

**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.**

**Couyoupetrou L<sup>1-2</sup>, Rolny D<sup>1-3</sup>, Hurtado MA<sup>4</sup>, Etcheverry R<sup>2-5</sup>, Cremaschi G<sup>3</sup>, Forte LM<sup>3-4</sup>**

<sup>1</sup> Comisión de Investigaciones Científicas de la provincia de Buenos Aires (CIC)

<sup>2</sup> Instituto de Recursos Minerales (INREMI), CIC – Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata.

<sup>3</sup> Laboratorio de Tecnología y Gestión Habitacional (LATEC), Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Nacional de La Plata.

<sup>4</sup> Instituto de Geomorfología y Suelos (IGS-CISAUA), Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata.

<sup>5</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICET).

**Contacto:** [lmforte@igs.edu.ar](mailto:lmforte@igs.edu.ar)

**Eje Temático: Desarrollo productivo y empleo**

## **RESUMEN**

El “metabolismo” urbano, conduce a fuertes procesos de “denudación tecnológica” por explotación intensiva de los recursos minerales. Un caso particular de minería extensiva con graves implicancias ambientales, lo constituye la denominada “minería de suelos”, destinada a la obtención de materia prima para el ladrillo artesanal y de “tierra negra” para su aplicación en parques y jardines. El objetivo del trabajo, fue minimizar la degradación de suelos de mayor “Capacidad de Uso”, a partir del empleo de sedimentos lacustres en reemplazo parcial o total del horizonte superior del perfil del suelo, como materia prima para la elaboración del ladrillo artesanal. El sector ladrillero artesanal, se caracteriza por alto nivel de informalidad, escasa tecnificación y empleo de mano de obra de baja calificación. Los trabajadores del sector, se establecen en el predio de los hornos, en zonas vecinas no cubiertas por servicios esenciales, y carecen de acceso a servicios sociales básicos. La actividad, genera un alto impacto ambiental negativo por degradación de los suelos de mayor “Capacidad de Uso” y contaminación del aire, por la quema de combustibles inadecuados durante la calcinación del producto. La escasa tecnificación, se traduce en ladrillos de baja calidad con elevados porcentajes de rechazo que impactan en la rentabilidad. La evaluación, fue realizada empleando metodologías empíricas ampliamente difundidas y aceptadas dentro de la especialidad, como primer paso para estimar la factibilidad de instalación de un Polo Ladrillero Artesanal, en una zona con ventajas comparativas por la disponibilidad de recursos, ubicada a corta distancia de los centros de mayor demanda. Los resultados preliminares, mostraron la aptitud de los materiales analizados. Los objetivos del segundo paso de esta investigación, son analizar la prefactibilidad de la reconversión tecnológica de la actividad, y los aspectos organizacionales y sociales, a través de la investigación, transferencia y extensión, promoviendo la formalización del sector.

## **Palabras clave**

Ladrillo artesanal, degradación de suelos, reconversión tecnológica, formalización.

## **INTRODUCCIÓN**

### **Aspectos culturales**

El ladrillo, constituye desde la antigüedad uno de los principales materiales de construcción. En la Argentina, el ladrillo de tierra cruda o cocida fue el elemento de construcción predominante.

El arribo a nuestro país del ladrillo inglés de máquina para la construcción de las instalaciones ferroviarias, dio inicio a su producción estandarizada, convirtiéndose con el tiempo en un material barato y de producción masiva. Los cambios en las técnicas constructivas y el incremento acelerado de la construcción, constituyeron cambios a los cuales el ladrillo como producto, permitió abaratar costos y sistematizar los procesos constructivos.

El desarrollo de nuevos sistemas constructivos, no ha podido reemplazar el consumo del ladrillo, debido a que su vigencia reside desde el punto de vista económico en la relación costo-beneficio, y en la identidad constructiva desde un enfoque histórico – cultural.

### **Aspectos ambientales**

El “metabolismo” urbano, conduce a fuertes procesos de “denudación tecnológica” por explotación intensiva de los recursos minerales. Un caso particular de minería extensiva con graves implicancias ambientales, lo constituye la denominada “minería de suelos”, destinada a la obtención de materia prima para el ladrillo artesanal y de “tierra negra” para su aplicación en parques y jardines.

