

## CONVOCATORIA JOVIN 2019/2020

### 1. TÍTULO DEL PROYECTO

Estudio de combustibles alternativos con énfasis en el material óseo. Implicancias para el desarrollo actual de fuentes de energía no convencionales y la comprensión de estructuras de combustión arqueológicas.

### 2. ÁREA SELECCIONADA

Desarrollo socioeconómico territorial y sistema productivo.

### 3. DIRECTOR

Dra. Paula Vitale

### 4. CONFORMACIÓN DEL EQUIPO DE INVESTIGACIÓN

#### a. Conformación interdisciplinaria del grupo de trabajo

Dra. Paula Vitale. Ingeniería Química. INCUAPA-CONICET/FACSO-UNICEN; CIFICEN-FIO UNICEN.

Dr. Nahuel A. Scheifler. Arqueología. INCUAPA-CONICET/FACSO-UNICEN.

Dra. Julia Tasca. Ingeniería Química. CIFICEN-FIO UNICEN.

Lic. Juan Manuel Rodríguez. Arqueología. INCUAPA-CONICET/FACSO-UNICEN.

Ing. Fernanda Laborde. Ingeniería Química. FIO UNICEN.

Lic. Daniela Storchi Lobos. Arqueología. INCUAPA-CONICET/FACSO-UNICEN.

#### b. Antecedentes en relación al Proyecto

*Estructuras de combustión:* El Dr. Scheifler investiga el desarrollo de la tecnología del fuego durante la evolución social y ecológica de la especie humana a través del análisis de fogones y combustibles óseos de sitios arqueológicos. Los Lics. Storchi Lobos y Rodríguez estudian los procesos de formación del registro arqueológico, que incluye las estructuras de combustión.

*Modelado y simulación de procesos:* La Dra. Vitale posee experiencia en modelado estadístico de procesos. Actualmente, trabaja en el estudio de los agentes y procesos de contaminación de la microestructura ósea mediante la realización de ensayos de simulación de diferentes efectos a fin de modelar los mecanismos de degradación, entre ellos la combustión. La Ing. Laborde está desarrollando su tesis doctoral basada en la optimización energética de la síntesis del proceso de producción de biodiesel a partir de aceites vegetales usados.

*Estudio de materiales:* La Dra. Tasca posee experiencia en el desarrollo de materiales inorgánicos con aplicaciones tecnológicas en catálisis ambiental, almacenamiento de energía, pigmentos cerámicos y materiales refractarios, entre otros; mediante el

empleo de diferentes métodos de síntesis por química suave y tradicional en fase sólida y su caracterización por DRX, FTIR, TPR, TGA-DTA, SEM, TEM y BET.

### C. Participación de otros miembros colaboradores

Eugenia Sadobe. Alumna avanzada de Ingeniería Química. FIO - UNICEN  
Juan Cruz Grave. Alumno intermedio Ingeniería Química. FIO - UNICEN  
Emiliano Gresson. Alumno intermedio Arqueología. FACSO-UNICEN  
Jazmín Paonessa. Alumna inicial de Arqueología. FACSO-UNICEN  
Dra. Pamela B. Ramos. Ingeniería Química. CIFICEN-FIO UNICEN.  
Dr. Pablo G. Messineo. Arqueología. INCUAPA-CONICET/FACSO-UNICEN.  
Juan M. Capuano. Analista de Sistemas. INCUAPA-CONICET/FACSO-UNICEN.  
Ing. Ma. Marcela Bax. Ingeniera Química. INCUAPA-CONICET/FACSO-UNICEN-  
Inés Maya. Responsable del Museo Histórico Regional de Trenque Lauquen.  
Guillermo Lerchundi. Integrante de la Agrupación Ecológica Corazones de Barro.  
Juan Pérez. Integrante de la Cooperativa de Cartoneros Viento en Contra.

