

INFORME CIENTIFICO DE BECA

Legajo N°:

BECA DE PERFECCIONAMIENTO

PERIODO 2015

1. APELLIDO: COUYOUPETROU

NOMBRES: LUIS

Dirección Particular: Calle: *N°:*

Localidad: LA PLATA *CP:* 1900 *Tel:*

Dirección electrónica (donde desea recibir información): lcouyoupetrou@igs.edu.ar

2. TEMA DE INVESTIGACIÓN (Debe adjuntarse copia del plan de actividades presentado con la solicitud de Beca)

PLAN DE INVESTIGACIÓN

1- **TÍTULO:** EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES CERÁMICAS DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN + ESTÉRILES SÓLIDOS DE EXPLOTACIONES DE ROCAS DE APLICACIÓN, UTILIZANDO METODOLOGÍAS EMPÍRICAS.

2- **DEFINICIÓN DEL PROBLEMA Y ESTADO ACTUAL DEL CONOCIMIENTO SOBRE LA CUESTIÓN**

2-1 **Introducción**

El crecimiento y desarrollo urbano, demandan una gran cantidad de materiales geológicos, que extraídos en zonas próximas o lejanas son redepositados en las ciudades con distintos grados de transformación.

La minería y la construcción, poseen un rol insustituible para la materialización del hábitat humano, generando en conjunto importantes volúmenes de residuos. Distintos residuos de construcción y demolición, así como estériles de explotaciones de rocas de aplicación, pueden ser valorizados a partir de algunas de sus características físicas y químicas, para su re inserción en el circuito productivo.

2-2 **Antecedentes**

2-2-1 **Minería de rocas de aplicación**

Las explotaciones de rocas de aplicación y de minerales industriales, generan una importante cantidad de residuos sólidos, que representan en peso más del 30% de la producción total de las rocas y minerales explotados.

Este tipo de minería, genera en las operaciones de destape y apertura de laboreos, distintos residuos tales como: (i) suelos; (ii) destapes (materiales subyacentes al suelo y suprayacentes al mineral o roca en explotación alterados) no utilizables industrialmente y (iii) materiales intercalados con el mineral o roca explotado, no valorizados directamente por la propia actividad. Luego, y a lo largo del proceso de explotación, se obtienen otros residuos tales como estériles inertes. Por último, durante el tratamiento de las aguas procedentes de las operaciones de lavado, de corte, etc., se generan materiales finos y lodos. Todos estos residuos, se acumulan en escombreras y balsas. Dichos subproductos, pueden valorizarse para la producción de arenas artificiales, ladrillos y otros productos cerámicos, dependiendo de sus características físicas, químicas y mineralógicas.

En los últimos años, la minimización y valorización de estériles de canteras se transformó en un tema de interés prioritario y fueron desarrolladas nuevas tecnologías con el

doble propósito de aumentar la rentabilidad de las inversiones y mejorar la gestión ambiental. Adicionalmente, las propiedades tecnológicas de estos materiales como insumos para la industria del ladrillo cerámico fueron investigadas, entre muchos otros por Hernández-Crespo y Rincón (2001); Monteiro et al. (2004); Vieira et al. (2004); Torres et al. (2004); Blanco García et al. (2005); Menezes et al. (2005), Souza et al. (2010).

2-2-2 Residuos de Construcción y Demolición

La construcción, genera importantes cantidades de residuos, que se producen a expensas de las tareas de movimiento de suelos, demolición de estructuras existentes, construcción de nuevos edificios, obras de infraestructura, etc. Denominados genéricamente como Residuos de Construcción y Demolición (RCD) y en ausencia de un marco regulatorio específico, los RCD se gestionan como residuos especiales no industriales. Los RCD más importantes tanto en peso como en volumen, se clasifican como inertes y están compuestos principalmente por restos de hormigón, mampostería de ladrillos, morteros, etc. Una pequeña porción de ellos, se encuentra valorizada para su comercialización como agregado grueso y se emplea para la elaboración de hormigones de baja calidad.

La reutilización, el reuso y el reciclaje de los RCD, constituye un área prioritaria de actuación para las administraciones locales. En el ámbito de la investigación científica y tecnológica, numerosos esfuerzos se han realizado para la identificación de estrategias de gestión integral, que incluyen el análisis de distintas alternativas para la reinserción de los residuos como insumos en el circuito productivo (Dolan et al. 1999; Klang et al. 2003; de Rezende y Camapum de Carvalho 2003; Robinson et al. 2004; Bianchini et al. 2005; Durán et al. 2006; Panigatti et al. 2006; Tam y Tam 2006; Domínguez Lepe y Martínez 2007; Rao et al. 2007; Solís-Guzmán et al. 2009).

El empleo de materiales recuperados presentes en la corriente de los RCD, ha sido tradicionalmente enfocado a la producción de áridos artificiales para la elaboración de morteros y hormigones, estabilización y conformación de sub-rasantes, terraplenes, etc. Sin embargo, muchos estudios conducidos por distintos investigadores, entre otros Demir y Orhan (2003), Van der Graaf (2004), Bianchini et al. (2005), Vieira y Monteiro (2007), Acchar et al. (2009), Quaranta et al. (2009), demostraron la factibilidad técnica de su empleo como materia prima para la producción de ladrillos y piezas cerámicas, mediante mezclas de residuos de mampostería y arcillas.

3- TRABAJO PREVIO REALIZADO EN RELACIÓN CON EL PRESENTE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Entre los trabajos previos de uno de los directores del postulante, destinados al conocimiento de los recursos mineros bonaerenses, que incluyen la prospección y exploración geológica, geoquímica y geofísica de arcillas con fines industriales y el conocimiento geológico-minero de las rocas de aplicación en el ámbito de las Sierras Septentrionales de la Provincia de Buenos Aires. Entre muchos otros deben mencionarse: Etcheverry et al. (2005, 2006a, 2006b, 2008, 2009) y Caballé et al. (2008).

Caballé M, Coriale N., Tessone M. y Etcheverry R., 2008. Minerales industriales y rocas de aplicación de las Sierras Septentrionales de la provincia de Buenos Aires, Argentina. En Actas 1º Congreso Argentino de Áridos 2008 y VI Jornadas Ibero-americanas de Materiales de Construcción: "Recursos para la Construcción y Aplicaciones Industriales", 33-42. Mar del Plata.

Etcheverry R, López K, Lanfranchini M, Caballé M, Tesone M, Coriale N y Ainchil J. 2005. Prospección y exploración de Arcillas en Tandilia. En Bienal de Ciencia y Tecnología de CICBA, Área Geología, Hidrogeología y Minería. Poster G-H-M 17. La Plata.

Etcheverry R, Recio C, Lanfranchini M y Domínguez E. 2006 a. Análisis de Isótopos Estables ($\delta^{18}O$ - δ^D) en depósitos de arcillas de las Sierras de Tandil, provincia de Buenos

Aires, Argentina. En Revista de la Sociedad Geológica de España, v. 19 (1-2), 59-67. ISSN 0214-2708. Buenos Aires.

Etcheverry R, Tessone M, Caballé M, Coriale N, Ramayo Cortes L y Ramos Collorana W. 2006 b. Exploración geológico-geofísica de arcillas en las Sierras Septentrionales de la Provincia de Buenos Aires. En "Avances en Mineralogía, Metalogenia y Petrología 2006". Editores M.K. de Brodtkorb, Koukharssky M., Montenegro T., Poma S y Quenardelle S., 251-256. ISBN 10 987-21577-2-3 y 13 987-21577-2-2. Buenos Aires.

Etcheverry R, Tessone M., Coriale N., Caballé M. y Del Blanco M. 2008. Exploración geofísica de arcillas con alto contenido en hierro en ámbito de las Sierras Septentrionales de la provincia de Buenos Aires. XII Reunión de Sedimentología. SE.10: Menas de Origen Sedimentario. Resúmenes, 70. Buenos Aires.

Etcheverry R, Tessone M.R., Caballé M. y Fernández R. 2009. Niveles de arcillas ferruginosas en las Sierras Septentrionales de Buenos Aires, Argentina. Su aprovechamiento industrial. VIII Jornadas Iberoamericanas de Materiales de Construcción. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas de Madrid. Lima, Perú. En Prensa.

Desde el año 2004 en adelante, trabajos previos realizados por otro de los directores del postulante, han estado encaminados a evaluar las propiedades tecnológicas de sedimentos fluviales y lacustres, para su aplicación en la producción de cerámica roja estructural, con el propósito de sustitución parcial de los materiales convencionales obtenidos a través de la minería de suelos extensiva. Entre otros, deben mencionarse los trabajos de Forte et al. (2004, 2005, 2008, 2012a, 2012b).

Forte L M, Hurtado, M A, Giménez, J E, Cabral, M G, Crincoli, A C. 2004. Consecuencias ambientales del desarrollo urbano y análisis de áreas fuente alternativas para la industria del ladrillo. Estudio de caso en el partido de La Plata, Provincia de Buenos Aires, Argentina. Actas del IV Congreso Uruguayo de Geología y II Reunión de Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial del Mercosur. Sociedad Uruguaya de Geología, Torre de los Profesionales, Montevideo, República Oriental del Uruguay. Versión CD.

Forte L M, Crincoli, A C, Hurtado, M A, Giménez, J E. 2005. Análisis de materiales alternativos para la industria del ladrillo artesanal. Estudio de caso en el Departamento de General Alvear, Provincia de Mendoza. Actas del III Seminario Internacional "La Interdisciplina en el Ordenamiento Territorial". CIFOT, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad Nacional de Cuyo, Mendoza, Argentina. Versión CD.

