

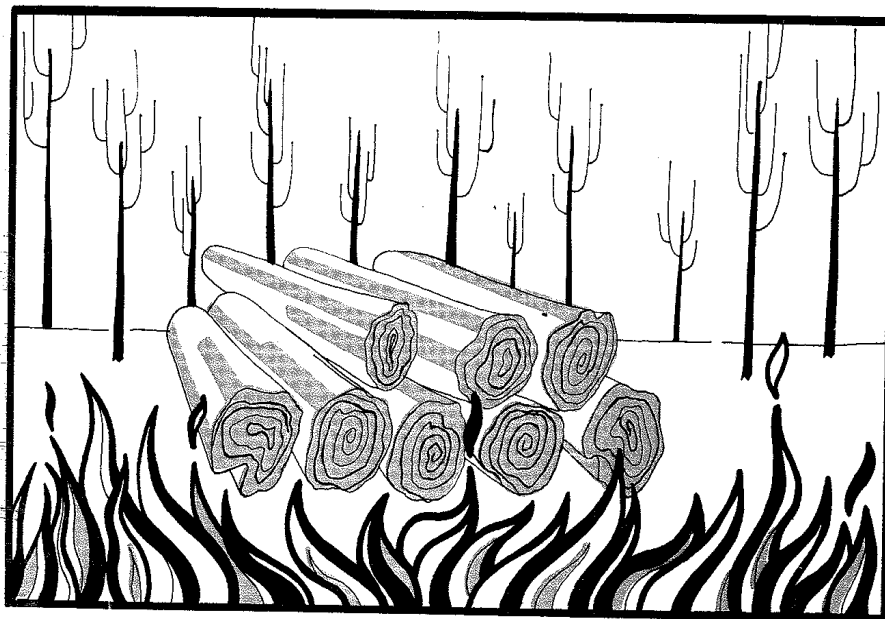
03911

U 1777
CENTRO DE INVESTIGACIONES

DETERMINACION Y UNIFORMIZACION DE LOS PRINCIPALES COEFICIENTES DE CALCULOS DENDROENERGETICOS



DIRECCION SECTORIAL DE ENERGIA



333.953

C1721



DETERMINACION Y UNIFORMIZACION DE LOS PRINCIPALES
COEFICIENTES DE CALCULOS DENDROENERGETICOS

ELABORADO POR:
ING. PATRICIA CAMACHO, D.S.E.
ING. GILBERT CANET, MADELEÑA.
ING. ALEXANDRA HERNANDEZ, D.S.E.

SAN JOSE, OCTUBRE 1989

I N D I C E

INTRODUCCION.	1
METODOLOGIA	3
Selección de sitios para la cuantificación	3
Parámetros evaluados	3
DISCUSION DE RESULTADOS	6
CONCLUSIONES	14
ANEXO A	15
BIBLIOGRAFIA	16

INDICE DE CUADROS

CUADRO No.1 Ubicación geográfica de las muestras tomadas	7
CUADRO No.2 Porcentaje de humedad y poder calórico	9
CUADRO No.3 Densidad y factor de apilamiento de las muestras	12
CUADRO No.4 Resultados Finales	14

INDICE DE FIGURAS

FIGURA No. 1 Ubicación de los sitios muestreados	4
FIGURA No. 2 Variación de la densidad estéreo según diámetro	11

I N T R O D U C C I O N

El sector dendroenergético de Costa Rica venía adoleciendo de información consistente sobre los valores de las variables básicas, necesarias para los cálculos del consumo de leña y de algunas de sus principales características, tales como contenido de humedad, poder calórico, densidad y factor de apilamiento.

A falta de esta información se venían utilizando datos obtenidos de la bibliografía o de comprobaciones de campo superficiales, lo cual generaba inconsistencia entre fuentes, subestimaciones o sobreestimaciones del consumo de leña tanto a nivel doméstico como industrial.

