

Información Tecnológica

Elaboración integral de las aceitunas con autogeneración de electricidad, comparada con el sistema actual de obtención del aceite de oliva virgen

Por A. Ortega Jurado*, J. M. Palomar Carnicero y F. Cruz Peragón

Universidad de Jaén, Escuela Politécnica Superior, Departamento de Ingeniería Mecánica y Minera.
Avda. de Madrid, 35. Edificio 50, 23071 Jaén, E-mail: aortega@ujaen.es

RESUMEN

Elaboración integral de las aceitunas con autogeneración de electricidad, comparada con el sistema actual de obtención del aceite de oliva virgen.

Se pretende plantear una solución de futuro para el proceso de elaboración de las aceitunas y obtención del aceite de oliva virgen, donde se generaría la energía eléctrica consumida en la propia planta, así como en las demás fases de elaboración completa de los subproductos, como el secado de los orujos y la extracción del aceite residual contenido en los mismos. Para esto se dimensiona un equipo gasificador del hueso, separado en el proceso de obtención indicado, con el que se abastece de energía térmica a un motor de gas que acciona un generador eléctrico, que abastece todas las necesidades de la planta integral, más el excedente de energía térmica del hueso y del orujillo resultante, generando una energía con posibilidad de venta a la red de distribución eléctrica de la zona.

PALABRAS-CLAVE: : Aceite de oliva - Aceituna - Autogeneración - Electricidad - Gasificación.

SUMMARY

Integral olive kernel elaboration with electricity generation, compared with actual system of obtaining olive virgin oil.

A future solution for treatment of the olive and obtaining olive virgin oil is presented. The energy demands for which are supplied by a generation system, that also feeds other phases of manufacture of by-products, such as "orujos" drying or extraction of the residual oil contained in them. For this purpose gasifier equipment is needed, whose major fuel is plain olive stone, although "orujos" with 20% humidity could also be used. This system produces a gas which is introduced in a combustion engine connected to a generator, harnessing the electricity created to supply the plant itself. The thermal energy surplus serves to generate and sell electrical energy to distribution grid.

KEY-WORDS: Autogeneration - Electricity - Gasification - Olive oil - Olive.

1. INTRODUCCIÓN

Proponemos con este estudio una introducción a los sistemas actuales de elaboración de las aceitunas, para la obtención del aceite de oliva virgen, a la

vez que propugnamos la modificación y complementación de dicha forma actual de trabajo, encaminada a la obtención de un mayor rendimiento económico global de la operación.

2. ANTECEDENTES Y OBJETO DEL ESTUDIO

En la actualidad el proceso de elaboración del aceite de oliva virgen se hace mediante el sistema de centrifugación de pastas de aceituna molida, con consumo eléctrico procedente de la red de distribución de una compañía de explotación del sector eléctrico, en tanto que el consumo de energía térmica precisa se obtiene de la combustión directa de una parte del hueso de orujo obtenido, o de orujillo procedente de las extractoras de la comarca, en una caldera de calefacción. La única finalidad de la caldera es la producción del agua caliente sanitaria y de calefacción para las fases de fabricación y para calentamiento de las dependencias que precisan este servicio.

Como objeto de este estudio destaca la utilización de uno o varios equipos de gasificación de combustible, con la doble finalidad de obtener la energía térmica necesaria para el proceso y, como consecuencia de la misma, obtener una cantidad de energía eléctrica adicional, que abastezca las propias necesidades y, si se desea, poder exportar el excedente de electricidad producido.

3. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ACTUAL DE TRABAJO EN LA ALMAZARA

3.1. Detalles del proceso de elaboración de las aceitunas

Para la elaboración del aceite virgen de oliva se parte de las aceitunas, recolectadas en su mejor grado de maduración, lo que se viene realizando en las almazaras mediante molido de las aceitunas y posterior preparación por termo batido, seguido, por regla casi general en la actualidad, del proceso de decantación centrífuga en continuo de las pastas de

aceituna así preparadas. También es casi regla general que se realice la operación de separación centrífuga de las fases de la pasta molida mediante el conocido sistema de 2 fases, el que ha sido impuesto por las cuestiones medioambientales planteadas por las aguas residuales, o alpechines, que se derivaban del sistema de centrifugación de 3 Fases. (Ortega, 2001 a). En la Figura 1 se detallan todas las fases de la obtención del aceite de oliva virgen.

Como es sabido, los orujos procedentes de los sistemas de centrifugación en 2 fases tienen mayores grados de humedad, comprendida entre 60 y 70 %, que los orujos procedentes del sistema antiguo de centrifugación de 3 fases, cuya humedad oscila entre 42 y 55 %. Con tan altos contenidos en humedad, se viene realizando el proceso de separación de parte del hueso contenido en dichos orujos, (Ortega, 2001 e), para destinarlo a los consumos propios como combustible en las calderas de calefacción y agua caliente, precisas dentro de las propias almazaras. Con dicha opción se posibilita a la almazara para que no dependa del suministro de combustible desde el exterior, cuando en ella se está generando un subproducto, que luego acabará empleándose como tal, por lo que dicha práctica se ha extendido, sobre todo, a aquellas almazaras de tamaño medio y alto, en las que los consumos de combustible son de cierta consideración y las inversiones son más viables. Con dichas instalaciones, se posibilita también la opción de poder vender los excedentes de hueso que se ha separado a otras almazaras de menor tamaño, o a otras industrias próximas, en las que se precisa de este tipo de combustible, con lo que se puede rentabilizar dicha operación complementándola con las citadas ventas.

Esta fase operativa de la separación de parte del hueso del orujo de aceituna en húmedo, se suele hacer a continuación de la salida de los orujos de los decantadores centrífugos de 2 fases detrás de la 1ª centrifugación, aunque luego los orujos salidos de esta separación se sometan a una 2ª centrifugación, o repaso de los orujos, la que es recomendable hacer en 3 fases, porque de éste modo se separaría una cantidad de líquidos que abaratarían la operación de secado posterior. El hueso, así separado, se suele enviar a una pila de almacenamiento, en espera de que sea utilizado posteriormente, mientras que el resto de la pasta de orujo se suele vender a los secaderos o extractoras por disolventes de los aceites residuales de orujo de la comarca.