Forte L M, Hurtado, M A, Crincoli, A C y Somoza Sánchez, V. 2008. Análisis de sedimentos fluviales y lacustres como materiales alternativos al suelo fértil en la industria del ladrillo. Primer Congreso Argentino de Áridos y IV Jornadas Iberoamericanas de Materiales de Construcción, Cámara Argentina de la Piedra, Mar del Plata, Argentina. Libro de Actas del Congreso. TI: 523-531. ISBN: 978-987-24740-1-0.

Forte L M, Couyoupetrou L, Hurtado M A, Rolny D. 2012a. Cement bricks made with volcanic ash from the 2011 VCPCC eruption in replace of fine aggregate. Construction and Building Materials, Elsevier. (Enviado).

Forte L M, Hurtado M A, Dangavs, N, Giménez, J E, da Silva M M, Bruschi, V M, Cendrero A. 2012b. Is global geomorphic change generating renewable geologic materials? The case of the brick industry in the humid Pampa, Argentina. (En redacción final para su envío a Catena, Elsevier).

Desde tiempos más recientes, ambos directores del postulante, trabajan conjuntamente en el marco del proyecto de investigación UNLP PIT-AP (2011-2012) denominado “Evaluación de las propiedades tecnológicas de sedimentos fluviales y lacustres, estériles inertes de canteras y residuos de construcción y demolición”, financiado por la Universidad Nacional de La Plata. En el marco de este proyecto, realizan estudios destinados a valorizar distintos subproductos sólidos de explotaciones de rocas de aplicación, a partir de sus propiedades cerámicas y puzolánicas. Con los primeros resultados obtenidos, se han comenzado a elaborar artículos científicos, para su envío a publicación en distintas revistas de impacto.

Entre los trabajos previos del postulante a la Beca de Investigación, deben destacarse las actividades realizadas en el marco del mencionado proyecto UNLP PIT-AP durante los años 2011 y hasta el presente, en el cual se desempeña como Becario de Experiencia Laboral de la Universidad Nacional de La Plata. Las actividades realizadas por el postulante, se han visto plasmadas en los siguientes artículos y contribuciones: Cremaschi et al. (2011); Forte et al. (2012); Couyoupetrou y Rolny (2012).

Cremaschi, G, Lombardi, J, Forte L, Couyoupetrou, L. 2011. Hacia la producción sustentable de ladrillos comunes y huecos. IV CRETA, Congreso Regional de Tecnología de la Arquitectura; Innovación Tecnológica para la Sustentabilidad. Universidad Nacional del Nordeste, Resistencia, Chaco, Argentina. Libro de Ponencias: 206 – 213.

Couyoupetrou L. y Rolny D. 2012. Resistencia a la compresión simple de bloques de cemento elaborados con cenizas volcánicas en reemplazo del agregado fino. XX Jornadas de Jóvenes Investigadores (XXJJI), Asociación de Universidades del Grupo Montevideo (AUGM). (Aprobado y seleccionado para representar a la Universidad Nacional de La Plata en las XXJJI de AUGM, 3 al 5 de octubre, Curitiba, Brasil).

Forte L M, Couyoupetrou L, Hurtado M A, Rolny D. 2012. Cement bricks made with volcanic ash from the 2011 VCPCC eruption in replace of fine aggregate. Construction and Building Materials, Elsevier. (Enviado).

4- OBJETIVOS

4-1 Objetivo general

El objetivo general es evaluar las propiedades cerámicas de residuos finos de construcción y demolición y estériles inertes de explotaciones de rocas de aplicación, mediante la aplicación de metodología empíricas.

4-2 Objetivos específicos del primer año

- Realizar la caracterización tecnológica de las materias primas empleadas en la producción de ladrillos cerámicos macizos y huecos, a partir de sus características granulométricas y geotécnicas.
- Realizar la caracterización tecnológica de residuos finos de construcción y demolición y estériles inertes de explotaciones de rocas de aplicación, a partir de sus características granulométricas y geotécnicas.

4-3 Objetivos específicos del segundo año

- Identificar las limitaciones potenciales de los distintos materiales, a partir de sus principales características químicas y mineralógicas.

- Diseñar pastas cerámicas que aseguren el mejor equilibrio entre las propiedades granulométricas y geotécnicas de los distintos componentes.
- Analizar las características de probetas experimentales elaboradas a escala de laboratorio.
- Evaluar la pre-factibilidad técnica de incorporar los materiales estudiados, como sustitución parcial de las materias primas convencionales utilizadas en la producción de ladrillos y bloques cerámicos.

5- METODOLOGÍA Y PLAN DE TRABAJO.

5-1 Área de estudio

El área de trabajo se centrará en la región del Gran La Plata y en las Sierras Septentrionales de Buenos Aires, en particular en los centros extractivos: Olavarría y Chapadmalal-Batán.

Los materiales finos presentes en la corriente de los RCD, serán obtenidos de distintas obras en ejecución de la región del Gran La Plata.

En el sistema de Sierras Septentrionales bonaerenses, se trabajará con estériles inertes, finos y lodos, procedentes de explotaciones de rocas de aplicación. Debido a la limitación del tiempo de ejecución del proyecto, se analizarán un máximo de dos materiales representativos: cuarcita y dolomía. Los estudios se llevarán a cabo en canteras de rocas cuarcíticas y dolomíticas destinadas a la producción de áridos para la elaboración de hormigón y otros usos, ubicadas en las localidades de Batán partido de Gral. Pueyrredón y Sierras Bayas partido de Olavarría, explotadas por Canteras Yaraví SA y Canteras Pavone, respectivamente.

5-2 Materiales y métodos

5.2.a Materias primas utilizadas en la fabricación de ladrillos cerámicos

Se tomarán muestras de las materias primas acopiadas en plantas industriales y ladrilleras de la región del Gran la Plata, procediendo a la determinación de sus diferentes características físicas y geotécnicas. Las muestras serán extraídas mediante técnicas de cuarteo que aseguren su representatividad. Serán secadas al aire, finamente trituradas y homogeneizadas en mezcladora eléctrica.

La granulometría se determinará por tamizado en seco y los métodos gravimétricos de vía húmeda de Bouyoucos y Kilmer & Alexander. Sus propiedades geotécnicas se analizarán mediante los parámetros de Atterberg: Límite Líquido (LL), Límite Plástico (LP) e Índice de Plasticidad (IP).

De acuerdo con su granulometría, las muestras serán clasificadas según Shepard (1954) y Winkler (1957). De acuerdo a su plasticidad, serán clasificadas según Casagrande (1948), empleando los criterios propuestos por Bain y Highley (1966). Sus propiedades cerámicas serán determinadas aplicando los criterios empíricos propuestos por Fabbri y Dondi (1995) y Dondi et al. (1998).

5-2-b Estériles de canteras de rocas de aplicación

5-2-b-1 Primera etapa

Se tomarán muestras de los distintos materiales acopiados en escombreras y balsas de decantación, procediendo a la determinación de sus diferentes características físicas, mineralógicas y geotécnicas. Las muestras se extraerán mediante técnicas de cuarteo que aseguren su representatividad. Serán secadas al aire, finamente trituradas y homogeneizadas en mezcladora eléctrica.

Sus propiedades granulométricas y geotécnicas se determinarán utilizando las técnicas indicadas en el apartado 5.2.a. Las muestras serán clasificadas y evaluadas para determinar sus propiedades cerámicas mediante idénticos procedimientos metodológicos.

5-2-b-2 Segunda etapa

La composición química y mineralógica será determinada mediante tipificaciones microscópicas (cortes delgados y a grano suelto), análisis cuantitativo de Elementos Mayoritarios y difracción de rayos X. La evaluación de la aptitud tecnológica, de acuerdo con sus propiedades químicas y mineralógicas, se llevará a cabo empleando los diagramas ternarios propuestos por Fabbri y Fiore (1985), Fiore et al. (1989), Dondi et al (1992) y Fabbri y Dondi (1995).

Se diseñarán mezclas experimentales hasta obtener las mejores relaciones plásticas y granulométricas. Se construirán las curvas de Bigot, que permiten representar la evolución de la contracción en función de la pérdida de humedad y determinar la zona de secado crítico. Las mezclas que reúnan las mejores propiedades, se adoptarán para la elaboración de pastas cerámicas, con las que se moldearán probetas cúbicas de 70 x 70 x 70 mm de lado que serán sinterizadas en mufla eléctrica. En todas las probetas antes de la calcinación, se determinarán las dimensiones lineales, volumen, peso, densidad aparente y color. Sobre las probetas calcinadas, se determinará la variación de dimensiones lineales, volumen, peso, densidad aparente y color. Las probetas calcinadas serán sometidas a distintos ensayos, tales como absorción de agua, resistencia al congelamiento, envejecimiento acelerado, y resistencia a la compresión simple. Las mediciones se realizarán utilizando calibre analógico, calibre digital de 0.01 mm de precisión, dinamómetro digital de 0.1 gr. de sensibilidad, balanza granataria de 0.01 gr. de precisión y balanza analítica de 0.001 gr. de precisión. Las probetas serán ensayadas a compresión simple en prensa hidráulica provista de celda de carga tipo S y dinamómetro digital de sensibilidad 0,1 N. Todos los resultados serán comparados con los valores guía establecidos en la normas IRAM y el Reglamento CIRSOC 501y 501A.

5-2-c Materiales finos presentes en la corriente de los RCD

5-2-c-1 Primera etapa

Se tomarán muestras de materiales procedentes de los trabajos de movimiento de suelos y demolición de mamposterías. El muestreo asegurará una adecuada cobertura espacial de la zona de estudio. Las muestras de suelos serán extraídas de pilas y/o contenedores, empleando técnicas de cuarteo que aseguren su representatividad. Serán secadas al aire, finamente trituradas y homogeneizadas en mezcladora eléctrica. Las muestras de residuos de mamposterías serán sometidas a trituración y molienda en dos fases empleando molinos de mandíbulas y de discos.

