potencia del número de milímetros que tiene un centímetro lineal. Y en general, si se observa la figura adjunta, que representa los órdenes inmediatos de dos unidades superficiales en el sistema decimal, y se reflexiona que cuando la *unidad lineal* se divide en cierto número de partes, *la unidad superficial* contendrá tantas subdivisiones superficiales, como resulten de multiplicar el número de partes de la unidad lineal por sí mismo, se comprenderá que *el número de subdivisiones de la unidad de superficie, es igual á la segunda potencia del número de subdivisiones de la unidad lineal.*

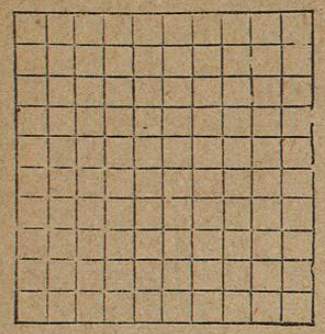


Figura 1.

Esto explica por qué

Un kilómetro cuadrado = 1 miriara = 100 hectaras.
Un hectómetro cuadrado = 1 hectara = 100 aras.
Un decámetro cuadrado = 1 ara = 100 metros cuadrados.
Un metro cuadrado = 1 centiara = 100 decímetros cuadrados.
Un decimetro cuadrado = 100 centímetros cuadrados.
Un centímetro cuadrado = 100 milímetros cuadrados.

Así, pues, en el sistema métrico-decimal, cualquiera unidad de superficie es 100 veces mayor que su inmediata menor; siendo esta la razón de que no se usen la decara ni la kiloara como unidades de superficie.

Es de la mayor importancia en la valuación de las superficies, no confundir las fracciones y los múltiplos del metro cuadrado con la superficie de los cuadrados formados sobre las fracciones ó los múltiplos del metro lineal. Así, por ejemplo, acabamos de ver que *un metro cuadrado* es igual á 100 *decímetros cuadrados*, mientras que el mismo metro cuadrado solo tiene 10 *décimos de metro cuadrado.* Igualmente, un *decámetro cuadrado*, es igual á 100 y no á 10 metros cuadrados.

El número de subdivisiones de que consta una unidad de volumen es igual á la tercera potencia del número de subdivisiones de la unidad lineal á que se refiere.

Dijimos que el *metro cúbico*, llamado *esterio*, es el volumen de un cubo terminado por seis cuadrados que tienen un metro por cada lado. Si como se ve en la figura adjunta, se divide cada uno de los lados de la base en 10 partes iguales y por los puntos de división hacemos pasar rectas paralelas, resultarán en la cara que sirve de base 100 cuadrados iguales de un decímetro por lado, y como sobre estos 100 cuadrados pueden aplicarse otras tantas columnas verticales de 10 decímetros cúbicos cada una, resulta compuesto el metro cúbico de 1000 decímetros cúbicos, esto es. de $10 \times 10 \times 10$ ó la tercera potencia del número de decímetros que tiene el metro lineal, y como esta construcción puede aplicarse á cualquiera otra unidad de volumen como el *litro*, el *centímetro cúbico*, etc., se comprende que en general *el número de subdivisiones de la unidad de volumen, es igual á la tercera potencia del número de subdivisiones de la unidad lineal.*

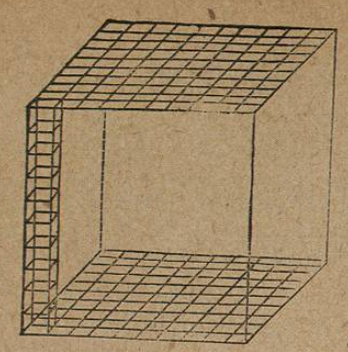


Figura 2.

Esta es la razón de que

Un decámetro cúbico=1000 metros cúbicos.
Que un *esterio* ó metro cúbico=1000 decímetros cúbicos ó *litros.*
Que un *litro* ó decímetro cúbico=1000 centímetros cúbicos.
Que un centímetro cúbico=1000 milímetros cúbicos.

