

(12)

SOLICITUD de PATENTE

(43) Fecha de publicación: **21/07/2003** (51) Int. Cl. 6: **E04C 01/00**
 (22) Fecha de presentación: **09/08/2000**
 (21) Número de solicitud: **PA00007764**

(71) Solicitante:
**CENTRO DE INVESTIGACION Y DE ESTUDIOS
 AVANZADOS DEL I.P.N.
 Av. Instituto Politecnico Nacional, No.
 2508 07360 Distrito Federal MX**

(72) Inventor(es):
**JESUS GONZALEZ HERNANDEZ
 Av. Instituto Politecnico Nacional, NO.
 2508 Distrito Federal 07360 MX**

(74) Representante:
**PATRICIA GAYTAN GUZMAN
 Av. I.P.N. 2508 Distrito Federal 07360 MX**

(54) Título: **PROCESO PARA LA OBTENCION DE ADOBES CON BAJA ABSORCION DE AGUA Y RESISTENCIA MEDIA A COMPRESION.**

(54) Title: **PROCESS FOR OBTAINING ADOBE BLOCKS WITH LOW WATER ABSORPTION AND MEDIUM COMPRESSION RESISTANCE.**

(57) Resumen

La presente patente describe el tratamiento de arcillas (Moscovita 1M monoclinica, Halloysita 7A , 10 A hexagonal y Montmorillonita 15-A y 21A hexagonal) para la obtencion de bloques de adobes con baja capacidad de absorcion de agua (<4% p/p) y una resistencia a compresion de al menos 30 kg/cm2 . Los bloques de adobe se obtienen mezclando arcillas con 60 al 80% en peso de arena. Posteriormente a la mezcla se le adiciona una emulsion acrilica con 50% de solidos y una emulsion asfaltica cationica superestable. Ademas, se describe la obtencion de aplanados con una mezcla de 20% de arcilla (moscovita 1M) y 80% de arena a la que posteriormente se le agrega 10% de emulsion acrilica con 50% de solidos, para interiores con buena apariencia, adherencia, textura y color.

(57) Abstract

The present invention depicts the treatment of clays (monoclinic muscovite 1M, halloysite 7A, 10A hexagonal and montmorillonite 15-A and 21A hexagonal) for obtaining adobe blocks with low water absorption capacity (<4% p/p) and a compression resistance of at least 30kg/cm2. The adobe blocks are obtained mixing clays with 60 to 80% in sand weight. Subsequently, an acrylic emulsion with 50% of solids and a super-stable cationic asphaltic emulsion are added to the mixture. Furthermore, it is depicted the obtaining levellings with a mixture of 20% of clay (muscovite 1M) and 80% of sand to which later is added a 10% of acrylic emulsion with 50% of solids, for interiors with good appearance, adherence, texture and color.

PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE ADOBES CON BAJA ABSORCIÓN DE AGUA Y RESISTENCIA MEDIA A COMPRESIÓN

AREA DE LA INVENCION

5 El área de la invención es la de los materiales de construcción, específicamente la relacionada con materiales para la edificación y aplanado de muros.

Los bloques de adobe objeto de la presente patente se caracterizan por presentar baja en absorción de agua, no mayor al 4% en su peso y poseer una resistencia a
10 compresión no menor a 30 kg/cm², características que los hace ser más resistentes al intemperismo por erosión o por degradación de los rayos UV. Mientras que los aplanados para interiores con la sola adición de emulsión acrílica presentan una buena apariencia, adherencia, textura y color.

ANTECEDENTES

15 La investigación de las propiedades mineralógicas de las arcillas (producto de sedimentos), comenzó en épocas recientes (1930) y presenta gran importancia en cuestiones de Ingeniería. A diferencia de lo señalado para los suelos gruesos, el comportamiento mecánico de las arcillas se ve influido fuertemente por su estructura en general y constitución mineralógica en particular. Las arcillas están constituidas
20 básicamente por silicatos de aluminio hidratados, presentando además, en algunas ocasiones, silicatos de magnesio, hierro u otros metales, también hidratados. Estos minerales tienen, casi siempre, una estructura cristalina definida, cuyos átomos se disponen en láminas. Existen dos variedades de tales laminas: la silícica y la alumínica.

25 La primera esta formada por un átomo de silicio, rodeado de cuatro de oxígeno, disponiéndose el conjunto en una forma de tetraedro. Estos tetraedros se agrupan en

unidades hexagonales, enlazados por un átomo de oxígeno. Las unidades hexagonales que se repiten indefinidamente, constituyen una redícula laminar.