3.2. Detalles del proceso de elaboración de los residuos de las aceitunas

Los residuos de las aceitunas, que han sido sometidas al proceso de extracción física del aceite de oliva virgen, a la salida de la almazara son conducidos directamente a uno o varios secaderos térmicos,

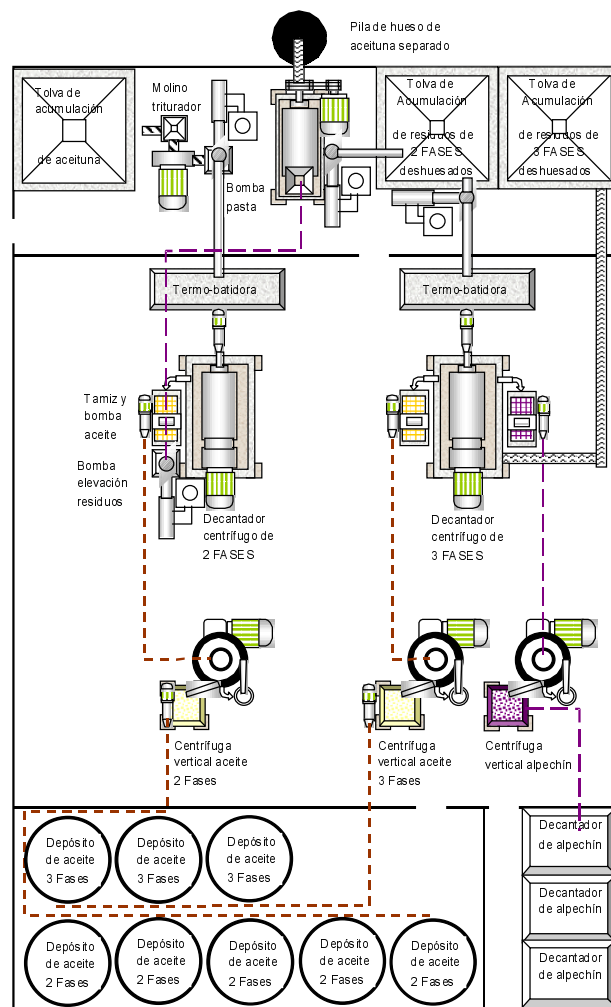


Figura 1
Esquema de almazara con decantadores de 2 y 3 fases y separación de hueso.

propios o externos, en los que, por la acción del calor aportado por los gases de la combustión de un combustible, generalmente orujillo o hueso de aceituna, en un horno apropiado, pierden parte de la humedad con que salen de la almazara. (Ortega 2001 c). Estos orujos, debidamente secados, son conducidos a un proceso de preparación, previa a la fase de extracción con disolventes de los aceites residuales que aún contienen (Ortega 1978 a), la que suele consistir en la separación de la pulpa grasa y del hueso seco (Ortega 1978 b) y una posterior granulación de la pulpa (Ortega 1978 c), con lo que se consigue una mayor concentración de aceite en el producto a extraer, a la vez que un aumento de capacidad de las instalaciones existentes en cada industria (Ortega 2001 d), recogiendo en la Figura 2 todo el proceso descrito.

Esto se fundamenta en que el hueso seco y separado de la pulpa no contiene casi ningún aceite re-

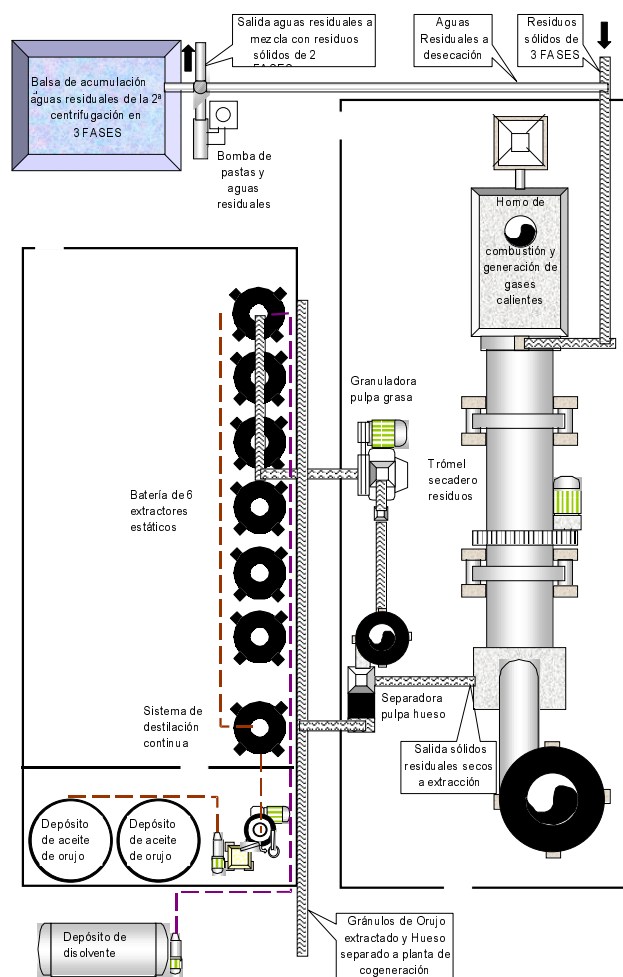


Figura 2

Secado, preparación de orujos y extracción con disolvente.

sidual (0.1 a 0.6 %), por lo que no es necesaria, ni rentable a veces, su extracción con disolvente, pudiendo desviarse de la extracción citada, con lo que sólo queda la pulpa grasa y granulada para ser sometida a la extracción, aumentando así mismo la cantidad de grasa extraída, debido al remolido adicional que supone el proceso de granulación mediante matrices y rodillos prensores. Una vez la pulpa así preparada es sometida al proceso de extracción con disolvente, en el que mediante varios lavados con dicho disolvente, éste arrastra los aceites y deja los orujillos con un contenido en aceite residual muy bajo, del orden del 0.3 a 0.6 %. (Ortega 2001 b).