## 5. RESUMEN DEL PROYECTO

Este proyecto es una propuesta interdisciplinaria de investigación aplicada cuyos objetivos principales son investigar cómo funcionaron las estructuras de combustión arqueológicas prehispánicas (generadas hace *ca.* 3000 años atrás) e identificar el potencial socioeconómico de los materiales combustibles no convencionales como el hueso. El presente proyecto incluye dos líneas de análisis estrechamente vinculadas. Por un lado, se realizarán estudios actualísticos (experimentos) para reconocer los procesos de formación de las estructuras de combustión. Esta línea establecerá criterios que permitan identificar las temperaturas alcanzadas en estas estructuras al utilizar diferentes recursos combustibles, como por ejemplo el material óseo. Se pretende generar parámetros de identificación de las condiciones alcanzadas (temperatura, duración de la combustión, circulación de aire, etc.) a través de replicación de combustiones controladas en el laboratorio, identificando coloración (colorimetría), cristalinidad y formas químicas (FTIR-DRX), aspectos morfológicos característicos (microscopía), entre otros. La otra línea de análisis comprende el estudio de las estructuras de combustión arqueológicas, que incluye el reconocimiento de la morfología, dimensiones, recursos combustibles utilizados y material base del soporte. Posteriormente, se integrarán ambas líneas de análisis mediante la medición de los parámetros identificados en los estudios experimentales, sobre los fogones arqueológicos. Asimismo, la aplicación de métodos de modelado y simulación permitirá reconstruir el funcionamiento de los fogones domésticos en los asentamientos humanos del pasado y su vinculación con el entorno sistémico. Por su parte, la información obtenida permitirá considerar a los recursos combustibles utilizados por las comunidades indígenas de la región pampeana como fuentes de energía alternativa sustentable en la actualidad. Las inferencias establecidas serán validadas a través de la reconstrucción de fogones actuales, lo que permitirá ajustar los modelos realizados. Se espera una proyección del uso de los conocimientos generados para el beneficio de las entidades locales sin fines de lucro en función de la divulgación de la historia milenaria de la provincia de Buenos Aires y la aplicación de conocimientos técnicos logrados para el desarrollo de productos combustibles alternativos (biomasa de origen vegetal y animal), económicos y ecológicos.

Las instituciones vinculadas a este proyecto son el Museo Histórico Regional de Trenque Lauquen, la Cooperativa de Cartoneros Viento en Contra y la Agrupación Ecológica Corazones de Barro.

## 6. PLAN DE TRABAJO

### a. Objetivo general o marco de referencia

El objetivo general es investigar y modelar estructuras de combustión arqueológicas para obtener conocimiento sobre la organización de los grupos humanos en torno a las mismas y determinar la factibilidad del uso de materiales alternativos a la madera, en este caso el hueso, para la generación de energías no convencionales y económicas. El trabajo se centrará en la determinación de parámetros característicos (evidencias morfológicas, vientos predominantes, propiedades termodinámicas de diferentes materiales) hallados en los fogones arqueológicos que representan diferentes condiciones de combustión (temperaturas alcanzadas en el interior y en los alrededores de la estructura, mecanismos de convección, radiación y conducción). Para la calibración de estos parámetros se realizarán experimentos en el laboratorio sobre huesos de animales actuales a diferentes temperaturas de combustión en forma controlada. Con los patrones obtenidos se podrán recrear mediante modelado las condiciones operativas de las estructuras de combustión halladas en el sitio arqueológico Huencú Nazar (partido de Trenque Lauquen, provincia de Buenos Aires) y recrear cómo grupos indígenas usaron el espacio en torno a los fogones. La información generada permitirá revalorizar el uso de materiales sustitutos como fuentes de energía alternativa para su uso doméstico: energía calorífica, cocción y curado de alimentos e iluminación.