Las láminas aluminicas están formadas por redículas de octaedros, dispuestos con un átomo de aluminio al centro y seis de oxígeno alrededor, también dos octaedros vecinos enlazadas por un átomo de oxígeno, para constituir la redícula.

De acuerdo con su estructura reticular, las arcillas se clasifican en tres grandes grupos: caolinitas, montmorillonitas e ilitas.

Las caolinitas ($\text{Al}_2\text{O}_3 - 2\text{SiO}_2 - 2\text{H}_2\text{O}$) están formadas por una lámina silícica y otra aluminica, que se superponen indefinidamente. La unión entre todas las redículas es lo suficientemente firme para no permitir la penetración de moléculas de agua entre ellas (absorción). En consecuencia, las arcillas caoliníticas son relativamente estables en presencia del agua.

Las montmorillonitas $[(\text{OH})_4\text{Si}_8\text{Al}_4\text{O}_{20} \cdot n\text{H}_2\text{O}]$ están formados por una lámina aluminica entre dos silícicas, superponiéndose indefinidamente. En este caso la unión entre las redículas del mineral es débil, por lo que las moléculas de agua pueden introducirse en la estructura con relativa facilidad, a causa de las fuerzas eléctricas generadas por su naturaleza dipolar. Lo anterior produce un incremento en el volumen de los cristales, lo que se traduce, macrofísicamente, en una expansión. Las arcillas montmorilloníticas, especialmente en presencia de agua, presentaran fuerte tendencia a la inestabilidad.

Las bentonitas son arcillas del grupo montmorillonítico, originadas por la descomposición química de las cenizas volcánicas y presentan la expansividad típica del grupo en forma particularmente aguda, lo que las hace sumamente críticas en su comportamiento mecánico.

Estas arcillas aparecen, desafortunadamente, con frecuencia en los trabajos de campo; sin embargo, en ocasiones, ayudan al ingeniero en la resolución de ciertos problemas prácticos. Las ilitas $[(OH)_4 \cdot K_y (Si_{8-y} \cdot Al_y) (Al_4 \cdot Fe_4 \cdot Mg_4 \cdot Mg_6) O_{20}]$; con y , por lo general, igual a 1.5 están estructuradas análogamente a las montmorillonitas, pero su constitución interna manifiesta tendencia a formar grumos de materia, que reducen el área expuesta al agua por unidad de volumen; por ello, su expansividad es menor que la de las montmorillonitas y, en general, las arcillas ílíticas, se comportan mecánicamente en forma más favorable para el ingeniero¹.

FISICO - QUÍMICA DE LAS ARCILLAS.

En los granos gruesos de los suelos, las fuerzas de gravitación predominan fuertemente sobre cualesquiera otras fuerzas; por ello, todas las partículas gruesas tienen un comportamiento similar. El comportamiento mecánico e hidráulico está definido por características circunstanciales, tales como la compacidad del depósito y la orientación de sus partículas individuales. En los suelos de grano muy fino, sin embargo, fuerzas de otros tipos ejercen acción importantísima; esto debido a que en estos granos, la relación de área a volumen alcanza valores de consideración y fuerzas electromagnéticas desarrolladas en la superficie de los compuestos minerales. En general, se estima que esta actividad en la superficie de la partícula individual es fundamental para tamaños menores de $2 \mu m$ (0.002mm).

Una de las teorías mas comunes hasta ahora desarrolladas para explicar la estructura interna de las arcillas es la que se presenta a continuación. La superficie de cada partícula de suelo posee carga eléctrica negativa. La intensidad de la carga depende de la estructuración y composición de la arcilla.

Así la partícula atrae a los iones positivos del agua (H^+) y a cationes de diferentes elementos químicos, tales como Na^+ , K^+ , Ca^{++} , Mg^{++} , Al^{+++} , Fe^{+++} , etc. lo anterior conduce, a que cada partícula individual de arcilla se ve rodeada de una capa de moléculas de agua orientadas en forma definida y ligadas a su estructura (agua absorbida).

