

GEOTECNIA EN PÍLDORAS: INFORMACIÓN EN DOSIS PARA UN APRENDIZAJE AUTÓNOMO DE LA GEOTECNIA DE LABORATORIO

PROYECTO GEOPIL. ID2019/111

AUTORES: José Nespereira^{1*}, Begoña Fernández¹, Serafín Monterrubio¹, José Ángel Alonso¹
Escuela Politécnica Superior de Zamora. Avenida de Requejo 33, C.P.49022. Zamora.
* Correo electrónico: jnj@usal.es

RESUMEN

El proyecto GEOPIL profundiza en el aprovechamiento de los medios digitales para complementar la docencia práctica en la asignatura de Geotecnia, y en relación con los ensayos de laboratorio. Planteado inicialmente para crear materiales audiovisuales para dar apoyo a las clases presenciales, apuntalando así una metodología de clases prácticas basadas en el aprendizaje autónomo del alumno desarrollando individualmente los distintos ensayos geotécnicos, el escenario de clases remotas impuesto por las condiciones derivadas del Covid-19 durante la segunda parte del curso 2020/21 lo ha convertido en un recurso básico y único para permitir que los estudiantes recibiesen la docencia práctica.

Se han seleccionado para este proyecto los ensayos que se recogen en los programas de las asignaturas de introducción a la geotecnia, y en concreto, los relacionados con la Mecánica de Suelos. Para cada uno de ellos se han tomado imágenes y grabado videos que recogen todo el procedimiento de ensayo, desde la preparación de las muestras hasta la presentación de resultados. Posteriormente, se han montado con la ayuda de un software de edición de video. El material se ha subido a la plataforma de Studium de las asignaturas Geotecnia I y Geotecnia, impartidas en tres grados distintos de tres centros diferentes, Escuela Politécnica de Zamora, Escuela Politécnica de Ávila y Facultad de Ciencias, siendo muy bien acogido por los estudiantes. Este material no puede paliar inconvenientes como el no poder tocar los suelos ensayados o no poder manejar los equipos de ensayo, pero se ha demostrado como el mejor de los recursos para evitar que parte de la docencia quedase suspendida.

Palabras clave: videos, geotecnia, prácticas, mecánica de suelos

Introducción

Puntualizando que ya en el siglo XV el método pedagógico en la Universidad de Salamanca incluía, además de "*lectiones*" y "*repetitiones*", *disputations*¹, se considera que tradicionalmente la transmisión de conocimientos ha sido un proceso principalmente unidireccional, en el que el profesor dirigía el aprendizaje del alumno mediante la exposición de los contenidos de una materia determinada. Este enfoque se basaba más en la adquisición de conocimientos -saber- que de habilidades -saber hacer-, y entra en clara contradicción de manera especialmente significativa en las enseñanzas técnicas, en donde al final del camino, el estudiante debe *saber hacer*, además de *saber*. No se puede decir que este último objetivo sea algo nuevo, ya que encontramos raíces que nos remontan a Montaigne (S.XVI), quien ya proponía la entrada al saber por medio del ejemplo concreto y de las experiencias, más que del conocimiento abstracto (Zweig, 1942). La evolución de sus ideas, ampliadas más tarde por Rousseau y sus discípulos (S.XVIII) entre otros, emergieron con fuerza en la segunda mitad del siglo XIX y comienzos del siglo XX, volteando el centro de gravedad del triángulo saber-maestro-discípulo, que pasa a recaer sobre el discípulo en vez de en el maestro (Figura 1).

¹ Comentarios sobre textos, presentaciones públicas y ejercicios dialécticos (Rodríguez-San Pedro, 2002) dentro de las metodologías docentes incluidas en el marco de estudios fundamentalmente del ámbito de las letras.