Así, pues, en el sistema métrico-decimal cualquiera unidad de volumen es mil veces mayor que su inmediata menor.

Al estimar el volumen es preciso tener cuidado de no confundir las fracciones y los múltiplos del metro cúbico con los volúmenes formados sobre las fracciones ó los múltiplos del metro lineal. En efecto, un metro cúbico es *mil veces* mayor que un decímetro cúbico. Un *decámetro cúbico* es igual á 1000 y no á 10 metros cúbicos.

Siendo el volumen de *un litro*, ó decímetro cúbico, igual á 1000 centímetros cúbicos, y el de un metro cúbico igual á 1000 litros; y *pesando un centímetro cúbico de agua un gramo*, se infiere, como ya dijimos, que *un litro de agua pesa 1000 gramos*, ó *1 kilogramo*, y que *un metro cúbico de agua pesa 1000 kilogramos ó una tonelada.*

184.—Tabla metódica de la nomenclatura y valor de las unidades del sistema métrico.—En el siguiente cuadro consta lo más esencial del sistema métrico-decimal.

Número de unidades y fracciones de elle.	Nombres de los múltiplos y subdivisiones de la unidad.	Nombre de las unidades.	
10000	(M)—Miria.	Metro (m)	Lineal.
1000	(K)—Kilo.	Ara (a)	Sup.
100	(H)—Hecto.		
10	(D)—Deca.	Litro (lit)	Vol..
1	Unidad		
0'1	(d)—Deci.	Esterio (es)	Vol.
0'01	(c)—Centi.		
0'001	(m)—Mili.	Gramo (gram.)	Peso.

VALOR DE CADA UNIDAD.

El *metro* es la longitud de la diezmillonésima parte del cuadrante del meridiano terrestre.

Ara es la superficie de un cuadrado de 10 metros por lado.

Esterio es el volumen de un metro cúbico.

El *litro* es el volumen de un decimetro cúbico.

El *gramo* es el peso de un centímetro cúbico de agua.

Al lado de las voces empleadas para denominar las diferentes unidades, hemos puesto las abreviaturas que usaremos para cada parte de la palabra que representa, debiendo notarse que hemos adoptado las letras mayúsculas para indicar los múltiplos y las minúsculas para las subdivisiones, representando las unidades con una ó varias letras minúsculas.

En resumen; el sistema métrico-decimal tiene por base el metro, cuya magnitud puede determinarse en cualquier país midiendo una parte del meridiano: la alteración de los tipos ó patrones está evitada, porque se refiere á las dimensiones del globo que habitamos: lejos de haber incoherencia entre las diferentes clases de unidades, todas están relacionadas al metro: para formar las unidades de especie mayor y menor, se ha adoptado el sistema decimal de numeración con la facilidad que proporciona para la escritura y para la ejecución de las operaciones: y la nomenclatura tiene la ventaja de formarse por la combinación de pocas voces, en la que se conserva el nombre de la clase de unidad á que se refiere, y da una idea justa del valor de la que expresa la palabra compuesta. Las ventajas de este sistema se harán más perceptibles explicando el sistema de pesos y medidas usado antiguamente.

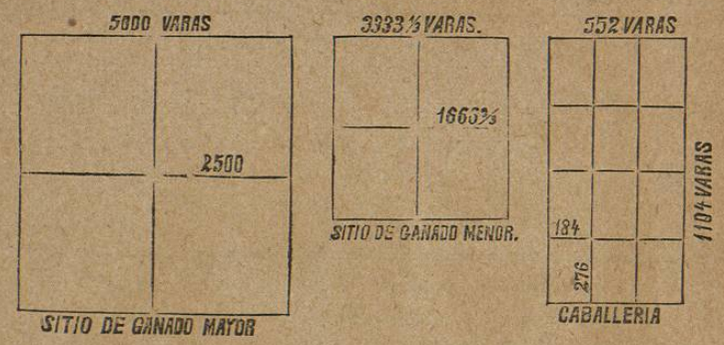
185.—Medidas antiguas de México.—1º *Para las medidas de longitud*, se ha escogido como unidad *la vara*, igual á 838 milésimos de metro, y cuyas subdivisiones son las siguientes:

Vara.		Pies.		Pulgadas.		Líneas.		Puntos.
1	=	3	=	36	=	432	=	5184.
		1	=	12	=	144	=	1728.
				1	=	12	=	144.
						1	=	12.