3.3. Diagrama de producción con desglose de parámetros económicos

El esquema clásico de una almazara, dotada con dos procesos de centrifugación de pastas de aceituna

na y dotada con esta fase de separación de parte del hueso, se representa en la Figura 1, ya indicada. En la citada Figura 2 se indican las operaciones posteriores a que se suelen someter dichos orujos cuando se reciben en los secaderos y extractoras de aceites de orujo. (Ortega 2001 b, c). Otra posibilidad, que está en vías de estudio, es la de deshuesado total de las aceitunas, antes de la operación de molido de las mismas, con lo que se obtiene, por un lado, todo el hueso del fruto y por otro, solamente la pulpa de la aceituna con todo el aceite de la pulpa exclusivamente y todas las aguas de vegetación de dicha pulpa. De cualquier modo, se trata de obtener una cantidad de hueso que se aprovechará para el abastecimiento térmico en la propia almazara.

3.4. Datos de partida para los estudios siguientes

En los estudios y cálculos que se siguen se emplearán los datos de molturación de una almazara media que no es la más grande, ni la más pequeña de las que se encuentran en el territorio nacional, por lo que cabe indicar que los valores obtenidos son significativos, pero podrían ser más interesantes en la media en que se hagan para almazaras de mayor tamaño, de las que existen bastantes en la zona de Jaén, Córdoba, Málaga y Sevilla, principalmente. La producción que se ha escogido para los cálculos es la de 10.000 t para el dimensionado de todos los equipos y suministros energéticos. Los precios utilizados son precios medios de mercado en campañas de producción media-alta, lo que no es fijo ni estable, pudiendo variar bastante de unos años a otros, pero los costos proporcionales no van a sufrir muchas oscilaciones, siendo válidos los resultados obtenidos y relevantes las diferencias que se quieren resaltar.

4. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AUTOGENERADOR ELÉCTRICO EN LA ALMAZARA

4.1. Detalles productivos del sistema modificado

En el sistema modificado se aprecian unas diferencias sustanciosas, ya que se obtiene un combustible (Gas Pobre) revalorizando un subproducto, en un aparato gasificador del hueso, que se ha separado previamente de las pastas de aceituna, antes de ser sometidas al segundo proceso de extracción del aceite residual contenido en los orujos que salen del primer centrifugado. La producción de esta planta es idéntica a la anterior o actualmente en uso, de manera que los resultados técnicos y económicos sean comparativos en todo momento. Por lo demás, ambas instalaciones son muy similares en cuanto a las fases de recepción y limpieza de la aceituna, así

como en la de preparación de las pastas de aceituna molida y en su centrifugación para la obtención del aceite virgen de oliva, diferenciándose en cuanto a la instalación de la caldera de calefacción y en cuanto a la fuente de suministro de la energía eléctrica.

4.2. Diagrama de producción del sistema modificado y parámetros técnicos

Para estas aplicaciones, parece ser que el sistema gasificador más adecuado es el denominado de lecho móvil en corrientes paralelas, o downdraft (García, 2000; Tabarés, 1994), debido principalmente a su simplicidad para la pequeña escala de potencias considerada, además de ser muy interesante para el uso de motores de combustión interna que aprovechen los gases obtenidos. Actualmente existen algunos proyectos en demostración, y estudios de prestaciones de estos sistemas, sobre todo con residuos de la poda del olivar (Tinaut, 2000; IDAE, 2001), con posibilidades de generación eléctrica de entre 0,8 y 0,9 kWh/e por cada kilogramo de residuo utilizado, si bien éstos precisan de equipos auxiliares de adecuación del subproducto al gasificador, sobre todo por sus dimensiones (astillado, triturado, secado, etc.).

El sistema propuesto aprovecha los residuos del proceso de obtención de aceite de oliva, ya sea el orujo parcialmente seco o hueso. La caracterización físico-química (análisis inmediato, elemental, granulometría, etc.) de estos subproductos se puede encontrar en diversas fuentes (IDAE, 2001), si bien es más preciso un análisis particular de los realmente utilizados. Con el gas pobre producido por el gasificador, que posee un poder calorífico aceptable, se alimenta un motor térmico, de encendido por chispa, el que acciona un generador eléctrico (Planta de potencia), y que produce la energía eléctrica que es necesaria para la planta de almazara y para los procesos subsiguientes de secado de los orujos y de la extracción con disolventes de los aceites residuales en los orujos secos. Además, los calores residuales del motor (Circuito de refrigeración de camisas y gases de escape), sirven para calentar el agua de los circuitos de calefacción y agua caliente de la almazara, autoproduciendo las necesidades térmicas de la planta (Cogeneración).

En la Figura 3 se muestra un detalle de la almazara con el sistema modificado, donde se aprecia la ubicación de los equipos de gasificación y de generación de energía eléctrica y en la que ha desaparecido la caldera clásica de calefacción y agua caliente sanitaria.

4.3. Estudio económico global comparativo del sistema actual y del modificado

El sistema de almazara actual toma la energía eléctrica de la red de una compañía suministradora,

