

# PERFIL DE MERCADO DEL CAOLÍN



2013



# ÍNDICE

	Pag.
<b>RESUMEN EJECUTIVO</b>	i
<b>I. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL MINERAL</b>	
I.1 FICHA TÉCNICA	1
I.2 POTENCIAL GEOLÓGICO	6
I.3 PROCESOS	10
I.4 USOS	19
I.5 MARCO LEGAL NORMATIVO	22
I.6 NORMAS NACIONALES E INTERNACIONALES	23
I.7 IMPUESTO ARANCELARIO APLICADO EN EL MARCO DE LOS TRATADOS DE LIBRE COMERCIO SUSCRITOS POR MÉXICO	24
<b>II. MERCADO</b>	
II.1 PANORAMA DEL MERCADO INTERNACIONAL	25
II.2 MERCADO NACIONAL	27
II.3 COMERCIO EXTERIOR	28
II.4 PRECIOS	30
II.5 CANALES DE COMERCIALIZACIÓN	31
II.6 PROBLEMÁTICA QUE PRESENTAN LOS EJIDATARIOS	33
<b>III. CONCLUSIONES</b>	33
<b>ANEXO CUADROS ESTADÍSTICOS</b>	



## **RESUMEN EJECUTIVO**

El caolín es un silicato de aluminio hidratado, producto de la descomposición de rocas feldespáticas principalmente. El término caolín se refiere a arcillas en las que predomina el mineral caolinita. Sus principales características son: peso específico, 2.6; dureza, 2; color blanco (aunque puede tener diversos colores debido a las impurezas); brillo generalmente terroso mate; higroscópico (absorbe agua); y plasticidad de baja a moderada.

En el 2012, la producción nacional de caolín fue de 163 mil toneladas. Las principales entidades productoras de caolín son: Veracruz, Guanajuato, e Hidalgo. Otros estados productores son: Zacatecas, Jalisco y Chihuahua. Los yacimientos de caolín en México son muy irregulares, se presentan en diversas calidades, tamaños muy heterogéneos y con impurezas como óxidos de fierro, cuarzo y sílice. Se canaliza principalmente a las industrias del cemento, pintura, cerámica, papel y hule. La mayor parte de los yacimientos de caolín se encuentran en terrenos ejidales.

La balanza comercial del caolín es deficitaria en 71.3 mdd., debido a que nuestras exportaciones son muy pequeñas (461 mil dólares en 2012) en relación a las importaciones (71.8 millones de dólares). Las ventas de caolín mexicano en el exterior se realizan principalmente con Ecuador, Guatemala, Colombia, Venezuela y Estados Unidos. Las importaciones provienen principalmente de Estados Unidos, Francia y España.

En el marco de los tratados comerciales en vigor el mineral del caolín, cuya fracción es 25070001, se encuentra exento de impuesto arancelario.

Con base a las cifras del Mineral Commodity Summaries, la producción mundial de caolín en 2012 se estimó en 34 millones de toneladas. Principales productores: Estados Unidos, la Ex Unión Soviética, Alemania, República Checa y Brasil, entre otros.

La industria del caolín en México tiene amplias posibilidades de desarrollarse aún más y aprovechar la demanda existente. Entre las acciones que tendrían que emprenderse para hacer esto posible son: la realización de un inventario del mineral, lo cual permitiría identificar su vocación y consolidar la oferta hacia las industrias; por otro, la modernización de la cadena productiva garantizaría la elevación de la producción al nivel que requiere la demanda.

## **I. CARACTERÍSTICAS GENERALES**

### **I.1 FICHA TÉCNICA**

El caolín es un silicato de aluminio hidratado, producto de la descomposición de rocas feldespáticas principalmente. El término caolín se refiere a arcillas en las que predomina el mineral caolinita; su peso específico es de 2.6; su dureza es 2; de color blanco, puede tener diversos colores debido a las impurezas; brillo generalmente terroso mate; es higroscópico (absorbe agua); su plasticidad es de baja a moderada.

Otras propiedades importantes son su blancura, su inercia ante agentes químicos, es inodoro, aislante eléctrico, moldeable y de fácil extrusión; resiste altas temperaturas, no es tóxico ni abrasivo y tiene elevada refractariedad y facilidad de dispersión. Es compacto, suave al tacto y difícilmente fusible. Tiene gran poder cubriente y absorbente y baja viscosidad en altos porcentajes de sólidos.

Los caolines de alta calidad son caracterizados por bajos niveles de impurezas como hierro, titanio y minerales de tierras alcalinas. Su blandura es importante en muchas aplicaciones al reducir la abrasión de los equipos de procesos.

Especificaciones para caolín grado recubrimiento para papel

<b>Tipo de producto</b>	<b>Blancura</b>	<b>Tamaño de la partícula %-2<math>\mu</math></b>	<b>Viscosidad @ 10 RPM, disco No. 3</b>
No. 1 Recubrimiento			
Standard	87-88	90-94%	500 cpe @ 70% sol
Premium	89-91	90-94%	500 cpe @ 70% sol
No. 2 Recubrimiento			
Standard	86-87	80-84%	400 cpe @ 70% sol
Premium	88-90	80-84%	400 cpe @ 70% sol
Alto brillo			
Standard	86-88	95-98%	700 cpe @ 70% sol
Premium	89-90	98-100%	700 cpe @ 70% sol
Delaminado			
Standard	87-89	78-82% *	300 cpe @ 67% sol
Premium	89-90	78-82% *	300 cpe @ 67% sol
Calcinado **			
Alta opacidad	80-85	78-80%	500 cpe @ 50% sol
Standard	90-92	84-86%	500 cpe @ 50% sol
Premium	92-94	90-94%	500 cpe @ 50% sol

\* Tamaño de la partícula delaminada inexacto debido al aspecto de la proporción.

\*\* También usado para relleno de papel, pintura y pigmento plástico.

La industria del papel divide al caolín en fino (90%<2 $\mu$ m) y grueso (50%<2 $\mu$ m) y requiere arcillas de baja viscosidad, el contenido de bacterias y hongos necesita ser controlado cuidadosamente cuando sea transportado como un sólido en suspensión.

En el caso del grado recubrimiento se requiere caolinita de 90 a 100%, bajo Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (0.5-1.8%) y TiO<sub>2</sub> (0.4-1.6%), sin cuarzo abrasivo y brillo>85%. Tamaño de partícula de 80-100%<2 $\mu$ m y viscosidad<7000 cpe. Habilidad para ser dispersado en agua para producir sólidos en suspensión con viscosidades bajas en alto contenido sólido.

### Especificaciones para caolín grado relleno para papel

Tipo de producto	Blancura	Tamaño de la partícula %-2 $\mu$	Viscosidad @ 10 RPM, disco No. 3
Relleno lavado en agua			
Standard	82-84	60-70%	400 cpe @ 70% sol
Premium	84-85	60-65%	400 cpe @ 70% sol
Relleno flotado en aire			
Standard	76-79	50-60%	400 cpe @ 70% sol
Premium	79-83	50-60%	400 cpe @ 70% sol

Para grado relleno se necesita caolinita 90%<, <1% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> y TiO<sub>2</sub>, bajo en cuarzo abrasivo (1-2%) y brillo>80%. Tamaño de partícula de 50-70%<2 $\mu$ m y viscosidad<4000 cpe.