### b. Objetivos específicos

**Objetivo específico 1:** Relevar datos acerca de las estructuras (formas, dimensiones, temperaturas, etc.) y la composición de los fogones (especies y tipos de huesos, otros combustibles presentes, etc.) del sitio arqueológico Huencú Nazar y su matriz soporte (sedimentos/suelos), en coordinación con el Museo Histórico Regional de Trenque Lauquen.

**Objetivo específico 2:** Generar parámetros de detección de diferentes condiciones alcanzadas (temperatura, circulación de aire, entre otros) a través de replicación de combustiones controladas en laboratorio, identificando coloración (colorimetría en estado sólido), cristalinidad, estructuras químicas (FTIR-DRX) y aspectos morfológicos característicos (microscopía).

**Objetivo específico 3:** Elaborar un modelo espacial de las condiciones de combustión detectadas en los fogones arqueológicos con el fin de simular su funcionamiento y las condiciones del entorno alrededor del fogón.

**Objetivo específico 4:** Validar experimentalmente y en escala real el modelo obtenido, mediante la medición de variables (temperatura, luminosidad tiempo de duración de la

combustión, etc.) en un fogón construido con materiales actuales (huesos de animales frescos y recursos leñosos de especies nativas) y combustionado en condiciones conocidas (velocidad y dirección del viento, temperatura y humedad).

**Objetivo específico 5:** Analizar las propiedades termodinámicas (mediante TGA) y las propiedades combustibles de materiales hallados en las estructuras de combustión arqueológicas (hueso), evaluando su aplicación en la actualidad para la construcción de biomasa vegetal/animal para la generación de energía calórica ecológica, económica y de calidad.

**Objetivo específico 6:** Elaborar muestras de material compuesto para combustión (briquetas), en coordinación con Agrupación Ecológica Corazones de Barro y la Cooperativa de Cartoneros Viento en Contra.

### c. Justificación del área seleccionada

El desarrollo de la tecnología del fuego ha significado transformaciones profundas en la evolución socioeconómica y productiva de la especie humana. El manejo del fuego permitió crear microambientes donde la luz y temperatura fueran controladas generando espacios domésticos seguros hacia donde transportar los alimentos para compartirlos y consumirlos (Rolland 2004; Twomey 2014; Blasco *et al.* 2016). A su vez, la utilización del fuego para la cocción de los alimentos tuvo consecuencias nutricionales de largo alcance al facilitar la digestión de las comidas, ampliar el rango de recursos consumibles e incrementar el tiempo de conservación y retorno energético (Carmody *et al.* 2011; Groopman *et al.* 2015). Actualmente, el desarrollo de energías alternativas a las convencionalmente utilizadas es un problema central para el desarrollo futuro de la humanidad, en el marco del agotamiento de las fuentes de combustibles fósiles y en los grados elevados de contaminación que producen estas energías (Quaschnig 2005). En este marco, el estudio de los recursos combustibles utilizados por poblaciones humanas en el pasado permitirá, a través de la transferencia del conocimiento al ámbito social y productivo, revalorizar la historia milenaria de nuestra región y desarrollar materiales combustibles alternativos, ecológicos, con bajo costo y de fácil acceso.

### d. Principales contribuciones a la temática

Diferentes tipos de materiales fueron -y son- utilizados como combustible durante el proceso de evolución humana: leña, carbón vegetal, bosta y huesos (Rolland 2004). En el caso específico del hueso, si bien no es un buen material para iniciar el fuego, las máximas temperaturas alcanzadas con este combustible (800–900°C) son similares a la combustión de madera (Théry-Parisot 2002). Asimismo, la combustión del hueso se caracteriza por la producción de llamas elevadas lo que favorece la transferencia de calor por convección y radiación, y permite que sea utilizado para funciones de iluminación del entorno, secado y/o curado de los alimentos (Pérez de Micou 1991; Théry-Parisot 2002).

