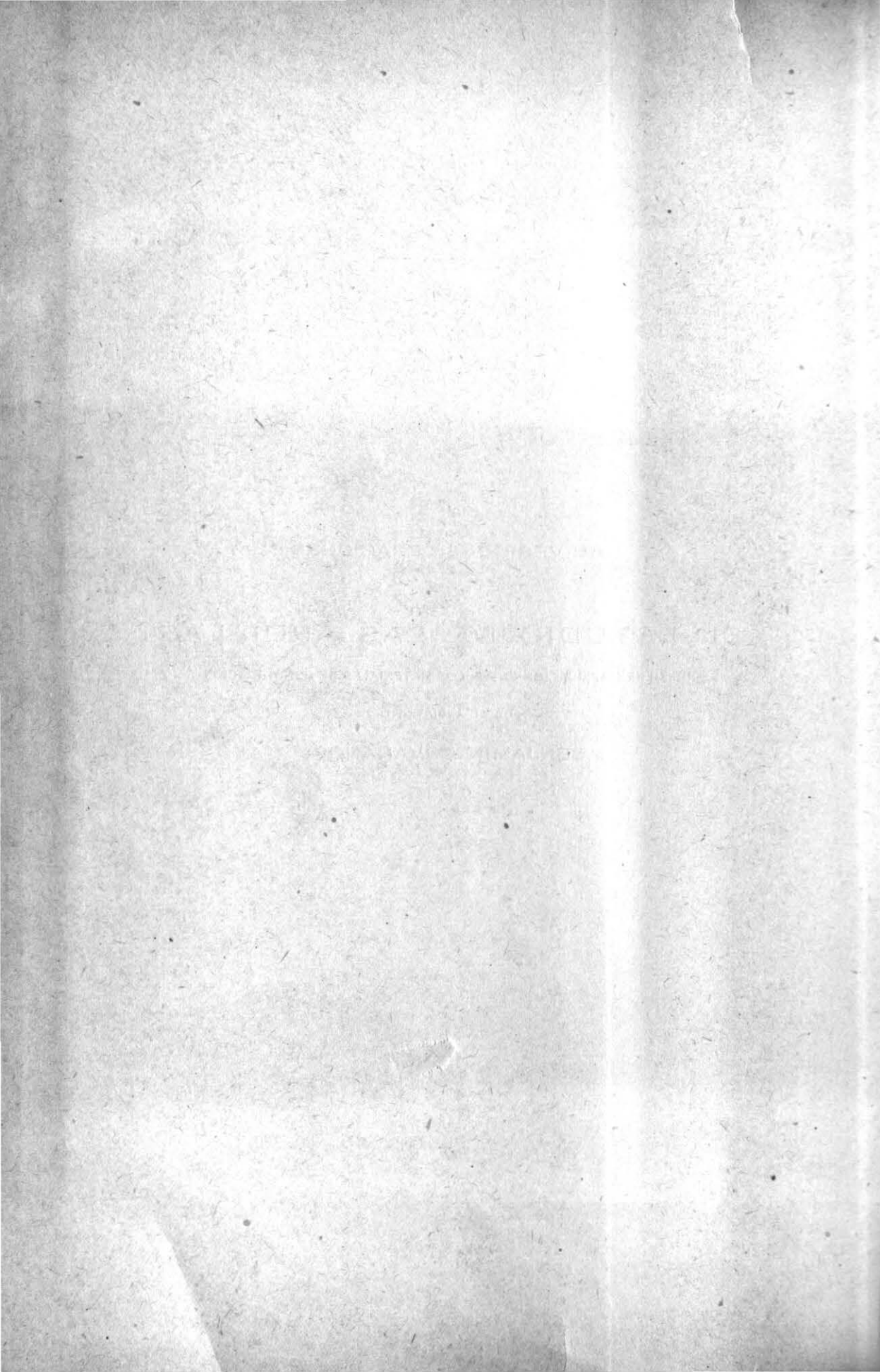


BREVES CONSIDERACIONES
PARA
EL ESTUDIO DE LAS ARCILLAS
QUE TIENEN APLICACION ENTRE LOS MATERIALES DE CONSTRUCCION
POR EL ARQUITECTO
BENJAMIN ORVAÑANOS



ARCILLAS

La arcilla es una de las sustancias más comunes y más útiles de la naturaleza. Sudistribución es universal, sus usos muy diversos y sus variedades casi ilimitadas. Ha sido empleada desde la más remota antigüedad para la fabricación de diversos materiales, empleados en abundancia en la construcción, y que desempeñan un papel muy importante como algunas argamasas, los adobes, ladrillos, tejas, tubos, azulejos y diversos artículos de terracota y cerámica.

