



## RESIDUOS Y SUBPRODUCTOS. OPORTUNIDAD DE NEGOCIO. EJEMPLO EN LA EXTRACCIÓN DEL ACEITE DE OLIVA EN ANDALUCÍA (ESPAÑA)

FRANCISCO ANTONIO CORPAS IGLESIAS  
CARMEN MARTÍNEZ GARCÍA  
TERESA COTES PALOMINO  
FRANCISCO JAVIER IGLESIAS GODINO  
E.P.S DE LINARES  
facorpas@ujaen.es  
Universidad de Jaén

### RESUMEN

En este trabajo se resumen los resultados más importantes obtenidos en el trabajo de investigación que se han obtenido por parte del grupo de investigación TEP 222 de ingeniería de materiales y minera de la E.P.S de Linares (Universidad de Jaén), con el objetivo de conocer la viabilidad de reducir la conductividad térmica del material cerámico utilizando residuos procedentes de la extracción del aceite de oliva. La adición del residuo de fabricación del aceite de oliva a los materiales de arcilla cocida proporcionaría al producto un valor añadido en sus propiedades tecnológicas y en sus costes de producción, además de resolver un problema medioambiental.

**Palabras claves:** materiales cerámicos, residuos, valorización, sostenibilidad.

### 1. INTRODUCCIÓN

La producción de aceituna para obtención de aceite de oliva se concentra esencialmente en los países de la cuenca mediterránea. El proceso de extracción del aceite en almazara genera gran cantidad de subproductos y residuos (orujos y alpechines) que exigen una gestión específica con objetivos de minimización, valorización o atenuación de su potencial impacto ambiental negativo. [1]

La importancia socioeconómica del sector olivarero se aprecia considerando que en la Unión Europea existe, aproximadamente 2.000.000 de empresas olivareras, que la producción de aceite de oliva de la U.E. representa

el 80% de la producción mundial y que se generan 750.000 empleos a tiempo completo. [1]

El sector del aceite de la industria española es uno de los mayores productores y exportadores de aceite de oliva y particularmente en la provincia de Jaén, (que produce el 50% del total nacional y un 20% del total mundial), donde el olivar es de suma importancia.

La tecnología disponible hoy en día para la extracción de aceite de oliva de la pasta de aceituna ofrece una gran variedad de equipos y sistemas. Hasta hace pocos años, todas las almazaras de aceite de oliva hacían uso de un sistema tradicional de extracción mediante presión. En la actualidad, los sistemas continuos, tanto de dos como de tres



fases, separan el aceite de la pasta de aceituna haciendo uso de la fuerza centrífuga, que separa las diferentes fases en base a sus diferentes densidades.

El sistema continuo de tres fases produce, además del aceite, dos residuos: el orujo como fase sólida y el alpechín como líquida. El residuo sólido constituye la materia prima de la industria orujera que, por acción de un disolvente químico, obtiene como producto final el aceite de orujo y un subproducto, el orujillo, que se aprovecha como pienso o combustible.

Al residuo líquido se le añade el agua de lavado de la aceituna y el agua del proceso de extracción, obteniéndose un efluente denominado alpechín. El sistema continuo de tres fases genera en torno a 1,25 litros de alpechín por cada Kg. de aceituna, siendo un líquido que posee un elevado poder contaminante: importante carga orgánica, DQO, pH ácido, elevada conductividad eléctrica y un alto contenido en polifenoles. La depuración del alpechín por los métodos convencionales es difícil y costosa debido al contenido de polifenoles. [2]

El alpeorujo o residuo de obtención del aceite de oliva aún contiene una proporción de aceite que puede extraerse mediante doble centrifugación y/o extracción con disolventes, obteniéndose aceite de orujo de oliva y orujillo utilizado como combustible. El tratamiento de aguas y procesos de purificación han sido generalizados en todo el mundo, especialmente en los países con mayor escasez de recursos hídricos. La depuración de efluentes líquidos es una parte esencial de la gestión ambiental en cualquier industria. El tratamiento de las aguas residuales del proceso de extracción de orujo

genera una gran cantidad de residuos en forma de lodos.

En los sistemas de dos fases, que ya se han implantado en el 90% de las almazaras españolas. En España, la mayor parte de estos lodos son utilizados en agricultura como fertilizantes, ya que se considera el destino más adecuado para este tipo de subproductos. Sin embargo, el uso de los lodos en aplicación agrícola tiene riesgos de contaminación del medio ambiente, especialmente del suelo. Las dosis de aplicación deben fijarse en base a las características agronómicas, a la acumulación permitida de metales en los suelos y a las exigencias en nutrientes de los cultivos.

Actualmente se están considerando otras alternativas para la disposición final de estos residuos. Una solución ambientalmente correcta es la utilización de los lodos como adsorbente de valor añadido para la eliminación de contaminantes [3] o su incorporación como materiales de construcción. Su empleo en construcción incluye su empleo en la fabricación de ladrillos [4-8], áridos ligeros [9, 10], y en cemento [10-15]. La utilización de desechos industriales en los materiales de construcción es muy deseable para el desarrollo sostenible de la economía y la sociedad.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS.