Esta situación es preocupante si tomamos en cuenta que la leña es después del petróleo, la fuente de energía más importante del país, ya que en el año 1988 representó el 32,2 % del consumo total de energía, siendo además el energético más utilizado a nivel doméstico-residencial.

Conscientes de la importancia de tener datos confiables para las estimaciones de consumo y rendimiento de leña, el Proyecto MADELEÑA y la Dirección Sectorial de Energía realizaron en coordinación esta investigación, a fin de unificar los valores de las diferentes variables utilizadas por estas instituciones y poder brindar factores dendroenergéticos más consistentes para ser utilizados, tanto en planificación energética, como en

investigaciones, desarrollo, conservación y uso racional de las fuentes productoras de leña.

M E T O D O L O G I A

Selección de sitios para la cuantificación

La región escogida fue el Valle Central, en vista de que en ella se concentra cerca del 80% de las industrias consumidoras de leña, y también por ser esta una región crítica en cuanto a la disponibilidad de este bioenergético.

Los sitios visitados se localizan en el extremo occidental (San Ramón y Palmares), en el extremo oriental (Tres Ríos y el Guarco) y en la zona central del país (Desamparados). En la Figura No.1 se ubican los sitios donde se realizaron las mediciones de los valores anteriormente citados.

Parámetros evaluados

Los parámetros que se incluyeron dentro de este estudio fueron:

- Cantidad de leña apilada en $0,24 \text{ m}^3$
- Peso de la leña apilada en $0,24 \text{ m}^3$ (kg)
- Contenido de humedad (% humedad)
- Poder calórico con base húmeda (kcal/kg)
- Poder calórico con base seca (kcal/kg)
- Densidad estéreo y sólida (kg/m^3)

Los dos primeros parámetros fueron obtenidos en el campo, y los restantes en el Laboratorio de Química del Instituto Tecnológico de Costa Rica mediante análisis de muestras tomadas "in situ".