### Especificaciones para caolín grado cerámico

Tipo de producto	Blancura sin hornear	Tamaño de la partícula %-2 $\mu$	Azul de metileno C.E.C. o % de óxido de hierro
Alta resistencia	78-83	55-65%	9-12 meq
Loza para baño	75-80	menos de 60%	menos de 0.5%
Fibra de vidrio	Ninguno	menos de 70%	menos de 0.5%

Una de las principales especificaciones de caolín cerámico concierne a la presencia de minerales que puedan afectar el color de quemado del cuerpo cerámico. El principal problema es el óxido de hierro, pero un contenido significativo de cobre, cromo y manganeso también es perjudicial. Tales impurezas producen manchas cuando el cuerpo cerámico es quemado.

En el grado cerámico se requiere caolinita de 75 a 85%, la porcelana requiere un brillo de 83-91 a 1180°C y <0.9% de Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

Existen otras especificaciones que no son tan estrictas en usos tales como:

<b>PINTURAS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Blancura y brillo superior a 83%</li> <li>• Granulometría (100% pasando la malla 325)</li> <li>• Abrasividad muy baja</li> <li>• Tamaño de partícula que le de alto poder cubriente</li> </ul>
<b>REFRACTARIOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alto contenido de sílice</li> <li>• Bajo contenido de impurezas (óxidos de fierro, compuestos alcalinos y alcalinotérreos)</li> <li>• Cono pirométrico superior a 35</li> </ul>
<b>CEMENTO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se requiere que al quemar de color blanco</li> <li>• Gran cantidad de caolín destinado al cemento se usa tal cual es extraído y simplemente molido</li> </ul>

Para la producción de refractarios se requieren temperaturas de 1500°C, es importante su contenido de  $Al_2O_3$  (29-70.1%); de preferencia bajas en álkali (0.07-0.2%) y en fierro (0.7-3%).

### **Pinturas**

El caolín contribuye dando brillo y opacidad a la pintura y, por lo tanto, los caolines usados en pinturas deben tener buen brillo y bajos niveles de impurezas. Otros requerimientos adicionales para caolines utilizados en pinturas es que deben deflocular fácilmente y tener bajos niveles de sales solubles. La distribución del tamaño de las partículas tiende a ser 70% a 80% menor de dos micrones. Los caolines calcinados son utilizados en pinturas porque imparten alto poder de cubrimiento en seco a la pintura y también producen una película de pintura más durable.

## Plástico

Análisis químico típico y propiedades físicas de los caolines usados en plásticos.

Análisis químicos	%
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	44.6
SiO <sub>2</sub>	52.3
Na <sub>2</sub>	0.1-0.2
TiO <sub>2</sub>	1.7-1.9
CaO	0.03
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.5-0.8
MgO	0.04
K <sub>2</sub> O	0.1-0.2
LOI	0.3

Propiedades físicas	%
Promedio tamaño de partículas (μ)	0.8-1.4
Absorción de aceite (lb/l 00lb)	55-110
Brillo	90-92
Peso específico	2.63
Suelto	11-16
Apsonado	19-31
Valor de la masa/volumen (lb/Gal)	21.9

## I.2 POTENCIAL GEOLÓGICO



Los principales estados productores de caolín en México son: Chihuahua, Guanajuato, Veracruz y Michoacán; los cuales tienen el 99% de la producción nacional.

En los depósitos de Guanajuato existe más variedad de calidades, entre éstas, caolines ligeramente silicosos. Debido a las diversas calidades, los caolines de

esta entidad se canalizan a las industrias del cemento, cerámica, papel, pintura, hule, agroquímicos, talco, tabiques refractarios y forraje (molido entre 60 y 80 mallas).

En el municipio de Comonfort, Gto., existe alteración hidrotermal que combinada con procesos supergénicos sobre rocas riolíticas terciarias, ha dado lugar a depósitos de caolín, reemplazando totalmente a la riolita con espesores de hasta 25 m en una superficie mayor a 250 km<sup>2</sup>. Se presenta una cubierta de cuarzo de 2 a 5 m de espesor sobre los yacimientos de caolín. En esta región, la presencia de sílice ha dado lugar a que existan diferentes calidades de caolín.

En los yacimientos de Huayacocotla, Veracruz, es posible encontrar lentes de material de buena calidad pero en extensiones muy pequeñas, esta región, en su mayoría tiene yacimientos con alto contenido de sílice, por lo que no todo el material es susceptible de beneficiarse y cumplir con los requerimientos exigidos a los caolines de importación y así sustituirlos. La región de Huayacocotla está formada por ejidos del estado de Veracruz e Hidalgo.

La región se localiza en la parte limítrofe con el Estado de Hidalgo. Las rocas aflorantes en el área son principalmente tobas de composición riolítica, las cuales presentan alteración hidrotermal (silicificación y más localmente caolinización). Esta unidad se encuentra descansando sobre lutitas y areniscas de la Formación Huayacocotla y está cubierta parcialmente por derrames básicos (basaltos y andesitas). Los procesos deben su origen a procesos hidrotermales mediante los cuales las tobas originales fueron silicificadas y/o caolinizadas.

El caolín en los estados de Puebla y Zacatecas es de origen hidrotermal, presenta variación en el color debido a la presencia de impurezas de cuarzo, mica y óxidos de hierro principalmente. Es utilizado primordialmente en la elaboración de

cemento, porcelana, azulejos, refractarios, adhesivos y cerámica. El caolín de Puebla se caracteriza por ser silicoarenoso y con alto contenido de sílice.

En el municipio de Huachinango, Pue., el depósito de arcillas puede ser proveniente tanto de basaltos como de rocas piroclásticas intemperizadas, las cuales al ser alteradas cambiaron en su litología, dando lugar a la formación de arcillas de diferente tipo, principalmente caolinítico. La mineralogía está representada por caolinita, halloysita, metahalloysita, sílice, laterita, gibbsita y óxidos de hierro. Las alteraciones que se observan son oxidación, lateritización y caolinización.

En la región de Jiménez, ubicada al sur de Chihuahua, se ha localizado caolín primario, el cual contiene otro tipo de minerales como sílice. Su aplicación es en las industrias del cemento y la cerámica. Se encuentra en forma de estratos entre areniscas y lutitas. En la parte norte de esta región minera existe un afloramiento de rocas riolíticas alteradas por soluciones hidrotermales, dando como resultado un depósito de caolín con óxidos de hierro, volviéndose a profundidad más compacta y sin impurezas.