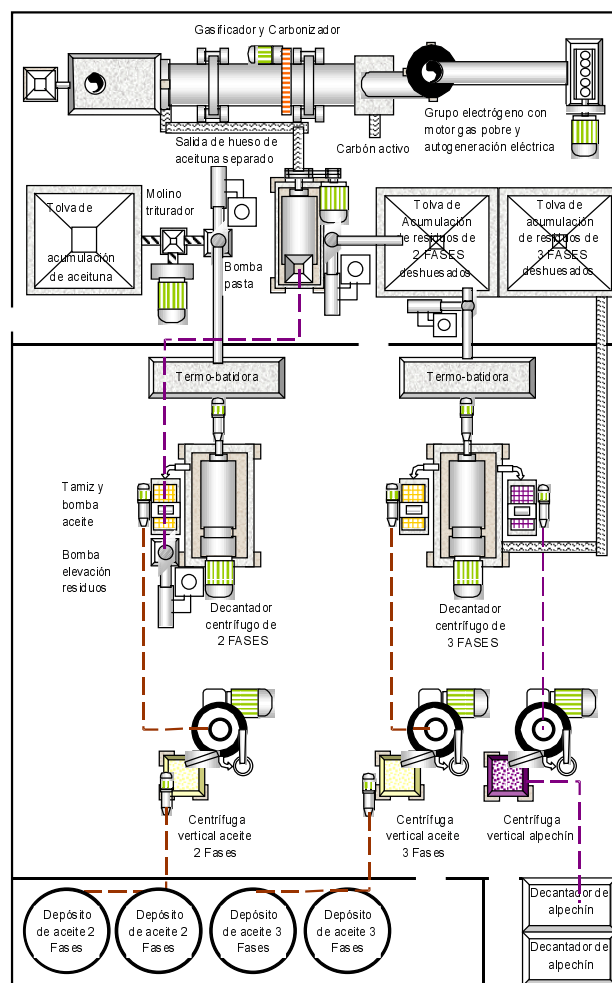


Figura 3
Esquema de almazara con decantadores de 2 y 3 fases y gasificación.

a la que paga el precio establecido de la energía consumida, en tanto que el hueso separado de las aceitunas o el orujillo extraído de la extractora de aceites residuales, debe ser comercializado fuera de la industria, a unos precios muy bajos y con oscilaciones de mercado considerables. Por el contrario, el modelo propuesto de almazara incluye la novedad de que todo el hueso separado de las pastas de aceituna y el orujillo obtenido del proceso de extracción con disolventes de los aceites residuales, es consumido dentro de la industria (autoconsumo) en los procesos de atemperado de pastas de aceituna, en el secado de los orujos y en la extracción de los aceites residuales de los orujos secos, así como en la generación de toda la electricidad consumida dentro del complejo industrial (autogeneración), almazara, secaderos y extractora.

Pero como aún existe un excedente de combustible residual, en lugar de tener que venderlo a precios

fluctuantes de mercado, se venderá en forma de energía eléctrica (cogeneración) a la compañía de distribución eléctrica de la zona, a precios fijos establecidos por el Gobierno. (Real Decreto 2818/1998 de 23 Diciembre 1998, BOE 30 Diciembre, sobre Producción de Energía Eléctrica por Instalaciones Abastecidas por Recursos y Fuentes de Energía Renovables, Residuos y Cogeneración. Se tratará de ver si los costos de la implantación de los equipos precisos para llevar a cabo dichos proyectos son soportables por la entidad y cual es la rentabilidad de la inversión y su periodo de rescate. En una palabra, se trata de demostrar la rentabilidad de la inversión en este tipo de industrias.

4.3.1. Cuadro comparativo del sistema actual y del modificado

En la Figura 4 se hace una exposición paralela esquemática de los dos sistemas estudiados, en la que apreciamos las diferencias indicadas entre ambos modelos de trabajo en la almazara.

Con el Sistema Moderno, propuesto como Sistema de Futuro, se podrá conseguir una reducción de costos por el concepto de energía, tanto eléctrica como térmica, ya que la utilización del Gasificador y la Planta de Potencia van a proporcionar la energía suficiente a la almazara, a los secadores de orujo y la extractora de aceite de orujo, habiendo en todo caso un excedente energético del total que tiene el orujo de las aceitunas tratadas en el proceso integral para su elaboración. En los apartados siguientes, no sólo se exponen los procesos de elaboración integrales de ambos sistemas, sino que se hace una evaluación económica comparativa de los resultados de uno y otro sistema.

4.3.2. Estudio económico comparativo del sistema actual

En la Figura 5 se hace una exposición gráfica del "proceso actual de almazara clásica", en la que se hace una exposición paralela de los balances energéticos y sus costos en términos económicos, en el además puede apreciarse una comparación final del balance económico del sistema de producción que se ha empleado.

4.3.3. Estudio económico comparativo del sistema moderno con autogeneración eléctrica

En la Figura 6 se hace una exposición gráfica del proceso de una Almazara Moderna, la que estará dotada con Autogeneración de energía eléctrica, en la que se hace una exposición paralela de todos los balances energéticos y con sus costos en términos económicos, en el que además puede apreciarse

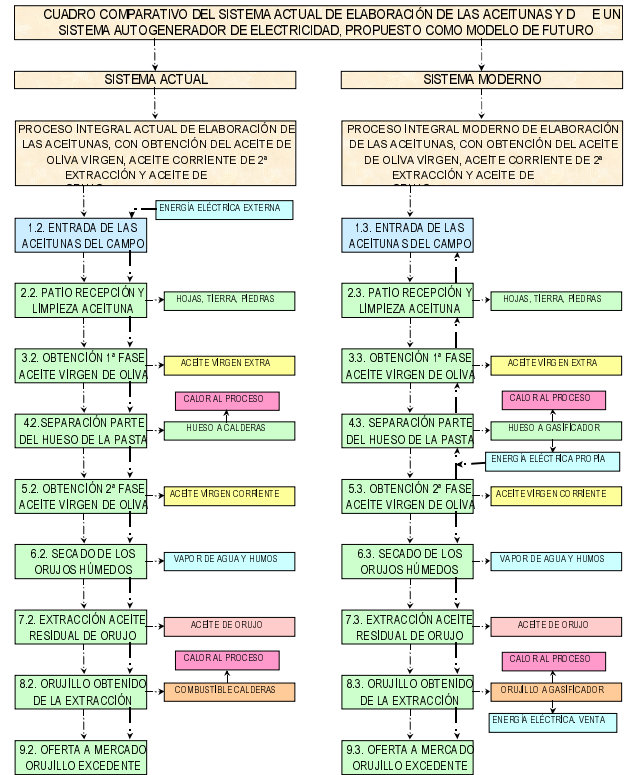


Figura 4 Cuadro comparativo del sistema actual y el autogenerador eléctrico.

