

# ANÁLISIS CONCEPTUAL DE UN NUEVO MÉTODO DE BENEFICIO AÉREO DE CAOLÍN

**Rolando González Arango**

UEB Geominera Isla de la Juventud, km1½, Carretera a Gerona Beach, Nueva Gerona, Isla de la Juventud,  
[gptisla@gmisl.gms.minbas.cu](mailto:gptisla@gmisl.gms.minbas.cu)

## RESUMEN

Se propone un nuevo método aéreo de separación de caolín industrial, consistente en la ventilación del cernido del tamiz de 2mm, de un caolín natural con bajo grado de humedad, previamente desmenuzado, cuya parte más fina viaja horizontalmente más lejos que la cola arenoso-caolinítica, dentro de un tubo o instalación similar, dispuesto también horizontalmente, lográndose una verdadera clasificación de tamaños, descargándose ambos productos por gravedad.

Se plantean como variables fundamentales, la distancia entre el cernido y el ventilador, y la velocidad del aire generado por este último.

En determinadas condiciones, este método de clasificación pudiera ser más ventajoso que el mismo proceso en húmedo, realizado en Cuba tradicionalmente en la Isla de la Juventud, atendiendo a factores económicos, de infraestructura, y de calidad del producto. Ello sería más significativo cuando se trate de una pequeña unidad económica, que busca mercados también pequeños pero atractivos en cuanto a precios, que le permite trabajar el beneficio del mineral más al detalle, como es el caso de la fábrica de Patria, perteneciente a la organización Geominera de la Isla de la Juventud, que se trata actualmente de una pequeña planta de beneficio en húmedo.

Pero aun en comparación con una planta de beneficio grande, con proceso en húmedo, el proceso aéreo que nos ocupa presenta la ventaja de prescindir del agua, tan escasa hoy día, así como del secado y de la reducción del tamaño de las tortas de caolín a pelets o polvo, a la vez que reducir el espacio de la fábrica.

Actualmente, no se obtienen en la Isla de la Juventud, mediante el método de clasificación en húmedo, calidades de caolín de fracciones finas, como la menor de 40µm ó de 20 µm, ó ultra finos, debido a la complicada tecnología que demandan, limitando las posibilidades de mercado. En cambio, con el beneficio aéreo, podrían obtenerse todo tipo de calidades de caolín, incluyendo las ultras finas, con el valor agregado de poder venderlo en polvo y en un estado de secado muy satisfactorio.

## ABSTRACT

A new method of aerial kaolin classification is proposed, consistent in ventilation of 2mm diameter mesh's sifted coming from low-wet-natural kaolin, which is previous crumbled. The finest kaolin powder journeys so farer than arenous-kaolinitic residue within horizontal cylindrical equipment or similar one, to get a true dry classification. Both, arenous-kaolinitic residue and kaolin are discharged by gravity within two different hoppers.

The two main variables expounded are, on the one hand, the distance among fan and kaolin sifted, and on the other hand, the fan air speed.

Under certain conditions, this method of classification might be more advantageous than similar one wet, which in Cuba is implanted traditionally only in the Isla de la Juventud, due to different economic, products quality and substructure factors. There might be very important for a little Economic Unit like Patria wet classification plant, property of Isla de la Juventud geominering organization, because could reach little markets too and working with more details.

In comparison with a bigger wet classification plant, the method of aerial kaolin classification viewed has some advantages as producing without water, without drying, and without pulverization, meanwhile the plant's area can be reduced.



At present, in the Isla de la Juventud aren't obtained kaolin fractions under 40 or 20  $\mu\text{m}$  diameter or less by wet classification due a technology factor, which limits the market's witticisms. On the contrary, by means of aerial classification it can be obtained all types of kaolin qualities, including ultra fines, dries and as powder.