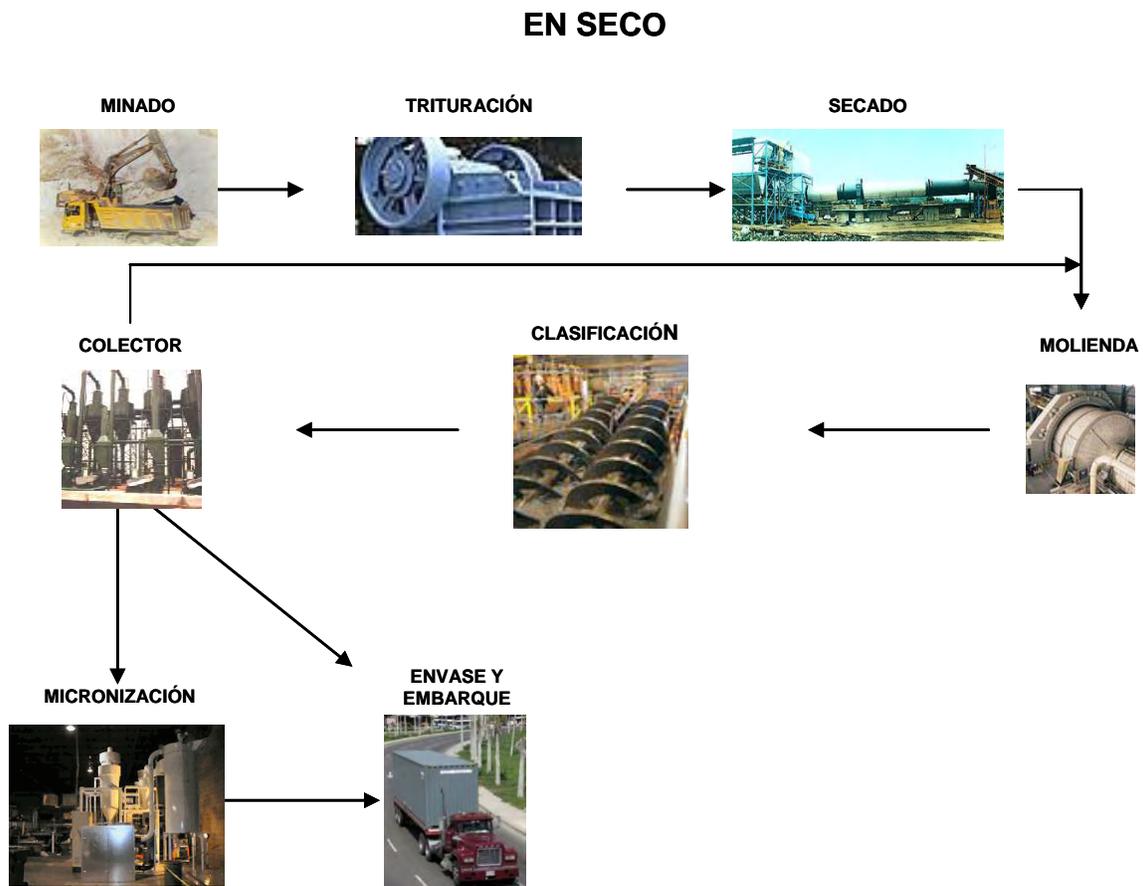
En el estado de Jalisco, en el municipio de Etzatlán, se ha detectado caolín originado debido a la influencia de hidrotermalismo controlado por fracturamiento que afectó a las tobas riolíticas, alterando y transformando a los feldespatos en minerales arcillosos a medida que la alteración fue más intensa. La forma en que se presenta el caolín es irregular y en pequeños afloramientos. Este caolín se puede clasificar como silicoso y su aplicación sería en las industrias del cemento y la cerámica.

En el municipio de Zinapécuaro, Mich., el yacimiento de caolín detectado se considera como hidrotermal de temperaturas moderadas (entre 200<sup>o</sup>-300<sup>o</sup>C),

originado a causa de la alteración de las riolitas por corrientes geotermales que fluyen por diversas fracturas de las mismas. En este caolín se observa un alto contenido de sílice, así como también la presencia de óxidos de hierro, feldspatos potásicos y material arcilloso, entre otros. Podría tener aplicación en las industrias cerámica, refractaria y de pintura.

### I.3 PROCESOS

Básicamente se clasifican en dos procesos de acuerdo a la calidad del caolín: seco y húmedo. El primero es utilizado en caolines con un mayor contenido de sílice y el segundo en caolines con contenidos superiores de alúmina. En el seco sólo se remueve la arena, se clasifica el caolín por tamaño y se seca; en el húmedo se realizan además otros pasos que involucran agua para realizar el lavado obteniendo un producto más fino y de mayor calidad y pureza; este último se usa sólo para el caolín papelerero. Además se presenta un proceso con tecnología reciente: tecnología estándar.



### **Extracción**

El caolín se explota a cielo abierto y de las minas se transporta en greña, con un contenido de humedad promedio de 10 a 18%, a la planta procesadora.

### **Trituración**

Después de extraer el mineral, se procede a reducir su tamaño por medio de una quebradora de quijada dando por resultado un producto de menor tamaño y casi uniforme.

### **Secado**

El caolín ya triturado es conducido por transportadores de banda para ser descargado en la tolva de alimentación de secadores de tipo rotativo y a contra corriente. Lo anterior es con el fin de eliminar la humedad.

### **Molienda**

El caolín seco cae a un transportador de banda que lo lleva a la tolva de alimentación del molino de rodillos para reducir su tamaño entre 200 y 325 mallas. El material previamente pulverizado asciende hasta donde se encuentra el clasificador.

### **Clasificación**

En el clasificador, se separa el producto deseado y el sobretamaño regresa nuevamente a la molienda.

### **Colector**

El caolín seleccionado es transportado en forma neumática a un sistema de colección de caolín, donde se saca una muestra para su control de calidad, determinando su humedad y granulometría, si cumple con las especificaciones se

conduce al almacén de producto terminado listo para el mercado, en caso contrario se vuelve a procesar.