Recientemente, se ha comenzado a investigar el sitio arqueológico Huencú Nazar (Trenque Lauquen, Buenos Aires), el cual fue ocupado hace 3000 años AP (Scheifler 2019). Este sitio posee características excepcionales debido a la presencia de 22 fogones; cuatro de ellos se encuentran en el laboratorio. El estudio de uno de ellos muestra la concentración de huesos de guanaco (*Lama guanicoe*) con alto contenido de grasa trabecular (vértebras y epífisis de huesos largos), debido a que éstas favorecen los procesos de combustión con relación a otros tipos de huesos que poseen una mayor proporción de tejido compacto y composición mineral, como por ejemplo, las diáfisis de los huesos largos (Théry-Parisot 2002).

Si bien existen numerosos estudios que analizan detalladamente las estructuras de combustión arqueológicas (March *et al.* 2012) así como los cambios morfológicos y estructurales de huesos combustionados (Shipman *et al.* 1984; Boschin *et al.* 2005), aún no se reportan trabajos de modelado y simulación de fogones. La metodología de elementos finitos ofrece una herramienta numérica de resolución de problemas de mecánica de sólidos y fluidos. Permite realizar cálculos para resolver gran cantidad de problemas brindando soluciones aproximadas mediante el uso de ecuaciones diferenciales parciales. Estas metodologías han sido utilizadas en la ingeniería para evaluar la resistencia de materiales frente a cargas de peso o de temperatura (Sabsabi 2010; Salazar *et al.* 2012), comprender mediante simulaciones el funcionamiento de motores en diferentes condiciones (Gonzales Guiraldo 2015) y diseñar hornos considerando condiciones de trabajo críticas (Awida *et al.* 2008), entre otros. Para el caso de los fogones esta metodología permitirá reconstruir con detalle las condiciones de funcionamiento.

La energía de la biomasa es aquella producida a partir de la materia orgánica renovable de origen vegetal y animal, debido a que las emisiones de dióxido de carbono generadas durante el aprovechamiento energético de la misma son equivalentes al dióxido de carbono previamente obtenido de la atmósfera para su generación. Se han reportado estudios sobre diferentes combinaciones de residuos biomásicos que incluyen paja cereal, sarmientos de vid, ramas y cortezas de árboles, cascaras de frutos secos, aserrín/viruta, yerba, hojas secas, papel y grasa vacuna, utilizados para la obtención de calor o electricidad (Martina *et al.* 2018, Romero Salvador 2010) sin embargo no se reportan estudios sobre adición de materiales óseos con este fin.

#### e. Formación de recursos humanos

El proyecto permitirá mejorar las capacidades de investigación en las instituciones y apunta, principalmente, a la formación de recursos humanos especializados en las distintas líneas de evidencia que se desarrollarán. En este sentido, se incluye dentro del Grupo Colaborador a dos estudiantes de Ingeniería Química (Facultad de Ingeniería, UNICEN, uno de ellos con más del 50% de la carrera aprobada) y a dos de Arqueología (Facultad de Ciencias Sociales, UNICEN). Estos estudiantes trabajaran activamente en las diversas líneas de trabajo dentro del proyecto como, por ejemplo, la excavación de los fogones, en análisis

de los huesos y diseño de materiales compuestos para la generación de combustibles sólidos alternativos. A partir de estas tareas los estudiantes adquirirán experiencia y entrenamiento en los métodos y técnicas empleados en ambas disciplinas y desarrollaran estos temas como proyectos de investigación para sus tesis de licenciatura y/o proyecto final de carrera.

#### **f. Actividades, cronogramas y metodología**

##### **Actividades y metodología**

Las actividades descritas a continuación se corresponden con los objetivos específicos detallados (numerados igual) más arriba:

- 1)**
  - a.** Excavación de un fogón arqueológico. Mapeo tridimensional y determinación de los materiales que conforman la estructura de combustión. Realización de imágenes para la construcción 3D. Toma de muestras de sedimentos en diversos sectores del fogón para realizar análisis texturales y químicos (pH, M.O. y carbonatos) que permitan caracterizar la matriz de las estructuras de combustión.
  - b.** Limpieza y catalogación de los materiales. Aquellos materiales que presenten fracturas serán consolidados, remontados y pegados con acetato de polivinilo (PVA).
  - c.** Análisis de las modificaciones óseas en los especímenes recuperados de las estructuras de combustión para identificar aquellas producidas por acción humana (fracturas antrópicas, huellas de corte, alteración térmica, etc.) y las generadas por agentes naturales (meteorización, abrasión por sedimentos, depositación de óxidos y carbonatos, etc.).
  