Hoy en día, dentro del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), la programación docente se estructura en base al binomio enseñanza-aprendizaje, que centra el proceso en el estudiante que aprende, y en la obtención de unas competencias y habilidades profesionales

Ante el cambio de modelo, el profesor sigue siendo fuente de conocimiento, pero no ya de una manera casi única, pasando a actuar como conductor del aprendizaje, como guía para que el estudiante llegue a aprender de manera autónoma.

Dentro de los estudios técnicos o que precisan del manejo de ciertas técnicas para explicar sus fundamentos, la docencia práctica en laboratorio es fundamental para la adquisición de competencias, actuando complementaria e indisolublemente unida a la docencia magistral. Y es por ello que, a lo largo del curso, ambas se distribuyen en el tiempo de manera que se van solapando, dando apoyo la una sobre la otra, y viceversa.

El estudio del comportamiento mecánico del terreno es objeto de estudio dentro de los grados de Ingeniería Civil, Ingeniería Geológica, Geología, Arquitectura Técnica e Ingeniería de Minas que se imparten en la Universidad de Salamanca. Estas titulaciones se imparten en tres localizaciones diferentes, Zamora, Salamanca y Ávila. Aunque los contenidos de las asignaturas que los desarrollan no son iguales, sí que comparten la realización de una serie de prácticas de laboratorio comunes a todas ellas.

Ciertamente, a lo largo de las últimas décadas la mejora en los equipamientos de los laboratorios primero, y por qué no decirlo, la disminución en el número de estudiantes ha permitido que las clases de laboratorio se hayan podido plantear con la filosofía de "aprendemos aquello que hacemos" (Merino, 1984), esto es, primando la adquisición de conocimiento a través de la experiencia en el manejo de equipos, procesos y toma de resultados por parte del alumno como sujeto activo y protagonista.

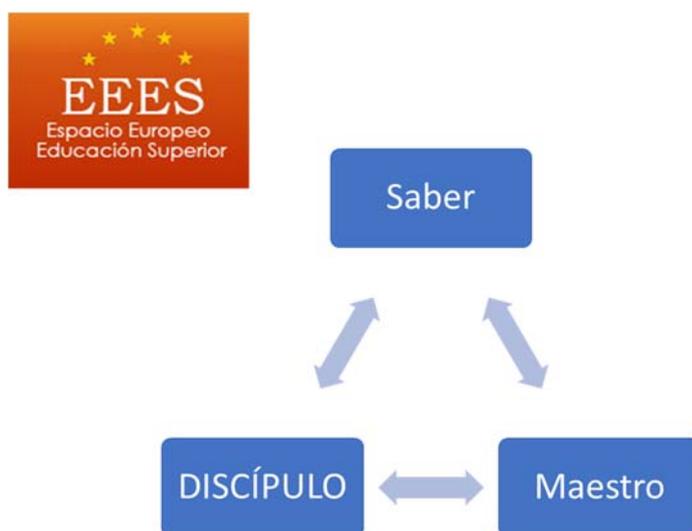


Figura 1. El triángulo del aprendizaje promovido por el EEES, con el alumno (discípulo) como actor protagonista.

Con el fin de mejorar esta metodología, el lanzamiento del proyecto GEOPIL busca crear contenidos multimedia que den apoyo a las prácticas de laboratorio de las asignaturas en las que el comportamiento del terreno es objeto de estudio: Mecánica de Suelos, Geotecnia I y Geotecnia. Hasta ahora las clases comenzaban con el profesor haciendo una presentación del ensayo o ensayos a realizar, y él mismo previamente se encargaba de preparar todo el material - desde la muestra necesaria hasta el acondicionamiento y puesta en marcha de la instrumentación

necesaria -y de mostrar los pasos a seguir, dando paso a continuación al estudiante, que es quien se encarga de ejecutar todo el procedimiento. La hipótesis en la que se apoya GEOPIL es que, haciendo responsable al alumno de todos los procesos, se consigue que éste sea el centro único del aprendizaje, pasando a ser la labor docente la supervisión. Para este escenario, se ha planteado la creación de materiales audiovisuales a modo de “píldoras de conocimiento”.