Sobre las muestras de suelo se realizarán las mismas determinaciones indicadas en el apartado 5-2-a. La clasificación y evaluación de sus propiedades cerámicas se llevarán a cabo empleando los mismos procedimientos metodológicos.

5-2-c-2 Segunda etapa

La composición química y mineralógica será determinada mediante las mismas técnicas indicadas en el punto 5-2-b-1 para los estériles de canteras. La evaluación de sus propiedades cerámicas se realizará empleando los mismos procedimientos metodológicos.

Se diseñarán mezclas experimentales y elaborarán pastas cerámicas (tipo a), con las técnicas indicadas en el apartado 5-2-b-2. Su clasificación y evaluación se llevarán a cabo con idénticos procedimientos metodológicos. Con las pastas tipo a se elaborarán probetas

cúbicas de 70 x 70 x 70 mm de lado que serán sinterizadas en mufla eléctrica. En todas las probetas antes y después de la calcinación, se realizarán las determinaciones y ensayos indicados en el apartado 5-2-b-2. Todos los resultados serán comparados con los valores guía establecidos en la normas IRAM y el Reglamento CIRSOC 501y 501A.

En el paso siguiente, se modificará el diseño de las mezclas, a fin de obtener nuevas pastas cerámicas (tipo b) con la adición de diferentes porcentajes de residuos de mampostería cerámica de diferente granulometría, utilizando porcentajes de sustitución que se determinarán experimentalmente. Con las pastas de tipo b, se elaborarán probetas cúbicas de idénticas características a la elaboradas previamente (pastas de tipo a), que serán sinterizadas en mufla eléctrica. En todas las probetas, antes y después de la calcinación, se realizarán las mismas determinaciones y ensayos indicados en el apartado 5-2-b-2. Todos los resultados, serán comparados con los valores obtenidos en los ensayos realizados sobre las probetas elaboradas con pastas de tipo a, con el propósito de determinar el porcentaje máximo de adición de residuos de mamposterías.

Toda la información resultante será comunicada al ámbito científico por medio de la elaboración de trabajos y artículos para revistas periódicas especializadas y en reuniones científicas; así como al medio socio productivo a través de los organismos pertinentes (CICBA, DPM Bs As, Empresas involucradas, etc.).

6- PLAN DE TAREAS Y CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

6-1 Tareas

6-1-a Primer año. Tarea 1: Relevamiento obras en construcción, industrias cerámicas y ladrilleras locales; selección sitios de muestreo, obtención permisos; diseño campañas de muestreo. Tarea 2: Ejecución campañas de muestreo. Tarea 3: Preparación de muestras y ejecución determinaciones granulométricas, mineralógicas y geotécnicas. Tarea 4: Clasificación y evaluación de muestras. Tarea 5: Interpretación de resultados. Tarea 6: Redacción informe de avance

6-1-b Segundo año. Tarea 7: Preparación mezclas y pastas cerámicas. Tarea 8: Ejecución determinaciones granulométricas, geotécnicas y curvas de Bigot. Tarea 9: Selección de pastas con mejor aptitud y envío para ejecución determinaciones químicas y mineralógicas. Tarea 10: Clasificación y evaluación. Tarea 11: Preparación de probetas. Tarea 12: Ensayo de probetas. Tarea 13: Interpretación de resultados. Tarea 14: Redacción de informe final.

6.2 Cronograma de actividades a desarrollar en el primer y segundo año de la beca

LA TABLA QUE CONTIENE EL DIAGRAMA CALENDARIO NO ES POSIBLE DE INCORPORAR A ESTE FORMATO DIGITAL, POR LO TANTO SE PRESENTA EN EL FORMATO IMPRESO QUE SE AGREGA AL ANEXO I DE ESTA PRESENTACIÓN

7- FACTIBILIDAD, EQUIPAMIENTO Y LOGÍSTICA

Las tareas propuestas en el presente plan de trabajo se consideran factibles para desarrollar en un lapso mínimo de 2 años. Los directores propuestos para orientar al becario en sus estudios (Dr. R. Etcheverry y Master / Arq. L. Forte), son docentes e investigadores con experiencia en el tema planteado, integran un grupo de trabajo consolidado de la Facultad de Ciencias Naturales y Museo (FCNyM): Instituto de Recursos Minerales (UNLP-CICBA) y en el Instituto de Geomorfología y Suelos (IGS-CISAU) dependiente de la UNLP. El Instituto de Recursos Minerales (INREMI) cuenta con equipamiento e instrumental científico que permiten la realización de trabajos de campo y algunos de los análisis específicos. Por lo tanto, las tareas programadas pueden llevarse a cabo con normalidad en

sus instalaciones. El equipamiento para trabajos de campo incluye vehículo todo-terreno, estación total, GPS manuales, brújulas; etc. También posee instrumental de microscopía óptica (2 microscopios y 3 lupas binoculares); Laboratorio para la realización de ensayos químicos (parciales). La Facultad de Ciencias Naturales y Museo brinda además servicios que posibilitan el uso de un Difractómetro de rayos X y de un Microscopio Electrónico de Barrido.

El IGS-CISAUA, cuenta con laboratorios de física y química de suelos y sedimentos, con equipamiento e instrumental para la ejecución de algunos análisis químicos específicos y determinaciones granulométricas, geotécnicas, curvas de secado crítico, etc. Se dispone además de mufla eléctrica, horno cerámico eléctrico con control de temperatura programable, prensa hidráulica, celdas de carga tipo S, dinamómetros electrónicos de 20 y 2 KN de capacidad y software específico, calibre analógico y digital, termómetro digital de contacto provisto de termocuplas, balanzas de muelle, balanzas granatarias y analíticas, moldes de distintas dimensiones para el moldeo de probetas experimentales, etc. El equipamiento disponible, permite la ejecución de todos los ensayos previstos en el plan de investigación.

Asimismo, existen convenios de cooperación científica con Centros nacionales y del extranjero, que facilitan la eventual ejecución de determinaciones y ensayos adicionales a los previstos en el presente plan de investigación, así como la capacitación y entrenamiento del postulante.

8- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acchar, W., Silva, J. E., Mello-Castanho, S. R. H. y Segadles, A. M. 2009. Properties of clay-based ceramics added with construction and demolition waste. TMS (The Minerals, Metals & Materials Society), EPD Congress.

Bain, J.A., Highley, D.E., 1966. Regional appraisal of clay resources. A challenge to the clay mineralogist. Proc. Int. Clay Conf. AIPEA, Oxford, 1966, pp. 437-447.

Blanco García, I, Rodasa, M., Sánchez, C. J., Dondic, M., Alonso-Azcárate, J. 2005. Technological characterization and ceramic application of gravel pit by-products from middle-course Jarama river deposits (central Spain). Applied Clay Science. 28 (1-4): 283-295

Casagrande, A. 1948. Classification and identification of soils. Trans ASCE. 113: 901-992.

Demir, I. y Orhan, M. 2003. Reuse of waste bricks in the production line. Building and Environment. 38: 1451 – 1455

de Rezende L. R. y Camapum de Carvalho, J. 2003. The use of quarry waste in pavement construction. Resources, Conservation and Recycling. 39: 91-105

Dolan, P. J., Lampo, R. G. y Dearborn J. C. 1999. Concepts for Reuse and Recycling of Construction and Demolition Waste. USACERL Technical Report 99/58. US Army Corps of Engineers Construction Engineering Research Laboratories.

Domínguez-Lepe, J. A. y Martínez, E. 2007. Reinserción de los residuos de la construcción y demolición al ciclo de la construcción de viviendas. Ingeniería Revista Académica. 11 (003): 43-54

Dondi, M., Fabbri, B., Guarini, G., 1998. Grain-size distribution of Italian raw materials for building clay products: a reappraisal of the Winkler diagram. Clay Minerals. 33, 435-442.

Dondi, M., Fabbri, B., Laviano, R., 1992. Characteristics of the clays utilized in the brick industry in Abulia and B~ailicata (southern Italy). *Miner. Petrogr. Acta* 35A, 179-189.

Duran, X. Lenizan, H. y O'Regan, B. 2006. A model for assessing the economic viability of construction and demolition waste recycling—the case of Ireland. *Resources, Conservation and Recycling*. 46: 302–320

Fabbri, B, Dondi, M., 1995. Mineralogical classification of Italian clay raw materials for production of different ceramics. *Proc. 5th Neubrandenburger Industriemineralsymp.*, pp. 45-50.

Fabbri, B., Fiori, C., 1985. Clays and complementary raw materials for stoneware tiles. *Miner. Petrogr. Acta* 29 A, 535-545.

Fiori, C., Fabbri, B., Donati, F., Venturi, I., 1989. Mineralogical composition of the clay bodies used in the Italian tile industry. *Appl. Clay Sci.* 4, 461-473.

Bianchini, G., Marrocchino, E., Tassinari, R. y Vaccaro, C. 2005. Recycling of construction and demolition waste materials: a chemical–mineralogical appraisal. *Waste Management*. 25: 149–159.

Hernández-Crespo, M. S. y Rincón, J. M. 2001. New porcelainized stoneware materials obtained by recycling of MSW incinerator fly ashes and granite sawing residues. *Ceramics International* 27: 713–720

Klang, A., Vikman, A. y Bratteb, H. 2003. Sustainable management of demolition waste: an integrated model for the evaluation of environmental, economic and social aspects. *Resources, Conservation and Recycling*. 38: 317-334

Menezes, R. R., Ferreira, H. S., Gelmires A., Neves, H., Heber, L. y Ferreira, C. 2005. Use of granite sawing wastes in the production of ceramic bricks and tiles. *Journal of the European Ceramic Society*. 25: 1149–1158

Monteiro, S. N., Peçanha L. A y Vieira C. M. F. 2004. Reformulation of roofing tiles body with addition of granite waste from sawing operations. *Journal of the European Ceramic Society*. 24: 2349-2356

Quaranta, N., Caligaris, M., López, H., Unsen, M., Pasquini, J., Lalla N. y Boccaccini A. R. Recycling of foundry sand residuals as aggregates in ceramic formulations for construction materials. En: (C.A. Brebbiay E. Tiezzi, eds) *Ecosytems and Sustainable Development VII. Ecology and the Environment*. V 122.