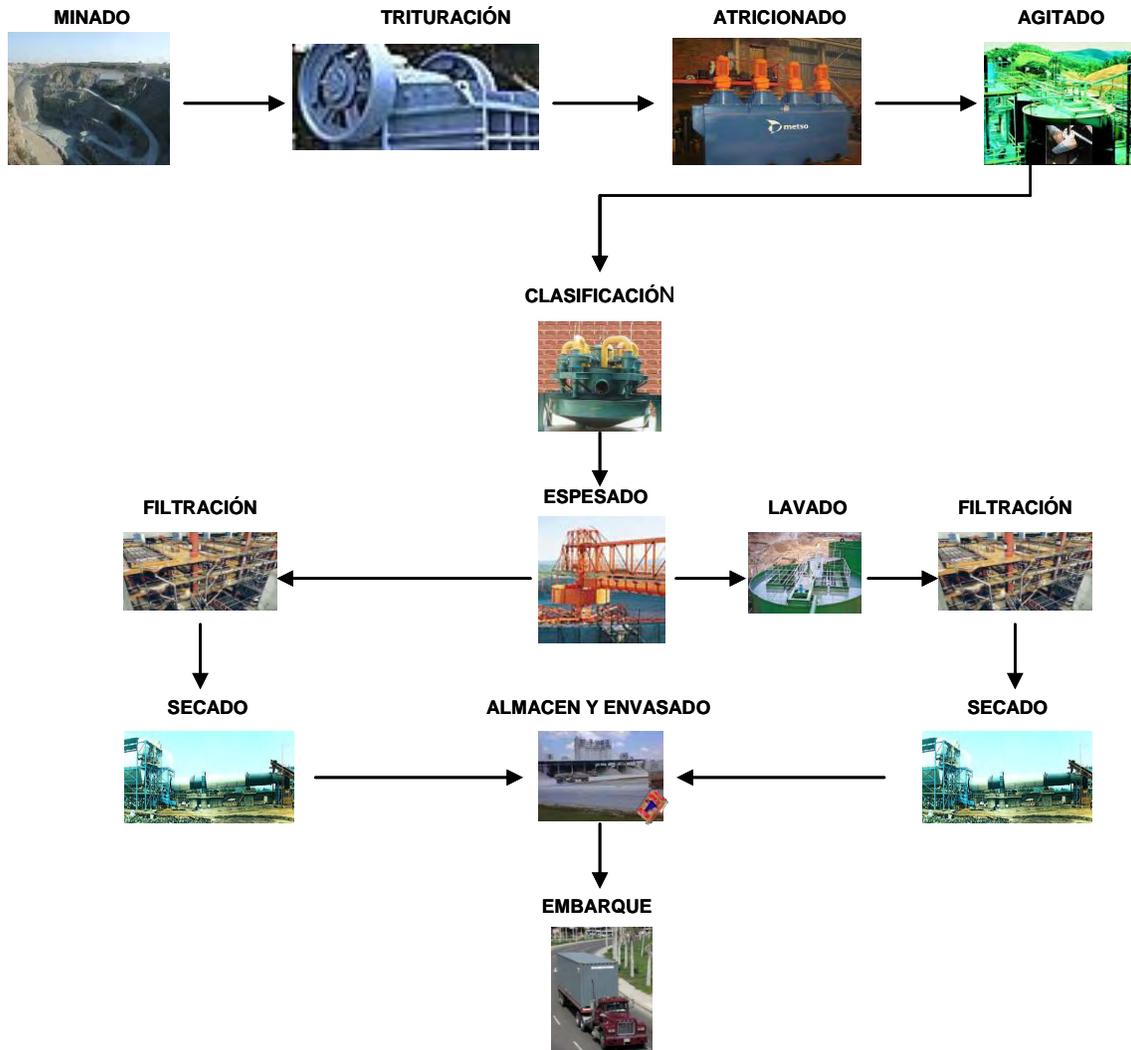
### **Micronización**

En el caso que el mineral esté dirigido a la industria papelera u otras que requieran una mayor finura, será necesario que pase por el proceso de micronización donde el mineral es pulverizado a diferentes mallas superiores a 325, al pasar por los molinos micronizadores de donde se obtendrá un producto mínimo de 400 mallas o más fino.

### **Envase y embarque**

Los productos obtenidos de la micronización serán depositados en tolvas para su envasado y posteriormente se procederá a su embarque.

### EN HÚMEDO



### **Extracción y trituración**

El caolín se explota a cielo abierto, de las minas se transporta en greña, con un contenido de humedad promedio de 10 a 18%, a la planta procesadora.

Después de extraído el mineral, se procede a reducir su tamaño por medio de una quebradora de quijada dando por resultado un producto de menor tamaño y casi uniforme.

### **Atricionado**

El atricionado es un proceso mediante el cual se libera el caolín, consistiendo en una agitación enérgica que da un trabajo mecánico al mineral dejando la caolinita prácticamente libre de la roca encajonante. El material posteriormente es enviado a un agitador.

### **Agitado**

Con el fin de dar la consistencia necesaria para que el mineral pueda ser procesado en el hidrociclón, se agita agregándole agua formando con esto una mezcla homogénea que alimenta por gravedad al hidrociclón.

### **Clasificación**

Pasa enseguida a un clasificador que por medio de agua, en proporción de 20% de sólidos, efectúa la clasificación. La clasificación por hidrociclones es en serie, haciendo un corte por cada paso de hidrociclonado y con sus tanques de paso intermedios dan las características de flujo y presión requeridas para cada paso. El residuo denominado “colas” es desechado por medio de una purga que tiene el mismo clasificador.

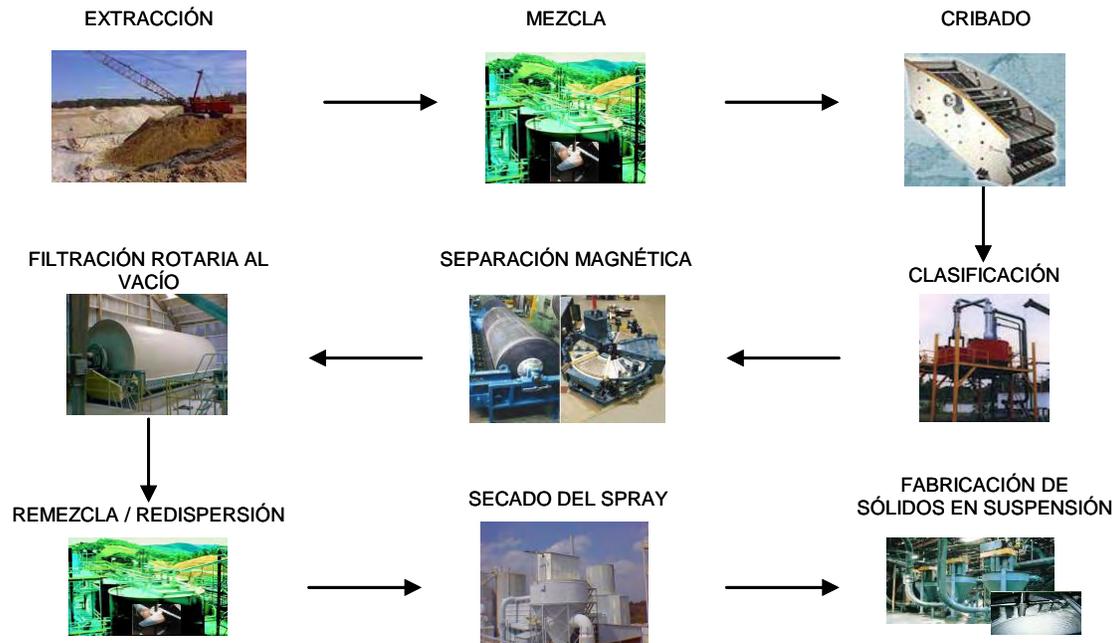
## **Espesado**

Para reducir el contenido de agua y concentrar más el material, la lechada pasa a través de una máquina centrífuga que elimina parte del agua y concentra al caolín.

El producto obtenido en este paso ofrece dos alternativas a seguir:

- Caso A. Si las impurezas de color, producidas por lo general con óxidos de hierro, no afectan a los fines que se desea el producto, se continúa el proceso en un filtro prensa, enseguida pasa a una tolva que alimenta un secador rotatorio saliendo el producto deseado en un transportador metálico a la tolva de almacenaje y envasado, posteriormente se procede a su embarque.
  
- Caso B. Si hay necesidad de someterlo a un proceso de blanqueo, se conduce a las pilas de lavado donde se efectúa el blanqueo por medio de soluciones diluidas de ácido sulfúrico, agitación y asentamiento, por un periodo de 5 a 6 horas, para después seguir con los mismos pasos que en el caso A.

## PROCESO STANDARD (Tecnología reciente)



### Extracción y trituración

El caolín se explota a cielo abierto, de las minas se transporta en greña, con un contenido de humedad promedio de 10 a 18%, a la planta procesadora.

Después de extraído el mineral se procede a reducir su tamaño por medio de una quebradora de quijada dando por resultado un producto de menor tamaño y casi uniforme.

### Mezcla y desarenado

El caolín minado se lleva a un agitador que contiene agua y un dispersante. La función del dispersante es suspender al caolín en la fase de agua.

La pulpa derramada del agitador es bombeada a un atricionador, donde las arenas son asentadas por gravedad y empujadas hacia una caja de arrastre formada por una serie continua de rastrillos de barras inclinadas, las cuales expulsan la arena.

### **Cribado**

Las arenas relativamente libres fluyen y se deslizan hacia el otro extremo de la caja de arrastre y se envían a las cribas, donde la arena residual, mica y material orgánico son removidos.

### **Clasificación**

Posteriormente, la arena mezclada de acuerdo a los requerimientos del mercado se bombea a la planta de beneficio para su clasificación. El flujo de sólidos es retirado en forma continua por decantadores centrífugos, donde el sobrederrame es clasificado por tamaño de partícula diseñada específicamente a un porcentaje más fino a dos micras.