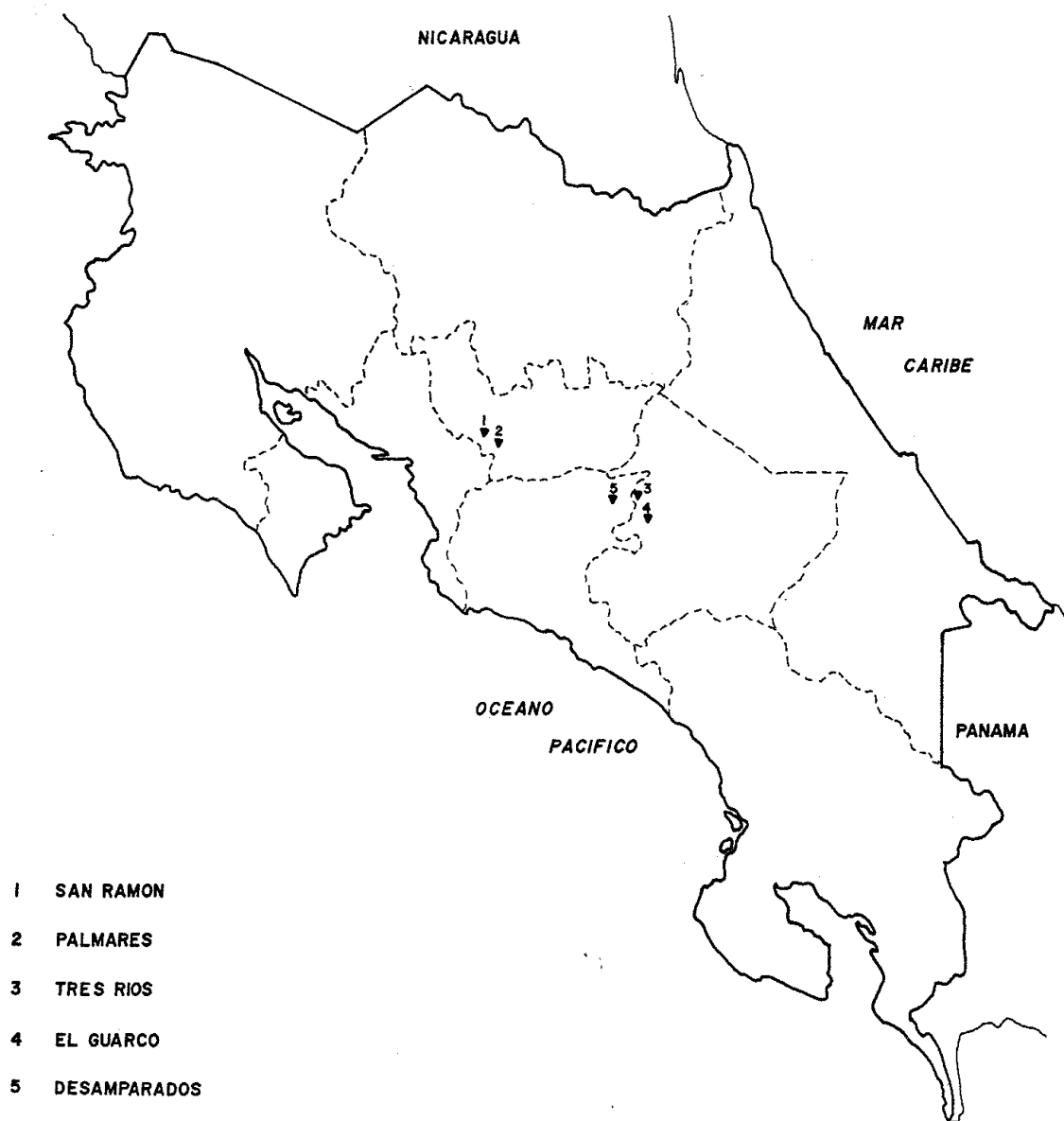


FIG. N° 1. UBICACION DE LOS SITIOS MUESTREADOS.

Para el presente estudio se definió como leña "toda aquella sección del fuste o ramas con diámetros mayores a un centímetro", el resto puede considerarse como follaje, o biomasa dendroenergéticamente no aprovechable.

La metodología utilizada para la cuantificación de la leña es la establecida por el Proyecto Leña y Fuentes Alternas de Energía (2).

El volumen estéreo se cuantificó mediante una estructura metálica de volumen conocido ($0,24 \text{ m}^3$). En cada uno de los sitios se identificó primero las especies más utilizadas y dentro de cada una se clasificó en categorías diamétricas de acuerdo a la variabilidad que esta mostraba. La leña de cada categoría se estibó en la estructura volumétrica y posteriormente se pesó, utilizando para ello una romana.

De cada especie identificada se tomó una muestra de 15 gramos haciendo uso de una balanza, se introdujo en una bolsa plástica debidamente identificada y luego se envió al laboratorio.



DISCUSION DE RESULTADOS

Las industrias que se visitaron para tomar las muestras de leña fueron específicamente beneficios de café, ya que a nivel de industrias éstos son los mayores consumidores (3), ubicados en los cantones de San Ramón, Palmares, Tres Ríos, El Guarco y Desamparados. Para determinar los coeficientes de la leña utilizada en el sector residencial, se tomaron muestras en dos hogares ubicados en la zona occidental del país (San Ramón y Palmares).

Las especies que se encontraron durante el estudio fueron las siguientes: encino, roble y ciprés en la zona oriental; poró y raíz de café en la zona central y raíz de café, guaba y café de poda en la parte occidental del país (Ver Cuadro No.1).

La forma de almacenamiento de la leña depende de la infraestructura y disponibilidad de espacio de cada uno de ellos.

La información recogida en la encuesta menciona que la leña permanece almacenada por espacio de 7 meses antes de ser utilizada.

Sólo dos de los beneficios estudiados, almacenan la leña bajo techo. (Beneficio San Antonio y Coopeunión).