Rao, A., Jha, K. N y Misra, S. 2007. Use of aggregates from recycled construction and demolition waste in concrete. *Resources, Conservation and Recycling*. 50: 71–81

Robinson Jr, G. R., Menzie, W. D. y Hyunc, H. 2004. Recycling of construction debris as aggregate in the Mid-Atlantic Region, USA. *Resources, Conservation and Recycling*. 42: 275–294

Shepard, F.P., 1954. Nomenclature based on sand-silt-clay ratios. *J. Sedim. Petrol.* 24, 151-158.

Solís-Guzmán, J., Marrero, M., Montes-Delgado, M. V. y Ramírez-de-Arellano, A. A Spanish model for quantification and management of construction waste. *Waste Management*. 29: 2542–2548

Souza, A. J., Pinheiroa, B. C. A., y Holanda, J. N. F. 2010. Recycling of gneiss rock waste in the manufacture of vitrified floor tiles. *Journal of Environmental Management*. 91 (3): 685-689
Tam, V. W. Y. y Tam, C.M. 2006. A review on the viable technology for construction waste recycling. *Resources, Conservation and Recycling*. 47: 209–221

Torres, P., Fernandes, H.R., Agathopoulos, S., Tulyaganov, D.U. y Ferreira, J.M.F. 2004. Incorporation of granite cutting sludge in industrial porcelain tile formulations. *Journal of the European Ceramic Society*. 24: 3177–3185

Van der Graaf, A. 2004. Refiring bricks at 540°C. Hot masonry and magnetic separation close the brick recycling process. Tesis Doctoral. Civil Engineering Materials Science department, Delft. The Netherlands.

Vieira, C.M.F. y Monteiro, S.N. 2007. Effect of grog addition on the properties and microstructure of a red ceramic body for brick production. *Construction and Building Materials*. 21: 1754–1759

Vieira, C.M.F., Soares, T.M., Sánchez, R. y Monteiro S.N. 2004. Incorporation of granite waste in red ceramics. *Materials Science and Engineering A* 373: 115–121

Winkler, H.G.F., 1954. Bedeutung der Korngrößenverteilung und des Mineralbestandes von Tonen für die Herstellung grobkeramischer Erzeugnisse. *Ber. Dtsch. Keram. Ges.* 31 (10), 337-343.

3. OTROS DATOS (Completar lo que corresponda)

BECA DE ESTUDIO: 1º AÑO: *Fecha de iniciación:* 01/04/2013

2º AÑO: *Fecha de iniciación:* 01/04/2014

BECA DE PERFECCIONAMIENTO: 1º AÑO: *Fecha de iniciación:*

2º AÑO: *Fecha de iniciación:*

4. INSTITUCIÓN DONDE DESARROLLA LOS TRABAJOS

Universidad y/o Centro: Instituto de Recursos Minerales (INREMI). CONICET-CIC-UNLP.

Facultad:

Departamento:

Cátedra:

Otros:

Dirección: Calle: 64 *Nº:* 3

Localidad: LA PLATA *CP:* 1900 *Tel:* 0221 4225648

5. DIRECTOR DE BECA

Apellido y Nombres: ETCHEVERRY RICARDO OSCAR

Dirección Particular: Calle: *Nº:*

Localidad: LA PLATA *CP:* 1900 *Tel:*

Dirección electrónica: etcheve@fcnym.unlp.edu.ar

6. EXPOSICIÓN SINTETICA DE LA LABOR DESARROLLADA EN EL PERIODO. (Debe exponerse la orientación impuesta a los trabajos, técnicas empleadas, métodos, etc., y dificultades encontradas en el desarrollo de los mismos, en el plano científico y material).

INFORME DE ACTIVIDADES DEL SEGUNDO AÑO DE LA BECA DE ESTUDIO

INFORME PARCIAL

INTRODUCCIÓN

Durante el Segundo Año de la Beca de Estudio, se continuaron las actividades previstas en el Plan de Trabajo.

El presente Informe de Avance de Actividades, se organiza sobre la base de los ejes de trabajo propuestos en el Plan de Investigación para alcanzar los objetivos del Segundo Año de la Beca: (1) Materias primas utilizadas en la fabricación de ladrillos cerámicos; (2) Estériles de canteras de rocas de aplicación; y (3) Materiales finos presentes en la corriente de los RCD.

A efectos de diferenciar claramente las actividades desarrolladas en el primer año de las que se llevaron a cabo en el transcurso de los últimos cinco (5) meses, transcurridos desde el inicio de la prórroga de la beca de estudio, se presenta un informe de actividades consolidado.

En el presente informe, a efectos de no sobreabundar, se han omitido citas a referencias bibliográficas ya incluidas en el Informe Científico del Primer Año.

ACTIVIDADES DEL PRIMER EJE

1) MATERIAS PRIMAS UTILIZADAS EN LA FABRICACIÓN DE LADRILLOS CERÁMICOS

1.1 CERÁMICA INDUSTRIAL SUBSECTOR LADRILLOS HUECOS

Por las dificultades ya señaladas en el Informe de Actividades del Primer Año, el muestreo de las materias primas para su análisis en laboratorio, se ha desfasado para este segundo año de la Beca. Al momento de la redacción del presente informe, se han realizado todas las gestiones formales ante distintas empresas que concentran buena parte del mercado regional y parte del nacional. Estas gestiones, han permitido el muestreo de materiales de acopio, que se encuentran en proceso de análisis en laboratorio.

1.2 ACTIVIDAD LADRILLERA ARTESANAL

1.2.2 Campañas de muestreo

Por razones estacionales, y dadas las características de las actividades que, en la mayoría de los casos se realizan a cielo abierto, las campañas de muestreo para el segundo año de la Beca de Estudio, fueron programadas para los meses de septiembre y octubre del corriente año 2014.

Para tal fin, y con el propósito de asegurar la mayor representatividad de la actividad en el orden provincial, se identificaron establecimientos ladrilleros ubicados en los partidos de Chacabuco, Balcarce, General Pueyrredón, y Bahía Blanca.

En el partido de Chacabuco, se han muestreado hasta la fecha un total de diez (10) establecimientos, que se espera ampliar hasta obtener una población lo más representativa posible dentro de este distrito, que se caracteriza por la buena calidad de los productos allí elaborados.

En los partidos de Balcarce y General Pueyrredón, se han realizado los contactos y aceptación de los productores para llevar a cabo una campaña de muestreo durante la segunda mitad del corriente mes de septiembre. Finalmente, el muestreo en jurisdicción del partido de Bahía Blanca, se llevará a cabo durante próximo mes de octubre.

En total, se espera contar con muestras de ladrillos en verde (adobes), procedentes de un número suficientemente representativo de la actividad que se realiza en la provincia de Buenos Aires, que permita analizar las eventuales diferencias, debidas a los distintos grados de formalización y organización empresarial.

1.2.3 Actividades de laboratorio

En el laboratorio, una parte de las muestras ya obtenidas durante la campaña de muestreo realizada, fue preparada para la ejecución de las determinaciones previstas en el plan de investigación. Estas muestras, serán sometidas a los mismos análisis y determinaciones y aplicando los mismos procedimientos metodológicos ya explicitados en el Plan de Investigación e Informe del Primer Año para determinar: (i) porcentajes de suelo y adiciones incorporadas como "liga"; (ii) distribución del tamaño de partículas; (iii) propiedades geotécnicas; (iv) limitaciones por presencia de $\text{Ca}(\text{CO})_3$; (v) óxidos mayoritarios presentes; y (vi) mineralogía.

Tarea (i)

Las determinaciones correspondientes a la tarea (i), ya fueron informadas en el Informe de Actividades del Primer Año, conjuntamente con los resultados y su interpretación.

Tarea (ii)

Las determinaciones correspondientes a la tarea (ii), ya fueron informadas en el Informe de Actividades del Primer Año, conjuntamente con los resultados y su interpretación

Tarea (iii)

Las propiedades geotécnicas, fueron determinadas mediante los parámetros de Atterberg: Límite Líquido (LL), Límite Plástico (LP), e Índice Plástico (IP). La clasificación y aptitud de las muestras de acuerdo con su plasticidad, fueron luego determinadas según los criterios propuestos por Bain y Highley (1966).

Tarea (iv)

Durante el primer año de la beca, se observó la presencia abundante de nódulos y concreciones de $\text{Ca}(\text{CO})_3$, en muchas de las muestras analizadas.

Durante los primeros meses del segundo año, se realizó el reconocimiento visual macroscópico sobre todos los materiales analizados, para identificar posibles concreciones y nódulos calcáreos presentes en la matriz. El procedimiento, consistió en extraer cuidadosamente los nódulos de la matriz. La dimensión de nódulos y concreciones fue determinada utilizando calibre digital. Luego, los nódulos fueron finamente molidos en mortero y colocados en cápsulas de porcelana donde fueron sometidos a reacción con HCl. La técnica aplicada, se ilustra en las Figura 1 que se agrega al presente informe como Anexo 1, en formato físico y digital.

Luego, para verificar la presencia adicional de $\text{Ca}(\text{CO})_3$ pulverulento dentro de la pasta cerámica, se empleó el método cualitativo de reacción al HCl, y posteriormente, en todos los casos, se realizó la determinación analítica por el método de titulación.