Para la elaboración de los ladrillos artesanales, se explotan los mismos suelos productivos que se utilizan en la agricultura. Esta “minería de suelos”, explota de manera intensiva un recurso natural de muy baja tasa de renovación situada en algunos casos en el orden de los 10.000 años. La decapitación de los suelos más productivos ubicados en las áreas periurbanas de las ciudades, ha originado serios conflictos de uso del territorio, y ha conducido al abandono del espacio destinado a la agricultura periurbana por la pérdida de productividad de la tierra, lo que se ha traducido en la configuración de extensas áreas degradadas, caracterizadas por la presencia de anegamientos, lagunas periurbanas, basurales clandestinos, etc.

Del Río et al (2001), informaron que la expansión urbana en el partido de General Pueyrredón, consumió el 13% de la superficie del distrito, lo que representa la ocupación del 18% de los suelos de mayor capacidad de uso disponibles. Señalaron la importancia que la minería de suelos reviste en la degradación del recurso y realizaron propuestas normativas orientadas a su regulación. Müller (2000), propuso la gestión ambiental de la minería de suelos en el partido de General Pueyrredón, integrando la regulación de las prácticas de la actividad con la rehabilitación de las áreas degradadas.

Forte et al. (2004), realizaron una revisión de las actividades urbanas y los conflictos de uso generados en el partido de La Plata, centrandolo en los procesos de denudación del horizonte superior del suelo para su empleo en la actividad ladrillera. Como resultado, reportaron una pérdida equivalente al 69% de los suelos de clases I, II y III originariamente disponibles y un ritmo de degradación de 1,84 m<sup>2</sup> de tierra fértil por habitante y por año. En un estudio más reciente y de mayor detalle, Hurtado et al. (2008) informaron que los suelos de clases I, II y III, los de mayor aptitud para las actividades agrarias y que representan el 60,92% de la superficie del distrito, fueron ocupados por actividades urbanas o degradados por minería de suelos en un 40,63%, sugiriendo la incapacidad de los modelos aplicados para la gestión del territorio para resolver los conflictos de uso.

Además, desde el punto de vista ambiental, la actividad ladrillera genera un alto impacto negativo sobre la calidad del aire, debido a las emisiones gaseosas producidas durante la etapa de calcinación o “quemado”, que poseen importantes efectos directos e indirectos sobre la salud humana.

La actividad, no genera efluentes líquidos de proceso, pero si residuos sólidos inertes constituidos por escombros cerámicos procedentes de productos rechazados por rotura o deficiente calcinación, que se ubican entre el 5% y 15% de la producción total. Este elevado porcentaje de rechazos, que tiene su origen en la baja tecnificación e inadecuadas prácticas, genera un alto impacto negativo en la rentabilidad.

## **Aspectos socio-económicos**

A nivel nacional, la producción de ladrillos artesanales abastece exclusivamente el mercado interno. Como parte de la cadena de valor de la “industria” de la construcción, es una actividad muy sensible a etapas recesivas o de bajo gasto público y privado.

La actividad, ha sido mayoritariamente de tipo familiar e informal, presentando una elevada dispersión de productores. Se caracteriza por la escasa tecnificación y el empleo de mano de obra de baja calificación. La actividad empresarial en los aspectos de gestión, organización y comercialización es prácticamente inexistente. Los propietarios, tienen serias dificultades de acceso al crédito, la modernización y la reconversión tecnológica. De manera frecuente, los trabajadores ladrilleros artesanales, han establecido sus viviendas en el predio de los hornos o en sitios vecinos, en zonas carentes de servicios esenciales básicos tales como agua potable, desagües cloacales, energía eléctrica o luz, con vías de acceso precarias y/o no abastecidas por servicios de transporte público regular. Mayoritariamente informales, los trabajadores del sector han carecido históricamente de acceso a servicios explícitos de cobertura de salud y otros beneficios sociales básicos.

El ingreso a la actividad de mano de obra barata de origen extranjero, tuvo sus efectos en la desaparición del trabajo familiar de los antiguos propietarios de hornos, así como en la disminución del número de asalariados. De manera similar a lo ocurrido en el contexto de la agricultura periurbana, muchos de ellos se han transformado en nuevos productores arrendatarios de hornos, expuestos a la precariedad laboral y sin posibilidad de generar ingresos genuinos que les posibiliten una mínima movilidad social. Muchos propietarios tradicionales empobrecidos, arriendan hoy lo que antes fueron sus medios de producción. Las tareas que entonces compartían el propietario y su familia de origen local, es sostenida en la actualidad por las nuevas familias que ingresaron al circuito, los cuales en general trabajan y viven en la explotación, y pagan con la mercancía (ladrillos) dicho arriendo. Algunos de estos propietarios que se habían tecnificado parcialmente, no pudieron competir con los nuevos agentes, y dejaron de participar de manera directa en la producción, dedicándose a la intermediación, por medio del transporte de ladrillos a corralones, obras, o a su venta a la vera de ruta y caminos, transformándose en intermediarios directos del circuito artesanal.