- 2)**
  - a.** Generar mediante el proceso de combustión de huesos de guanaco actuales a temperatura controlada una escala de colores en función de la temperatura alcanzada. Las experiencias se realizarán sobre piezas óseas con estructuras diferentes (vértebras, diáfisis de huesos largos, etc.) cada 50°C entre 0 y 1000 °C.
  - b.** Identificar estructuras químicas características y cristalografías diferentes en los huesos y sedimentos en función de la temperatura de combustión mediante técnica FTIR y DRX.
  - c.** Identificar mediante técnicas de microscopía cambios característicos en la estructura de los huesos en función de la temperatura.
  
- 3)**
  - a.** Identificar perfiles de temperatura mediante la utilización de los parámetros analizados en el punto 2. Determinar la localización de los huesos dentro del fogón para inferir las temperaturas en los distintos sectores de la estructura.
  - b.** Relevar información característica sobre clima, vientos y geomorfología de la región donde se encuentra el sitio arqueológico de manera tal que permita recrear las condiciones ambientales para la realización del modelo.
  - c.** Construir un modelado matemático espacial del fogón arqueológico a fin de simular su funcionamiento y las condiciones del entorno.

- 4) Realizar una reproducción del modelo obtenido del fogón arqueológico en escala real utilizando materiales actuales (huesos de animales y leña) y combustionado en condiciones controladas.
- 5)
  - a. Obtener mediante análisis TGA las capacidades caloríficas de los huesos de animales actuales disponibles localmente: pollo, vaca, oveja, etc.
  - b. Mezclar en diferentes proporciones hueso y otros materiales residuales de bajo costo para identificar la composición óptima del material compuesto para la construcción de briquetas.
  - c. Establecer la factibilidad técnica-económica de aplicación en la actualidad de esos materiales en la construcción de sustitutos sustentables para generación de energía calórica.
- 6) Elaborar muestras de material compuesto para combustión (briquetas con la composición óptima). Entregar a las Instituciones vinculadas la formulación obtenida de las briquetas y muestras para que puedan elaborar un producto óptimo y distribuir las entre los posibles beneficiarios en un plazo estimado que podría exceder el tiempo de ejecución del presente proyecto.
- A) *Etapas de revisión bibliográfica.* Se corresponde con una actualización de la misma. Comparación con resultados propios obtenidos anteriormente y con los expuestos en la bibliografía de referencia.
- B) *Etapas de discusión de resultados parciales.* De manera permanente el grupo responsable realizará reuniones con el fin de coordinar las actividades y realizar un seguimiento colectivo del logro de los diferentes objetivos.
- C) *Presentación de resultados parciales/finales.* Se contempla la presentación de los avances al finalizar el segundo semestre de ejecución del proyecto en las jornadas ad hoc organizadas por la SECAT y la presentación de los resultados finales al cierre del proyecto.



## Cronograma de actividades

El presente cronograma de las actividades propuestas está dividido en trimestres. En la siguiente tabla se detallan las actividades a realizar:

Actividades	1° Trimestre	2° Trimestre	3° Trimestre	4° Trimestre
1	X	X	X	
2	X	X		
3		X	X	
4			X	X
5		X	X	X
6				X
A	X	X	X	X
B	X	X	X	X
C		X		X

Si bien este es el cronograma de actividades propuesto, como en toda investigación, está sujeto a modificaciones debidas a los resultados parciales que se vayan obteniendo durante el desarrollo del mismo y a sugerencias de la Institución vinculante. Además, se realizará una etapa de revisión bibliográfica paralelamente al desarrollo del proyecto para contrastar y discutir los avances del mismo con las referencias actualizadas.