CUADRO No. 1
UBICACION GEOGRAFICA DE LAS MUESTRAS TOMADAS

Ubicación	Nombre industria o familia	Especie	Almacenamiento
San Ramón	Coopecafira	guaba	intemperie
San Ramón	Coopecafira	raíz de café	intemperie
Palmares	Coopepalmares	guaba	intemperie
Desamparados	Ben. San Antonio	raíz de café	bajo techo
Desamparados	Ben. San Antonio	poró	bajo techo
Cartago	Coopecartago	encino	intemperie
Cartago	Coopecartago	roble	intemperie
Tres Ríos	Coopeunión	ciprés	bajo techo
Tres Ríos	Coopeunión	ciprés	intemperie
Palmares	Familia Vargas	Guaba	bajo techo
San Ramón	Familia Alvarado	café de poda	intemperie

FUENTE: Información recopilada en las industrias y familias visitadas.

por ser la leña un energético de origen biológico, es de esperarse que contenga agua dentro de sus tejidos, cuya cantidad dependerá de su propia composición anatómica, así como del ambiente en que es almacenada.

El agua que es almacenada en los tejidos se le denomina "contenido de humedad" y se expresa en términos de porcentaje. Es importante destacar este aspecto, ya que la energía que se puede aprovechar de la leña (energía útil), es inversamente proporcional al contenido de humedad que está presente en el momento de ser quemada.

En el Cuadro No. 2 puede observarse los porcentajes de humedad encontrados en las diferentes especies leñosas analizadas.

En el caso del sector residencial, la leña que se encontraba bajo techo tenía un porcentaje de humedad de 16,7% y la que se encontraba a la intemperie presentaba una humedad de 26,1%. La observación anterior se refleja en los datos de poder calórico, ya que éste aumentó en un 7,8% en la leña con menor contenido de humedad.

CUADRO No. 2
PORCENTAJE DE HUMEDAD Y PODER CALORICO
DE LAS MUESTRAS

Especie	Humedad %	Poder Húmedo	calórico Seco kcal/kg
Guaba	31,2	3970	4360
Raíz de café	36,2	3540	4200
Guaba	46,4	2980	4330
Raíz de café *	14,5	3950	4470
Poró *	13,3	3280	4420
Roble	39,2	3600	4260
Encino	32,1	3480	4320
Ciprés *	15,5	3990	4420
Guaba * 1/	16,7	3970	4500
Café de poda 1/	26,1	3680	4380
PROMEDIO RESIDENCIAL	21,4	3825	4440
Intemperie	26,1	3680	4380
Bajo techo	16,7	3970	4500
PROMEDIO INDUSTRIAL	28,55	3599	4348
Intemperie	30,85	2928	3578
Bajo techo	14,43	3740	4437

NOTAS: * Almacenamiento bajo techo
1/ Sector residencial

FUENTE: Resultados de las pruebas de laboratorio realizadas a las muestras en el ITCR.

La leña utilizada en el sector industrial, presenta variaciones en su contenido de humedad notables pasando de un 14,4% al estar bajo techo a un 30,9% a la intemperie. La diferencia en el poder calórico es aún más marcada que en el sector residencial, ya que se presenta un aumento de un 27,7% en el mismo.

En la Figura No. 2 se muestra la variación de la densidad con respecto al diámetro para las muestras de guaba. De acuerdo con los datos obtenidos, se observa que la leña que se acomoda mejor es la que se encuentra entre 12 y 18 cm de diámetro, ya que fue la categoría diamétrica que arrojó el mayor peso por muestra.