Las materias primas utilizadas en este estudio son arcillas, que provienen de la industria cerámica de la ciudad de Bailén en la provincia de Jaén (España), subproductos de la industria del olivar en Jaén (España), así como el agua de la red de abastecimiento general.



Las acciones llevadas a cabo son:

1. secado de materias primas: arcilla y residuos en un horno de 24 h a 105° C.
2. caracterización de materias primas y subproductos mediante técnicas de análisis térmico y fluorescencia de rayos x. Tabla 1, Tabla 2
3. consolidación de materiales
4. sinterización de los materiales desarrollados en el horno durante 1 h a 900, 950 y 1000 °C.
5. Estudio de las propiedades de los productos y la caracterización microestructural de los productos obtenidos. Figura nº3.

**2.1.2. Tablas y figuras:**

**Tabla 1. Composición química de la arcilla cocida y de las cenizas de lodos de aceite de extracción de aceite de orujo.**

**Tabla 2. Contenido en material orgánica, análisis CNHS y potencia calorífica superior (PCS) de los materiales**

Figura 1. Tg de las aguas de lavado.

Tabla 1.

(%)	Si O <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Ca O	Mg O	Mn O	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	Ti O <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SO <sub>3</sub>	Ni O	Zr O <sub>2</sub>	LO I
A. 1	47.1	12.5	6.5	13.5	2.1	0.05	0.3	3.6	0.8	0.1	1.6	0.0	0.0	10.6
A. L	35.8	11.3	8.7	20.9	3.9	0.04	3.1	3.0	0.5	5.5	5.8	0.0	0.0	82.7

Tabla 2.

Muestra	Materia orgánica (%)	%C	%H	%N	%S	PCS (KJ/Kg)
Arcilla	3.50	2.30	0.50	0.05	0.03	-
Agua de lavado	59.40	28.70	4.60	4.35	0.83	2798

Figura 1. Tg del efluente líquido

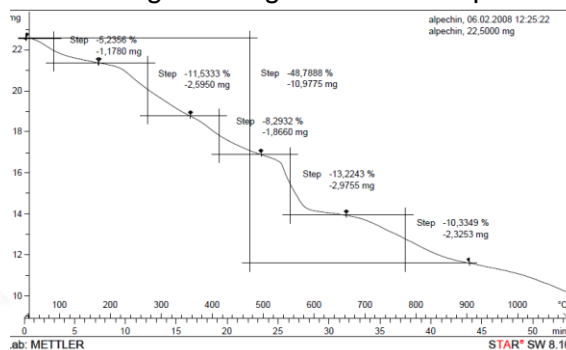


Figura 2. DSC del efluente líquido

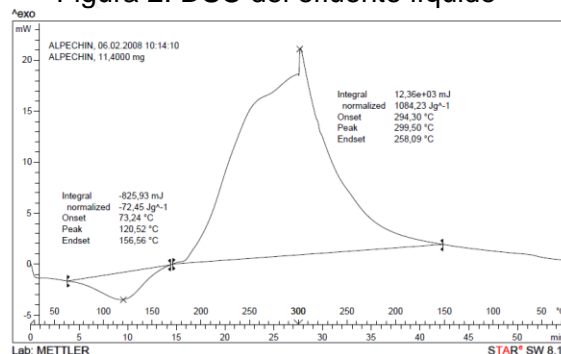
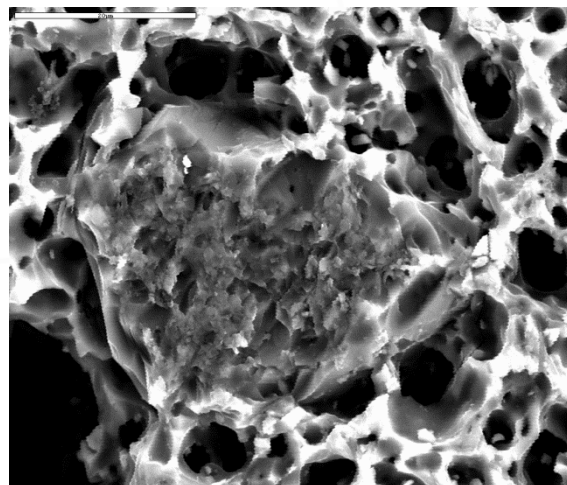


Figura 3. Microscopia SEM del material cerámico





### 3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El estudio ha demostrado la viabilidad de utilizar como agente formador de poros los lodos procedentes de la industria de extracción de aceite de orujo de oliva como sustituto parcial de arcilla en la fabricación de ladrillos.

El residuo contiene altas concentraciones de materia orgánica. La cantidad de residuo (0-30 % en peso) tiene un impacto importante en la calidad del ladrillo. De acuerdo con los ensayos tecnológicos la incorporación de hasta un 10 % en peso de residuo da lugar a ladrillos con similares propiedades mecánicas.