El derrame inferior centrifugado se regresa al proceso para deslamar la arcilla, esta etapa del proceso se repite hasta obtener la calidad deseada y el material inerte es descargado a las colas.

### **Separación magnética**

El flujo decantado es transferido a un separador magnético de alto gradiente donde una combinación paramagnética de titanio y óxido de hierro se extrae bajo un campo cargado electromagnéticamente que resiste hasta 50,000 Gauss.

La producción de magneto, aun en un estado disperso, es precipitado bajo condiciones ácidas, a un pH de 2-4, por la introducción de un químico reductor del hierro (usualmente hidrosulfito de sodio). El químico convierte una porción importante del hierro remanente al estado de agua soluble.

### **Filtración rotaria al vacío**

La arcilla precipitada contiene entre 15 y 30% de sólidos secos, la cual es introducida a un filtro de vacío de tambor rotario. El labio de deslizamiento del filtro es calentado entre 110-125°F para facilitar el deshidratado. El deslizador de arcilla, no debe ser calentado a más de 125°F ya que puede ocasionar incendios dentro del filtro y dañarlo. Posteriormente, el caolín precipita pesadamente, con un contenido de sólidos secos de entre 50 y 60%, en un estado que no es líquido ni sólido y tiene consistencia de arcilla húmeda. Esta masa pseudoplástica es transportada para redispersión.

### **Remezcla / redispersión**

La redispersión es semejante al procedimiento original de mezclado, excepto que no desprende polvo al envasarlo. La arcilla es relicuada bajo intensa agitación mecánica con la adición de un dispersante químico y agente alcalino para tener un pH neutro.

### **Secado de spray**

Posterior al paso anterior, la arcilla beneficiada es pasada al secado y enviada al secador de spray, el producto acabado está listo para el embarque. Una cantidad significativa de la capacidad del secador de spray es dedicada a producir pulpa para los embarques en carros tanque.

### **Fabricación de sólidos en suspensión**

Para preparar de esta manera el producto de la pulpa, la arcilla seca por el spray es mecánica o neumáticamente transportada a los sistemas productores de pulpas que generalmente consisten de tanques y zonas de mezcla de alta intensidad para facilitar la incorporación de polvo seco dentro de la pulpa con altos sólidos.

## **I.4 USOS**

Papel	Como carga y recubrimiento del papel. En el acabado de papel de arte y tapiz y en papel corrugado. Reduce la porosidad y da suavidad y brillo a la superficie. Contribuye a la recepción de tinta en papel para escritura e impresión. Proporciona alta brillantez y opacidad con el mínimo recubrimiento resultando un peso extraligero.
Refractarios	A causa de su elevada temperatura de fusión es adecuado para la elaboración de refractarios. En la elaboración de perfiles, bloques y ladrillos refractarios, así como en ladrillos de alta alúmina. En la elaboración de cemento refractario y resistente a los ácidos. En cajas de arcilla refractaria para cocer alfarería fina.
Cerámica	En la fabricación de sanitarios, comedores, porcelana eléctrica y tejas de alto grado, vajillas, objetos de baño, refractarios y cajas de arcilla refractaria para cocer alfarería fina. Las arcillas cerámicas ofrecen buenas perspectivas para usarse en convertidores catalíticos.
Vidrio	En la formulación de placas de vidrio.
Pinturas	En la elaboración de pigmentos de extensión para pinturas y en la fabricación de tintas. Se usa como dilatador por su inercia química, suave fluidez, facilidad de dispersión y por no ser abrasivo. En pinturas de agua con liga de aceite, a base de silicato y al temple; en pinturas para moldes de fundición; en

pigmentos para el color ultramarino. Da suavidad y brillo a la superficie, mejora la durabilidad de la misma y reduce la cantidad de pigmento necesario. También proporciona resistencia a la corrosión y al intemperismo y un acabado mate.

- Plásticos** Es usado como relleno en hules y plásticos y auxiliar en procesos de filtración. En revestimientos plásticos para ductos y tejas plásticas. Se mezcla bien con oleoresinas en plásticos y mejora la rigidez y dureza del mismo. Proporciona suavidad, estabilidad dimensional, resistencia al ataque químico y mejora las propiedades mecánicas, eléctricas y térmicas de los plásticos.
- Agroquímicos** Forma parte de los componentes de insecticidas y pesticidas. En virtud de su alta adherencia y baja segregación es el ideal recubrimiento de abonos y fertilizantes.
- Farmacéutica** En la elaboración de medicamentos por ser químicamente inerte y libre de bacterias. (No se tiene en México este tipo de caolín)
- Cosméticos** Es uno de los principales componentes de los cosméticos. Absorbe humedad, mejora las bases blancas para colores, se adhiere a la piel y tiene textura suave.
- Material eléctrico** Es usado en la fabricación de cable eléctrico, en recubrimientos y aislantes eléctricos. Da resistencia térmica.
- Caucho** Debido a su consistencia es excelente para reforzar la dureza mecánica y resistencia a la abrasión del caucho, así como para hacerlo más rígido.

Hule	En la industria del hule es usado como carga y por su resistencia a la humedad y ataque químico. Mezcla bien con el hule, le incrementa la dureza y durabilidad. Agrega fuerza y resistencia a la abrasión y rigidez.
Metales	En ruedas abrasivas, para soldar cubiertas en varillas y en material de adherencia en fundición
Química	En la elaboración de productos como sulfato de aluminio, alúmina y alumbre; en catalizadores y absorbentes; en el acabado de textiles; en jabón, recubrimientos, curtiduría y productos de asbesto; en ruedas abrasivas, como material de adherencia en fundición y para soldar cubiertas en varillas. Por su contenido de alúmina y sílice se utiliza en la producción de aditivos de cemento y fibra de vidrio.
Forraje	Para forraje se usa molido entre 60 y 80 mallas.

## **Sustitutos**

Como agente antibloqueo es sustituido por diatomita, sílice precipitado y talco; como transportador/absorbente por atapulgita, bentonita, talco, pumicita, vermiculita y zeolitas; en cerámica por fibra de vidrio y equivalentes plásticos; como relleno por barita, carbonato de calcio, feldespato, mica, perlita, talco y wollastonita; en fundición por alúmina, cromita, olivino, perlita y arena sílica; en refractarios por andalucita, bauxita, cromita, dolomita, grafito, magnesita, olivino y sílice y como mejorador de suelo por bentonita, diatomita, yeso, perlita, vermiculita y zeolitas.

## **I.5 MARCO LEGAL NORMATIVO**

En el Artículo 4o. de la Ley Minera, en el párrafo VI queda especificado que se sujetarán a ésta, entre otros minerales, los productos derivados de la descomposición de las rocas cuya explotación se realice preponderantemente por medio de trabajos subterráneos, como el caolín.

En el Artículo 5o. de la misma Ley, en el párrafo V se especifica que se exceptúan de la Ley Minera los productos derivados de la descomposición de las rocas, cuya explotación se realice preponderantemente por medio de trabajos a cielo abierto.

## **I.6 NORMAS NACIONALES E INTERNACIONALES**

### **NORMAS ASTM DE CAOLÍN EN ESTADOS UNIDOS**

<b>CLAVE</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
C242-01(2007)	Terminología de loza blanca de cerámica y productos relacionados.
D7188-05	Terminología para tintas de impresión, materiales y procesos

<b>CLAVE</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
--------------	--------------------

#### **Normas de España**

UNE-EN ISO 3262-8:2000	Pigmentos extendedores para pinturas. Especificaciones y métodos de ensayo. Caolín natural. (ISO 3262-8:1999).
UNE-EN ISO 3262-9:1999	Pigmentos extendedores para pinturas. Especificaciones y métodos de ensayo. Caolín calcinado. (ISO 3262-9:1997).