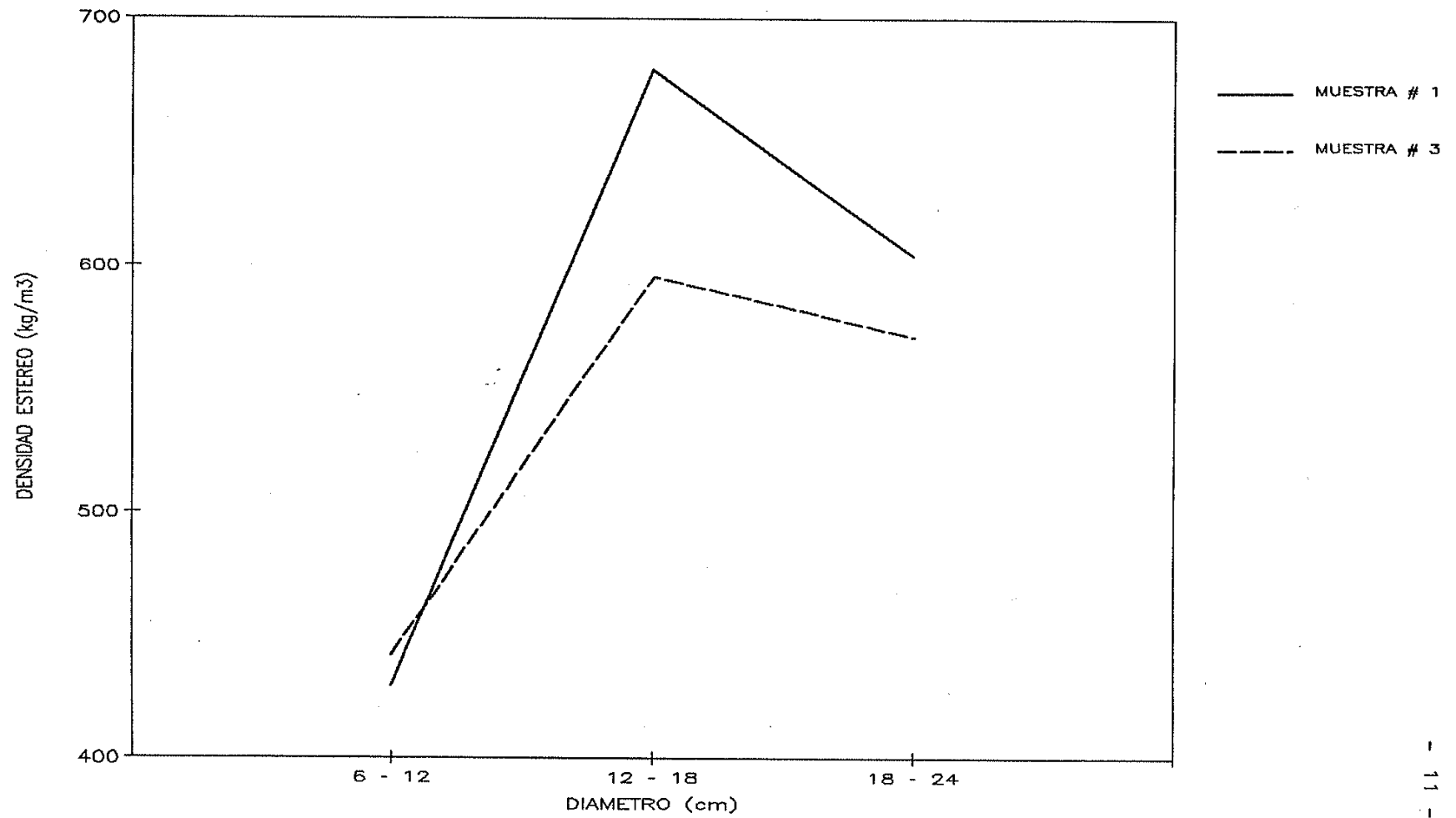
Los diámetros por especie que se encontraron se muestran en el Cuadro No. 3, así como los valores de densidad y factor de apilamiento.

Otra de las características de la leña que se ve afectada por el contenido de humedad es la densidad estéreo, la cual aumenta a mayor contenido de la misma.

Para lograr determinar la relación existente entre la densidad sólida y estéreo de la leña se calculó el factor de apilamiento tanto para el sector residencial como para el sector industrial. (Ver Anexo A).