La carga de las moléculas de agua esta polarizadas, es decir, en ellas no coinciden los centros de gravedad de sus cargas negativas y positivas, si no que funcionan como pequeños dipolos eléctricos permanentes; al ligarse a la partícula por su carga (+), el polo de carga (-) queda en posibilidad de actuar como origen de atracción para otros cationes positivos. Los propios cationes atraen moléculas de agua gracias a la naturaleza polarizada de éstas, de modo que cada catión está en posibilidad de poseer un volumen de agua entorno a él. El agua adsorbida por cada catión aumenta con la carga eléctrica de éste y con su radio iónico. Por lo anterior, cuando las partículas del suelo atraen los cationes, se ve reforzada la película de agua ligada a la partícula. El espesor de la película de agua absorbida por el cristal de suelo es así función, no solo de la naturaleza del mismo, si no también del tipo de los cationes atraídos.

La magnitud de las presiones de adsorción existentes en la película de agua que rodea un cristal de arcilla, fue reportada por Winterkom y Bayer⁽²⁾, quienes dan un valor de $20,000 \text{ kg/cm}^2$. Bridgman⁽³⁾ estudió la variación del punto de congelación del agua, cuando está sujeta a grandes presiones, encontrando que dicho punto corresponde a temperaturas cada vez mayores respecto al valor normal de 0°C , a medida que la presión se incrementa a partir de $6,000 \text{ kg/cm}^2$; en particular, señalo que a $10,000 \text{ kg/cm}^2$ la congelación del agua ocurre a $+30^{\circ}\text{C}$.

De lo anterior puede deducirse que a las temperaturas a que se encuentra normalmente en la masa del suelo, la película del agua adsorbida por los cristales de arcilla, tendrá las propiedades similares a la del hielo sólido (capa sólida). Más alejadas del cristal, otras moléculas de agua se encuentran sometidas a presiones gradualmente menores; esta agua tiene propiedades intermedias entre el hielo y el agua en estado líquido normal, pudiendo decirse que su comportamiento es el de un fluido de alta viscosidad (capa viscosa). Las moléculas de agua no sujetas al cristal por fuerzas de superficie mantienen sus características usuales (agua libre o gravitacional).

Por otra parte, los ladrillos de barro y/o arcilla secados al sol (adobes), fueron uno de los primeros materiales usados en la construcción. Es posible que en las riveras de los Ríos Tigris y Eufrates, el lodo y los limos depositados por las constantes inundaciones y las corriente, ambos materiales formaban masas de material crudo, que podían manejarse ó utilizarse para hacer grandes construcciones o para la construcción de chozas como protección del hombre de las inclemencias del tiempo⁽⁴⁾.

El humilde adobe que ya aparece en los códices precortesianos y que aún perdura, como forma típica y tradicional en el paisaje mexicano es un ejemplo de la calidad y belleza de este elemento en nuestras construcciones más antiguas; pero no se limita a humildes o pequeñas construcciones, apareciendo en construcciones gigantes como la pirámide del sol en Teotihuacan y la pirámide de Cholula. No es posible imaginarse viviendas rurales con paredes de bastidores de asbesto-cemento, ventanas de hierro angular y techos de lámina en regiones donde abunda la madera, la piedra y el adobe⁽⁵⁾.

El adobe es el material más usado en construcciones rurales así como en viviendas económicas; con los adobes se hacen muros, bardas y pilastras.

El adobe tradicional, es muy útil en zonas áridas y calurosas aunque también se pueden utilizar en lugares lluviosos colocándolos sobre bases de piedra para protegerlos de la humedad del suelo; a continuación se presentan las principales ventajas y desventajas de éste⁽⁶⁾ :

Tabla 1

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Buen aislante contra el calor, frío y ruido	Alta absorción de agua (aprox. 25% en peso)
Resistente al fuego	Baja resistencia a la compresión (10 a 20kg/cm ² dependiendo del procesamiento)
Fácil de trabajar	Poca resistencia al salitre
Fácil de reparar	Baja resistencia al desgaste
Material abundante y por lo tanto de bajo costo	

Además, se considera que una temperatura confortable para el ser humano es entre 21 y 26 °C, resultando así que las construcciones de adobe son excelentes para las regiones que tienen climas con grandes variaciones diarias de temperatura. Por ejemplo una casa construida con adobe estará a 9°C más fría en verano y 7°C más caliente en invierno que una convencional⁽⁷⁾.

El adobe tradicional consiste de una masa de barro mezclada con paja y otras fibras vegetales, estiércol, limo o crin de caballo. Es moldeado en diversos tamaños y secado al aire. Debido a la baja resistencia a la compresión así como a la alta tendencia a absorber agua, es necesario el desarrollo de Tecnología.