## INTRODUCCIÓN

El caolín fino comercial (fracción por debajo de 20  $\mu\text{m}$ , generalmente) se obtiene clásicamente mediante la clasificación húmeda de los terrones que conforman el mineral de cabeza, proceso conocido también como levigación, cuyo esquema tecnológico más común consiste en el desmenuzamiento en tambor lavador, la clasificación en clasificador de espiral, y la clasificación en hidrociclones, complementándose con la sedimentación, el filtro prensado, el secado, la peletización, y la pulverización.

El envase del producto generalmente se realiza en sacos, ya sea su estado en polvo o peletizado. Las etapas más caras de toda esta secuencia son las de secado y pulverización, por ser las más consumidoras de energía (eléctrica).

En ocasiones, cuando el consumidor está cercano, y se cuenta con las condiciones necesarias, el suministro se realiza en suspensión, evitando las etapas más costosas de la fabricación del caolín. Lo clásico en este sentido es el suministro de caolín a plantas de cerámica, donde el proceso de fabricación es en húmedo.

Un caolín ultra fino, como comúnmente lo requieren determinadas industrias como la de la pintura, la del papel (para el estucado), etc., se obtiene por centrifugación y micronización.

En más raras ocasiones, si el caolín fuese lo suficientemente fino en estado natural (de formación secundaria), así mismo puede ser suministrado a determinadas industrias, puesto que ya se encuentra finamente clasificado naturalmente.

En todos los procesos antes examinados, excepto en el de micronización, la reducción del tamaño de las partículas de caolín se realiza por clasificación de tamaños, obteniéndose la fracción deseada. En cambio, la micronización consiste en una reducción mecánica de las partículas, sin importar una separación por fracciones.

El método de beneficio ahora propuesto consiste también en una clasificación, pero de tipo aérea, a partir de la reducción mecánica de los terrones secos de caolín, mediante trituración, y un tamizado previo por cribas de orificios de 5 y de 2 mm de diámetro.

Dicha clasificación, a escala industrial, debe producirse horizontalmente dentro de un tubo cilíndrico o instalación similar, también dispuesta horizontalmente, desde donde el caolín y la cola se descargarían por gravedad en un estado seco y en polvo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El método de separación aérea de caolín que se presenta es en gran medida conceptual, puesto que a pesar de que se hicieron ensayos de prototipo a escala de laboratorio, no se ha probado con equipos industriales, faltando el ajuste de algunas de las variables involucradas en el proceso, que fueron medidas, así como también la determinación de la calidad final del caolín obtenido, mediante los ensayos correspondientes. No obstante, a simple vista se ve la viabilidad del proceso, al poder

obtenerse un caolín mucho mas fino que el que pueda lograrse con el cribado convencional, y muy semejante al caolín levigado.

El método de separación aérea investigado consta de las siguientes etapas:

- 1- Pulverización del caolín natural seco.
- 2- Tamizado por criba de doble paño, de 5 y 2 mm de diámetro.
- 3- Ventilación del cernido de la criba de 2 mm.
- 4- Obtención de la fracción más fina de caolín.

Los materiales y equipos utilizados a escala de laboratorio fueron los siguientes:

- 1- Rodillo de madera.
- 2- Criba manual de doble paño, de 5 y 2 mm de diámetro.
- 3- Ventilador doméstico (Marca IVC, de la fábrica INPUD, de Santa Clara).

Los experimentos se realizaron con un caolín del prospecto Sigüanea (Isla de la Juventud), en un estado casi seco, midiéndose los siguientes parámetros:

Tabla I. Resultados de los experimentos de clasificación aérea de caolín a escala de laboratorio.