El promedio obtenido es de 0,6597 el cual permite una vez que se conoce la densidad estéreo obtener a través de este factor la

FIGURA No. 2
VARIACION DE LA DENSIDAD ESTEREO SEGUN
EL DIAMETRO



CUADRO No. 3
DENSIDAD Y FACTOR DE APILAMIENTO DE LAS MUESTRAS

Especie	Diámetro	Densidad estéreo cm	Densidad sólida kg/m ³ st	Factor Apilamiento kg/m ³ sol
Guaba	6-12	429,17	630	0,6812
	12-18	679,17	630	1,0780 ^{2/}
	18-24	604,17	630	0,9590
Raíz de café	6-10	425,00	990	0,4293
Guaba	6-12	441,67	990	0,4293
	12-18	595,83	800	0,7478
	18-24	570,83	800	0,7135
	24-32	683,33	800	0,8542
Raíz de café*	8-15	325,00	800	0,4063
Poró*	30-35	139,58	200	0,6979
Roble	40-50	675,00	1160	0,5819
Encino	30-40	595,83	800	0,7448
Ciprés*	9-15	375,00	540	0,6945
Guaba* 1/	1.5-12	387,50	480	0,8073
Café de poda 1/	1-2.5	410,00	840	0,4881
PROMEDIO RESIDENCIAL		398,75	660	0,6477
	Intemperie	410,00	840	
	Bajo techo	387,50	480	
PROMEDIO INDUSTRIAL		503,04	737	0,6716
	Intemperie	570,00	804	
	Bajo techo	279,86	513	

NOTA: * Almacenamiento bajo techo
1/ Sector residencial
2/ No se consideró para el cálculo el factor de apilamiento promedio

FUENTE: Elaboración propia a partir de datos de campo y pruebas de laboratorio del ITCR.



densidad sólida.

Se analizó la posible relación entre el factor de apilamiento y el diámetro de la leña, de acuerdo con los datos obtenidos en el trabajo de campo no fue posible obtener ninguna correlación directa entre ambas variables.

Durante las visitas realizadas se indagó sobre los precios de compra de la leña, los cuales oscilaron entre 250 y 450 colones por metro cúbico estéreo, lo que da un promedio de 371 colones.

C O N C L U S I O N E S

Desde el punto de vista cualitativo y según la información recabada, se concluye de que los consumidores están experimentando dificultades en la consecución de la leña, para satisfacer sus necesidades energéticas, lo cual ha obligado a recurrir a otras especies de menor calidad en términos energéticos y de igual forma a aceptar todo tipo de diámetros. Con respecto a los valores cuantitativos, en el Cuadro No. 4, se muestran los resultados finales del trabajo de campo.

CUADRO No. 4
RESULTADOS FINALES

Parámetro	Residencial	Industrial	General
% de humedad promedio	21,40	28,55	24,97
poder calórico húmedo (kcal/kg)	3 825	3 599	3 712
poder calórico seco (kcal/kg)	4 440	4 348	4 394
densidad estéreo (kg/m ³)	399	503	451
densidad sólida (kg/m ³)	660	737	699
factor de apilamiento	0,6477	0,6716	0,6597

Como una consideración final se debe mencionar que para calcular el valor calórico de una determinada muestra de leña, se debe hacer en base húmeda, ya que la forma natural en que será utilizada y así no caer en sobreestimaciones energéticas.

ANEXO A

MUESTRA DE CALCULO

1) Cálculo de la densidad estéreo

Para el cálculo de la densidad estéreo se tomaron los valores del peso de cada estiba de leña y se dividieron entre $0,24 \text{ m}^3$, que es el volumen de la estructura metálica que se utilizó.

2) Cálculo del factor de apilamiento

Con los datos de densidad estéreo y sólida se procedió a realizar la división de la primera entre la segunda de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$\text{FACTOR DE APILAMIENTO} = \frac{\text{Densidad estéreo}}{\text{Densidad sólida}}$$