La vara suele dividirse en cuatro cuartas, y cada cuarta en doce dedos, y también en 2 medias, ó en 6 sesmas.

Como unidad de longitud mayor que la vara, se tiene la legua, igual á 5000 varas.

2º *Para las medidas superficiales:* se usa la *vara cuadrada* (próximamente igual á 702 milésimas de metro cuadrado,) ó las subdivisiones de esta para las pequeñas superficies: teniendo la vara cuadrada 9 piés cuadrados, y el pié cuadrado 144 pulgadas cuadradas (183). Para las superficies de gran extensión, según sea el caso, se usan las medidas agrarias que ponemos á continuación indicando su valor, y cuya superficie referiremos á la *caballería de tierra* como unidad principal, la cual equivale á hectaras 42'7953.



UNIDADES AGRARIAS DE SUPERFICIE.	FIGURA.	LARGO.	ANCHO.	VALOR DE LA UNIDAD EN	
				Varas cuadradas.	Caballerias
Sitio de ganado mayor....	Cuadrado.	5000	5000	25000000	41'023
Criadero de ganado mayor.	,,	2500	2500	6250000	10'256
Sitio de ganado menor ...	,,	$3333\frac{1}{3}$	$3333\frac{1}{3}$	$11111111\frac{1}{9}$	18'233
Criadero de ganado menor.	,,	$1666\frac{2}{3}$	$1666\frac{2}{3}$	$2777777\frac{7}{9}$	4'558
Caballería de tierra.....	Paralelógº	1104	552	609408	1 ,,
Fanega de sembradura de maíz.....	,,	276	184	50784	$\frac{1}{12}$

3º *El volumen* de los cuerpos puede estimarse en *varas cúbicas* y sus subdivisiones, en el concepto de que la vara cúbica, (igual á 588 milésimos de metro cúbico), tiene 27 piés cúbicos, y que el pié cúbico tiene 1728 pulgadas cúbicas (183); pero las medidas usuales *de capacidad ó* de volumen, son el *cuartillo* para los líquidos y *la fanega* para los granos ó semillas. Aunque en los patrones de la ciudad de México se ha encontrado que el cuartillo destinado para la medida de todos los líquidos, contiene de agua 0'991347 libras; y que el cuartillo destinado para la medida de aceite, contiene de agua 1'099734, la mente de los creadores de nuestro antiguo sistema de pesos y medidas debe haber sido que el cuar-

tillo contenga una libra, de lo cual difieren poco los modelos usados en el Fiel-contraste de México. *

La fanega para la medida de los áridos, es igual á 7200 pulgadas cúbicas y equivale á 90 815 litros.

Las subdivisiones de las medidas de volumen son las siguientes:

Para los líquidos:

1 barril=9 jarras=162 cuartillos.
1 „ 18 „

Para los granos.

Carga.	Fanega.	Medias.	Cuartillas.	Almudes.	Cuartillos.	Volúmenes.
1	2	4	8	24	96	14400 pulgs. cúbs.
	1	2	4	12	48	7200 „
		1	2	6	24	3600 „
			1	3	12	1800 „
				1	4	600 „
					1	150 „

4º *Para la medida de las aguas* de los manantiales, y para las mercedes de abasto en las poblaciones, se ha escogido como unidad *la paja*, que es el caudal que produce un cuartillo ó una libra de agua en un minuto. Los múltiplos de la paja son los siguientes:

Buey.		Surcos		Naranjas.		Reales		Pajas.
1	=	48	=	144	=	1152	=	20736
		1	=	3	=	24	=	432
				1	=	8	=	144
						1	=	18

Cuando la velocidad del agua es 270 milésimos de vara por segundo el buey es la cantidad que puede pasar en un minuto por la superficie de una vara cuadrada; y una paja es la cantidad de agua que pasa en un minuto por una abertura que tiene por superficie $\frac{1}{16}$ de pulgada cuadrada.