La arcilla debe su origen principalmente a la descomposición de los feldspatos de las rocas ígneas, y puede definirse como una substancia terrosa compuesta de una base de kaolín¹ mezclada con impurezas orgánicas y minerales que posee, por lo tanto, una composición química variable, y cuyas propiedades físicas determinan sus aplicaciones.

Cuando se encuentra químicamente pura es el Kaolín, cuya composición química está representada por la fórmula $2\text{H}^2\text{O}$, Al^2O^3 , 2SiO^2 , con una gravedad específica de 2.6 y dureza de 2 a 2.5. Es suave al tacto, tiene gran afinidad por el agua y cuando es puro, es de color blanco, pero se encuentra en gran variedad de colores.

1. Kaolín es una corrupción de la palabra china «Kauling», nombre con que se designa una colina cerca de Jauchau-Ju, donde se encuentra esta substancia en grandes cantidades.

Teóricamente contiene:

| | |
|--|--------|
| Sílice (SiO^2)..... | 46.5% |
| Alúmina (Al^2O^3)..... | 39.5 " |
| Agua (H^2O)..... | 14.0 " |
| | 100.0% |

Los depósitos de Kaolín más puro se encuentran cerca de los lugares donde se han transformado los minerales originales, como el feldespato u otro silicato, aunque siempre se encuentra mezclado con impurezas de otros elementos químicos, pues si el feldespato ha sido un constituyente de las rocas graníticas, se encuentran granos de mica y cuarzo mezclados al Kaolín.

Como el Kaolín es removido del lugar de su formación recogiendo distintas impurezas al ser acarreado, se transforma en arcillas diversas que varían según sean la naturaleza y cantidad de éstas. Por tanto, las arcillas según su modo de formación, pueden ser de dos clases: *Arcillas primarias* o *Arcillas secundarias*, llamadas también *sedimentarias*.

Las *primarias* son las que provienen de la descomposición y desintegración de las rocas, especialmente de aquellas que contienen feldespato y se encuentran en el mismo lugar de su formación.

Las *secundarias* o *sedimentarias* provienen de las anteriores, pues han sido acarreadas por las corrientes fluviales depositándolas en otros lugares, y por tanto, han sido mezcladas con fragmentos de rocas, granos de arena y diversas impurezas.

COMPOSICION QUIMICA Y MINERALOGICA DE LAS ARCILLAS

Las impurezas que contiene una arcilla no sólo alteran la composición química de ésta, sino que ejercen sobre ella una influencia muy importante cuando es mol-

deada, secada o cocida para destinarse a diversos productos industriales.

Entre las impurezas que se encuentran en las arcillas sedimentarias, que son las

que tienen aplicación entre los materiales de construcción, las más comunes son:

FELDESPATO.—En la desintegración de las rocas originales el feldespato se cambia en Kaolín, pero parte del mineral permanece ligeramente alterado y en forma de pequeños granos semejantes a los de la arena. A temperaturas ordinarias el feldespato disminuye la contracción de la arcilla, pero si la temperatura alcanza el punto de fusión del feldespato (1,200°C.) el mineral se funde y derrite, por lo que es perjudicial en aquellas arcillas que se emplean para productos refractarios.

MICA.—Este mineral es más común en las arcillas que el feldespato y se presenta en forma de láminas brillantes que se distinguen fácilmente. La mica puede presentarse en dos formas: blanca o *muscovita* (silicato de potasa y alúmina) y negra o *biotita* (silicato de magnesia, alúmina y óxido de hierro). Esta última tiene influencia en aquellas arcillas que se someten a altas temperaturas, como en la fabricación de azulejos, pues hace variar su color por el hierro que contiene.

La mica ayuda a la fusión de las arcillas, pero se funde a una temperatura mucho más baja que el feldespato.

SÍLICE.—La sílice se presenta en las arcillas bajo dos formas: como sílice pura (cuarzo o arena) o combinada en el kaolín y otros silicatos minerales.