Robert J. Rowlands en United States Patent No. 4,094,939 describe el desarrollo de un adobe para reparar construcciones de adobe. De esta manera, el adobe contiene un

homopolimero de acetato modificado en una emulsión que tiene entre un 55.0 y 57.0% de sólidos, con una tamaño de partícula promedio de 5 micras y una viscosidad entre 500 a 1000 Cps. A un pH 5.5 y 7.0 diluida con porciones iguales de agua. El material de relleno contiene porciones preseleccionadas de cemento Portland, arena tamizado por mallas finas y lavado con agua así como mezclada con cantidades preseleccionadas de adobe y agua a fin de obtener una mezcla plástica con una consistencia semisólida.

Schultz describe en patente U.S 4,161,852 el vaciado de arcilla, combinada con emulsión asfáltica para evitar la absorción de agua y por lo tanto presentar una mayor resistencia a la erosión por parte del agua, vaciada alrededor de una estructura metálica para obtener una pared reforzada que a su vez permita ser amarrada a la cadena de desplante.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE INVENCION

Los bloques de adobe objeto de la presente patente se preparan como se describe a continuación:

Inicialmente se mezclan la arcilla y la arena en proporciones de 30/7-, 20/80 y 40/60, con la ayuda de una pala o por medio de un homogenizador motorizado. A la mezcla se le adicionan un 2.5 a un 3.0 % en peso de emulsión acrílica con un 50% en peso de sólidos y un pH de 8 a 9 y 2.5 a 3.5% de emulsión asfáltica catiónica superestable con un 60 % de sólidos.

Esta mezcla se utiliza para preparar bloques de 10 x 20 x 40 cm que se vacían por gravedad . En la Fig. 1 se ilustran los moldes empleados de madera y las dimensiones de los bloques que se obtienen.

En general las emulsiones desde el punto de vista fisicoquímico se define como una dispersión fina más o menos estabilizada de un líquido en otro, no miscibles entre sí⁽⁸⁾. La emulsión acrílica es un polímero de alto peso molecular suspendido en agua y la emulsión asfáltica que se prepara a partir de compuestos orgánicos de peso molecular relativamente elevado y su parte hidrocarbonada lineal o cíclica es soluble en el asfalto. Así el emulsificante catiónico tiene grupos amínicos que se encuentran saponificados; por su parte polar soluble en el agua e hidrofílica⁽⁸⁾.

Tanto la emulsión acrílica como la asfáltica se adsorben sobre la superficie de las partículas de arcilla y de arena transformandolas en partículas hidrofóbicas. También reducen la repulsión electrostática entre las partículas logrando que estas se acomoden mejor en la formación del adobe. De esta manera, se reducen la absorción de agua , expansibilidad, la contracción volumétrica y disminuye el agrietamiento de los bloques y aumenta la resistencia a la compresión .

En los adobes preparados como se describe arriba se ha logrado una absorción de agua no mayor al 4% en peso y una resistencia a la compresión mayor a 30 kg/cm².

Lo anterior, tiene el propósito de aprovechar las características del adobe tradicional, indicadas en la tabla 1, así como obtener un material que pueda ser vaciado por

gravedad, por personas sin experiencia, con las características de absorción de humedad y resistencia a compresión indicadas. Esto convierte al adobe en un material más resistente a la erosión y/o intemperismo. Las características anteriores permiten obtener adobes para vivienda rural, popular u otras aplicaciones.

5 Además, en la presente se describe la obtención de aplanados con una mezcla de 20% de arcilla (moscovita 1M monoclinica) y 80% de arena a la que posteriormente se le agrega 10% de emulsión acrílica, de entre 50 y 51 % de sólidos, para interiores con buena apariencia, adherencia, textura y color

RESUMEN DE LA INVENCION

5 La presente patente describe el tratamiento de arcillas (Moscovita 1M monoclinica, Halloysita 7A , 10 A hexagonal y Montmorrillonita 15-A y 21A hexagonal) para la obtención de bloques de adobes con baja capacidad de absorción de agua (<4% p/p) y una resistencia a compresión de al menos 30 kg/cm² . Los bloques de adobe se obtienen mezclando arcillas con 60 al 80% en peso de arena. Posteriormente a la mezcla se le adiciona una emulsión acrílica con 50% de sólidos y una emulsión 10 asfáltica catiónica superestable. Además, se describe la obtención de aplanados con una mezcla de 20% de arcilla (moscovita 1M) y 80% de arena a la que posteriormente se le agrega 10% de emulsión acrílica con 50% de sólidos, para interiores con buena apariencia, adherencia, textura y color.

