

**INFORME TÉCNICO de ACTIVIDAD CIENTÍFICO-TECNOLÓGICA
(Informe Final 2021. Proyecto de investigación 16/I157)**

Código de Identificación del Proyecto	16 – I157
Tipo de Actividad	Informe FINAL Proyecto de Investigación
Tipo de Informe (parcial o final)	FINAL
Investigador Responsable o Director Co-Director (si corresponde)	Director: REINERT HUGO ORLANDO Co-Director: BRESSAN DANIEL ANTONIO
Responsable de la actividad (equipo de investigación, becario, estudiante, técnico, responsable técnico)	COMPORTAMIENTO HIDROMECAÁNICO DE SUELOS RESIDUALES COMPACTADOS PARA SU EMPLEO EN BARRERAS DE RELLENOS SANITARIOS

OBJETIVOS ESPECÍFICOS E HIPÓTESIS DE TRABAJO PROPUESTAS EN LA FORMULACIÓN DEL PROYECTO

El presente Proyecto desde su formulación persigue los objetivo específicos:

- Evaluar la eficiencia de barreras de arcillas residuales compactadas provenientes de la provincia de Misiones con relación a su comportamiento hidráulico y de adsorción de contaminantes orgánicos. Para lograr este objetivo se evaluará la conductividad hidráulica de las arcillas a diferentes grados de compactación y cuantificará la adsorción frente al permeado de un lixiviado artificial.
- Profundizar el conocimiento del comportamiento tenso deformacional de suelos compactados y en particular la interacción con los fluidos provenientes de un lixiviado artificial. Se realizarán ensayos triaxiales en condiciones drenadas, no drenadas con medición de presiones de poros y ensayos edométricos en los cuales se utilizará como fluido un lixiviado artificial. Estos resultados podrán cuantificar la interacción entre el contaminante y los sesquióxidos presentes en los suelos residuales Misioneros y la fracción arcillosa del mismo en los módulos de deformación y propiedades resistentes
- Realizar modelaciones por medio del método de elementos finitos en distintas configuraciones de sistemas de cobertura para determinar su comportamiento y acoplar fenómenos mecánico-hidráulico-químico. Para tal fin se utilizará un programa computacional capaz de incorporar fenómenos de adsorción, desorción y considerar el acoplamiento mecánico e hidráulico del suelo residual compactado. Con estos resultados será posible evaluar configuraciones de sistemas de cobertura más óptima para suelos residuales Misioneros

LOGROS Y OBJETIVOS ALCANZADOS

Vista las características del proyecto con una base totalmente dependiente del desarrollo de ensayos en laboratorio y la necesidad de tomar muestras en campo, no se logró trabajar prácticamente en todo el año 2020 en la generación de nuevas rutinas de ensayos.

El motivo es de público conocimiento, dado la aparición de la Pandemia COVID 19, y la instauración de restricciones como el AISLAMIENTO SOCIAL, PREVENTIVO Y OBLIGATORIO establecidos en el Decreto presidencial Decreto 297/2020, DECNU-2020-297-APN-PTE y Disposiciones posteriores, allá por el 19 de marzo de 2020.

Con el avance del año se fueron estableciendo medidas de flexibilización a la misma, pero en el ámbito de la UNaM las restricciones respecto de la posibilidad de trabajar con Estudiantes (adscriptos o becarios) en el ámbito del Laboratorio de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería, continuaron en mayor o menor medida en todo el 2020 y aun en 2021.

En 2021, si bien se flexibilizaron las medidas, las restricciones y exigencias sanitarias hicieron que los estudiantes que por lo general se involucran en actividades de investigación, decidieran optar por mantenerse al margen y aun quienes se sumaron, prefirieron aportar desde el trabajo en la casa, por lo que no se pudieron desarrollar ensayos nuevos en los laboratorios.

Por otro lado, no fue posible conseguir fondos para la compra del software específico para realizar las modelaciones propuestas como objetivos específicos del proyecto. Sin embargo, se realizaron modelaciones en rellenos sanitarios para trabajos profesionales, los cuales, no es posible publicarse por problema de confidencialidad.

Balance entre los objetivos propuestos y los efectivamente alcanzados.

Con el avance alcanzado en el proyecto, el balance en los objetivos planteados resulta deficiente, en la medida que no se han logrado desarrollar en los últimos dos años nuevos ensayos en laboratorio. Sin embargo se realizaron mediciones a lo largo del tiempo, con diferentes fluidos, sobre la base de las probetas moldeadas previo a pandemia. Respecto del comportamiento tenso-deformacional, se cuenta con resultados de proyectos precedentes y/o de desarrollo paralelo al presente, y se alcanzaron a realizar algunos ensayos.

Se deja asentado que se decidió cerrar el presente proyecto, cuyo desarrollo ha sido muy obstaculizado por las cuestiones de limitaciones de posibilidad de trabajo por temas sanitarios, reformulando los objetivos y sumando nuevos objetivos para la formulación de un nuevo proyecto a partir de 2022.

Dificultades encontradas.

Las dificultades más significativas se centran en el distanciamiento temporal entre lo previsto y lo efectivamente desarrollado, debido al Aislamiento Social y Preventivo y las complicaciones propias de la Pandemia COVID 19.

Por otro lado, los fondos con que se cuenta responden a la provisión de pequeñas compras de insumos por parte de la Unidad Académica, dado que no fue posible conseguir financiamiento externo por la cantidad de exigencias, con respecto a la producción científica, la cual se está incrementando, con mucho esfuerzo, y en forma lenta.