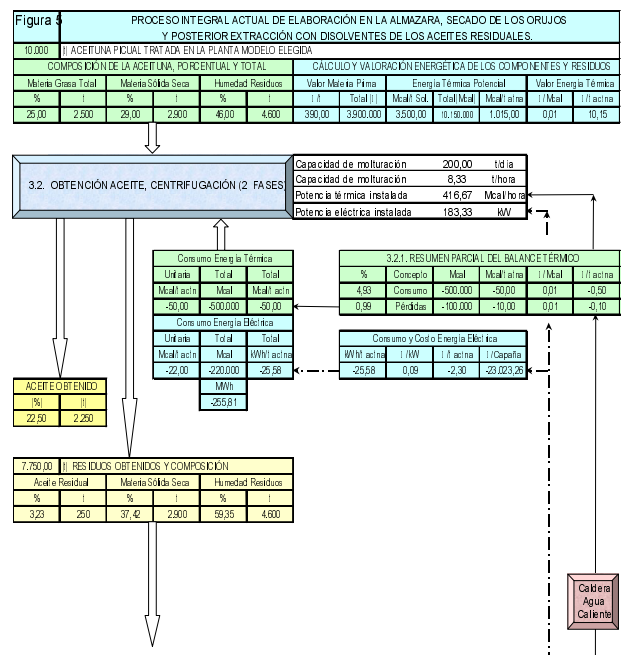


Figura 5 Proceso integral actual de elaboración en la almazara, secado de orujos y posterior extracción con disolvente de los aceites residuales.