Parámetros	Experimento 1	Experimento 2
	Valores	Valores
Humedad del caolín.	5%	5%
Velocidad del aire del ventilador.	2m/seg.	2m/seg.
Distancia horizontal del ventilador al cernido del tamiz de 2mm.	0,20m	1,5m
Intervalo horizontal de caída de la cola arenoso-caolinítica desde el ventilador.	0,20-3,0m (2,8m)	1,5-2,5m (1,0m)
Intervalo horizontal de caída del caolín desde el ventilador.	3,0->6,0m(>3,0m)	2,5->4,2m(>1,7m)
Recuperación de arena fina caolinítica.	≈ 50%	≈ 74,6%
Recuperación de caolín fino (< 0,063mm).	≈ 50%	≈ 25,4%

La velocidad del aire del ventilador se obtuvo experimentalmente, midiendo el espacio recorrido por una tira de papel en un tiempo determinado, resultando así que dicha velocidad, a la máxima revolución del ventilador, fue de 2m/seg.

El intervalo horizontal de caída del caolín en los experimentos 1 y 2 terminó en 6 y 4.2m, respectivamente, debido a que en esos límites se acabó la habitación donde se realizaron las pruebas, lo que demuestra que de no existir esa pared, el caolín seguiría depositándose, cada vez más lejos y más fino.

Si dichos resultados se mantuvieran a escala industrial, habría que construir una instalación cilíndrica, o parecida, de por lo menos 7m de largo, en base al primer experimento, en el cual se logra una mayor recuperación de caolín, por una mayor cercanía del cernido a la fuente de ventilación, para



minimizar el volumen de polvo generado hacia el exterior, y, por el contrario, confinarlo por gravedad en las tolvas receptoras respectivas de cola y de caolín que se encontrarían en la parte inferior de dicha construcción (Ver Figura 2: Esquema de la planta de caolín).

Pensando en la reducción al máximo de los costos, la instalación antes mencionada pudiera construirse incluso de madera, y en su interior operarían un ventilador y cribas de dimensiones industriales.

### **Descripción conceptual del proceso industrial**

Los terrones de caolín seco - o con una humedad baja- se hacen caer en un molino capaz de pulverizarlo lo más posible, desprendiendo la menor cantidad de polvo (probable molino de bolas, en seco, o molino de mandíbulas), pasando luego por una banda transportadora hasta un juego de tamices o cribas vibratorias de 5 y 2mm de diámetro, por donde pasa la inmensa mayoría del material. La caída de la criba de 2mm es dentro de una instalación cilíndrica o similar, con su eje dispuesto horizontalmente, descansando sobre pedestales, donde el cernido es sometido a ventilación continua, cayendo las partículas más finas (caolín) horizontalmente más lejos, y las más gruesas, en el propio lugar o cercana a él. Las partículas más finas, con una granulometría casi igual, constituirán el caolín comercial a obtener, y el resto sería una cola arenoso-caolinítica. Ambos productos se descargarían por gravedad desde la instalación de beneficio.

La mayor o menor efectividad de este proceso en la obtención de un caolín industrial de calidad y con buen rendimiento, depende, como se vio experimentalmente, fundamentalmente de las variables velocidad del aire del ventilador, y de la distancia del cernido de 2mm a tal fuente.

En los ensayos de prototipo a escala de laboratorio, los mejores resultados se obtuvieron pasando el cernido lo más cerca posible del ventilador, que siempre tuvo una velocidad de aire constante, de 2m/seg.

En base a estos resultados, se podrá construir una instalación de escala piloto primero, y luego industrial, según la dimensión de las cuales y de los equipos a montar, se ajusten las variables ahora obtenidas, para lograr un proceso óptimo.

La planta piloto más barata que pueda construirse es quizás una que sea de madera, y aun así, si dentro de la misma se instalaran un ventilador industrial y cribas también industriales, el volumen de producción que se obtendría pudiese ser considerable, puesto que el diseño del proceso es continuo; esto es, el caolín bruto entra ininterrumpidamente por arriba, y salen también ininterrumpidamente por debajo, la cola y el caolín útil pulverizados, siendo por tanto la armazón cilíndrica o similar de la instalación, sólo un recipiente que no deje escapar el polvo generado.