### g. Resultados esperados

El presente proyecto espera desarrollar un modelo representativo del funcionamiento de fogones arqueológicos que permita reconstruir con un alto grado de detalle los escenarios de vida de los pueblos originarios que habitaron la región pampeana. Además, permitirá revalorizar prácticas ancestrales sobre la utilización ecológica del ambiente y determinar la utilidad de materiales energéticos alternativos renovables, económicos y de fácil acceso. Los conocimientos generados se transferirán a la comunidad a través de muestras en el Museo Histórico Regional de Trenque Lauquen, charlas y conferencias, publicaciones en revistas científicas y reuniones científico-técnicas. La articulación entre dos Facultades de la UNICEN permitirá generar conocimiento interdisciplinario e enriquecer las capacidades analíticas de los investigadores y afianzar las relaciones interinstitucionales. En este marco, se lograra formar nuevos recursos humanos iniciando a estudiantes en actividades de investigación. La integración de la información obtenida y su aplicación al desarrollo de materiales energéticos alternativos en conjunto con la Cooperativa de Cartoneros Viento en Contra y la Agrupación Ecológica Corazones de Barro aportara a la materialización de la visión de estas instituciones



sin fines de lucro. La obtención de una fórmula óptima para elaborar briquetas permitirá contribuir al mejoramiento de las condiciones socioeconómicas locales.

## 7. FACILIDADES DISPONIBLES Y/O FORMAS DE ACCESO.

El plan de trabajo propuesto se desarrollará en dos Institutos: Instituto de Materiales (INMAT) e Instituto de Investigaciones Arqueológicas y Paleontológicas del Cuaternario Pampeano (INCUAPA-CONICET). Se cuenta con laboratorios de investigación, salas de equipos, oficinas para investigadores y salas de lupas estereoscópicas. Los laboratorios están provistos de los servicios esenciales (gas, agua corriente, electricidad, campanas extractoras, elementos de seguridad, etc.). Se posee acceso a internet y a bibliotecas especializadas. Se cuenta con los elementos y medidas de seguridad necesarios para el trabajo propuesto. Se dispone de los materiales, herramientas y equipamiento para desarrollar las metodologías propuestas. Asimismo, el INCUAPA-CONICET posee una colección osteológica y tafonómica de referencia de animales nativos de la región pampeana necesaria para llevar a cabo los análisis de los huesos recuperados de las estructuras de combustión. Por su parte, los huesos de guanaco para la realización de las experimentaciones procederán de la muestra generada por el Dr. C. Kaufmann, que está integrada por 150 individuos procedentes de una población de la provincia de Río Negro (Kaufmann 2009). Los huesos de animales actuales serán obtenidos de los residuos generados en los hogares de los integrantes de los grupos responsable y colaborador, comedor estudiantil del campus de la UNICEN en Olavarría y carnicerías locales. Desde el año 2011 se encuentra en vigencia un “Convenio de Cooperación entre la Facultad de Ciencias Sociales (FACSO-UNICEN) y la Municipalidad de Trenque Lauquen” (Ordenanza Nº3629/10) para su asistencia científica en el área de arqueología al Museo Histórico Regional de Trenque Lauquen. El Museo cuenta con una Sala de Prehistoria en la que se diagramara una muestra denominada la Tecnología del Fuego en las Sociedades Indígenas de Trenque Lauquen.

La Cooperativa Viento en Contra dignifica el trabajo de los cartoneros de Olavarría a través de la organización en la recolección de residuos sólidos urbanos, potenciando el desarrollo socioeconómico de los trabajadores excluidos y generando alternativas para el cuidado ambiental. Uno de los objetivos de la Cooperativa Viento en Contra es generar productos con valor agregado a través de la utilización de materiales reciclados. De este modo, la Cooperativa aportará por un lado materiales para el desarrollo de briquetas (*e.g.*, cartón de segunda) y, en paralelo, conocimiento de los cartoneros sobre el potencial de otros materiales para la optimización de este producto.