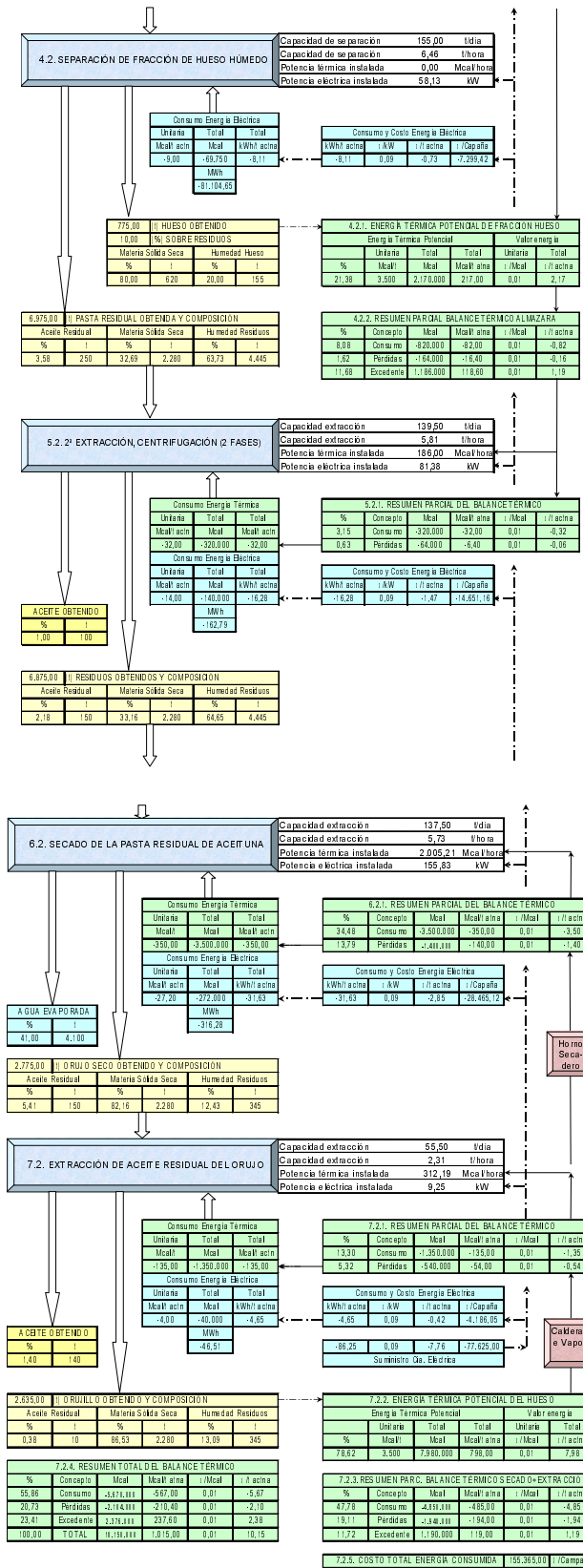


Figura 5b

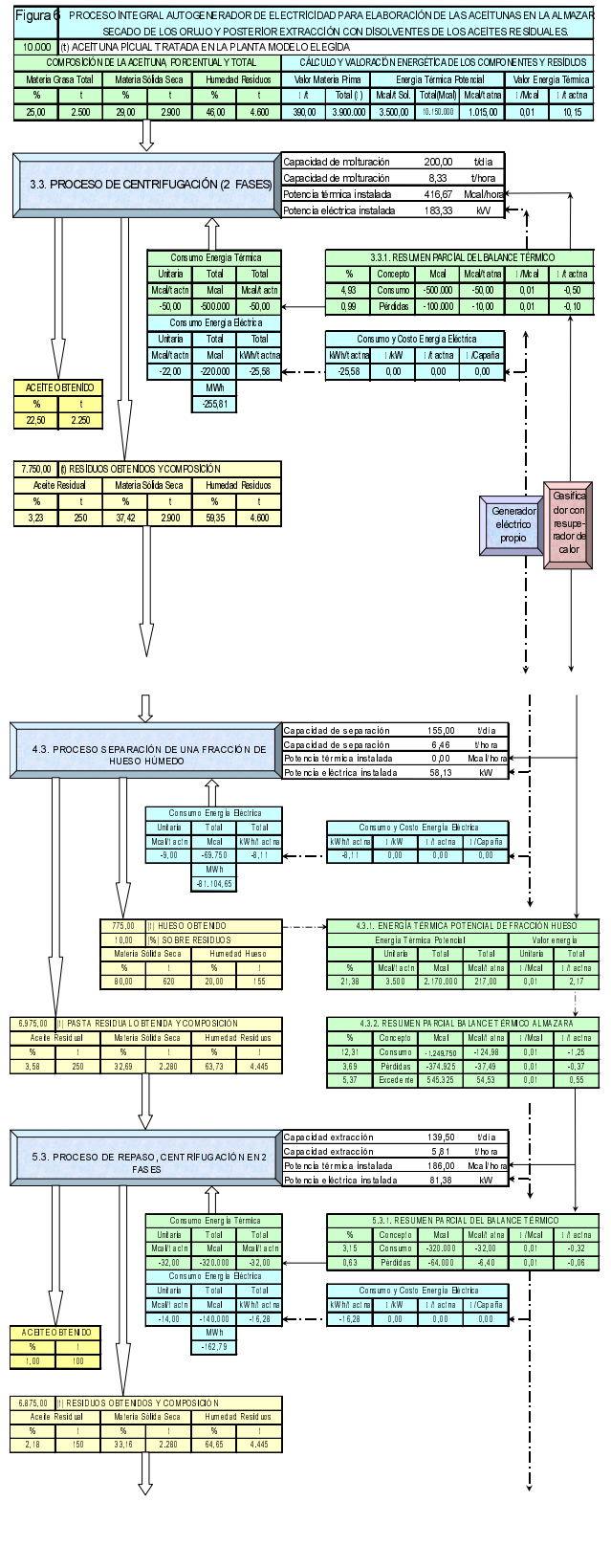


Figura 6 Proceso integral autogenerador de electricidad para la elaboración de aceitunas en la almazara, secado de orujos y extracción con disolvente de los aceites residuales.

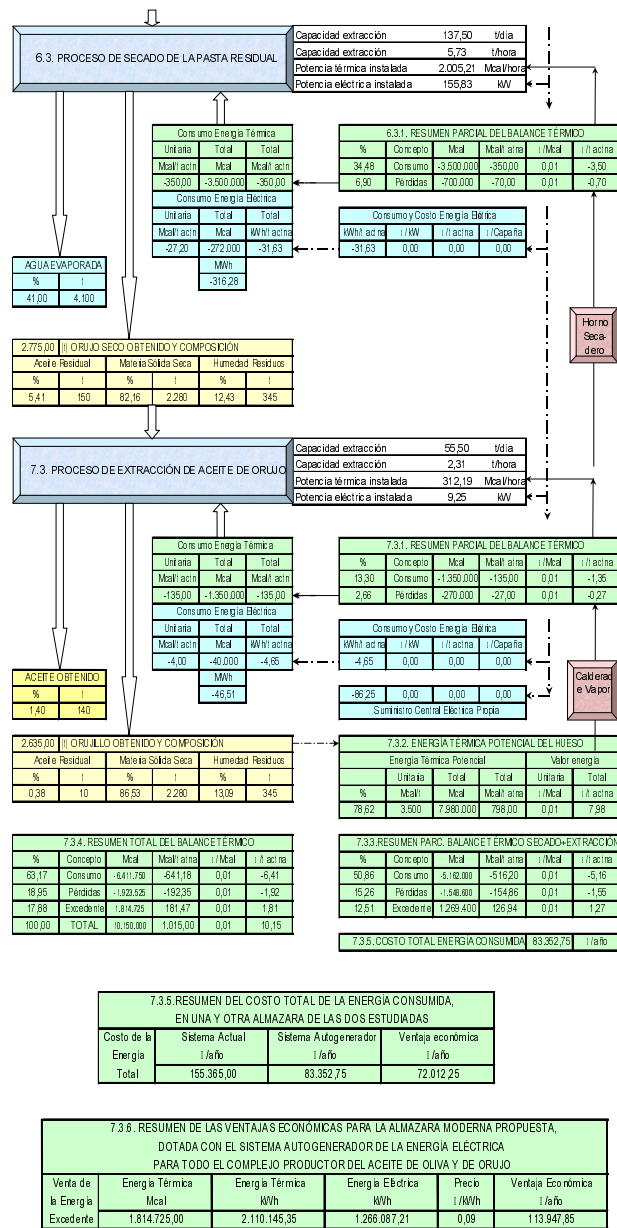


Figura 6b

una comparación final del balance económico del sistema de producción que se ha empleado.

Las diferencias fundamentales se basan en la función de Gasificación del propio hueso separado mediante máquinas diseñadas al efecto, que separan una fracción creciente de la cantidad de hueso total contenido en los orujos de la aceituna, una vez que han salido de la primera fase de centrifugación de las pastas de aceituna molida. En los estudios que siguen no se ha contemplado la posibilidad que habría de utilizar otras formas de biomasa, como es la poda del olivar, porque entendemos que no es tarea afín a la almazara gestionar estos productos, pues cuando menos precisan grandes superficies

construidas y de recepción, que raramente disponen las actuales almazaras en sus instalaciones.

Esta fracción de hueso tiene una humedad natural, a la salida del proceso separador, que está próxima al 20,00 %, la que por otro lado es muy idónea para ser empleado en el siguiente proceso propuesto de la Gasificación, asociado a la que hay un motor de gas que acciona un generador eléctrico, encargado de producir la electricidad que precisa toda la planta de Almazara, los Secaderos y la Extractora de orujos. El gas producido en el Gasificador debe ser sometido a un proceso de limpieza antes de que pueda ser sometido al proceso de combustión (Tabarés, 1994) en los motores de gas, aunque es preciso decir que los gases producidos por estos combustibles son de escaso contenido en impurezas, por lo que la limpieza es sumamente económica.

En los precios que se han obtenido para la planta de Gasificación y de Generación de energía eléctrica, que se incluyen en los estudios económicos que siguen, están incluidos todos los gastos de instalación, distribución y gestión de la energía producida y el vertido de la excedente a la red de la compañía de electricidad de la zona.