## I.7 IMPUESTO ARANCELARIO APLICADO EN EL MARCO DE LOS TRATADOS DE LIBRE COMERCIO SUSCRITOS POR MÉXICO

En el marco de los tratados comerciales en vigor el mineral del caolín cuya fracción es 25070001 se encuentra *exento de impuesto arancelario*.

Cap: 25 Sal; azufre; tierras y piedras; yesos; cales y cementos.

Part: 2507 Caolín y demás arcillas caolínicas, incluso calcinadas.

Subp.: 250700 Caolín y demás arcillas caolínicas, incluso calcinadas.

Fracción: 25070001 Caolín y demás arcillas caolínicas, incluso calcinadas.

Fuente: [www.economia.gob.mx](http://www.economia.gob.mx)

## II. MERCADO

### II.1 PANORAMA DEL MERCADO INTERNACIONAL

#### ESTADOS UNIDOS<sup>2</sup>

La producción americana de caolín en 2012 se estimó en 5,900 miles de toneladas, 2.2% Superior a 2011. Los principales usos del caolín en EU fue como sigue: papel, 50% y otros usos, 50% (pintura, fibra de vidrio, hule).

#### Estadísticas de Estados Unidos

##### Miles de toneladas

	2007	2008	2009	2010	2011	2012e/
Producción	7,110	6,740	5,290	5,420	5,770	5,900
Importación	194	194	281	239	550	540
Exportación	3,300	2,960	2,290	2,470	2,490	2,570
Consumo Aparente	4,004	4,110	3,281	3,139	3,280	3,974
Precio promedio, dólares por tonelada	135	134	135	145	142	145

e/ Estimado

Fuente: Mineral Commodity Summaries 2013

<sup>2</sup> Fuente: Mineral Commodity Summaries, 2013

**Miles de toneladas**

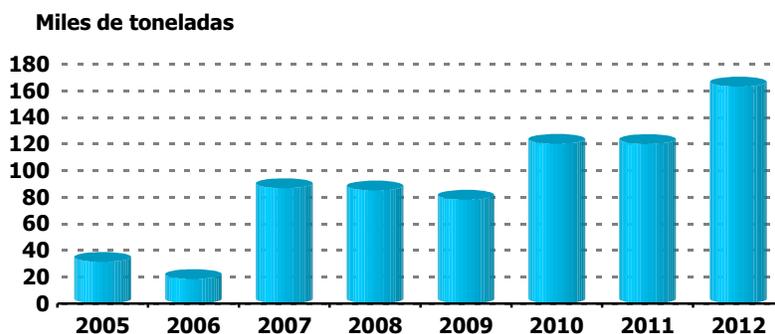
<b>PAÍS</b>	<b>2011</b>	<b>2012e/</b>
EU	5,770	5,900
Brasil	2,200	2,250
República Checa	3,610	3,600
Alemania	4,900	4,500
Grecia	0	0
Italia	640	640
México	120	120
España	49	50
Turkía	700	1,000
Ucrania	900	900
Reino Unido	5,500	5,500
Usbekistan	8,410	8,300
Otros		
<b>Total mundial (redondeado)</b>	<b>33,900</b>	<b>34,000</b>

e/ Estimado

Fuente: Mineral Commodity Summaries 2013

## II.2 MERCADO NACIONAL

### PRODUCCIÓN DE CAOLÍN EN MÉXICO 2005-2012



p/ Preliminar

Fuente: Anuario Estadístico de la Minería Mexicana Ampliada SGM.

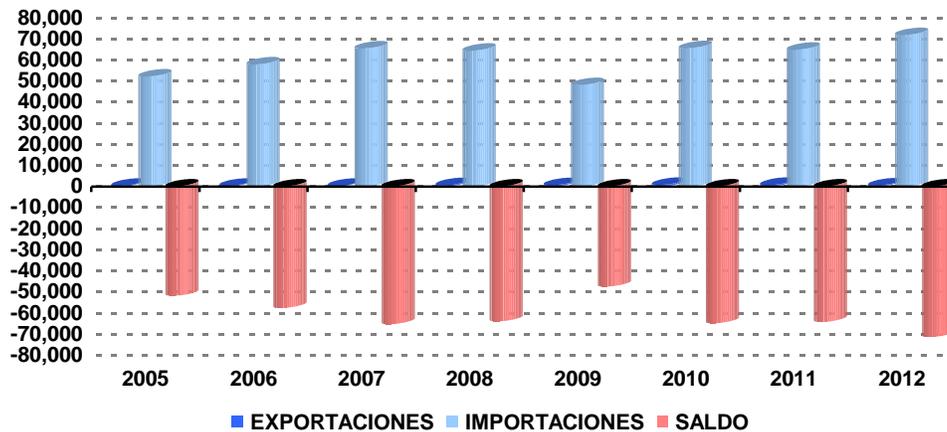
La producción nacional de caolín fue de 163 mil toneladas, registrando en el periodo 2005-2012 mostrando un comportamiento mixto, en donde la producción más baja se presenta en 2006 con 18.85 mil toneladas y la más alta en 2012 con 163.148 mil Toneladas, teniendo una tasa media anual de crecimiento de 26.5%. Los estados que aumentaron su producción de 2005-2012 fueron: Chihuahua con 37 % y Veracruz 5.2 %.

Los principales estados productores de caolín ha sido tradicionalmente: Chihuahua, Guanajuato, Veracruz y Michoacán, entre otros.

La vocación del caolín en México es muy heterogénea, los yacimientos presentan lentes pequeños de diversas calidades en un mismo yacimiento. Su mercado en orden de importancia es como sigue: la industria del cemento, pintura, papel y algunas cerámicas.

## II.3 COMERCIO EXTERIOR

### BALANZA COMERCIAL DEL CAOLÍN 2005-2012 (461 Miles de dólares)

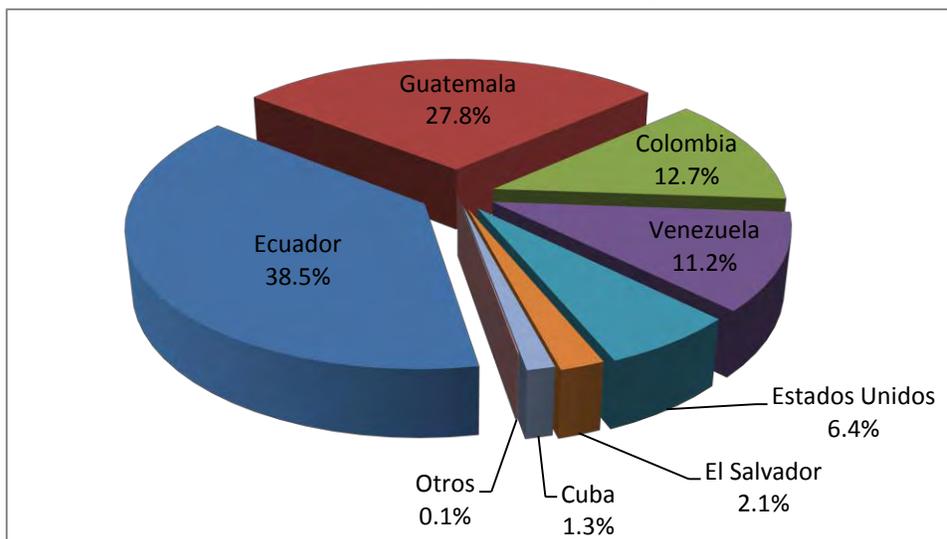


Fuente: Sistema de Información Arancelaria Vía Internet. (SIAMI)

La balanza comercial del caolín es deficitaria debido a que nuestras exportaciones son muy pequeñas (461 mil dólares en 2012) en relación a las importaciones (71.8 millones de dólares), aunque es posible que la fracción 25070001 caolín y demás arcillas caolínicas, contenga (aunque no debería) minerales como arcilla bola, sílice, alúmina, etc. que acentúen aún más el déficit.