EJEMPLO 1

PROCEDIMIENTO DE ELABORACIÓN DE ADOBES CON ARCILLA DEL TIPO MOSCOVITA 1M

- 5 1. se criba el material, 70% arena (moscovita) y 30% arcilla, por la malla de 3/4"
2. se pesa 1 kilo de material.
3. el material debe estar perfectamente mezclado y no debe presentar vetas.
4. a la mezcla le agregamos 3% (30 ml) de emulsión acrílica, disuelta en 250 ml de
10 agua.
5. una vez que la mezcla esta perfectamente humedecida agregamos 3.5% (35 ml) de emulsión asfáltica super estable, disuelta en 50 ml de agua.
6. se mezclan perfectamente los aditivos con la tierra y se obtiene el adobe mejorado.
- 15 7. para la elaboración de los bloques de abobe, se emplean moldes de madera con las dimensiones de 10.5x 21.0x 41.0 cm, que serán recubiertas en su interior con una mano de aceite quemado.
8. el molde se llenara con el material ya preparado en estado húmedo, cuidando rellenar las esquinas del molde, para lo cual es necesario presionar con la
20 mano, para el terminado del llenado del molde se humedecen las manos con agua y se le da un enrase al material, provocando lo anterior que quede una superficie pareja y lisa
9. se debe desmoldar los bloques después de su llenado

PROPORCIONES:

- 25 70% de arena y 30% arcilla (moscovita 1M con estructura monoclinica)
- 3% de emulsión acrílica en peso del material
- 3.5% de emulsión asfáltica super estable en peso del material

EJEMPLO 2

PROCEDIMIENTO DE ELABORACION DE ADOBES CON ARCILLA

HALLOYSITA 7A Y 10A

PROCEDIMIENTO DE ELABORACIÓN DE ADOBES

5

1. Se pesa 1 kilo de material 80% arena y 20% arcilla.
2. Se criba el material por la malla de 1" la arena y de ¼" la arcilla
3. El material debe estar perfectamente mezclado y no debe presentar vetas.
4. A la se le agrega el 2% en peso(20 ml) de emulsión, disuelta en 250 ml de agua.
- 10 5. Una vez que la mezcla esta perfectamente humedecida se agrega el 3% en peso (30 ml) de emulsión asfáltica super estable, disuelta en 100 ml de agua.
6. Se mezcla perfectamente los aditivos con la tierra
7. Se coloca la mezcla en un molde y se deja secar en el molde durante un día
8. Al otro día se desmolda el adobe y así se obtiene el adobe mejorado.

15

PROPORCIONES

80% Arena y 20% arcilla (halloysita 7A y 10A con estructura hexagonal)

2% de emulsión acrílica en peso del material

3% de emulsión asfáltica super estable en peso del material

EJEMPLO 3

PROCEDIMIENTO DE ELABORACION DE ADOBES CON ARCILLA

MOTMORILLONITA 15A y 21A

Cantidades de materiales para preparar cinco adobes de 10x20x40 cm.

- 5 1. Se criban los materiales arcilla (motmorillonita 15A y 21A) y la arena por la malla del número 4 (1/4"), (6.35 mm.)
2. Se toman dos botes de la arena (60%) y 1.5 botes de la arcilla (40%) de los materiales ya cribados, aproximadamente 85.5 kg
3. La arcilla y la arena se tienden para su mezclado en un lugar nivelado e
10 impermeable de ser posible, formando con la mezcla un contenedor para poder recibir las emulsiones disueltas en agua
4. Se le agrega un 2.4% (2.05 lt) de emulsión acrílica, disuelta en 10 litros de agua, revolviendo el material para que se integren
5. Una vez que la mezcla esta perfectamente humedecida se agrega 2.5% (2.14 lt) de
15 emulsión asfáltica super estable, disuelta en 9 lt de agua
6. Se mezclan perfectamente los aditivos con la tierra y obtenemos nuestra material para la elaboración de los adobes
7. Para la elaboración de los bloques de abobe, se emplea moldes de madera con las dimensiones de 10.5x 21.0x 41.0 cm, que serán recubiertas en su interior con una
20 mano de aceite quemado
8. El molde se llenara con el material ya preparado en estado húmedo, cuidando rellenar las esquinas del molde, para lo cual es necesario presionar con la mano, para el terminado del llenado del molde se humedecen las manos con agua y se le

da un enrase al material, provocando lo anterior que quede una superficie pareja y lisa