La Agrupación Corazones de Barro promueve el cuidado del ambiente y la biodiversidad, las técnicas de bioconstrucción, energías renovables y económicamente accesibles, y la soberanía alimentaria mediante la producción agroecológica de alimentos. Esta agrupación cuenta con una máquina briqueteadora, la cual será facilitada para el desarrollo de briquetas de biomasa experimentales.

**Equipos Disponibles:** Balanza de precisión; muflas y estufas; lavador ultrasónico. Cromatógrafo líquido: con detectores UV y de fluorescencia y columnas de fase reversa y normal. Se dispone de equipo de espectroscopia infrarroja FTIR, espectrómetro de rayos X, y un microscopio electrónico de barrido (SEM), con detector EDS. Agitadores magnéticos con control de temperatura. Lupas estereoscópicas, briqueteadora. Además, se tiene acceso al equipamiento del Departamento de Física de la Materia Condensada (CAC-CNEA).

## 8. PRESUPUESTO

	Rubro	2019	2020	Total
Gastos de capital (equipamiento)	Equipamiento (1)	\$ 30.000,00	\$ 0,00	\$ 30.000,00
	Licencias (2)	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
	Bibliografía (3)	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
	<b>Total</b>	<b>\$ 30.000,00</b>	<b>\$ 0,00</b>	<b>\$ 30.000,00</b>
Gastos corrientes (funcionamiento)	Bienes de consumo	\$ 2.500,00	\$ 2.500,00	\$ 5.000,00
	Viajes y viáticos (4)	\$ 5.000,00	\$ 5.000,00	\$ 10.000,00
	Difusión y/o protección de resultados (5)	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
	Servicios de terceros (6)	\$ 5.000,00	\$ 0,00	\$ 5.000,00
	Otros gastos (7)	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
	<b>Total</b>	<b>\$ 12.500,00</b>	<b>\$ 7.500,00</b>	<b>\$ 20.000,00</b>

### Gastos de Capital

Durante el primer año se comprará un colorímetro digital que permitirá establecer la escala de color en forma objetiva de los diferentes materiales combustionados.

### Gastos Corrientes

Los gastos corrientes se encuentran divididos entre los primeros trimestres en 2019 y los trimestres siguientes del 2020, dependiendo de las actividades a realizar:

- 2019: Se consideran gastos de combustible/Pasajes (viáticos) y de insumos (bienes de consumo) para un viaje al sitio Huencu Nazar (Trenque Lauquen). También se contempla el costo de realizar dos o tres mediciones de TGA sobre materiales a utilizar como combustibles (servicios de terceros).
- 2020: Se contemplan gastos de Combustible /Pasajes e insumos necesarios para la reproducción del modelo obtenido del fogón arqueológico en escala real y para la construcción de Briquetas de muestra. También se tiene en cuenta el traslado e insumos para la presentación de resultados en el Museo Histórico Regional de Trenque Lauquen.

## 9. BIBLIOGRAFÍA.

- Awida M. H., Shah N., Warren B., Ripley E. y Fathy A. E. 2008. Modeling of an Industrial Microwave Furnace for Metal Casting Applications. *IEEE MTT-S International Microwave Symposium digest*.
- Blasco, R., J. Rosell, A. Gopher, P. Sañudo y R. Barkai. 2016. What Happens Around a Fire: Faunal Processing Sequences and Spatial Distribution at Qesem Cave (300 ka), Israel. *Quaternary International* 398: 190–209.
- Boschin F., Zanolli C., Bernardini F., Princivalle F. y Tuniz C. 2015. A Look from the Inside: MicroCT Analysis of Burned Bones. *Ethnobiology Letters* 6(2):258-266.
- Carmody, R. N., G. S. Weintraub y R. W. Wrangham. 2011. Energetic Consequences of Thermal and Nonthermal Food Processing. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 108 (48): 19199-19203.
- Gonzales Guiraldo O. E. 2015. *Modelado termodinámico y estructural de un motor de combustión interna alternativo*. Proyecto final de Carrera. Ingeniería electromecánica. Universidad Tecnológica de Pereira. Colombia.