## EXPORTACIONES MEXICANAS DE CAOLÍN EN EL 2012 POR PAÍS DE DESTINO

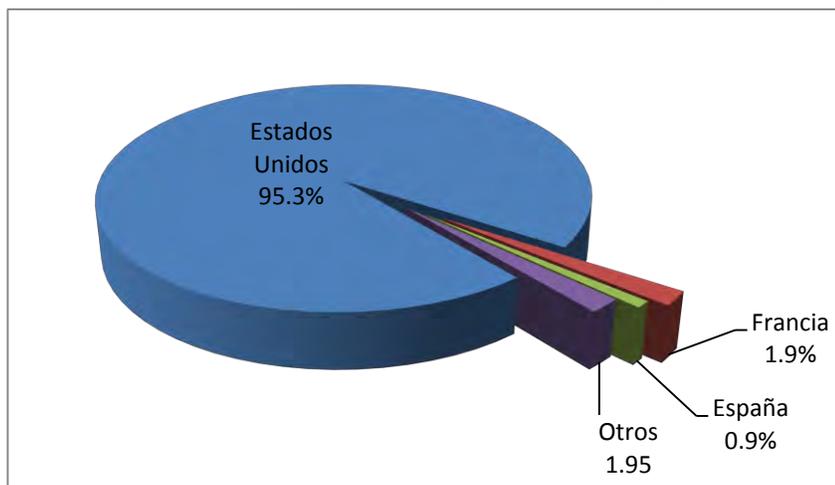
Fracción: 25070001  
(461 mil dólares)



Fuente: Sistema de Información Arancelaria Vía Internet. (SIAMI).

Centroamérica es un importante mercado para el caolín mexicano, sin olvidar el mercado estadounidense. Los tipos de caolín exportados son para la industria del hule, pinturas y papel.

**IMPORTACIONES MEXICANAS DE CAOLÍN EN EL 2012  
POR PAÍS DE ORIGEN  
Fracción: 25070001  
(71.8 millones de dólares)**



Fuente: Sistema de Información Arancelaria Vía Internet. (SIAVI).

Es posible que en la fracción: 25070001 “Caolín y demás arcillas caolínicas, incluso calcinadas”, estén importando minerales como arcilla bola, sílice, alúmina, etc., lo que explicaría los altos montos de importación.

## II.4 PRECIO

El precio generalmente se rige por la demanda; las industrias consumidoras o los intermediarios fijan el precio, tomando ventaja de los apoyos que prestan a los ejidos relativos a la maquinaria para la explotación y estudios sobre el comportamiento del yacimiento e identificación de las diferentes calidades del mineral.

Una variable que impacta al precio del mineral a pesar de ser barato en su explotación son los energéticos en la fase de transformación o procesamiento, principalmente en el secado y molido.

## **II.5 CANALES DE COMERCIALIZACIÓN**

Es importante señalar que la mayor parte de los yacimientos de caolín se encuentran en terrenos ejidales.

Se identificaron tres canales de comercialización:

### **I. PRODUCTOR —————> CONSUMIDOR**

Este es el caso entre los ejidatarios y la industria del cemento.

Las cementeras compran diferentes calidades de caolín silicoso directamente al ejidatario quien lo clasifica; la cementera lo carga y transporta a su planta donde le hace los análisis de calidad y reclasificación. Cuando el mineral es de baja calidad, lo combinan con otro de mayor calidad hasta adquirir la deseada.

Las cementeras realizan dos tipos de convenios con los ejidatarios:

- a) La cementera pone la maquinaria para la explotación y el ejido la mano de obra, dando al ejido la regalía y el pago de salarios por mano de obra.
- b) Los ejidatarios realizan la explotación con sus medios y fijan el precio.



Los intermediarios son aquellos que poseen molinos o procesan el mineral para luego colocarlo directamente al consumidor como materia prima. Puede tratarse de transformadores con procesos complejos como el caolín para la industria papelera u otros que se dediquen a molidos sencillos como los que requiere la industria del hule, cerámica y pintura.

En la región de Huayacocotla existen alrededor de 40 molinos, principalmente en los poblados de Metepec y Santa Ana, que absorben el caolín no adquirido por las plantas de Veracruz. El proceso que realizan es sencillo: molido-secado-ensado; lo destinan a las industrias de pintura, cerámica y hule especializándose en una y en ocasiones en dos de ellas.



Un tercer caso son los ejidos que poseen molinos. Pueden colocar el producto directamente con la industria consumidora pero asimismo acuden a los intermediarios debido a que muchas veces no cuentan con suficiente volumen para satisfacer las necesidades del cliente. Principalmente se trata de molinos especializados en el caolín para la industria de la pintura.

## **II.6 PROBLEMÁTICA QUE PRESENTAN LOS EJIDATARIOS:**

Por lo general los ejidatarios son campesinos de escasos recursos económicos e incipiente educación. Aprenden la minería o la explotación de minerales de forma empírica y con métodos y equipo rudimentario, tienen poca información sobre su yacimiento, no cuentan con recursos económicos suficientes para invertir y carecen de una organización y administración eficiente, así tampoco cuentan con un geólogo o minero que los asista permanentemente en el desarrollo de los proyectos.

## **III. CONCLUSIONES**

1. Sería muy útil inventariar las calidades de caolín de cada uno de los yacimientos con el objetivo de integrar un catálogo por región y así tener cuantificado y caracterizado los tipos del mineral para identificar la calidad de los yacimientos y así clasificarlos de tal forma que permita tener zoneamientos de los depósitos con una buena cartografía geológica empatada con las caracterizaciones químicas y consolidar una oferta a las industrias consumidoras. La identificación del caolín grado papelerero es muy importante pues cuenta con empresas procesadoras demandantes, por lo que asegura un mercado amplio de oportunidades de la industria del papel.
2. Mayor inversión en maquinaria y equipo de extracción y transporte.
3. Inversión en desarrollo de investigación tecnológica para el proceso de transformación de la materia prima mineral. Estudios metalúrgicos adecuados, no sólo para instalar plantas de lavados, micronizados y clasificados, sino también innovación en determinar y obtener purezas más

altas en contenidos de alúminas y precipitar el sílice y/o obtener de una planta de beneficio varios tipos de caolines para diversos mercados.

4. Establecer convenios de investigación con universidades o instituciones de investigación, para que desarrollen técnicas de procesos viables que permitan obtener mayor valor agregado de los caolines, obteniendo diversas calidades para distintos mercados.
5. Investigar las necesidades que las empresas consumidoras de caolín requieren en cuanto a volúmenes, características físico-químicas, granulometría, especificaciones y precios; con el fin de satisfacer la demanda.