RESULTADOS DE PROYECTO

Objetivo específico	Hito de evaluación	Resultados
Definición de rutinas de ensayo específico	Tipo y número de ensayos a realizar	Definiciones a nivel académico. No se logró avanzar en Laboratorio en la última parte del proyecto.
Realización de ensayos en laboratorio	Se procesaron 2 sitios. Se cuenta con varios sitios mas en etapa de inicio a partir de 2022 (responde a un nuevo proyecto)	No se pudieron desarrollar ensayos en Laboratorio en todo el año 2020 y 2021. Se continuó trabajando con los resultados de ensayos iniciales del proyecto.
Formación de RRHH Docentes y Alumnos	Se formaron adscriptos y becarios en la etapa inicial de proyecto. No así en 2020 y 2021.	Participación en investigación con presencia en trabajos de divulgación científica. Se participó tanto en 2020 como en 2021.
Presencia de la Facultad de Ingeniería de la UNaM	Programa de Investigación en Suelos tropicales del Departamento de Ingeniería Civil	Presencia en Congresos y Jornadas Nacionales e Internacionales. Se logro la presentación de trabajos en el IJUI, JIDeTEV y CAMSIG.

TRANSFERENCIA DE RESULTADOS AL SECTOR SOCIAL Y PRODUCTIVO

Si bien el proyecto como se ha mencionado cuenta con limitaciones en cuanto a su producción debido a la imposibilidad de sumar nuevas rutinas de ensayo en suelos de la región, se ha participado la participación en eventos de divulgación científica, donde se elaboraron artículos con resultados de investigaciones precedentes, presentándose resultados de ensayos y aplicaciones específicas resultantes del procesamiento de los resultados de ensayos.

Se propició la participación en:

- XXVIII Seminário de Iniciação Científica - Salão do Conhecimento 2020. IJUI Brasil.
- 10ma JIDeTV. Investigación. Desarrollo tecnológico. Muestra de la Producción. Extensión. Vinculación. 22 al 26 de agosto de 2020. Oberá. Misiones.

- XXIV Seminário de Iniciação Científica - Salão do Conhecimento 2021. IJUI Brasil.
- 11va JIDeTV. Investigación. Desarrollo tecnológico. Muestra de la Producción. Extensión. Vinculación. 24 al 27 de agosto de 2021. Oberá. Misiones.
- XXV CAMSIG 2020. Congreso Argentino de Mecánica de Suelos e Ingeniería Geotécnica (CAMSIG 2020). 24, 25 y 26 de Noviembre de 2021. Posadas. Misiones. Vinculación. 22 al 26 de agosto de 2021. Oberá. Misiones.

En dichos eventos se ha presentado trabajos, con la participación de los adscriptos y/o becarios del proyecto correspondientes a años previos a la pandemia. El detalle de los artículos se presentan como adjunto al presente informe.

FORTALECIMIENTO DEL EQUIPO Y FORMACION DE RRHH

Al momento de la formulación del proyecto de investigación, el equipo de investigadores contaba con un docente con dedicación exclusiva y tres docentes con dedicación simple, los cuales continúan en el proyecto.

Asimismo, como se comentará precedentemente, se contó inicialmente con becarios y adscriptos, sin embargo posterior a la vuelta de la presencialidad no fue posible captar candidatos.

Como experiencia general, la interacción entre colegas y con los estudiantes resulto adecuada, a pesar de las dificultades de la presencialidad, recurriendo a los contactos y trabajos de manera virtual.

CONTINUIDAD DE LAS INVESTIGACIONES

Se formuló, presentó, y acreditó en Secretaría General de Ciencia y Técnica de la Universidad Nacional de Misiones la continuidad de la línea de investigación proponiendo un nuevo proyecto, el cual se denomina:

- Propiedades hidromecánicas de suelos residuales compactados con adición de material estabilizante. Acreditado mediante Código 16/I1387. Período 01/01/2022 a 31/12/2023.

PRODUCCIÓN CIENTÍFICA

Se adjunta en autoarchivo los artículos completos publicados y presentados en JIDeTV 2020 y presencial en IJUI Seminário de Iniciação Científica, JIDeTV y en el XXV CAMSIG 2020.

OBSERVACION FINAL

Se cuenta con información que ha de ser publicada con posterioridad al cierre del presente informe, sobre todo atendiendo a que se apuesta a utilizar los datos para publicar algún paper en revista indexada. Esto es así debido a la relevancia de los resultados obtenidos. Se cuenta con lecturas de mas de 1500 días, y los resultados obtenidos contrastan las afirmaciones de autores de referencia, con lo cual resulta un tema a profundizar.

RECOPIACION DE ANTECEDENTES Y DEFINICION DE ESTADO DEL ARTE:

El estado del arte fue realizado y plasmado en diferentes artículos registrados en la plataforma de informe. Existe una discrepancia en los autores con respecto al lixiviado y su cambio en la propiedad hidráulica. Petrov y Rowe 1997, Jo et al. 2001, Kolstad et al. 2004 y Musso et al 2017, indican el aumento en la conductividad hidráulica con respecto a la muestra en suelo. En este caso, la permabilidad disminuyo para el caso de la Sal, en cambio a lixiviado hubo una disminución, tal como se lo espera. Estudios por Francisca et al (2017), indican que se los efectos bacterianos generan biogeles que obturan los poros y disminuye la conductividad. El

ESTUDIO DE LA INTERACCIÓN SUELO-FLUIDO

A continuación, se muestran la variabilidad de los ensayos con diferentes tipos de fluido, a principio los mismos se ejecutaron con agua, posteriormente se permearon con diferentes fluidos como:

- NaCl 1 molar
- NaCl 2 molar
- Lixiviado Natural

Estos resultados se están analizando para posterior publicación. En total se tienen 21 ensayos, que se están analizando.

Se muestran a modo de ejemplo las graficas siguientes.