No obstante, los ladrillos cumplen la normativa UNE. El uso del residuo como materia prima secundaria en la fabricación de ladrillos implica un ahorro de materias primas y energía en el proceso de cocción debido a su alta potencia calorífica. Además, puede ayudar a mejorar el ciclo de vida de los productos cerámicos, reduciendo así el impacto ambiental generado durante su fabricación, proponiendo soluciones sostenibles.

### REFERENCIAS

- [1] A. García-Ortiz, L. Frías. "El empleo de Alpechín y Orujos húmedos". Junta de Andalucía. Conserjería de Agricultura y Pesca. Comunicación I+D Agroalimentaria 18/95. Sevilla. 1995.
- [2] A. Roig, M.L. Cayuela, M.A. Sánchez-Monedero. "An overview on olive mill wastes and their valorisation methods". Waste Management 26, 960-969. 2006.
- [3] R. Borja, F. Raposo, B. Rincón. "Treatment technologies of liquid and solid wastes from twophaseolive oil mills". Grasas y aceites 57 (1), 32-46. 2006.
- [4] L. Martínez-Nieto, S. Rodríguez, J. A. Giménez, J. L. Lozano, A. Cobo, J. Ortega, G. Hodaifa. "Efluentes de la industria del aceite de oliva: Contribución al estudio de la composición y tratamiento de las aguas de lavado de aceituna y de lavado de aceite". En pp. 73-102 de Aguas de lavado de aceituna y aceite: procesos de tratamiento. Ed. Infaoliva. Córdoba. 2004.
- [5] J. Vilar, M. M. Velasco, R. Puentes. "El Olivar Tradicional Giennense. Estrategias de futuro para el posible contexto de ausencia de ayudas". Fundación Caja Rural de Jaén. 2009.
- [6] J. Vilar. "Incidencia del modo de Explotación del Olivo sobre la Renta Neta del Productor". GEA Westfalia Separator Iberica, S. A. Jaén. 2009.
- [7] A. Fernández. "Compostaje de Alperujo como Técnica de Revalorización. Efectos de la Aplicación de Compost en el Olivar. Resultados Experimentales". IFAPA. Centro Venta del Llano. Mengíbar (Jaén). Jornada Ecoinnovación: Factor de Diferenciación en el sector del Aceite de Oliva. 2009.
- [8] A. Ravaglioli, C. Fiori, B. Fabbri. "Materie prime ceramiche. Argille, materiali non argillosi e sottoprodotti industriali". Faenza Editrice S.P.A. Faenza. 1989.
- [9] L. Sánchez-Muñoz, J. B. Carda Castelló. "Materiales residuales". En pp. 159-160 de Materias primas y aditivos cerámicos. Ed. Faenza Editrice Iberica, S.L. Castellón. 2002.
- [10] M. Romero, J.M. Rincón. "Procesos de vitrificación/cristalización controlada aplicados al reciclado de



- residuos inorgánicos industriales”, Bol. Soc. Esp. Ceram. Vidrio 39 (1), 155-163. 2000.
- [10] González-Corrochano, B., Alonso-Azcárate, J., Rodas, M., 2012. Chemical partitioning in lightweight aggregates manufactured from washing aggregate sludge, fly ash and used motor oil. Journal of Environmental Management. 109, 43-53.  
doi:10.1016/j.jenvman.2012.05.007.
- [11] Vegas, I., Gaitero, J.J., Urreta, J., García, R., Frías; M., 2014. Aging and durability of ternary cements containing fly ash and activated paper sludge. Construction and Building Materials. 52, 253-260.  
doi:10.1016/j.conbuildmat.2013.10.070.
- [12] Husillos Rodríguez, N., Martínez-Ramírez, S., Blanco-Varela, M.T., Donatello, S., Guillem, M., Puig, J., Fos, C., Larrotcha, E., Flores, J., 2013. The effect of using thermally dried sewage sludge as an alternative fuel on Portland cement clinker production Journal of Cleaner Production. 52, 94-102.  
doi:10.1016/j.jclepro.2013.02.026
- [13] Li, Y., Wang, H., Zhang, J., Wang, J., Ouyang, L., 2012. The Industrial Practice of Co-Processing Sewage Sludge in Cement Kiln. Procedia Environmental Sciences. 16, 628-632.  
doi:10.1016/j.proenv.2012.10.086.
- [14] Yen, C.-L., Tseng, D.-H., Lin, T.-T., 2011. Characterization of eco-cement paste produced from waste sludges. Chemosphere. 84, 220-226.  
doi: 10.1016/j.chemosphere.2011.04.050
- [15] Husillos Rodríguez, N., Martínez-Ramírez, S., Blanco Varela, M.T., Guillem, M., Puig, J., Larrotcha, E., Flores, J., 2010. Re-use of drinking water treatment plant (DWTP) sludge: Characterization and technological behaviour of cementmortars with atomized sludge additions. Cement and Concrete Research. 40, 778-786.