En este contexto, surgieron “empresarios ladrilleros artesanales” que “participan” de la pequeña empresa, concentran la producción antes diversificada y ocupan mano de obra de baja calificación muchas veces de origen extranjero, sin posibilidades de llevar a cabo reivindicaciones salariales. Esta situación, sitúa a los trabajadores en condiciones de explotación, que queda expresada en bajos salarios, falta de cobertura médica, residencia en viviendas de alta precariedad localizadas en el sitio donde la producción se lleva a cabo, carencia de mínimas condiciones de seguridad e higiene en el trabajo, etc.

A diferencia del “empresario ladrillero” que participa relativamente de la pequeña empresa, el pequeño productor artesanal, realiza la producción sobre la base del trabajo propio, con el objetivo de satisfacer las necesidades de consumo de la unidad familiar, directamente o por medio del intercambio. No responde a una racionalidad capitalista, dado que no visualiza a los medios de producción como capital y el volumen de la producción lo determina para maximizar niveles de consumo y no ganancias.

Los nuevos “empresarios”, no desplazaron la producción de subsistencia, y los ladrilleros artesanales permanecen en la actualidad vinculados a una actividad de baja rentabilidad. Sin embargo y pese a ello, en algunas regiones, el sector ladrillero de pequeña producción permanece y se ha expandido, lo que expresa una evolución en términos de la coexistencia e interacción entre estos sectores informales y las nuevas “empresas” ladrilleras. Los productores artesanales, tienen una alta representatividad

definida por su número, y por su funcionalidad al sistema económico regional en el cual se integran en la mayoría de los casos en términos de subordinación, siendo los proveedores de un ladrillo a bajo costo menor que el costo promedio.

Los sectores ladrilleros “empresariales”, por su parte, tampoco han incorporado niveles significativos de tecnificación, y ocupan mano de obra barata de baja calificación, muchas veces por fuera del mercado de trabajo formal.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivos Generales**

- Minimizar la degradación de los suelos de mayor aptitud para el uso agrario, a partir del empleo de sedimentos fluviales y lacustres en reemplazo parcial y/o total del horizonte superior del perfil del suelo, como materia prima para la elaboración del ladrillo artesanal.
- Minimizar la contaminación del aire, reduciendo las emisiones gaseosas durante la etapa de calcinación.
- Mejorar la gestión técnico-económica de la actividad a través de la tecnificación y la reconversión tecnológica.
- Mejorar los aspectos organizacionales y sociales del sector, a través de la transferencia de conocimientos y la capacitación, contribuyendo a la formalización de la actividad.

### **Objetivos Específicos**

- Ensayar la aplicación de materiales alternativos al suelo fértil en la elaboración de ladrillos artesanales.
- Mejorar la eficiencia de los hornos de campaña intermitentes, minimizando las pérdidas de calor, reduciendo las emisiones gaseosas y optimizando el consumo de energía.
- Diseñar y ensayar a escala de laboratorio y desarrollar a escala de planta piloto, un horno rotativo estático de cámaras múltiples y ciclo discontinuo mediante tecnologías apropiadas y apropiables por parte del sector, que mejore las operaciones de secado, calentamiento, calcinación o quemado, y enfriamiento.
- Ensayar la aplicación de combustibles líquidos y gaseosos en los procesos de secado, calentamiento y calcinación o quemado, que optimicen el uso de la energía y minimicen la contaminación por emisiones gaseosas.
- Realizar programas de transferencia de conocimientos y cursos de capacitación y entrenamiento, orientados a:
  - Incorporar buenas prácticas ambientales dentro de la actividad.
  - Mejorar las condiciones de seguridad e higiene en el trabajo.
  - Incorporar métodos y técnicas apropiadas para el control de la calidad del producto.
  - Identificar y proponer mecanismos de colaboración y asistencia técnica permanente por parte de las Universidades Nacionales con asiento en la zona hacia el sector ladrillero artesanal.
- Identificar y proponer modelos de organización y gestión, orientados a mejorar la rentabilidad de la actividad.
- Evaluar la pre-factibilidad técnica, económica y social de establecer Parques Minero-Ladrilleros locales y/o regionales, mediante la asociación de productores.