Por otro lado, pero no menos importante, la suspensión de las clases presenciales ante el escenario de confinamiento impuesto por la crisis sanitaria del Covid-19 ha obligado a trasladar toda la docencia de manera inmediata a un contexto no presencial. Ante este escenario, el desarrollo del proyecto se aceleró para poder ofrecer una alternativa a las clases de laboratorio pendientes de impartir.

Metodología

La metodología de trabajo se ha planteado en base a la consecución de una serie de hitos previamente definidos, cuya consecución paulatina permitiese alcanzar el objetivo final: crear contenidos multimedia para las prácticas de laboratorio de la asignatura de geotecnia. Los hitos han sido:

1. Definición de los ensayos a realizar.
2. Grabación de videos y toma de imágenes en el laboratorio.
3. Montaje y edición de los videos.

Hito 1. Ensayos a realizar

Los ensayos a cubrir con el nuevo material audiovisual se establecieron en base a los contenidos de docencia práctica en laboratorio que recogían las guías de las asignaturas de Mecánica de Suelos y Cimentaciones y Geotecnia I, de los grados de Arquitectura Técnica e Ingeniería Civil, respectivamente, ambos impartidos en la Escuela Politécnica Superior de Zamora (Figura 2). Estos contenidos se materializan en los siguientes ensayos de laboratorio:

1. Granulometría
2. Determinación de la densidad de un suelo por medio del método geométrico
3. Determinación de la densidad de un suelo por medio del método de la balanza hidrostática
4. Determinación del límite líquido (LL) y límite plástico (LP)
5. Permeabilidad
6. Consolidación unidimensional en edómetro
7. Resistencia a compresión simple
8. Corte directo
9. Triaxial

Éstos, a su vez, se solapan igualmente con las asignaturas de Geotecnia (Grado de Ingeniería Geológica y Grado en Geología, Facultad de Ciencias; Grado de Ingeniería Civil y Grado en Ingeniería de la Tecnología de Minas y Energía, Escuela Politécnica Superior de Ávila). De este modo, todas las asignaturas que se benefician del desarrollo de este proyecto son obligatorias y de 6 ECTS. En relación con la docencia práctica, con los ensayos seleccionados los videos cubren, en el peor de los casos, más de un 80% de los contenidos.



Figura 2. El laboratorio de Geotecnia de la Escuela Politécnica Superior de Zamora, en donde se han tomado la mayor parte de las imágenes empleadas en este proyecto.

Hito 2. Grabación de videos y toma de imágenes en el laboratorio

La grabación de los videos se realizó durante el primer cuatrimestre del curso 2019/20, y en el Laboratorio de Geotecnia de la Escuela Politécnica Superior de Zamora. Se aprovechó para ello tanto los ensayos de investigación como los docentes, estos últimos dentro de la asignatura de Mecánica de Suelos y Cimentaciones.

Para la grabación se utilizaron dos dispositivos: una cámara fotográfica Nikon del Departamento de Geología y con capacidad para grabar videos, y un smartphone de uno de los miembros del equipo. Para mejorar la calidad de las imágenes, estos dispositivos se emplazaron en un trípode fotográfico, que, para el caso de los grabados con el smartphone, precisó también de un adaptador para su anclaje. Estos dos instrumentos son también propiedad de miembros del equipo.

Hito 3. Montaje y edición del material

Para el montaje de todo el material audiovisual se ha comprado el software Movavi Video Editor Plus, con un valor de 49,90 euros. Dado que el proyecto no fue financiado económicamente, este importe ha sido asumido por el equipo de trabajo.