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

El caolín obtenido de esta forma, siempre y cuando cumpla las expectativas de la granulometría, sería un producto de alto valor agregado, por tratarse de un material fino y, sobre todo, bastante seco, estado en el cual es mas común su venta en el mercado.

Para la planta de caolín de Patria la introducción de un proceso como este tiene la gran ventaja de no tener que utilizar el agua, deficitaria allí. Por otra parte, es totalmente viable la trituración en el molino



y el cribado por 5 y 2 mm. Ello posibilita, además, poder independizar este proceso del proceso principal de la planta, concebido para trabajar con agua.

Un esquema tecnológico como el planteado ahora permite su implantación en un tipo de instalación localizada aun fuera de la planta de Patria.

Un requisito fundamental para la viabilidad del proceso es que tanto el caolín a procesar como el procesado se mantengan bajo techo, para garantizar la más baja humedad posible del producto final. No obstante, en la época de seca (meses de noviembre hasta abril), es probable que un caolín apilado al aire libre esté lo suficientemente seco como para poder ser pasado sin problemas por las cribas, sin que aguaceros esporádicos que siempre suceden afecten negativamente su humedad por largo tiempo.

Las variables del proceso a precisar, a escala industrial, serían las siguientes:

- Distancia desde la fuente de ventilación hasta la caída de la criba de 2 mm.
- Velocidad del aire del ventilador.
- Granulometría del caolín comercial obtenido.
- Por ciento de recuperación de caolín.

Además del análisis granulométrico, se podrá caracterizar la calidad comercial del caolín.

Mediante el método de beneficio propuesto se espera obtener como producto comercial una fracción de caolín lo suficientemente fina como para poder ser empleada en todas las industrias, como la de los refractarios, cemento blanco, pesticidas, etc. Durante las pruebas realizadas se pudo comprobar la existencia de la fracción granulométrica de  $-63\ \mu\text{m}$ , que es la calidad comercial que se suministra en la Isla de la Juventud actualmente.

Una recuperación mínima en planta, del 12% del caolín comercial, es aceptable internacionalmente. En nuestro caso, se logró experimentalmente un valor entre 25 y 50%. En esto parece razonable establecer la cota mínima en base al precio de venta del caolín comercial y el tipo de moneda en que se venda, más que cualquier otro elemento de juicio.

El proyecto parece viable, al existir en la planta de caolín de Patria, o tener la posibilidad de instalarse, los equipos e implementos necesarios para el establecimiento del esquema de beneficio. Otro aspecto importante es que los costos no parecen elevados, al eliminarse las etapas de filtro prensado, secado y peletización y/o pulverización, y, por el contrario, el precio de venta que deberá establecerse pudiera ser alto para determinados tipos de usos para los cuales esta materia prima actualmente se importa a un elevado monto en divisas.

## CONCLUSIONES

Mediante el método de beneficio de clasificación aérea propuesto, se puede esperar obtener a escala industrial, como producto comercial, una fracción de caolín lo suficientemente fina como para poder ser empleada en las industrias que habitualmente lo consumen, puesto que a escala de laboratorio se comprobó la existencia de la fracción de  $-63\ \mu\text{m}$ , que es la calidad comercial que se suministra en la Isla de la Juventud actualmente, y menores.

Dicho método se presenta en gran medida conceptual, puesto que a pesar de que se hicieron ensayos de prototipo a escala de laboratorio, no se ha probado con equipos industriales, faltando el

ajuste de algunas de las variables involucradas en el proceso, que fueron medidas, así como también la determinación de la calidad final del caolín obtenido, mediante los ensayos correspondientes.

En los ensayos de laboratorio, los mejores resultados se obtuvieron pasando el cernido lo más cerca posible del ventilador, que siempre tuvo una velocidad de aire constante, de 2m/seg.

En base a estos resultados, se podrá construir una instalación de escala piloto primero, y luego industrial, según la dimensión de las cuales y de los equipos a montar, se ajusten las variables ahora obtenidas, para lograr un proceso óptimo.