### **Objetivo General de la Primera Etapa**

Identificar a nivel preliminar la factibilidad de creación de un proyecto productivo inclusivo en el partido de Chascomús, para mejorar la gestión ambiental, técnico-económica y social del sector ladrillero artesanal, desde el punto de vista de las propiedades tecnológicas de los materiales y los costos relativos de su explotación.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Zona de estudio**

La zona de estudio fue la porción de la región pampeana húmeda ubicada al este del área metropolitana de la provincia de Buenos Aires.

En este primer paso de la investigación, se ha centrado el estudio de los sedimentos colmatantes de cuerpos lénticos ubicados en el partido de Chascomús, por las ventajas comparativas derivadas de la existencia de múltiples lagunas y bañados, y su ubicación a corta distancia de los centros de mayor consumo.

### **Aptitud tecnológica de los materiales alternativos**

Se confeccionó un mapa base con el apoyo de imágenes satelitales y fotos aéreas, en el que se volcaron las unidades geo-topográficas a prospectar, poblaciones, rutas y caminos secundarios, etc. Posteriormente, se realizaron campañas de reconocimiento prospectivo, procediendo a la geo-referenciación de cada sitio. En los diferentes lugares de interés, se efectuaron relevamientos geológicos y muestreos representativos. Seleccionados los principales sitios de interés, se extrajeron muestras a distintas profundidades, que fueron trasladadas al laboratorio perfectamente rotuladas. Las muestras se secaron al aire, fueron finamente trituradas y se realizó el análisis de salinidad, contenido de  $\text{Ca}(\text{CO}_3)$ , distribución del tamaño de partículas y propiedades geotécnicas.

La determinación de las limitaciones por salinidad y contenido de  $\text{Ca}(\text{CO}_3)$ , se llevó a cabo mediante el análisis de la resistencia eléctrica (RE) y reacción al HCl.

El análisis de la distribución del tamaño de partículas, se realizó por tamizado en seco y mediante los métodos gravimétricos y de vía húmeda de Bouyoucus y Kilmer y Alexander.

Las propiedades geotécnicas se determinaron mediante los parámetros de Atterberg, Límite Líquido (LL), Límite Plástico (LP) e Índice Plástico (LP).

La clasificación según distribución del tamaño de partículas, se realizó mediante la utilización del diagrama de Shepard (1954) y las propiedades tecnológicas para su aplicación en cerámica roja estructural, fueron evaluadas siguiendo los criterios propuestos por Winckler (1954) y Fabbri y Dondi (1995).

La clasificación y aptitud de acuerdo con la plasticidad, fueron determinadas según los criterios propuestos por Bain y Highley (1966).

Los cuerpos fluviales o lacustres cuyas muestras presentaron limitaciones por salinidad y contenidos elevados de  $\text{Ca}(\text{OH}_2)$ , fueron excluidos del estudio. Las áreas que no presentaron ninguna de estas limitaciones, fueron preseleccionadas y clasificadas según su potencialidad.

Aquellas áreas donde se constató la existencia de materiales con propiedades tecnológicas aptas para los propósitos del estudio, se agruparon en "unidades regionales" de acuerdo con su localización geográfica, a efectos de facilitar los aspectos técnicos y económicos de su potencial explotación. Dadas las limitantes de recursos materiales y el tiempo de ejecución del proyecto, se analizaron dos unidades regionales con distintas características. Finalmente, se seleccionó una de las dos unidades estudiadas, definiendo sub-unidades con idéntico criterio al empleado para la delimitación de las unidades mayores. Mediante trabajos de campo de mayor detalle, se identificaron los sitios para la extracción de los materiales definitivos que se emplearon en el desarrollo de la investigación, que corresponden a una de las sub-unidades delimitadas.

Con los materiales procedentes de la sub-unidad seleccionada, se diseñaron mezclas experimentales de acuerdo con sus características granulométricas y geotécnicas. Las mezclas fueron designadas como B, C y D. La plasticidad en cada una de ellas, fue corregida mediante la adición de distintos porcentajes de arena normalizada de construcción tamaño  $< 500\mu$ . La composición de las mezclas con plasticidad corregida y su designación ha sido la siguiente; C1 y D1: 90% sedimento +

10% arena; B2, C2, D2: 80% sedimento + 20% arena; C3 y D3: 70% sedimento + 30% arena; C4 y D4: 60% sedimento + 40% arena; C5 y D5: 50% sedimento + 50% arena. A la totalidad de las mezclas experimentales con y sin corrección de plasticidad, se realizaron las mismas determinaciones que a los materiales originarios, procediendo a la clasificación de sus propiedades tecnológicas dependientes de la textura y la plasticidad.