Tarea (v)

En función de los resultados obtenidos, las mezclas fueron homogeneizadas y enviadas a laboratorio externo, para la ejecución de análisis químico de óxidos mayoritarios mediante la técnica ME-ICP06.

Tarea (vi)

Las mismas mezclas homogeneizadas, han sido enviadas recientemente para la ejecución de difracción de rayos X en la Facultad de Ciencias Naturales y Museo de la UNLP.

1.2.4 RESULTADOS PRELIMINARES

Obtenidos durante el desarrollo de las actividades del Eje 1.

Durante las actividades llevadas a cabo en el transcurso del primer año de la beca, se detectaron elevados contenidos de $\text{Ca}(\text{CO})_3$, excesivos para los requerimientos de la actividad. Los mayores contenidos de $\text{Ca}(\text{CO})_3$, fácilmente visibles en forma de concreciones y nódulos calcáreos, se encontraron en la totalidad de las muestras extraídas en las ladrilleras ubicadas en los partidos de Marcos Paz y Las Heras. El análisis realizado mediante observación visual de los nódulos presentes y su reactividad al HCl, confirmaron su presencia en la forma de nódulos de tamaños variables (12mm - 35mm), fácilmente detectables dentro del cuerpo de los adobes, que sugerían valores elevados de $\text{Ca}(\text{CO})_3$ dentro de las pastas cerámicas. Sin embargo, el resultado del análisis químico por titulación con HCl, mostró valores relativamente bajos y cuyos promedios para las distintas zonas de muestreo son: Cañuelas (1,23%); La Plata (1,1%); Las Heras (1,54%); Brandsen (0,96); Florencio Varela (0,84%); Marcos Paz (1,11%).

Estos porcentajes de $\text{Ca}(\text{CO})_3$, fueron sensiblemente inferiores a los determinados en muestras de cinco (5) establecimientos ladrilleros ubicados en la localidad de Las Tapias, provincia de Córdoba, donde se elaboran ladrillos artesanales cuya calidad es reconocida a nivel nacional, y que fueron muestreados durante el transcurso del mes de enero del corriente año. Los resultados, de manera coherente con evidencias recogidas en los trabajos de campo, sugieren que estas dificultades podrían resolverse mediante la adecuada selección de los horizontes explotables, la implementación de controles mínimos de calidad de las materias primas, su acopio al aire y eventual cribado antes de su incorporación al pisadero. Los resultados de los análisis realizados, se presentan en la Tabla 1, que integra el Anexo 1, agregado en formatos físico y digital al presente informe.

De acuerdo con su plasticidad, los materiales representados en los diagramas de Bain y Highley (1966), se ubicaron fuera de la zona favorable para la extrusión y el moldeo, mostrando en todos los casos excesos de plasticidad. Este exceso de plasticidad, no condiciona el moldeo, en razón de la especial modalidad aplicada en el sector, que incluye la incorporación de agua adicional en el enrasado y corte. Sin embargo, teniendo en cuenta la necesidad de tecnificación en las operaciones de moldeo, debería corregirse la plasticidad, mediante el adecuado equilibrio plástico de las pastas, o bien mediante la incorporación de chamote y/u otros materiales destinados a reducir la plasticidad. En las Figuras 2 y 3, y en la Tabla 2, que integran el Anexo 1, agregado en formatos físico y digital al presente informe, se muestran los resultados.

ACTIVIDADES DEL SEGUNDO EJE

2) ESTÉRILES DE CANTERAS DE ROCAS DE APLICACIÓN.

2.1 CANTERAS PAVONE

Como fue aclarado en el Informe de Actividades del Primer Año, estos materiales serán estudiados en futuros trabajos, en los que se investigarán los efectos de su adición a mezclas elaboradas con arcillas de la región, para determinar los beneficios de su adición en la eficiencia energética durante el proceso de calcinación, debido a su elevado contenido de $\text{Ca}(\text{CO})_3$, situado en torno al 40%.

2.2 CANTERAS YARAVI SA

2.2.1 Campañas de muestreo

Durante el transcurso del pasado mes de agosto (2014), se realizó una nueva campaña de muestreo, con el propósito de comprobar la representatividad de los resultados obtenidos a través de los análisis y ensayos previos.

2.2.2 Actividades de laboratorio

En el laboratorio, las muestras fueron preparadas para la ejecución de las determinaciones previstas en el plan de investigación. Estas muestras, serán sometidas a los mismos análisis y determinaciones, y aplicando los mismos procedimientos metodológicos, para determinar: (i) distribución del tamaño de partículas; (ii) propiedades geotécnicas; (iii) óxidos mayoritarios presentes; y (iv) mineralogía.

Tarea (i)

Las determinaciones correspondientes a la tarea (i), realizadas sobre las muestras extraídas en la primera campaña de muestreo, ya fueron informadas en el Informe de Actividades del Primer Año, conjuntamente con los resultados y su interpretación. Las determinaciones que se realicen sobre las nuevas muestras, serán presentadas en el informe final.

Tarea (ii)

Las determinaciones correspondientes a la tarea (ii), realizadas sobre las muestras extraídas en la primera campaña de muestreo, ya fueron informadas en el Informe de Actividades del Primer Año, conjuntamente con los resultados y su interpretación. Las determinaciones que se realicen sobre las nuevas muestras, serán presentadas en el informe final.

Tarea (iii)

Los análisis químicos de óxidos mayoritarios, fueron realizados en laboratorio externo mediante la técnica ME-ICP06.

Para la interpretación de los resultados, se recibió entrenamiento para comprender la influencia de los contenidos de SiO_2 y Al_2O_3 , de la sumas de bases K_2O ; MgO ; CaO , y del significado de la pérdida de peso en la calcinación (LOI), en el comportamiento térmico y cerámico de los distintos materiales.

Tarea (iv)

La mineralogía preliminar fue determinada por difracción de rayos X (DRX) en la Facultad de Ciencias Naturales y Museo de la Universidad Nacional de La Plata.

En este aspecto, el entrenamiento estuvo orientado a la interpretación del comportamiento cerámico de los distintos materiales, de acuerdo a su composición mineralógica.

2.2.3 Elaboración de probetas experimentales

2.2.3.1

Elaboración de pastas cerámicas

Las pastas cerámicas experimentales fueron elaboradas durante el transcurso del primer año, y ya fueron informadas en el Informe de Actividades del Primer Año, conjuntamente con los resultados y su interpretación.

2.2.3.2

Elaboración de probetas experimentales

Con las pastas cerámicas cuyas características plásticas y granulométricas fueron presentadas en el Informe del Primer Año (Y1; Y2; Y3; Y4), se elaboraron probetas prismáticas experimentales a escala de laboratorio de 70 x 70 x 10 mm y 25 x 50 x 10 mm, que fueron moldeadas a una presión de 2 MPa, y secadas en estufa eléctrica ventilada a 50°C de temperatura. A los 30 días, fueron sinterizadas en horno cerámico eléctrico programable, a temperaturas máximas de 900°C, 950°C, 1000°C y 1050°C durante un tiempo de 8 horas, con rampa de calentamiento de 2 °C por minuto.

En todas las probetas antes de la calcinación, se determinaron las dimensiones lineales y el peso. Las probetas calcinadas fueron sometidas a ensayos de absorción de agua, resistencia al congelamiento y resistencia a la compresión simple. Al momento de la redacción del presente informe, se están realizando tareas destinadas a la determinación de: color, contracción lineal, absorción de agua, porosidad aparente, pérdida de peso en la calcinación, densidad aparente, resistencia al congelamiento y resistencia a la compresión simple. La marcha de cada una de las variables, fue analizada en función de la temperatura. Algunas imágenes de las probetas cúbicas se presentan en la Figura 4, que integra el Anexo 1, agregado en formatos físico y digital al presente informe.

2.2.4 RESULTADOS PRELIMINARES

Obtenidos durante el desarrollo de las actividades del Eje 2.

El análisis químico de las muestras analizadas, indicó: SiO₂ (72,8%), Al₂O₃ (13,6%) y Fe₂O₃ (1,28%) como los óxidos mayoritarios presentes, con una pérdida de peso en la calcinación (LOI) de 4,29%. La suma de bases (K₂O, MgO, CaO) fue ligeramente elevada, y superior al 2%.

Los resultados de los análisis mineralógicos por DRX mostraron sobre muestra total, una composición mayoritaria de cuarzo y caolinita, con escasa illita. La fracción <2μ se encontró compuesta por caolinita, illita, cuarzo e impurezas de un interestratificado expandible de illita-esmectita. Sobre la muestra glicolada se efectuó una determinación semicuantitativa, estableciéndose: caolinita 65%, illita 25%, cuarzo 7%, interestratificado Ill-Sm 3%.

El entrenamiento, orientado a comprender cualitativamente el significado de los resultados, incluyó una introducción al comportamiento térmico de las arcillas, en función de su composición química y mineralógica.

Las variaciones de color de las probetas calcinadas, mostraron en seco solo unas ligeras variaciones: Y1 a 950°C = 5YR-8/4 (rosa), 1050°C = 5YR-8/2 (blanco rosado); Y2 a 950°C = 5YR-7/4 (rosa), 1050°C = 5YR-7/4 (rosa); Y3 a 950°C = 5YR-7/6 (amarillo rojizo), 1050°C = 5YR-7/4 (rosa); Y4 a 950°C = 5YR-7/6 (amarillo rojizo), 1050°C = 5YR-6/6 (amarillo rojizo).

Los resultados de las restantes determinaciones, mostraron fuertes correlaciones de las diferentes variables con la marcha de la temperatura.