La sílice pura modifica notablemente la contracción de las arcillas, como veremos después, y afecta su fusibilidad, pues aunque el cuarzo sólo es infusible, cuando se encuentra en presencia de impurezas fusibles se funde también.

ALUMINA.—La alúmina se encuentra en casi todas las arcillas y es uno de sus componentes esenciales, pues forma parte de los minerales originales, de los cuales el kaolín se deriva, y en el que como ya dijimos se encuentra 39.5% de alúmina.

Se encuentra algunas veces en las arcillas bajo forma de hidro-sulfato de alúmina y potasa que proviene de la descomposición de piritas, y como es soluble en el agua, puede eliminarse por medio de lavados, cuando es perjudicial a una arcilla para ciertas aplicaciones.

El punto de fusión de la alúmina es alto, pero disminuye cuando está mezclado en la arcilla con impurezas fusibles.

FIERRO.—El hierro se encuentra en mayor o menor cantidad de casi todas las ar-

cillas, presentándose bajo formas de óxidos o de sulfuros.

El color que toman las arcillas cocidas depende de la cantidad de óxido de hierro que contienen, naturaleza del óxido y temperatura de la cocción. El óxido férrico (Fe^2O^3) da un color rojo, el óxido ferroso (FeO) comunica un tono verde y la mezcla de los dos en diversas proporciones produce tonos amarillos, rojos, azules o negros.

CAL.—La cal se presenta algunas veces en las arcillas ya sea bajo forma de carbonato o de sulfato.

Bajo la acción de altas temperaturas la cal se une con otros elementos de la arcilla, especialmente con la alúmina y la sílice, dando una reacción que tiene marcada influencia en el color y fusibilidad de la arcilla, y haciéndola impropia para productos vitrificados.

MAGNESIA.—La magnesia se encuentra también en las arcillas, aunque generalmente en corta cantidad. Obra en ellas como fundente y proviene de la descomposición de los silicatos de magnesia, así como de los carbonatos de cal y magnesia.

ÁLCALIS.—Los álcalis más importantes que se encuentran en las arcillas son la potasa (K_2O) y las sosa (Na_2O) que provienen de los silicatos minerales que forman el kaolín.

Obran como fundentes determinando la fusibilidad de la arcilla, encontrándose por esto en corta cantidad en las arcillas refractarias.

MATERIAS ORGÁNICAS.—Las materias orgánicas se encuentran en mayor o menor cantidad en casi todas las arcillas, por efecto del transporte que han sufrido por las corrientes fluviales, arrastrando materia vegetal. Como se encuentran en cantidad considerable, comunican a la arcilla un color obscuro, la hacen muy porosa y fácilmente se quiebra después de la cocción.

AGUA.—El agua existe en las arcillas en dos formas: ya sea mezclada mecánicamente o en combinación química. Cuando está mezclada mecánicamente se encuentra en los poros de la arcilla rodeando sus granos a manera de película, y variando en proporción, según sea el tamaño de ellos, pues una arcilla de granos gruesos retiene menos humedad por unidad de volumen que la de granos finos.

La humedad de la arcilla puede llegar al 20 o 30%, pero al contacto del aire pier-

de una considerable cantidad, y a la temperatura de ebullición (212° F.) toda el agua mezclada mecánicamente se evapora, y viene la contracción de la arcilla que puede variar de 2% en las arcillas de granos gruesos a 10% en las de granos muy finos.

Si la arcilla contiene sales solubles, el agua disuelve parte de ellas, y al salir esta agua a la superficie por efecto de la

evaporación, se depositan ya sea cristalizándose o quedando en forma de manchas al secarse la arcilla o someterse a la cocción.

El agua que se encuentra en una arcilla en forma de combinación química, puede llegar hasta un 14%, como sucede en en el kaolín. Esta agua desaparece a una temperatura de 1000°C. y la arcilla entonces pierde su plasticidad.

PROPIEDADES FISICAS DE LAS ARCILLAS

No es suficiente conocer la composición de la arcilla, revelada por el análisis químico, para saber las aplicaciones que puede tener, pues también debe poseer ciertas propiedades físicas que son las que principalmente determinan los usos a que debe destinarse.