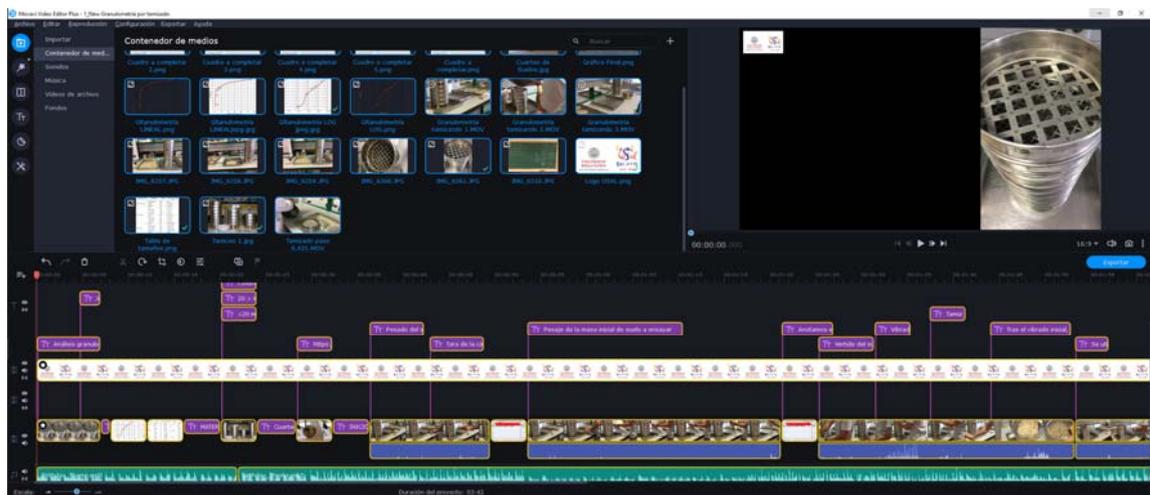
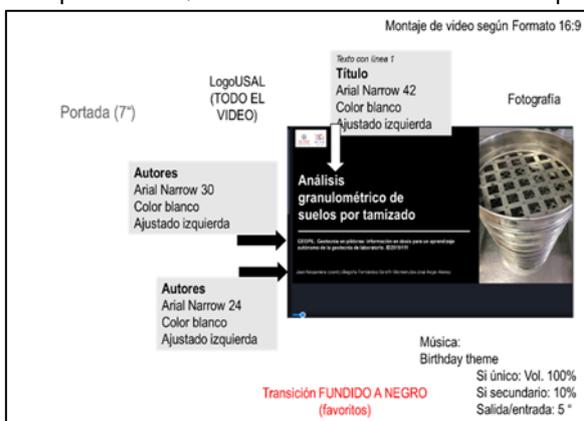


Figura 3. Captura de pantalla del programa Movavi Video Editor Plus.

En la imagen adjunta (Figura 3) se muestra una captura de pantalla con el programa abierto, durante el montaje del video dedicado al ensayo de granulometría por tamizado. El programa permite la inserción de imágenes, videos y sonidos, además de dar la posibilidad de incorporar texto, música e indicadores con los que resaltar lo que se requiera en cada momento.



Para el montaje de los videos se preparó un guion recogiendo las pautas necesarias para dar una uniformidad a los videos creados: tamaño y tipo de letra, organización, encabezamientos... (Figura 4).

Figura 4. Elaboración de una plantilla para dar uniformidad a los videos. En la imagen, el modelo creado para la edición de la portada inicial de cada video.

Resultados

El resultado material de este proyecto son los nueve videos creados, que pueden consultarse en YouTube (Tabla 1). Todos ellos han sido puestos a disposición de los alumnos y docentes de las asignaturas indicadas anteriormente, siendo la manera principal de sustituir las clases prácticas durante la suspensión de las clases durante el segundo cuatrimestre del curso 2019/20. Lógicamente, este escenario ha imposibilitado el uso que originalmente se planteaba -el ser material de apoyo-, aunque los cursos venideros servirán también para comprobar el grado de adecuación a modo de guía cuando sea alumno quien que tenga que manejar equipos, seleccionar material, preparar muestra...