El contenido de humedad para el moldeo de las pastas cerámicas elaboradas con las mezclas experimentales, se determinó mediante una modificación del parámetro de Atterberg conocido como Límite de Adhesividad (LA). Este nuevo parámetro que ha sido denominado Límite de No Adhesividad (LNA), se obtuvo comprimiendo una muestra de suelo en un anillo de consolidación de  $\Phi$  20 mm., enrasándola en su parte superior y extrayéndola luego mediante el empuje de un pistón cilíndrico. El LNA así determinado, se correspondió con el contenido de humedad al cual una muestra puede ser comprimida y extraída del anillo de consolidación sin deformarse ni adherirse a sus paredes. Las pasta cerámicas fueron moldeadas al contenido de humedad del LNA, y se construyeron las curvas de secado crítico, o curvas de Bigot, que permiten representar la evolución de la contracción en función de la pérdida de humedad.

Con las pastas experimentales se elaboraron probetas experimentales a escala de laboratorio que fueron sinterizadas en horno cerámico eléctrico programable a temperaturas máximas de 800 °C, 850 °C, 900 °C y 950 °C durante 8 horas con rampa de 2 °C por minuto. Para la elaboración de las probetas experimentales se seleccionaron las muestras designadas como B2, C4, C5, D4 y D5.

En todas las probetas antes de la calcinación, se determinaron las dimensiones lineales, volumen y peso. Sobre las probetas calcinadas se determinó la variación de dimensiones lineales, volumen y peso.

Las probetas calcinadas, fueron sometidas a ensayos de absorción de agua y resistencia al congelamiento. En la etapa de la investigación que se encuentra en ejecución y cuyos resultados preliminares se presentan, se determinó la resistencia a la compresión simple.

La absorción de agua fue determinada por inmersión de las probetas previamente pesadas a peso constante en agua destilada durante 24 horas. La absorción de agua fue calculada con la expresión:

$$Aa (\%) = ((PHs - Psc) / Psc) \times 100$$

Donde:

Aa = Absorción de agua en %

PHs = Peso de la probeta saturada en agua destilada

Psc = Peso de la probeta seca en estufa

La porosidad aparente se calculó determinando el volumen de las probetas saturadas en balanza hidrostática mediante la expresión:

$$Pa = ((PHs - Psc) / V) \times 100$$

Donde:

Pa = Porosidad aparente

PHs - Psc = Volumen de los poros abiertos

V = Volumen de la probeta

La resistencia al congelamiento se determinó mediante el cálculo de la pérdida de peso de probetas saturadas en agua destilada durante 24 horas y sometidas al congelamiento a - 10 °C durante otras 24 horas. Las probetas fueron sometidas a tres (3) ciclos de congelamiento y descongelamiento. La pérdida de peso fue determinada mediante la expresión:

$$Pp (\%) = ((Pcac - Pcdc) / Pcdc) \times 100$$

Donde:

Pp = Pérdida de peso en %

Pcac = Pérdida de peso antes del congelamiento

Pcdc = Pérdida de peso después del congelamiento

Todas las mediciones se realizaron utilizando calibres digitales de 0,01 mm. de precisión, dinamómetros digitales de 0,1 gr. de sensibilidad, balanza granataria de 0,01 gr. de precisión y balanza analítica de 0,001 gr. de precisión.

De manera preliminar, las probetas prismáticas fueron ensayadas a la compresión simple en prensa hidráulica manual de 20 KN con celda de carga tipo S conectada a dinamómetro digital de sensibilidad 0,1 N.

### **Estimación de recursos disponibles y costos relativos de explotación**

Los recursos disponibles en la sub-unidad analizada, se estimaron utilizando el mapa base donde se volcaron las unidades geo-topográficas, considerando los espesores determinados mediante relevamientos geológicos y muestreos representativos.

El impacto económico del empleo de materiales alternativos al horizonte superficial del suelo, ha sido estimado mediante el cálculo de la incidencia relativa del precio de la materia prima en la estructura de costos del ladrillo artesanal.

Los cálculos se realizaron teniendo en cuenta la modalidad de producción existente en la actualidad.

Los rendimientos de mano de obra fueron transmitidos mediante comunicaciones orales por trabajadores del sector y se contrastaron con referencias reportadas en la literatura.