Entre las propiedades físicas que poseen las arcillas, las que especialmente deben estudiarse por tener influencia en los materiales que de ellas se derivan, son las siguientes:

COLOR.—El color de las arcillas puede ser blanco, gris, amarillo, rojo, verde o negro, y depende, como ya dijimos, de los componentes de hierro que contiene, así como de las materias orgánicas que encierra. Los primeros ejercen mayor influencia en el color de las arcillas cocidas y las segundas en las arcillas crudas, pues las materias orgánicas pueden destruirse por el fuego, de manera que una arcilla cruda puede tener determinado color debido a materias orgánicas y volverse blanca después de la cocción.

No se puede precisar de un modo exacto el color que adquiere una arcilla después de la cocción, pues depende de la naturaleza y cantidad de los minerales que contiene, así como de la temperatura a la cual se ha sometido a la arcilla; pues podemos dividir las en cuatro grupos, los que según su composición química producen diversos colores en la arcilla cocida.

(a). Arcillas ricas en alúmina y pobres en hierro, dan un color blanco o ligeramente gris.

(b). Arcillas ricas en alúmina y con cantidades moderadas de hierro, dan colores amarillentos.

(c). Arcillas pobres en alúmina y ricas en hierro, dan un color rojo.

(d). Arcillas pobres en alúmina y ricas en hierro y cal, dan igualmente un color rojo.

La temperatura de la cocción también produce diversos colores en las arcillas, pues las temperaturas bajas producen tonos pálidos y las altas tonos más fuertes y brillantes, por lo que el color indica muchas veces la temperatura a que se sometió la arcilla, y por él se distinguen la calidad de muchos productos.

CONTRACCION.—La contracción es la pérdida de volumen que sufren las arcillas cuando se secan, ya sea al aire o por efecto de la cocción.

Cuando la arcilla se seca, el agua que encierran sus poros y que rodea a sus granos, se evapora, los granos se unen entre sí y viene la contracción de la masa. Cuando la desecación es rápida, ya sea por efecto de los rayos solares o de calor artificial, la superficie de la masa pierde más pronto su humedad que el interior de ella, y viene una contracción desigual que produce diversas grietas.

La mayor o menor contracción depende por lo tanto de la cantidad de agua que contiene la arcilla. Por diversas experiencias que se han hecho se ha encontrado que, tomando cien partes en volumen de cualquier arcilla, se obtienen los siguientes resultados:

AGUA.—Contracción en volumen.

| | | | | |
|-----|---------------|-------|-----|---------------|
| 10% | | 4% | | |
| 15% | diferencia 5% | | 11% | diferencia 7% |
| 20% | " " | | 20% | " 9% |
| 25% | " " | | 30% | " 10% |

Lo que demuestra que la menor contracción se obtiene en aquellas arcillas a las que se ha mezclado el menor % de agua para formar la pasta.

Sometiendo a las arcillas a temperaturas elevadas, además de la pérdida del agua que contienen, sufren mayor contracción debido a la fusión de sus componentes, ya sea materia mineral u orgánica, y la pasta se hace más compacta.

La presencia de sílice en forma de cuarzo o arena modifica la contracción de la arcilla, pues cuando es de granos gruesos, teniendo menor número de vacíos entre sus granos, y por tanto, menor cantidad de agua envolviendo a éstas, hace que la disminución del volumen de la arcilla sea menor que cuando la arena es de granos finos. Por lo tanto, agregando arena de granos gruesos a una arcilla, se puede hacer disminuir su contracción.

Para el fabricante es de mucho interés determinar la disminución de volumen que sufre una arcilla para poder obtener las dimensiones necesarias en el producto, una vez que ha habido contracción por efecto de la alta temperatura.

COHESION.—La cohesión en la arcilla es la propiedad que contrarresta la tendencia a agrietarse o desmoronarse por efecto de la contracción, ya sea antes o después de la cocción.

Puede variar con la plasticidad, y por lo tanto disminuye cuando se le incorpora a la arcilla algún componente poco plástico, como la arena.

PLASTICIDAD.—La plasticidad es la propiedad que tiene una arcilla para ser moldada reteniendo la forma que se le ha dado, por lo que es una de sus propiedades físicas más importantes y por la que se derivan diversas aplicaciones.

Algunas arcillas se encuentran en estado plástico, pero otras adquieren solamente plasticidad cuando se les mezcla determinada cantidad de agua que varía de unas arcillas a otras.

Muy diversas teorías se han expuesto para explicar la causa de la plasticidad de las arcillas, haciendo depender dicha propiedad de lo siguiente:

- 1.—De la naturaleza de las moléculas que forman la arcilla.
- 2.—Del pequeño tamaño de las partículas (pues en algunas arcillas son de $\frac{1}{10,000}$ milímetro).
- 3.—De la presencia de materias orgánicas.
- 4.—De la acción debida a ciertas sales solubles.