9. Se debe desmoldar los bloques después de su llenado

5

PROPORCIONES

60% arena y 40% arcilla (montmorrillonita 15-A y 21A con estructura hexagonal)

2.4% de emulsión acrílica en peso del material

2.5% de emulsión asfáltica super estable en peso del material

EJEMPLO 4

PROCEDIMIENTO DE ELABORACIÓN DE APLANADOS

- 5 **1. se criba el material por la malla no.4.**
- 2. se pesa 3 kilos de material 80% arena y 20% arcilla.**
- 3. a la mezcla se le adicionan 300 ml (10%)de emulsión acrílica disueltos en 800 ml de agua.**
- 4. el muro a aplanar debe, previamente, estar limpio de polvo e impurezas y se**
10 **humedece para que permita la perfecta adherencia del aplanado. La mezcla se**
 extiende sobre el muro tratando de que el espesor del aplanado sea uniforme
 de 1 a 1.5 cms.
- 5. se da un acabado con un trozo de hule espuma, para darle un mejor aspecto al**
 aplanado.
- 15 **6. una vez aplicado el acabado el aplanado se deja secar.**
- 9. se deja así por lo menos 3 días, el aplanado se agrieta por la rápida pérdida de**
 agua.
- 10. al cuarto día se procede a resanar las grietas que presente el aplanado, con el**
 mismo material con que se elaboró este originalmente
- 20 **11. una vez resanadas las grietas se le da el mismo tipo de acabado con hule**
 espuma, como lo hicimos la primera vez
- 12. el aplanado ya resanado no se agrieta y presenta una apariencia y color**
 natural.

PROPORCIONES:

80% de arena y 20% arcilla moscovita

10% de emulsión acrílica en peso del material

5

REFERENCIAS CITADAS

Patente U.S No. 4,094,939

Patente U.S 4,161,852

Otras referencias

- 10
1. **Mecánica de suelos. tomo 1 “Fundamentos de Mecánica de Suelos”. Juárez Badillo y Rico Rodríguez, editorial Limusa, tercera edición, 1997**
 2. **WinterKom H.F. y Bayer L.D., “Sorption of Liquids by Soil Colloids”, Soil Science, 1939**
 3. **Bridgman**
 - 15 4. **Macropedia Knowledge in Depth 3**
 5. **Victor José Moya Rubio, “La vivienda Indígena en México y el Mundo”, UNAM, tercera edición, 1995**
 6. **Manual del Arquitecto Descalso, Johan Van Lehgen, Arbol Editorial S.A., 1997**
 7. **Catálogo Ital Mexicana S.A. 1990**
 - 20 8. **Gustavo Rivera E., “Emulsiones Asfálticas” Alfaomega Grupo Editor S.A. de C.V., cuarta edición, 1998**

MOLDE ADOBES 40x20x10 cm.

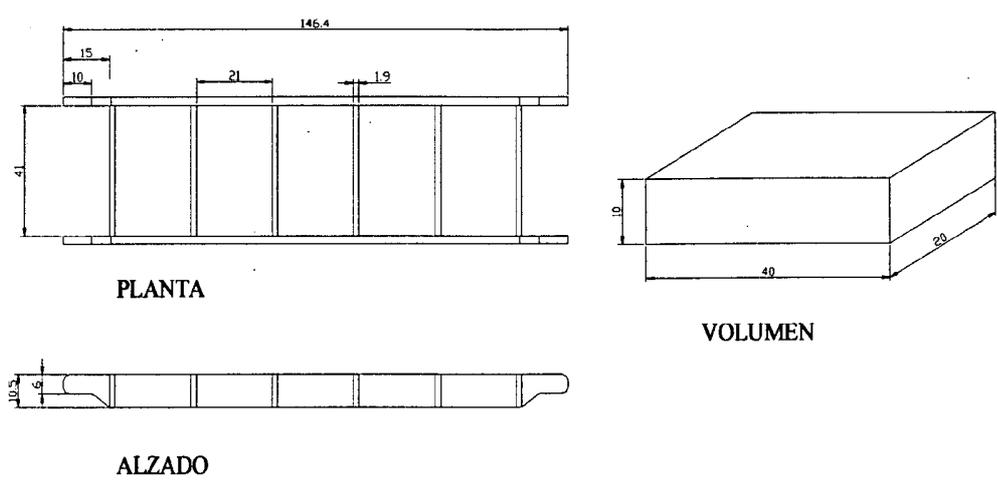


FIG. 1