Se espera que a la escala industrial, dicha clasificación se produzca horizontalmente dentro de un tubo cilíndrico o instalación similar, también dispuesta horizontalmente, desde donde el caolín y la cola se descarguen por gravedad en un estado casi seco y en polvo. La necesidad de dicha instalación es sólo para minimizar el volumen de polvo generado hacia el exterior, y confinar la descarga.

Pensando en la reducción al máximo de los costos, la instalación antes mencionada pudiera construirse incluso de madera, y en su interior operarían un ventilador y cribas de dimensiones industriales.

El volumen de producción que se obtendría con este método pudiese ser considerable, puesto que el diseño del proceso es continuo; esto es, el caolín bruto entra ininterrumpidamente por arriba, y salen también ininterrumpidamente por debajo, la cola y el caolín útil pulverizados.

En determinadas condiciones, este método de clasificación pudiera ser más ventajoso que el mismo proceso en húmedo, realizado en Cuba tradicionalmente en la Isla de la Juventud, atendiendo a factores económicos, de infraestructura, y de calidad del producto.

## BIBLIOGRAFÍA

González, R. Inédito. Obtención de caolín fino mediante beneficio aeromecánico (versión julio de 2010). Empresa Geominera Isla.

### Anexos

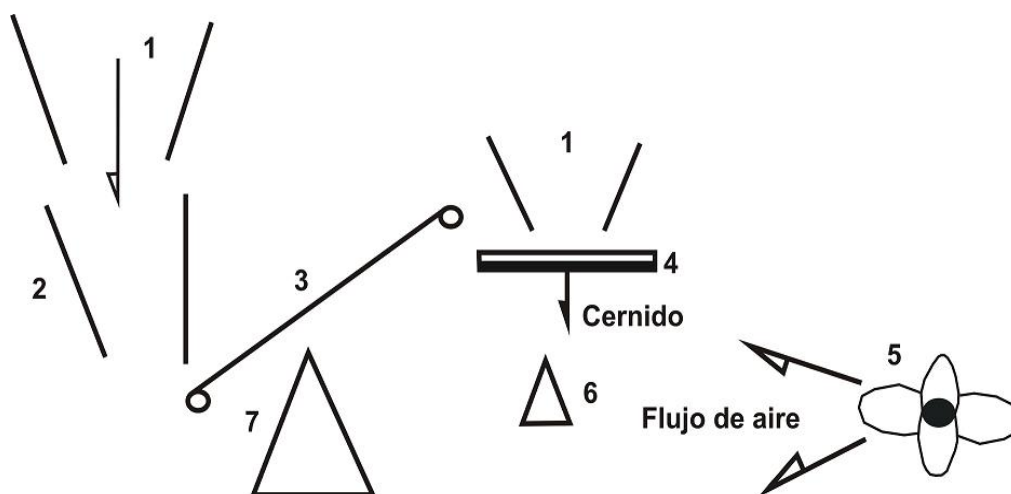




Figura 1.- Flujo Tecnológico

- 1- Tolva de alimentación.
- 2- Molino.
- 3- Banda transportadora.
- 4- Cribas vibratorias de 5 y 2mm de diámetro.
- 5- Ventilador industrial.
- 6- Deposito de cola (arena caolinítica).
- 7- Deposito de caolín comercial.