Los precios de la mano de obra que se aplicaron se obtuvieron de los básicos de convenio vigentes de la Unión Obrera Ladrillera de la República Argentina (UOLRA), e incluyeron un sesenta 60% de incremento en concepto de cargas sociales. Los precios de materias primas e insumos fueron precios de mercado, e incluyeron fletes a distancias compatibles con la actividad.

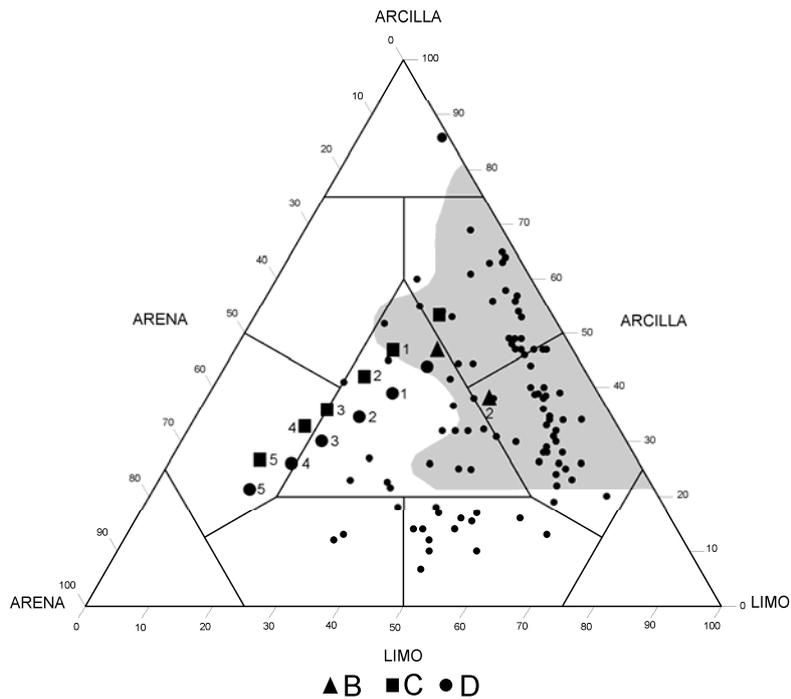
## **RESULTADOS**

### **Aptitud tecnológica de los materiales alternativos**

Los resultados obtenidos, mostraron que de acuerdo con la distribución del tamaño de partículas y considerando las fracciones arena, limo y arcilla, la mayoría de las muestras estudiadas y ploteadas en el diagrama de Shepard (1954), se ubicaron dentro de los campos de aptitud tecnológica para su aplicación en cerámica definidos por Fabbri y Dondi (1995). Las mezclas experimentales elaboradas con los materiales seleccionados con bajos contenidos de  $\text{Ca}(\text{CO}_3)$  y designadas como B, C y D, se ubicaron dentro de los campos de aptitud para su aplicación en cerámica. Las mezclas experimentales designadas como B2, C1, C2, C3, C4, C5, D1, D2, D3, D4 y D5, con plasticidad corregida mediante la adición de arena  $< 500\mu$ , se desplazaron hacia la izquierda, quedando las designadas como C4, C5, D4 y D5 fuera del campo central del diagrama (Figura 1). Sin embargo, ploteadas en el diagrama de Winckler (1954) según los intervalos de tamaño  $> 20\mu$ ,  $20\mu$  a  $2\mu$  y  $< 2\mu$ , todas ellas quedaron comprendidas dentro de los campos de aptitud para la producción de ladrillos verticalmente perforados, tejas y bloques livianos, y ladrillos macizos (Figura 2).