La plasticidad también varía en las distintas arcillas dependiendo de la cantidad de arena que contienen, por lo que se dividen en *arcillas magras* o *arenosas* y *arcillas grasas* o *plásticas*, pudiéndose aumentar o disminuir la plasticidad por la reducción o incorporación de arena y por la mayor o menor cantidad de agua con que se forme la pasta.

POROSIDAD.—La porosidad en las arcillas depende del tamaño y forma de los granos, así como de los intervalos que los separan entre sí, y varía de la arcilla cruda a la de ésta sometida a la cocción, siendo por regla general más porosas las que provienen de los ríos que aquellas que se encuentran formando bancos.

La rapidez en la absorción es algunas veces considerada equivocadamente como medida de la porosidad. Una arcilla de granos gruesos puede absorber más rápidamente el agua que una de granos finos, y sin embargo, al cabo del tiempo pueden haber absorbido la misma cantidad, y por lo tanto tener la misma porosidad.

La porosidad de una arcilla aumenta cuando se le incorpora arena, por lo tanto, esta propiedad está ligada con la contracción y la plasticidad.

Para medir la porosidad en las arcillas que han sido sometidas a la cocción, se hace uso de la fórmula:

$$P = \frac{g}{v}, 100$$

en la que g representa la diferencia en peso entre la arcilla seca y la que ha absorbido agua y v el volumen de la muestra.

FUSIBILIDAD.—El cambio que experimentan las arcillas bajo la acción de las altas temperaturas, es una de las propiedades que sirven para definir de un modo preciso las aplicaciones que deben tener, pues las arcillas cocidas sufren cambios tanto en su estructura física como en su composición química; cambian de color, pierden su plasticidad, se endurecen, aumenta su porosidad y adquieren propiedades nuevas como resistencia a la compresión, impermeabilidad, etc., que las convierten en productos industriales de grandes y muy útiles aplicaciones en la construcción.

Toda substancia mineral en estado puro y bajo condiciones uniformes se funde a determinada temperatura. La arcilla siendo impura, pues está compuesta como ya

dijimos de Kaolín mezclado con sustancias minerales y materias orgánicas, tiene distintos puntos de fusión, según sean sus componentes. Algunos de ellos casi infusibles se funden en presencia de los otros; la cal y el cuarzo, que son casi infusibles, cuando están mezclados obran como fundentes, formando silicatos fusibles. Igualmente los óxidos de hierro, aluminio y magnesio, así como los carbonatos y sulfatos de estos metales, son infusibles aisladamente, pero en presencia de la sílice forman silicatos fusibles.

La naturaleza y proporción de las impurezas en la arcilla y el tamaño de las partículas son factores importantes en la fusibilidad, por lo que la incorporación de arena de granos gruesos modifica el punto de fusión de las arcillas, fundiéndose más fácilmente las arcillas cuyas partículas son de granos finos porque entran más rápidamente en contacto con los fundentes.

En la fusión de las arcillas se observan tres fases: a cierta temperatura (superior a 1,000°C.) algunos elementos muy fusibles de la arcilla se suavizan y mezclan con otros elementos, endureciendo la masa.

A esta fase se le llama fusión incipiente, y es a la que se someten algunos productos de la arcilla, como los ladrillos y tejas comunes.

Elevándose la temperatura viene una contracción, otros elementos menos fusibles se suavizan y llenan los poros de la masa haciéndola más compacta. A esta fase se le llama vitrificación, pues la arcilla adquiere un lustre vidrioso, usándose las arcillas que tienen esta propiedad para la fabricación de diversos productos que se emplean en la construcción.

Si la temperatura se eleva más, los diversos componentes de la arcilla se mezclan, cambia la forma y la pasta se vuelve viscosa. A esta fase se le denomina viscosidad.

Aquellas arcillas que tienen pocos elementos fusibles y que por lo tanto resisten muy altas temperaturas, se llaman arcillas refractarias y se emplean en la fabricación de productos que deben llenar este requisito para ciertos empleos en la construcción. Por regla general no son plásticas, de manera que es preciso mezclarlas con otras que lo sean para poder darles forma y que al fundirse unan a la masa.