ENSAYO	ENLACE	DURACIÓN DEL VIDEO
Análisis granulométrico de suelos por tamizado	https://www.youtube.com/watch?v=2figgM5Z2XI&t=13s	3'43"
Determinación de la densidad de un suelo por medio del método geométrico	https://www.youtube.com/watch?v=IYqPW13qKCE	1'38"
Determinación de la densidad de un suelo por medio del método de la balanza hidrostática	https://youtu.be/xv3TuVi2SHo	1'02"
Determinación del límite líquido (LL) y límite plástico (LP)	https://www.youtube.com/watch?v=2QVo4pIXhrw	4'15"
Permeabilidad	https://www.youtube.com/watch?v=XqKBJMn474A&t=16s	1'28"
Consolidación unidimensional en edómetro	https://youtu.be/AMllyPwQ5fU	8'04"
Resistencia a compresión simple	https://www.youtube.com/watch?v=Zl-MYPVYqoo	2'58"
Corte directo	https://www.youtube.com/watch?v=bD0XwMlwxW4&t=41s	7'08"
Triaxial	https://www.youtube.com/watch?v=9htNZiVwUNE&list=PLp_m2BP5hC898WD1kJanJMjFBQTFuClvn&index=2&t=0s	9'34"

Tabla 1. Videos realizados, sus enlaces para su consulta y duración de cada uno de ellos.

Los enlaces para consultar cada video se muestran en la Tabla 1, mientras que las figuras siguientes (Figura 5, Figura 6, Figura 7) recogen también algunas capturas de imagen de los videos y gráficos creados expresamente para ilustrar algunos aspectos de los ensayos.



Figura 5. Portada del video dedicado al análisis granulométrico por tamizado.



Figura 6. Captura de imagen del video dedicado a la determinación del límite líquido.

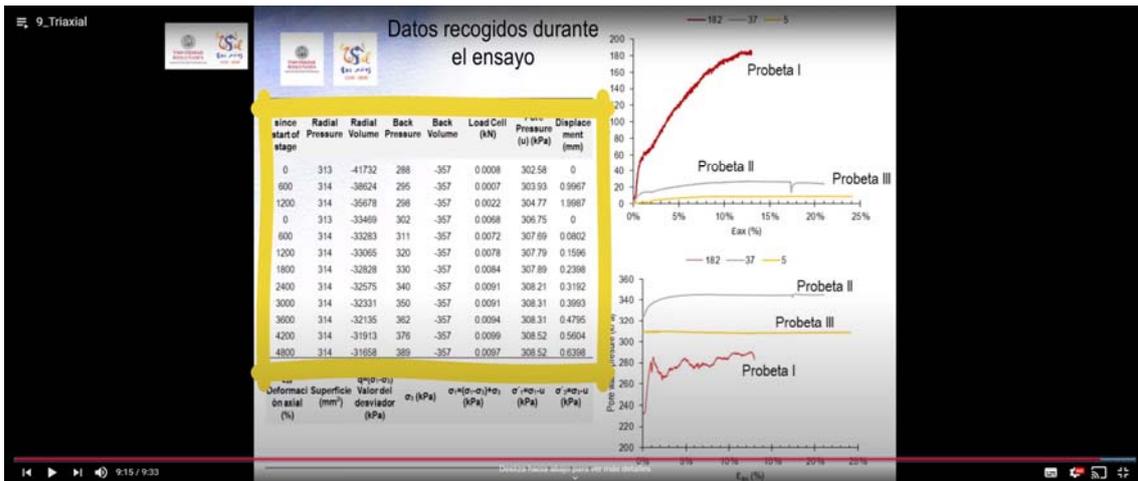


Figura 7. Insercción en el video de tablas con datos reales que complementan las grabaciones realizadas en el laboratorio..