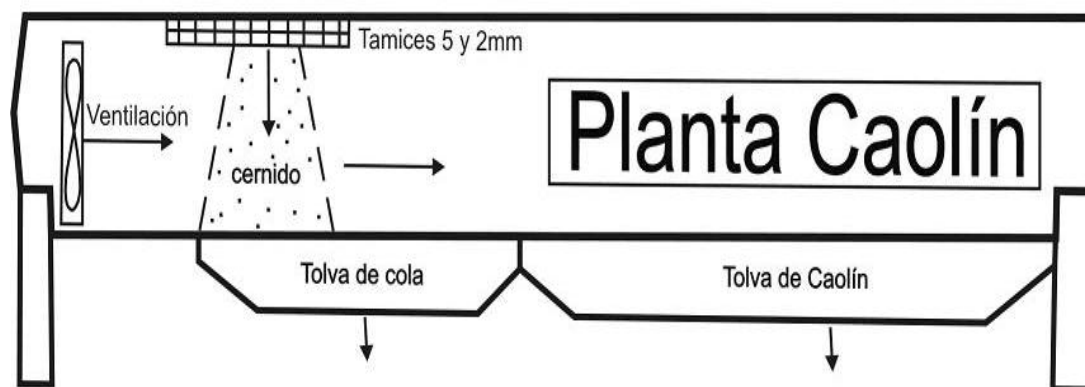




Figura 2.- Esquema de la Planta de Caolín

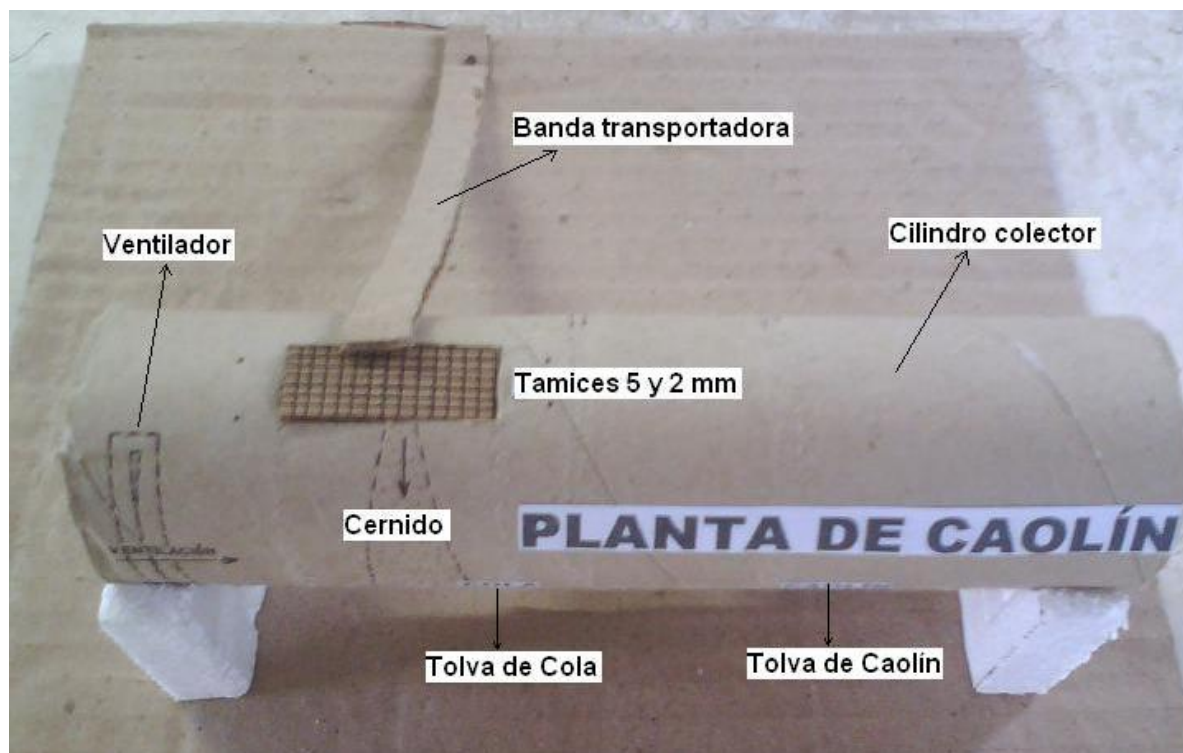


Figura 3.- Maqueta de la Planta de Caolín.