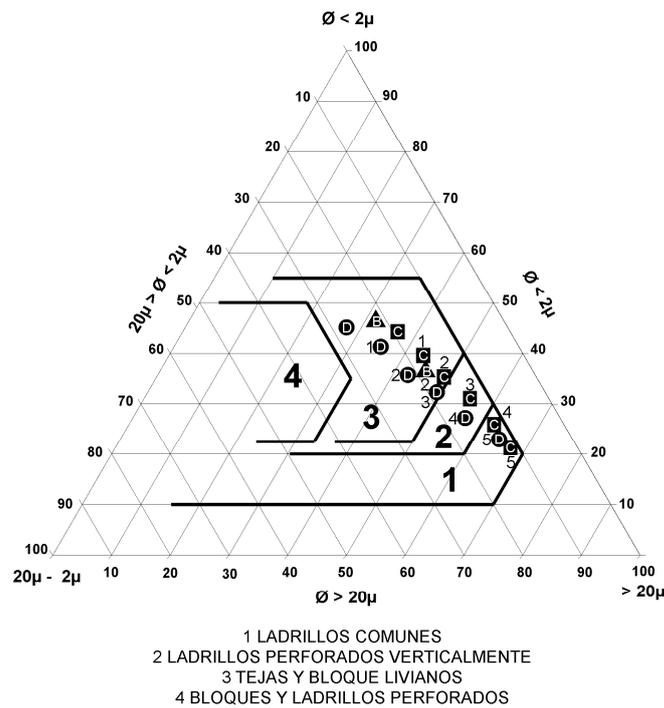
De acuerdo con su plasticidad, analizada mediante los parámetros geotécnicos Límite Líquido, Límite Plástico e Índice Plástico, las muestras con plasticidad corregida, se ubicaron en zonas próximas a los campos favorable y óptimo para la extrusión definidos por Bain y Higley (1966), quedando las mezclas B2, C4, C5, D4 y D5, comprendidas o muy próximas al campo favorable para la extrusión (Figura 3).

Los porcentajes máximos y mínimos de absorción de agua, que se correspondieron con las máximas y mínimas porosidades aparentes, se encontraron en las probetas calcinadas a temperaturas de 800 °C y 950 °C respectivamente.



**FIGURA 1**

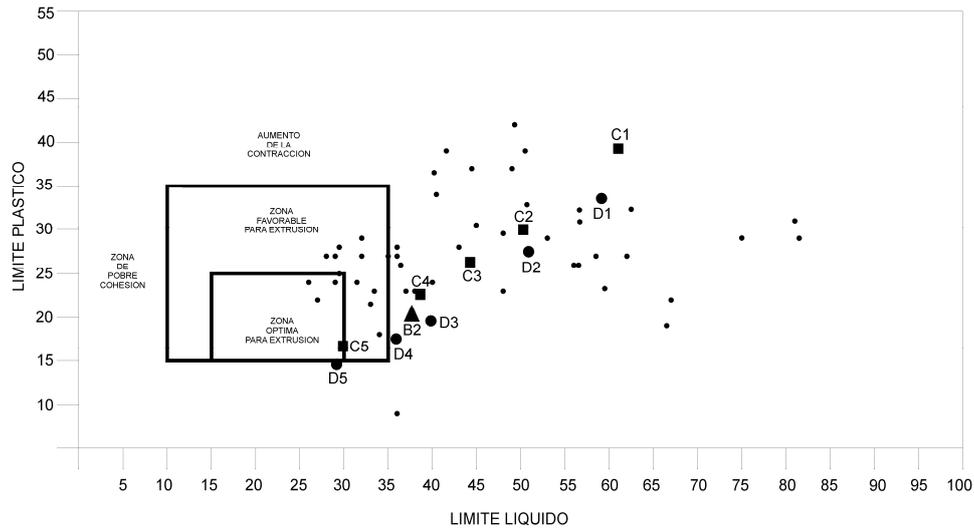
Diagrama de Shepard (1954). Campos de aptitud tecnológica según Fabbri y Dondi (1995)



**FIGURA 2**

Clasificación de las pastas cerámicas para distintas aplicaciones según Winkler (1954)

En todos los casos, la resistencia al congelamiento, expresada como porcentaje de pérdida de peso luego de tres (3) ciclos de congelamiento y descongelamiento, fue muy alta y significativamente inferior al 1%. Los resultados obtenidos, se presentan en la Tabla 1.



**FIGURA 3**  
Diagrama de plasticidad de Bain y Highley (1966)

Los resultados preliminares de las determinaciones de pérdida de peso en la calcinación, variación de volumen, dimensiones lineales y resistencia a la compresión simple, en distintos lotes de especímenes, se expresan a continuación de manera cualitativa. Pérdida de peso en la calcinación: Baja; Variación de volumen y dimensiones lineales: Baja; Resistencia a la compresión simple Alta a Muy Alta ( $\geq 80$  Kg/cm<sup>2</sup> -  $\leq 125$  Kg/cm<sup>2</sup>).