La contracción lineal aumentó con el incremento de la temperatura siguiendo una tendencia claramente lineal. Se observó además un aumento de la contracción lineal, en la medida que se incrementó el porcentaje de adición de arcilla 2170 a las pastas cerámicas. Los valores mínimos fueron encontrados a 900°C: Y1 (0,25%), Y2 (0,67%), Y3 (1,05%), Y4 (1,05); mientras que los máximos se determinaron a la temperatura de 1050°C: Y1 (0,39%); Y2 (2,08%); Y3 (2,51%); Y4 (2,67%). La pérdida de peso en la calcinación, siguió un comportamiento similar con mínimos a 900°C (Y1 = 4,51%) y máximos a 1050°C (Y4 = 5,95%), observándose una fuerte correlación lineal entre la pérdida de peso y el aumento porcentual de arcilla 2170 en las pastas cerámicas.

Los valores de absorción de agua decrecieron con el aumento de la temperatura, encontrándose el máximo y el mínimo en las probetas elaboradas con la pasta cerámica Y4 a 900°C y 1050°C respectivamente. El mínimo valor encontrado en Y4 (15,38%), podría explicarse por una mayor eficacia fundente de la adición de arcilla 2170 a temperaturas superiores a 950°C. Los valores máximos de absorción de agua, apenas superan al 20% a 900°C en todas las probetas, y los mínimos se sitúan en torno al 18 y 15% a temperaturas de 1000°C y 1050°C. Los valores encontrados, resultan aceptables para la mayoría de los estándares nacionales e internacionales.

Los valores de porosidad aparente, resultan coherentes con los determinados para la absorción de agua y decrecen según aumenta la temperatura. La densidad aparente, por su parte, aumentó linealmente con el incremento de la temperatura.

Los valores de absorción de agua y porosidad aparente, mostraron fuertes correlaciones positivas: Y1 (R2=0,9607), Y2 (R2=0,9991), Y3 (R2=0,9992), Y4 (R2=1). Todos los valores de porosidad y densidad aparente, mostraron fuertes correlaciones negativas: Y1 (R2=0,6831), Y2 (R2=0,9878), Y3 (R2=0,9895), Y4 (R2=0,9997).

El ensayo de resistencia al congelamiento, mostró en todos los casos, pérdidas de peso <1%, que sugieren un excelente comportamiento.

ACTIVIDADES DEL TERCER EJE

3. MATERIALES FINOS PRESENTES EN LA CORRIENTE DE LOS RCD

3.2 Actividades de laboratorio.

En el laboratorio, se continuaron desarrollando las actividades previstas en el plan de investigación. Estas determinaciones incluyeron en total la ejecución de las siguientes tareas: (i) distribución del tamaño de partículas; (ii) propiedades geotécnicas; (iii) óxidos mayoritarios presentes; y (iv) mineralogía.

Tarea (i)

Las determinaciones correspondientes a la tarea (i), ya fueron informadas en el Informe de Actividades del Primer Año, conjuntamente con los resultados y su interpretación.

Tareas (ii)

Las determinaciones correspondientes a la tarea (i), ya fueron informadas en el Informe de Actividades del Primer Año, conjuntamente con los resultados y su interpretación.

Tarea (iii)

Los análisis químicos de óxidos mayoritarios, fueron realizados en laboratorio externo mediante la técnica ME-ICP06.

Para la interpretación de los resultados, se aplicará y fortalecerá el entrenamiento ya recibido, para comprender la influencia de los contenidos de SiO₂ y Al₂O₃, de la sumas

de bases K₂O; MgO; CaO, y del significado de la pérdida de peso en la calcinación (LOI), en el comportamiento térmico y cerámico de los distintos materiales.

Tarea (iv)

Muestras de los distintos materiales estudiados, están siendo procesados en la Facultad de Ciencias Naturales y Museo, para el análisis mineralógico por difracción de rayos X (DRX).

En este aspecto, el entrenamiento estará orientado a la capacitación para interpretar del comportamiento cerámico de los distintos materiales, de acuerdo a su composición mineralógica

3.3 Elaboración de probetas experimentales

3.3.1

Elaboración de pastas cerámicas

Las pastas cerámicas experimentales fueron elaboradas durante el transcurso del primer año, y los resultados fueron informados en el Informe de Actividades del Primer Año.

3.3.2

Elaboración de probetas experimentales

Con las pastas cerámicas cuyas características plásticas y granulométricas fueron presentadas en el Informe del Primer Año, se elaborarán probetas prismáticas experimentales a escala de laboratorio de 70 x 70 x 10 mm y 25 x 50 x 10 mm, que serán moldeadas durante el período restante del segundo año de la beca de estudio, para su calcinación en horno cerámico eléctrico programable, a temperaturas máximas de 800°C, 850°C, 900°C y 950°C durante un tiempo de 8 horas, con rampa de calentamiento de 2 °C por minuto.

En todas las probetas antes de la calcinación, se determinarán las dimensiones lineales y el peso. Las probetas calcinadas serán sometidas a los mismos ensayos indicados en el punto 2.2.3.2. Del mismo modo, la marcha de cada una de las variables, será además analizada en función de la temperatura.

3.4 RESULTADOS PRELIMINARES

Obtenidos durante el desarrollo de las actividades del Eje 3.

Al momento de la redacción del presente informe, se está realizando la interpretación preliminar de los análisis químicos de óxidos mayoritarios, mientras se aguardan los resultados de las muestras remitidas para su análisis por DRX.

7. TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN REALIZADOS O PUBLICADOS EN EL PERIODO.

7.1. PUBLICACIONES. Debe hacerse referencia, exclusivamente a aquellas publicaciones en la cual se halla hecho explícita mención de su calidad de Becario de la CIC. (Ver instructivo para la publicación de trabajos, comunicaciones, tesis, etc.). Toda publicación donde no figure dicha aclaración no debe ser adjuntada. Indicar el nombre de los autores de cada trabajo, en el mismo orden que aparecen en la publicación, informe o memoria técnica, donde fue publicado, volumen, página y año si corresponde; asignándole a cada uno un número. En cada trabajo que el investigador presente -si lo considerase de importancia- agregará una nota justificando el mismo y su grado de participación.

Couyoupetrou L, Rolny D, Hurtado MA, Cremaschi G, Lombardi J, Forte LM. 2013. "Evaluación de las propiedades cerámicas de suelos de excavaciones en el partido de La Plata mediante la aplicación de metodologías empíricas". Jornadas de INVESTIGACION FAU-UNLP 2013, V Jornadas de Becarios, VI Jornadas de Proyectos de Investigación. ISBN 978-950-34-1065-3.

Rolny D, Sovarzo L, Couyoupetrou L, Rodríguez G, Hurtado MA, Cremaschi G, Forte LM. 2013. "Estimación de las propiedades puzolánicas de algunos áridos artificiales mediante el método de la conductividad eléctrica". Jornadas de INVESTIGACION FAU-UNLP 2013, V Jornadas de Becarios, VI Jornadas de Proyectos de Investigación. ISBN 978-950-34-1065-3.

7.2. PUBLICACIONES EN PRENSA. (Aceptados para su publicación. Acompañar copia de cada uno de los trabajos y comprobante de aceptación, indicando lugar a que ha sido remitido. Ver punto 7.1.)

Couyoupetrou L, Rolny DG, Etcheverry RO, Hurtado MA, Forte LM. 2014. "Caracterización tecnológica de ladrillos artesanales elaborados en zonas periurbanas de la Provincia de Buenos Aires" VI Congreso Iberoamericano de Ambiente y Calidad de Vida, 7º Congreso de Ambiente y Calidad de Vida. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional de Catamarca.

Couyoupetrou L, Rolny DG, Etcheverry RO, Hurtado MA, Forte LM. 2014. "Evaluación tecnológica de materiales alternativos para la industria del ladrillo artesanal" VI Congreso Iberoamericano de Ambiente y Calidad de Vida, 7º Congreso de Ambiente y Calidad de Vida. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional de Catamarca.

L.M. Forte, R.O. Etcheverry, L. Garrido, J.L. del Río, M.A. Hurtado, L. Couyoupetrou y C.G. Rolny. 2014. "Evaluación de las propiedades cerámicas de sub-productos sólidos de explotaciones de rocas de aplicación". 2do Congreso Argentino de Áridos. Áridos 2014. Cámara de la Piedra de la Provincia de Buenos Aires.

Rolny D, Sovarzo L, Cruz Palma J, Couyoupetrou L, Cremaschi G, Etcheverry R5, Forte LM. 2014. "Estudio preliminar de la forma, textura superficial y distribución del tamaño de partículas de arenas de trituración". 2do Congreso Argentino de Áridos. Áridos 2014. Cámara de la Piedra de la Provincia de Buenos Aires.

Rolny D, Sovarzo L, Couyoupetrou L, Cavarozzi C, Cremaschi G, Etcheverry R, Forte LM. 2014. "estimación de la actividad puzolánica de algunos áridos naturales y artificiales mediante el ensayo químico de puzolanidad y el índice de actividad resistente" 2do Congreso Argentino de Áridos. Áridos 2014. Cámara de la Piedra de la Provincia de Buenos Aires.

Couyoupetrou L, Rolny D, Hurtado MA, Etcheverry R, Cremaschi G, Forte LM. 2013. "Evaluación de las propiedades tecnológicas de sedimentos colmatantes de cuerpos lénticos ubicados al sudeste del área metropolitana de Buenos Aires. Estudio preliminar para la formulación del Proyecto Productivo Inclusivo: Parque Ladrillero en el partido de Chascomús, provincia de Buenos Aires". Primera Jornada de Investigación y Vinculación. Universidad Nacional Arturo Jauretche. (En prensa). Con referato

7.3. PUBLICACIONES ENVIADAS Y AUN NO ACEPTADAS PARA SU PUBLICACIÓN. (Adjuntar copia de cada uno de los trabajos. Ver punto 7.1.)