4.4. Discusión de resultados

4.4.1. Planteamiento inicial

En una primera parte se va a plantear el resultado energético de la almazara en su concepto actual, a la que se complementa con el resto de las operaciones de secado de los residuos y la posterior extracción del aceite residual de los orujos. Posteriormente se presentará un análisis energético de la almazara en su nuevo concepto de generación de energía eléctrica para el propio consumo e incluso para exportación a la compañía distribuidora eléctrica de la zona donde se ubica la almazara. Finalmente se harán una serie de consideraciones económicas, las que se derivan de un detallado estudio económico, que aunque no se incluye es este trabajo, para no alargarlo innecesariamente, se dan todos los valores más importantes deducidos del mismo.

4.4.2. Discusión de resultados en el sistema actual integral de obtención del aceite virgen de oliva

En el recuadro 4.2.1 de la Figura 5 se aprecia que el hueso separado de la pasta de aceituna tiene una capacidad térmica total de 2.170 Gcal, lo que supone un 21,38 % del total de la energía potencial del hueso, cifrada en 10.150 Gcal. Del recuadro número 4.2.2 de la Figura 5 se deduce que el excedente de energía del hueso separado y consumido en la almazara es de 11,68 %. Este hueso se quema en una

caldera de calefacción y agua caliente sanitaria que abastece todas las necesidades térmicas de la Almazara.

Por su parte, en el recuadro 7.2.2 de la Figura 5 se indica que el Orujillo seco tiene una capacidad energética total de hasta 7.980 Gcal, lo que supone un 78,62 % del total citado.

En el recuadro 7.2.3 de la Figura 5 se aprecia la existencia de un excedente energético del 11,72 % una vez que se han deducido los consumos y las pérdidas de las instalaciones de Secado de los orujos y la Extracción de los mismos.

En el recuadro número 7.2.4 de la Figura 5 se da el Resumen Total de todo el proceso donde vemos que el excedente total energético es de 23,41 %.

Del recuadro número 7.2.5 de la Figura 5 se desprende que el Costo Total de la Energía consumida es de 155.365,00 €/campana.

La potencia eléctrica total instalada en la planta completa integral de elaboración del aceite de oliva, incluidos el secado de los residuos y la extracción del aceite residual de los orujos secos, es de 487,92 kW.

La potencia instalada en la caldera de calefacción debe ser de 602,67 Mcal/hora, mientras que la potencia consumida en el horno de generación de gases calientes del secadero es de 2.005 Mcal/hora, a la vez que la potencia de la caldera de vapor de la extractora de orujos debe ser de 312,19 Mcal/hora, lo que alcanza en total 2.920 Mcal/hora.

4.4.3. *Discusión de resultados en el sistema moderno integral autogenerador de energía eléctrica*

En el correspondiente recuadro número 4.3.1 de la Figura 6 se aprecia que el hueso separado de la pasta de aceituna tiene igual capacidad térmica total de 2.170 Gcal, lo que supone un 21,38 % del total de la energía potencial del hueso, la que se cifra igualmente en la cantidad 10.150 Gcal.

En el recuadro número 4.3.2 de la Figura 6 se deduce que el excedente de energía del hueso separado y consumido en la Almazara es en este caso solo de un 5,37 %. Este hueso se procesa en un Gasificador que produce una gas pobre, el que se quema en un motor térmico y, con el calor residual del mismo, se produce la calefacción de los equipos de la almazara y toda el agua caliente sanitaria y las demás necesidades térmicas de la Almazara.

Para este caso, en el recuadro 7.3.2 de la Figura 6 nos indica que el Orujillo seco tiene una capacidad energética total de hasta 7.980 Gcal, lo que supone un valor igual al 78,62 % del total citado.

En el recuadro 7.2.3 de la Figura 6 se aprecia la existencia de un excedente energético mayor para este caso, que alcanza hasta el 12,51 % una vez que se han deducido los consumos y las pérdidas de las

instalaciones de Secado de los orujos y la extracción de los mismos.

En el recuadro número 7.2.4 de la Figura 6 se da el Resumen Total de todo el proceso, obteniéndose un excedente total energético es de 17,88 %.

Del recuadro número 7.2.5 de la Figura 6 se desprende que el Costo Total de la Energía consumida, para este caso, es de 83.352,75 €/campana.

La potencia eléctrica total instalada en esta planta completa integral de elaboración del aceite de oliva, incluido el secado de los residuos y la extracción del aceite residual de los orujos secos es igualmente de 487,92 kW.

La potencia instalada en el gasificador debe ser de 602,67 Mcal/hora, mientras que en el horno del secadero se consumen en total 2.005 Mcal/hora y en la caldera de vapor 312,19 Mcal/hora, lo que alcanza un total de consumo de 2.920 Mcal/hora.

4.4.4. *Comparación económica de ambos sistemas*

De los planteamientos energéticos efectuados anteriormente, entre ambos sistemas, se deduce que en el Sistema Moderno de Autogeneración de la energía eléctrica se realiza una mejor utilización del poder calorífico del hueso separado del orujo húmedo de la aceituna, a la vez que se genera una energía eléctrica que supera el consumo anual de la Almazara, de los Secaderos de orujo y la planta Extractora de aceites residuales en los orujos de la aceituna. La afirmación anterior la constata el hecho de que, a pesar de que se utiliza mayor cantidad de la energía contenida en el orujo de aceituna tratada en la Almazara Moderna, pues en ésta el excedente de energía es sólo 17,88 % mientras que en la Almazara actual es el 23,41 %, debido a la generación de electricidad, el costo total de la energía total consumida en aquella es de sólo 83.352,75 €/campana, mientras que en la Almazara actual, el citado costo se eleva a 155.365,00 €/campana. La diferencia, o ventaja económica total para la Almazara Moderna, con respecto a la Almazara Actual, es de un importe total neto de 72.012,25 €/campana.

