Se han consensado algunos criterios pedagógicos para ir aplicando en las diferentes asignaturas de la disciplina como la evaluación continua, enseñanza experimental y estudio de temas por diversos autores. La bibliografía aparece como tema recurrente.

En talleres anteriores también se destacó la necesidad de recomendar los contenidos mínimos y actualización de temas para futuros planes de estudio.

Siendo componente de los objetivos planteados en la totalidad de los eventos realizados, resultó es prioritario y fundamental el intercambio fluido entre pares de diferentes universidades argentinas sin distinción de localizaciones. Se destaca el trato cordial, ameno y participativo de todos los asistentes.

La periodicidad de estas reuniones favorece el vínculo intra-universitario argentino fortaleciendo también la disciplina Geotecnia con miras a tener una impronta de arraigo nacional.

*Dr. Ing. Diego Manzanal*  
Coordinador PROGEO

*Ing. Virginia Sosa*  
Coordinadora PROGEO

ANEXO: ESQUEMA DE UNIVERSIDADES QUE TIENEN CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