**TABLA 1**

Mezcla	Temperatura calcinación (°C)	Absorción de Agua (%)	Porosidad Efectiva (%)	Resistencia al Congelamiento (% pérdida de peso)
B2	800	14,71	24,38	<1
	850	13,69	22,91	<1
	900	13,51	22,59	<1
	950	13,49	22,45	<1
C4	800	12,88	21,28	<1
	850	12,29	20,64	<1
	900	11,35	19,15	<1
	950	11,27	18,97	<1
C5	800	12,21	20,49	<1
	850	11,99	20,35	<1
	900	11,80	20,04	<1
	950	11,72	19,90	<1
D4	800	15,49	26,12	<1
	850	15,03	25,57	<1
	900	14,93	25,51	<1
	950	14,65	24,98	<1
D5	800	15,31	25,68	<1
	850	14,99	25,18	<1
	900	13,64	23,18	<1
	950	13,35	23,04	<1

Absorción de Agua, Porosidad Aparente y Resistencia al Congelamiento de las mezclas experimentales a diferentes temperaturas de calcinación

## **Recursos disponibles y costos relativos de explotación**

Los recursos disponibles en la sub-unidad analizada, corresponden a un área de aproximadamente 10 km<sup>2</sup> de superficie, ubicados por encima de la cota de + 5,00 m.snm., ocupada por bañados intermitentes sin aptitud para el uso agrario. Se han reconocido dos capas explotables de similares características, ubicadas entre 0,2 m y 1,00 metros de distancia de la superficie topográfica, con un volumen total de 8 x 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup> de materiales con buenas aptitudes tecnológicas para la producción de cerámica roja estructural.

La extracción de los materiales durante los períodos secos, demandaría idénticos costos que las habituales tareas de destape y explotación de los horizontes sub-superficiales del perfil del suelo.

En la sub-unidad analizada, se estudiaron sedimentos colmatantes de bañados intermitentes, que permanecen alternadamente secos o inundados en función de la altura de las precipitaciones. Por lo tanto, los costos de remoción de los fangos, resultan equivalentes a los costos de destape y explotación de los horizontes sub-superficiales del suelo. El análisis de precios, que se realizó manteniendo constantes todas las variables, demostró que no existiría un impacto significativo en el precio de venta del ladrillo.

## **CONCLUSIONES**

Los materiales analizados poseen adecuadas propiedades tecnológicas para su aplicación como materia prima en la producción de cerámica roja estructural.

Los costos de extracción de sedimentos colmatantes de bañados intermitentes, resultan equivalentes a los costos de destape y explotación de los horizontes subsuperficiales del perfil del suelo.

La existencia dentro de la zona de estudio de otras sub-unidades de características similares a las analizadas en el presente estudio, aseguraría la existencia de materias primas para un horizonte de producción de veinte a treinta años.

La zona de estudio posee ventajas comparativas debidas a la existencia de adecuadas vías de acceso y distancias a los centros de mayor consumo compatibles con la actividad.

Todos los resultados justifican la ejecución de trabajos de mayor detalle, incluyendo el estudio del impacto social y ambiental de la reconversión tecnológica, la aplicación de combustibles líquidos y gaseosos en los procesos de secado, calentamiento y calcinación, y la formalización de la actividad.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- 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.
- Del Río, J.L.; Müller, M.; Martínez Arca, J.; Bó, J.; Bernasconi, M.V., (2001). El desarrollo urbano y la minería de suelos en el sudeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina. III Actas de la III Reunión de Geología Ambiental y Ordenación del Territorio y I Reunión de Geología Ambiental y Ordenación del Territorio del Área del MERCOSUR. Mar del Plata. Versión CD.
- Fabbri, B, Dondi, M., 1995. Mineralogical classification of Italian clay raw materials for production of different ceramics. Proc. 5th Neubrandenburger Industriemineralsymp., pp. 45-50.
- Forte, L.M., Hurtado, M. A., Giménez, J. E., Cabral, M. G. y 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 IV Congreso Uruguayo de Geología y II Reunión de Geología Ambiental y Ordenamiento del Territorio. Torre de los Profesionales, Montevideo, Uruguay. Versión CD.

- Hurtado MA, Forte LM y Muntz D. 2008. "Pérdida de Suelos por actividades urbanas directas e indirectas". XXI Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. San Luis, Argentina. Libro de Actas del Congreso. Versión CD.
- Müller, M., (2000). Gestión ambiental de la minería de suelos en el partido de General Pueyrredón. Manejo integral de la actividad ladrillera y minimización de sus consecuencias degradantes del territorio. Tesis de Maestría. Inédito.
- Forte, L M, Hurtado, M A, Críncoli, 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
- Shepard, F.P., 1954. Nomenclature based on sand-silt-clay ratios. J. Sedim. Petrol. 24, 151-158.
- 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.