La metodología a aplicar incluyendo el material creado

Las prácticas de laboratorio se conciben para trabajar los contenidos del BLOQUE B, y consisten en realizar los ensayos de Mecánica de Suelos más habituales de entre los que se realizan en un laboratorio comercial dentro del ámbito de la edificación². Están planificadas con la intención de que sea el alumno el que con sus propias manos prepara el material necesario para cada práctica, lo amase, lo moldee...en definitiva, que ponga al tacto como herramienta adicional al servicio del conocimiento, ya que solo moldeando una arcilla va a tener conciencia de su comportamiento plástico, sólo rompiendo una probeta de suelo va a poder tener noción de su resistencia, etc.

En cada sesión se trabajará en grupos de dos o tres alumnos. A partir de una serie de videos que acompañan a una documentación específica para cada ensayo que sirve de presentación y guion - cuaderno de laboratorio-, cada grupo deberá ir creando su propio portafolio incluyendo en él todos los registros de los ensayos realizados, los datos tomados y los resultados finales alcanzados en cada uno de ellos. A modo de apoyo adicional, los estudiantes tendrán a su disposición la normativa de cada ensayo, a la que pueden acceder utilizando los recursos electrónicos del Servicio de Bibliotecas de la Universidad de Salamanca (https://portal-aenormas-aenor-com.ezproxy.usal.es/aenor/Suscripciones/Personal/pagina_per_sus.asp#.XvSF1ihLgbU). El profesor de la asignatura dará asistencia puntual a los alumnos, dado que son éstos los sujetos activos de las prácticas.

Las prácticas se desarrollarán en sesiones de dos horas de duración cada una. En la primera, el profesor presentará el laboratorio de Geotecnia y los principales equipos e instrumentos a emplear. Tras organizar a los estudiantes en grupos, serán éstos los que deberán distribuir su tiempo para poder ejecutarlos por sí mismos. Muchas veces el ensayo requiere algún sencillo procedimiento de cálculo adicional; para afrontarlo, y a modo de ayuda, en la mayor parte de las prácticas se incluyen ejemplos que servirán de guía.

Si bien sería raro que en su futuro profesional un Arquitecto Técnico³ vaya a encargarse de la realización de los ensayos que en esta asignatura se explican, no lo sería tanto que terminase dirigiendo un laboratorio de control de calidad, presupuestando estudios geotécnicos o, simplemente, que precisase de algunos ensayos específicos para poder dirimir aspectos geotécnicos que los proyectos en los que trabaje no hayan resuelto adecuadamente. Por todo ello, además de ser capaz de diferenciar entre suelos granulares y cohesivos, con la realización de esta actividad práctica el alumno sabrá qué ensayos se pueden hacer según el tipo de terreno y qué tiempo es necesario para su correcta ejecución, al menos de una manera aproximada.

En total se plantean cinco sesiones de dos horas de duración cada una, para abordar los ensayos recogidos en la guía docente. La evaluación, sumativa, se llevará a cabo o bien mediante resolución de problemas, o bien mediante la recogida de portafolio elaborado a partir de la experimentación desarrollada por cada alumno durante las clases prácticas.

² Se plantea como referencia la asignatura de Mecánica de Suelos y Cimentaciones, del Grado de Arquitectura Técnica. En todo caso, la metodología se adapta fácilmente a cualquiera de las demás asignaturas indicadas en el Capítulo de Metodología.

³ Puede sustituirse por Ingeniero Civil, Geólogo, Ingeniero Geólogo o Ingeniero de Minas.

Análisis final de los logros del proyecto

La realización del proyecto GEOPIL ha permitido elaborar un material audiovisual para impartir clases de laboratorio en asignaturas relacionadas con la geotecnia en el ámbito de los grados que inicialmente estaban previstos: Grado de Ingeniería Civil y Grado de Arquitectura Técnica, en la EPSZ. Pero, además, dadas las circunstancias vividas durante el segundo cuatrimestre del curso 2019/29, ha permitido que estudiantes de otros campus y grados se beneficien de ello, minorando así el efecto de la no presencialidad impuesta en una parte de la docencia tan importante en el campo de las enseñanzas científico-técnicas como son las clases de laboratorio.