**ANEXO ESTADÍSTICO**





**CUADRO 1**  
**BALANZA COMERCIAL DEL CAOLÍN 2005-2012**  
**DÓLARES**

CONCEPTO	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
EXPORTACIONES	282,924	261,948	228,561	539,096	620,983	715,586	677,713	461,383
IMPORTACIONES	52,135,829	57,894,424	65,481,580	64,425,887	48,046,055	65,527,824	64,815,928	71,811,639
BALANZA COMERCIAL	-51,852,905	-57,632,476	-65,253,019	-63,886,791	-47,425,072	-64,812,238	-64,138,215	-71,350,256

Fuente:

- Sistema de Información Arancelaria Vía Internet (SIAVI). Secretaría de Economía.

**CUADRO 2**  
**EXPORTACIONES MEXICANAS DE CAOLÍN 2005-2012**

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
25070001								
Caolín y demás arcillas caolínicas, incluso calcinadas.								
Dólares	282,924	261,948	228,561	539,096	620,983	715,586	677,713	461,383
Toneladas	831	965	4,575	19,487	3,795	2,033	1,927	1,612

Fuente:

- Sistema de Información Arancelaria Vía Internet (SIAVI). Secretaría de Economía.

**CUADRO 3**  
**EXPORTACIONES MEXICANAS DE CAOLÍN POR PAÍS DE DESTINO 2005-2012**  
**DÓLARES**

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
ESTADOS UNIDOS	191,757	159,451	141,828	402,578	96,730	20,599	7,909	29,443
GUATEMALA	32,923	10,224	34,395	93,383	200,786	157,586	187,426	128,129
VENEZUELA	34,770	76,710	32,314	42,692	39,207	39,430	27,630	51,847
COLOMBIA	55	12,166	18,587	234	59,406	208,769	126,017	58,558
ECUADOR	0	0	0	0	196,874	229,152	242,708	177,405
CUBA	14,197	2,370	101	0	10,267	5	4,544	6,090
EL SALVADOR	66	0	0	0	16,201	56,819	81,239	9,648
OTROS	9,156	1,027	1,336	209	1,512	3,226	240	263
<b>TOTAL</b>	<b>282,924</b>	<b>261,948</b>	<b>228,561</b>	<b>539,096</b>	<b>620,983</b>	<b>715,586</b>	<b>677,713</b>	<b>461,383</b>

Fuente: Sistema de Información Arancelaria Vía Internet (SIAVI). Secretaría de Economía.

**CUADRO 4**  
**EXPORTACIONES MEXICANAS DE CAOLÍN POR PAÍS DE DESTINO 2005-2012**  
**TONELADAS**

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
ESTADOS UNIDOS	401	356	4,252	18,981	2,172	44	15	44
GUATEMALA	159	76	146	285	643	534	564	607
VENEZUELA	175	444	132	220	162	130	135	200
COLOMBIA	0	79	33	0	113	430	250	123
ECUADOR	0	0	0	0	639	744	788	576
CUBA	50	10	0	0	22	0	10	23
EL SALVADOR	1	0	0	0	42	139	164	35
OTROS	46	0	11	1	2	12	0	4
<b>TOTAL</b>	<b>831</b>	<b>965</b>	<b>4,575</b>	<b>19,487</b>	<b>3,795</b>	<b>2,033</b>	<b>1,927</b>	<b>1,612</b>

Fuente: Sistema de Información Arancelaria Vía Internet (SIAVI). Secretaría de Economía.



**CUADRO 5**  
**IMPORTACIONES MEXICANAS DE CAOLÍN 2005-2012**

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
25070001								
Caolín y demás arcillas caolínicas, incluso calcinadas.								
Dólares	52,135,829	57,894,424	65,481,580	64,425,887	48,046,055	65,527,824	64,815,928	71,811,639
Toneladas	424,419	403,581	462,270	430,611	351,796	421,928	411,027	447,329

Fuente: Sistema de Información Arancelaria Vía Internet (SIAVI). Secretaría de Economía.

**CUADRO 6**  
**IMPORTACIONES MEXICANAS DE CAOLÍN POR PAÍS DE ORIGEN 2005-2012**  
**DÓLARES**

<b>PAÍS</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>
Estados Unidos	50,123,580	55,183,558	61,790,567	59,255,572	45,678,724	62,495,788	61,342,334	68,406,272
Reino Unido	114,985	151,844	133,837	1,872,123	175,821	202,971	225,107	122,074
Francia	1,087,495	1,509,949	1,487,167	1,679,474	1,410,655	1,648,315	1,720,876	1,329,891
España	520,947	603,652	578,755	967,705	463,296	602,233	684,857	674,984
China	190,335	199,414	197,314	411,778	169,536	284,581	248,729	386,497
Ucrania	0	0	826,842	0	19,560	78,755	230,865	393,045
Australia	34,498	54,612	72,816	56,280	27,862	73,797	62,473	105,554
Brasil	24,222	80,351	43,170	45,987	17,995	18,694	53,400	185,658
Italia	2,875	17,074	31,703	83,261	27,752	14,258	35,495	91,935
Alemania	0	1,111	3,759	8,727	48,449	83,867	162,406	69,101
Otros	36,892	92,859	315,650	44,980	6,405	24,565	49,386	46,628
<b>TOTAL</b>	<b>52,135,829</b>	<b>57,894,424</b>	<b>65,481,580</b>	<b>64,425,887</b>	<b>48,046,055</b>	<b>65,527,824</b>	<b>64,815,928</b>	<b>71,811,639</b>

Fuente: Sistema de Información Arancelaria Vía Internet (SIAVI). Secretaría de Economía.

**CUADRO 7**  
**IMPORTACIONES MEXICANAS DE CAOLÍN POR PAÍS DE ORIGEN 2005-2012**  
**TONELADAS**

<b>PAÍS</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>
Estados Unidos	416,885	394,002	442,755	405,359	344,974	412,874	401,052	436,239
Reino Unido	158	175	160	15,864	220	247	243	144
Francia	3,858	5,124	4,791	4,964	4,430	5,210	4,974	4,085
España	2,101	2,375	1,989	2,845	1,521	1,962	2,087	2,115
China	1,190	1,325	732	1,124	347	986	810	1,238
Ucrania	0	0	11,311	0	100	351	1,047	1,930
Australia	40	60	80	60	10	60	40	81
Brasil	125	400	200	176	45	57	246	1,096
Italia	6	79	95	154	70	23	82	247
Alemania	0	1	1	5	68	115	228	105
Otros	56	40	155	61	10	43	216	49
<b>TOTAL</b>	<b>424,419</b>	<b>403,581</b>	<b>462,270</b>	<b>430,611</b>	<b>351,796</b>	<b>421,928</b>	<b>411,027</b>	<b>447,329</b>

Fuente: Sistema de Información Arancelaria Vía Internet (SIAVI). Secretaría de Economía.

**CUADRO 8**  
**CONSUMO NACIONAL APARENTE DE CAOLÍN 2005-2012**  
**TONELADAS**

CONCEPTO	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
PRODUCCIÓN	31,458	18,852	86,784	85,092	78,086	120,094	120,003	163,148
IMPORTACIONES	424,419	403,581	462,270	430,611	351,796	421,928	411,027	447,329
EXPORTACIONES	831	965	4,575	19,487	3,795	2,033	1,927	1,612
CNA	492,896	448,498	434,005	487,533	485,318	118,061	529,103	608,865

p/ Preliminar

Fuente:

Producción: Anuario Estadístico de la Minería Mexicana Ampliada, Secretaría de Economía.

Exportaciones e importaciones: Sistema de Información Arancelaria Vía Internet (SIAVI). Secretaría de Economía.