En el recuadro siguiente 7.3.5 de la Figura 6 se hace un resumen comparativo del costo de la energía consumida en cada caso, con indicación de la ventaja económica que supone para la Almazara Moderna, la que proponemos aquí como modelo de futuro.

Aún queda por valorar el importe de la energía excedente del proceso completo de elaboración de la supuesta cantidad total de aceituna molturada en una almazara de tipo medio-bajo, como es el caso elegido, pero muy generalizado dentro de nuestra provincia y en otras limítrofes, también dotadas con una alta producción de aceituna. En el recuadro 7.3.6 de la Figura 6 se hace un resumen de las ven-

tajas económicas de la Almazara Moderna, así como la valoración global de la diferencia económica total incluida la ventaja económica que supone el menor costo de la energía consumida, así como de la que se deriva de la venta del excedente de energía y que se exporta a la red de la compañía suministradora de electricidad de la comarca resultado una diferencia total de hasta 113.947,85 €/campaña.

Hay que considerar en estos valores que las capacidades de las fases de elaboración de secado de los residuos, así como la extracción de los aceites residuales con disolventes están dimensionados exclusivamente para la capacidad de producción derivada de la producción propia de la aceituna que entra en la almazara, cuando en realidad dichas instalaciones son capaces de procesar mayor cantidad de producto, el que suelen captar en el mercado libre. Debido a esto considerando, la rentabilidad de la inversión es menor y el periodo de retorno se hace más largo, cuando en la realidad la amortización se realiza en un plazo menor de tiempo, pero a pesar de esto se muestran los valores que salen de los cálculos indicados, lo que no pone del lado de la seguridad económica.

Con todos estos datos y valores se ha realizado un estudio económico completo, del que se desprenden los valores siguientes:

Importe total de la Inversión a realizar para realizar la innovación	950.000,00 €
Tipo de interés del capital utilizado en la inversión	6,00%
TIR (Tasa Interna de Rentabilidad) resultante	10,31%
VAN (Valor Actual Neto) de la inversión	2.256.972,85 €
PAY-BACK (Periodo de Retorno de la Inversión)	8,34años

5. CONCLUSIONES

De cuanto antecede se pueden extraer unas conclusiones que resumimos seguidamente:

- Todo el proceso productivo global ha sido analizado y esquematizado de manera sintetizada, habiéndose realizado todos los estudios con una hoja de cálculo que nos permite, en todo momento, actualizar los valores analizados, por lo que se podrán ir acomodando a las nuevas situaciones de mercado.
- Con la instalación de los equipos indicados se puede abastecer de energía eléctrica a la propia almazara, así como a las demás secciones de proceso siguientes en la cadena de la elaboración de las aceitunas y sus subproductos.
- Con esta innovación se avanza un paso más en el margen diferencial que el cultivo del oli-

var, y los procesos de elaboración subsiguientes, proporcionan a nuestras comarcas olivareras por excelencia.

- Una vez concluido el periodo de retorno de la inversión se aumenta notablemente la rentabilidad de la misma, pues los gastos financieros se eliminan, quedando aún una vida útil considerable de la instalación.

BIBLIOGRAFÍA

- Cruz Madueño, E. *El secado del orujo graso*. Técnica Industrial
- García, P., Otero, J. (2000). Gasificación de Biomasa. Revisión y descripción de las tecnologías. Energía. Enero/Febrero, 61-70.
- IDAE. (2001). Optimización del consumo de Energía en el Sector del Aceite de Oliva. Ministerio de Economía. Madrid.
- John, J., D'Azzo. (1970) Sistemas realimentados de control. Editorial Paraninfo.
- Martínez Romá, F. (1996). Producción de Aceite mediante sistema continuo de dos fases. Instituto de la Grasa y sus Derivados. Sevilla.
- Martínez Suárez, J. M. (1973) Manual de Elaiotecnica. Librería Agrícola Española.
- Ortega, A. (1978) Posible Mejora en el Proceso de Extracción con disolventes del Orujo de Aceituna. I. Consideraciones Generales. Grasas y Aceites. 29, 45-49.
- Ortega, A. (1978) Posible Mejora en el Proceso de Extracción con disolventes del Orujo de Aceituna. II. Máquinas Separadoras de las Fracciones Pulpa-Hueso. Grasas y Aceites. 29, 147-157.
- Ortega, A. (1978) Posible Mejora en el Proceso de Extracción con disolventes del Orujo de Aceituna. III. Máquinas Granuladoras de la Pulpa Grasa Separada. Grasas y Aceites. 29, 407-415.
- Ortega, A., Mata, J.E., Palomar, J.M., Montoro, V., Cruz, F. (2001) Control Automático de Almazaras. Alimentación, Equipos y Tecnología. 157, 83-91.
- Ortega, A., Palomar, J. M., Cruz, F., Mata, J.E., Montoro, V. (2001) Control Automático de Secaderos. Alimentación, Equipos y Tecnología. 160, 111-120.
- Ortega, A., Palomar, J. M., Cruz, F., Mata, J.E., Montoro, V. (2001) Preparación de Orujos previa al Secado y al Proceso de Extracción con Disolventes. Alimentación, Equipos y Tecnología. 162, 95-107.
- Ortega, A., Palomar, J. M., Cruz, F., Mata, J.E., Montoro, V. (2001) Separación de Parte del Hueso contenido en el Orujo de Aceituna húmedo a la salida del Decantador centrífugo de 2 Fases. Alimentación, Equipos y Tecnología. 163, 105-116.
- Ortega, A., Palomar, J. M., Cruz, F., Mata, J.E., Montoro, V. (2001) Control Automático de Extractoras. Alimentación, Equipos y Tecnología. 158, 139-149.
- Tabarés, J.L. (1994). Producción Industrial del Calor. Tórculo Edicions. Santiago de Compostela.
- Tinaut, F.V. (2000). Predicción de las prestaciones de un MCIA que utiliza como combustible gas pobre procedente de gasificación. Actas del XIV Congreso Nacional de Ingeniería Mecánica. Leganés, 2041-2046.

Recibido: Mayo 2003
Aceptado: Enero 2004