7.4. PUBLICACIONES TERMINADAS Y AUN NO ENVIADAS PARA SU PUBLICACIÓN.
(Adjuntar resúmenes de no más de 200 palabras)

7.5. COMUNICACIONES. (No consignar los trabajos anotados en los subtítulos anteriores)

7.6. TRABAJOS EN REALIZACIÓN. (Indicar en forma breve el estado en que se encuentran)

8. OTROS TRABAJOS REALIZADOS. (Publicaciones de divulgación, textos, etc.)

8.1. DOCENCIA

8.2. DIVULGACIÓN

8.3. OTROS

9. ASISTENCIA A REUNIONES CIENTÍFICAS. (Se indicará la denominación, lugar y fecha de realización y títulos de los trabajos o comunicaciones presentadas)

- Primera Jornada de Investigación y Vinculación. Universidad Nacional Arturo Jauretche, Florencio Varela, Buenos Aires. 31 de octubre de 2013. "Evaluación de las propiedades tecnológicas de sedimentos colmatantes de cuerpos lénticos ubicados al sudeste del área metropolitana de Buenos Aires. Estudio preliminar para la formulación del Proyecto Productivo Inclusivo: Parque Ladrillero en el partido de Chascomús, provincia de Buenos Aires". Autor-Expositor.

- Primer Congreso Internacional Científico y Tecnológico de la Provincia de Buenos Aires. Comisión de Investigaciones Científicas, La Plata, Buenos Aires. 20 de septiembre de 2013. "Evaluación de las propiedades cermicas de RCD y EIRA, utilizando metodologías empíricas". Autor-Expositor.

- V Jornadas de Becarios. Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Universidad Nacional de La Plata. 06 de septiembre de 2013. "Evaluación de las propiedades cerámicas de suelos de excavaciones en el partido de La Plata mediante la aplicación de metodologías empíricas". Autor-Expositor.

- V Jornadas de Becarios. Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Universidad Nacional de La Plata. 06 de septiembre de 2013. "Estimación de las propiedades puzolánicas de algunos áridos artificiales mediante el método de la conductividad eléctrica". Autor.

10. CURSOS DE PERFECCIONAMIENTO, VIAJES DE ESTUDIO, ETC. (Señalar características del curso o motivo del viaje, duración, instituciones visitadas y si se realizó algún entrenamiento)

11. DISTINCIONES O PREMIOS OBTENIDOS EN EL PERIODO

12. TAREAS DOCENTES DESARROLLADAS EN EL PERIODO

13. OTROS ELEMENTOS DE JUICIO NO CONTEMPLADOS EN LOS TÍTULOS ANTERIORES (Bajo este punto se indicará todo lo que se considere de interés para la evaluación de la tarea cumplida en el período)

Participación en Proyectos Acreditados de Investigación

- Título del proyecto: Análisis comparativos de los impulsores naturales y humanos del cambio geomorfológico global en la cuenca del plata. Duración Trianual (2014 – 2017). Entidad que acredita A.N.P.C. y T. Carácter de participación: Investigador, colaborador.
- Título del proyecto: Hacia el mejoramiento del hábitat urbano y la contribución a la solución del déficit de la vivienda de los sectores de bajos recursos económicos. Abordaje desde una visión holística del problema. Duración Trianual (2013 – 2016). Entidad que acredita U.N.L.P. Carácter de participación: Tesista, Becario.

14. TITULO DEL PLAN DE TRABAJO A REALIZAR EN EL PERIODO DE PRORROGA O DE CAMBIO DE CATEGORÍA (Deberá indicarse claramente las acciones a desarrollar)

CARACTERIZACIÓN TECNOLÓGICA DE LAS MATERIAS PRIMAS EMPLEADAS EN LA FABRICACIÓN DEL LADRILLO CERÁMICO ARTESANAL Y ANÁLISIS DE MATERIALES ALTERNATIVOS PARA MEJORAR LA SUSTENTABILIDAD AMBIENTAL DEL SECTOR.

Condiciones de Presentación

- A. El Informe Científico deberá presentarse dentro de una carpeta, con la documentación abrochada y en cuyo rótulo figure el Apellido y Nombre del Becario, la que deberá incluir:
- a. Una copia en papel A-4 (puntos 1 al 14).
 - b. Las copias de publicaciones y toda otra documentación respaldatoria, deben agregarse al término del desarrollo del informe
 - c. Informe del Director de tareas con la opinión del desarrollo del becario (en sobre cerrado).

Nota: El Becario que desee ser considerado a los fines de una prórroga, deberá solicitarlo en el formulario correspondiente, en los períodos que se establezcan en los cronogramas anuales.

.....
Firma del Director

.....
Firma del Becario

ANEXO I



FIGURA 1A

En la imagen se muestra el procedimiento general empleado para la separación del nódulo calcáreo, la molienda en mortero y la adición de HCl

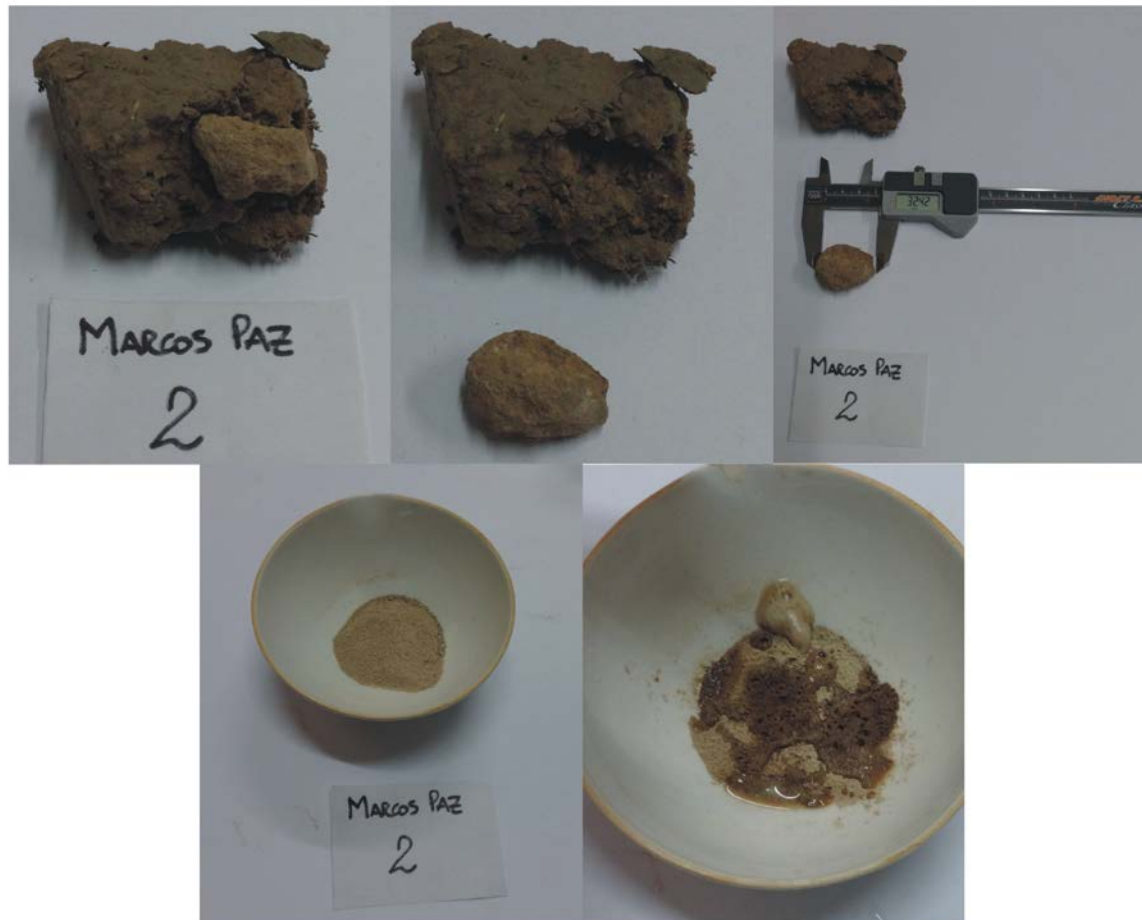


FIGURA 1B

Ilustración del procedimiento completo, incluyendo la medición con calibre electrónico