Adicionalmente, no se ha dejado atrás la perspectiva de que, durante un escenario de presencialidad, estos videos actúen como guía para la realización semiautónoma de las prácticas por parte de los alumnos, haciendo que éstos sean protagonistas del proceso de aprendizaje.

Estos videos han sido subidos por los profesores de las asignaturas en curso en ese momento a Studium, y actualmente están disponibles también al público a través de un Canal de Youtube gestionado por el coordinador del proyecto (Figura 8).

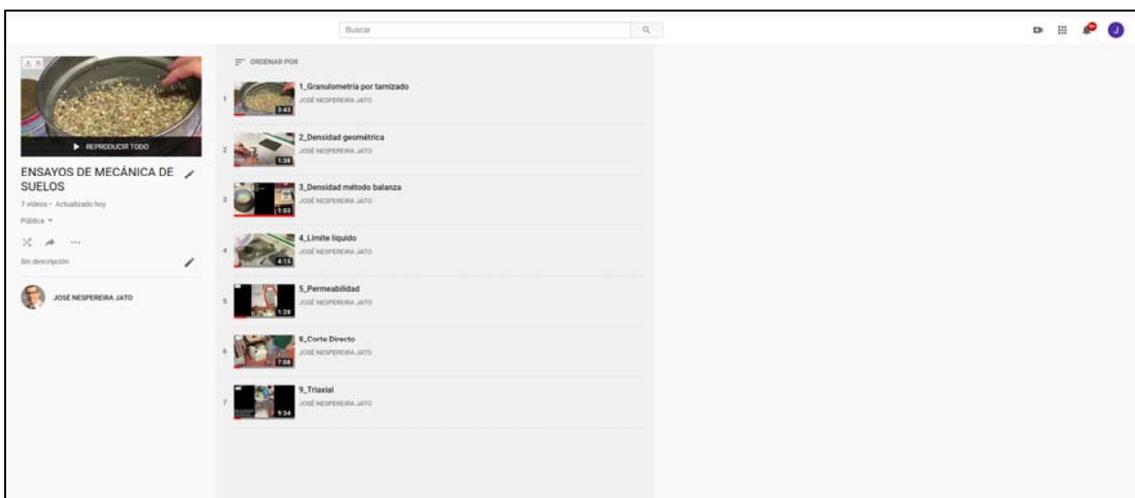


Figura 8. Captura de pantalla del canal de Youtube en el que están alojados los videos (<https://www.youtube.com/playlist?list=PLpm2BP5hC898WD1kJanJMjFBQTFtuClvn>).

Conclusiones

El proyecto GEOPIL ha creado nueve videos dedicados a los principales ensayos de laboratorio que se realizan en el ámbito de la geotecnia.

Estos videos originalmente se conciben para apoyar las clases prácticas presenciales, en donde su papel es el de guía, para facilitar la realización de las prácticas por parte de los alumnos de una manera semiautónoma.

En un contexto de no presencialidad que ha venido impuesto por la crisis sanitaria del Covid-19, el material elaborado en el marco de este proyecto ha permitido adaptar las clases de laboratorio a este condicionante, minorando enormemente los inconvenientes de no poder asistir a los laboratorios de Geotecnia.

Este tipo de materiales son herramientas adecuadas para complementar la docencia y explorar nuevas metodologías docentes, pero no sustituyen aspectos que sólo la presencialidad puede dar, como el tacto de un suelo, el peso de los equipos, las incertidumbres de las medidas...

Referencias

UNE (2020). Investigación y ensayo de suelos. Ensayos de suelos.

MERINO, G.M. 1984. Didáctica de las ciencias naturales. Editorial El Ateneo.

MOVAVI.https://www.movavi.com/es/?gclid=EAlaIQobChMI6ubugKWf6glVg53VCh3yoQOCEAAYASAAEgKpyPD_BwE. Última vez consultada: 26 de junio de 2020.

ZWEIG, S. 1942. Montaigne. Editorial El acantilado. Madrid 2010.