- Groopman, E. E., R. N. Carmody y Wrangham. 2015. Cooking Increases Net Energy Gain from a Lipid-Rich Food. *American Journal of Physical Anthropology* 156: 11-18.
- Kaufmann, C. A. 2009. Metodologías para la construcción de perfiles de mortalidad y determinación de la estacionalidad en restos óseos de guanacos (*Lama guanicoe*). Su aplicación a sitios arqueológicos de la región. Sociedad Argentina de Antropología, Buenos Aires. Pampeana. Sociedad Argentina de Antropología, Buenos Aires.
- March, R. J., A. Lucquin, D. Joly, J. C. Ferreri y M. Muhieddine. 2014. Processes of formation and alteration of archaeological fire structures: complexity viewed in the light of experimental approaches. *Journal of Archaeological Method and Theory* 21 (1): 1–45.
- Martina, P. E., M. R. Aeberhard, S. Borchichi, S. Arias, J. J. Corace, A. L. Azuaga. 2018. Caracterización energética de briquetas fabricadas con diferentes mezclas de biomasa residual. *Acta de la XLI Reunión de Trabajo de la Asociación Argentina de Energías Renovables y Medio Ambiente*, Vol. 6, pp. 06.53-06.62.
- Rolland, N. 2004. Was the Emergence of Home Bases and Domestic Fire a Punctuated Event? A Review of the Middle Pleistocene Record in Eurasia. *Asian Perspectives* 43 (2): 248-280.
- Pérez de Micou, C. 1991. Fuegos, fogones y señales. Una aproximación etnoarqueológica a las estructuras de combustión en el Chubut medio. *Arqueología* 1: 125-150.
- Quaschnig, V. 2005. *Understanding Renewable Energy Systems*. Sterling, VA., London.
- Sabsabi M. 2010. *Modelado de grieta y estimación de vida en Fretting Fatiga mediante el Método de los Elementos Finitos Extendido X-FEM*. Tesis doctoral. Universitat Politècnica de València.
- Salazar F., Onate E. y Moran R. 2012. Modelación numérica de deslizamientos de ladera en embalses mediante el Método de Partículas y Elementos Finitos (PFEM) *Rev. int. métodos numer. calc. diseño ing.* 28(2):112-123.
- Salvador, A. R. Aprovechamiento de la biomasa como fuente de energía alternativa a los combustibles fósiles. Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Vol. 104, Nº. 2, pp 331-345, 2010. XII Programa de Promoción de la Cultura Científica y Tecnológica.
- Scheifler, N.A., 2019. *Ecología y Subsistencia de los Cazadores-Recolectores en el Campo de Dunas del Centro Pampeano*. Colección de Tesis Doctorales, Sociedad Argentina de Antropología, Buenos Aires.
- Shipman P., Fosterb G. y Schoeninger M., 1984. Burnt Bones and Teeth: an Experimental Study of Color, Morphology, Crystal Structure and Shrinkage. *Journal of Archaeological Science* 11: 307-325.
- Théry-Parisot, I. 2002. Fuel management (bone and wood) during the Lower Aurignacian in the Pataud Rock Shelter (Lower Palaeolithic, Les Eyzies-de-Tayac, Dordogne, France). Contribution of experimentation. *Journal of Archaeological Science* 29: 1415-1421.
- Twomey, T. M. 2014. How Domesticating Fire Facilitated the Evolution of Human Cooperation. *Biology & Philosophy* 29 (1): 89-99.