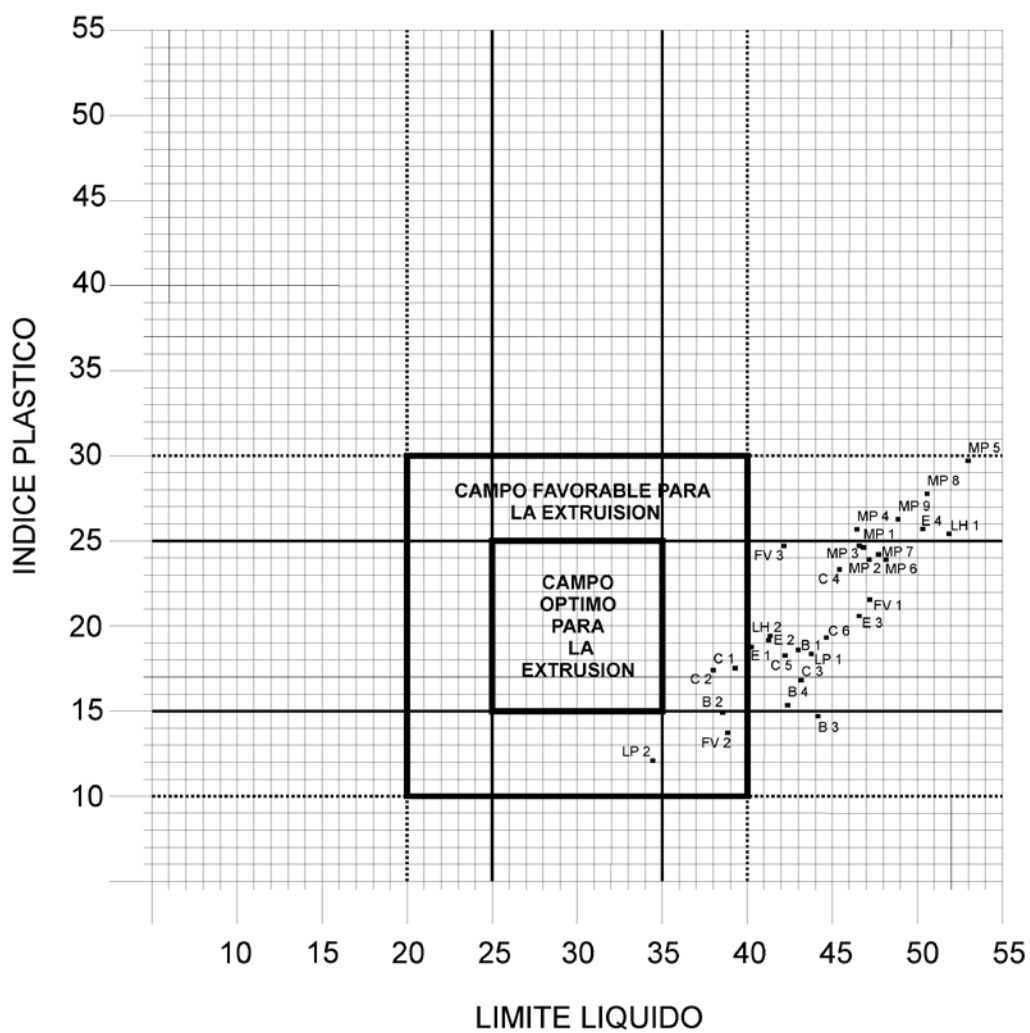


FIGURA 2

Ubicación de los puntos que representan a cada una de las muestras analizadas en el diagrama de Casagrande, según el primer criterio propuesto por Bain y Highley (1966)

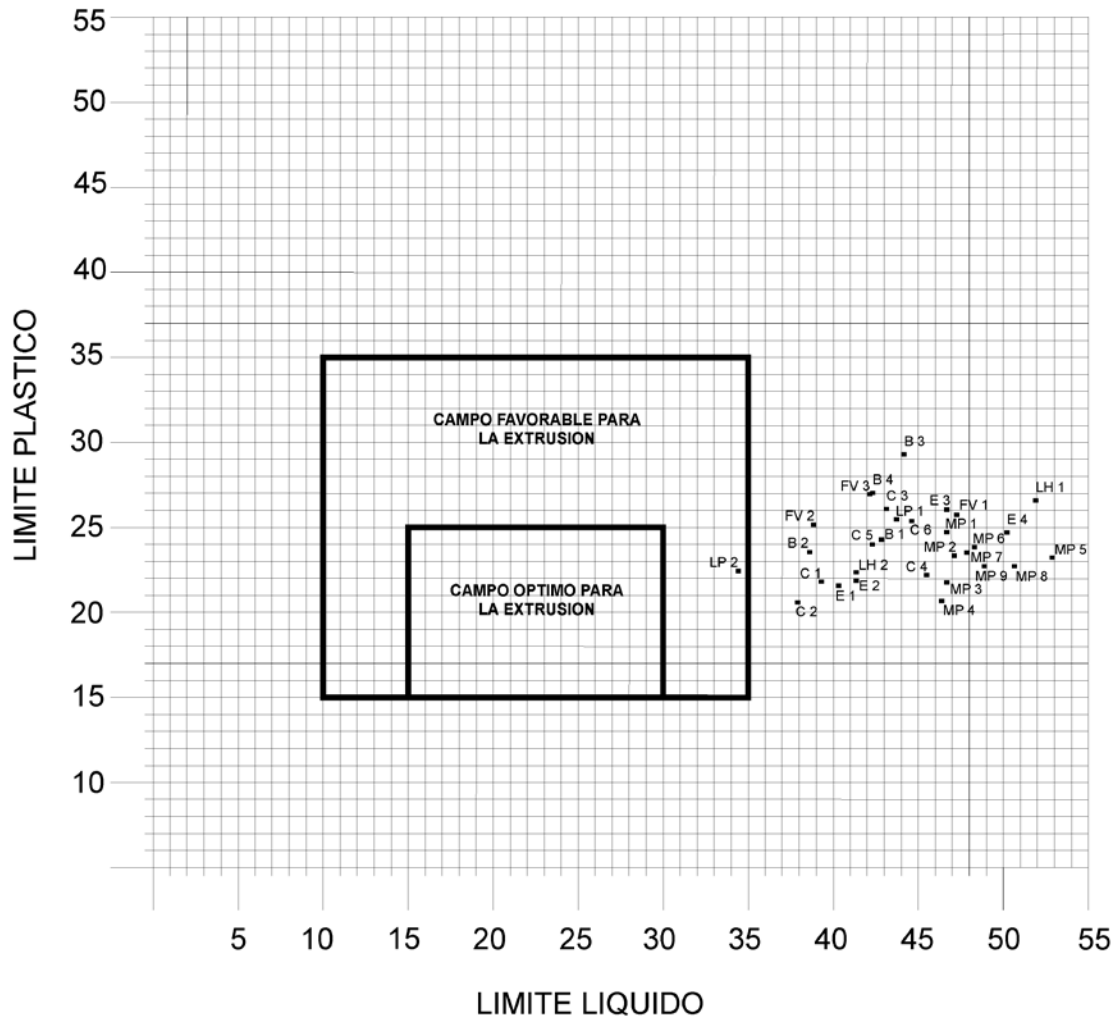


FIGURA 3

Ubicación de los puntos que representan a cada una de las muestras analizadas en el diagrama de Casagrande, según el segundo criterio propuesto por Bain y Highley (1966)

TABLA 1

MUESTRA	Peso Muestra	Volumen Consumido	% CaCO₃	PROMEDIO
Cañuelas 1	1	8,4	0,88	1,23
Cañuelas 2	1	8,6	0,77	
Cañuelas 3	0,5	8,4	1,76	
Cañuelas 4	1	8,8	0,66	
Cañuelas 5	0,5	8,6	1,54	
Cañuelas 6	0,5	8,4	1,76	
La Plata 1	0,5	9	1,1	1,1
La Plata 2	0,5	9	1,1	
Las Heras 1	0,5	8,4	1,76	1,54
Las Heras 2	0,5	8,8	1,32	
Brandsen 1	1	8,4	0,88	0,96
Brandsen 2	1	8,4	0,88	
Brandsen 3	1	8,6	0,77	
Brandsen 4	0,5	8,8	1,32	
Fcio Varela 1	1	8,4	0,88	0,84
Fcio Varela 2	1	9	0,55	
Fcio Varela 3	0,5	9	1,1	
Ezeiza 1	1	9	0,55	0,88
Ezeiza 2	0,5	8,6	1,54	
Ezeiza 3	1	8,4	0,88	
Ezeiza 4	1	9	0,55	
Marcos Paz 1	1	8,8	0,66	1,11
Marcos Paz 2	0,5	9,1	0,99	
Marcos Paz 3	0,5	9	1,1	
Marcos Paz 4	1	9	0,55	
Marcos Paz 5	1	7,8	1,21	
Marcos Paz 6	0,5	8,8	1,32	
Marcos Paz 7	0,5	8,4	1,76	
Marcos Paz 8	0,5	8,8	1,32	
Marcos Paz 9	0,5	9	1,1	

Resultados de los análisis de Ca(CO)₃ por titulación con HCl

TABLA 2

MUESTRA	Límite Líquido (L)	Límite de No Adhesividad (LNA)	Límite Plástico (LP)	Índice Plasticidad (IP)
Cañuelas 1	39.33	35.44	21.7	17.63
Cañuelas 2	37.99	34.82	20.50	17.49
Cañuelas 3	43.13	40.14	26.16	16.97
Cañuelas 4	45.41	43.44	22.14	23.27
Cañuelas 5	42.27	39.00	23.94	18.33
Cañuelas 6	44.67	41.82	25.33	19.34
La Plata 1	43.74	41.26	25.56	18.18
La Plata 2	34.55	29.06	22.44	12.11
Las Heras 1	51.90	48.62	26.60	25.31
Las Heras 2	41.31	39.95	22.30	19.01
Brandsen 1	42.99	41.29	24.31	18.69
Brandsen 2	38.64	36.79	23.65	14.98
Brandsen 3	44.14	41.73	29.28	14.86
Brandsen 4	42.38	40.37	27.03	15.34
Fcio Varela 1	47.21	44.41	25.72	21.49
Fcio Varela 2	38.92	37.37	25.13	13.80
Fcio Varela 3	42.11	40.96	26.97	15.14
Ezeiza 1	40.24	37.60	21.50	18.74
Ezeiza 2	41.30	37.07	21.91	19.39
Ezeiza 3	46.67	44.88	26.02	20.65
Ezeiza 4	50.37	50.16	24.70	25.67
Marcos Paz 1	46.92	44.53	22.20	24.72
Marcos Paz 2	47.15	45.40	23.33	23.82
Marcos Paz 3	46.68	43.81	21.85	24.83
Marcos Paz 4	46.44	43.71	20.69	25.75
Marcos Paz 5	52.92	49.32	23.19	29.73
Marcos Paz 6	48.10	47.56	24.27	23.82
Marcos Paz 7	47.76	43.43	23.61	24.15
Marcos Paz 8	50.61	47.44	22.73	27.88
Marcos Paz 9	48.92	47.19	22.77	26.15

Parámetros geotécnicos de las muestras analizadas