5º *Para valuar el peso de los cuerpos* se usa la *libra*, cuyo peso se ha visto que es próximamente el de la cantidad de agua que contiene un cuartillo, y equivale al de 460 gramos. Las subdivisiones de la libra son diferentes según sea que se emplee esta unidad para los usos comunes, para pesar la plata, el oro ó las substancias medicinales. Vamos á indicar las subdivisiones usadas ó relativas á la libra como unidad de peso en cada uno de estos casos.

* El volumen 1'099764 multiplicado por 0'915 densidad del aceite de olivo, da 1'006 de aceite

Para los usos comunes.

Quintal.	Arrobas.	Libras.	Onzas.	Adarmes.	Tomines.	Granos.
1	4	100	1600	25600	76800	921600
	1	25	400	6400	19200	230400
		1	16	256	768	9216
			1	16	48	576
				1	3	36
					1	12

Para el peso de la plata.

Libra.	Marcos.	Onzas.	Ochavas.	Tomines.	Granos.
1	2	16	128	768	9216
	1	8	64	384	4608
		1	8	48	576
			1	6	72
				1	12

Para el peso del oro.

Libra.	Marcos.	Castellanos.	Tomines.	Granos.
1	2	100	800	9600
	1	50	400	4800
		1	8	96
			1	12

Para los usos medicinales.

Libra.	Onzas.	Dracmas.	Escrúpulos.	Granos.
1	16	128	384	9216
	1	8	24	576
		1	3	72
			1	24

Tanto en los usos comunes, como para pesar la plata y las substancias medicinales, la libra tiene 9216 granos, pero cuando se usa para pesar el oro, la misma unidad tiene 9600 granos.

6º *Para las monedas* la unidad es el *peso*, que es una pieza compuesta de $\frac{65}{72}$ partes de plata y $\frac{7}{72}$ de cobre, esto es, de 902'(7) milésimas de plata, y 97'(3) de cobre y que pesa $\frac{1}{17}$ de libra. En las *monedas de oro* la unidad es también el *peso*, la moneda de este valor pesa $\frac{1}{17}$ de onza y se compone de $\frac{7}{8}$ de oro y $\frac{1}{8}$ de cobre, esto es, 875 milésimas de oro y 125 de cobre.

Hay monedas de plata con el valor de 1 peso, de 50, de 25, de 10 y de 5 centavos y antiguas de 1 peso, de 4 reales, de 2, de 1, y de $\frac{1}{2}$ real. Monedas de oro se acuñan actualmente con los valores de 1 peso, de $2\frac{1}{2}$, de 5, de 10 y de 20 pesos; y antiguamente se acuñaban con los valores de un peso, de 2, de 4, de 8 y de 16 pesos, llamándose *escudos* las monedas de á 2 pesos y *onzas* á las de á 16 pesos. Monedas de cobre las hay con el valor de un centavo de peso, y antiguas con el de 1 tlaco.

Onzas.		Escudos.		Pesos.		Reales.		Tlacos.
1	=	8	=	16	=	128	=	1024
		1	=	2	=	16	=	128
				1	=	8	=	64
						1	=	8

El peso se subdivide en 100 centavos, y el real se consideraba dividido nominalmente en 12 granos.

7º Para la medida del *tiempo* la unidad es el *día*, que es la duración de una revolución de la tierra al rededor de su eje. Un mes se considera en los cálculos compuesto de 30 días y el año de 12 meses ó de 365 días. Un lustro es igual á 5 años, y un siglo igual á 100.

Días.		Horas.		Minutos.		Segundos.
1	=	24	=	1440	=	86400
		1	=	60	=	3600
				1	=	60

Para ejecutar los cálculos con el sistema de pesos y medidas comunes, es necesario proceder por partes ó convertir las subdivisiones en quebrados ó en decimales, según lo explicaremos al tratar de los números denominados; pero además de los inconvenientes que resultan de la mayor complicación en las operaciones, en el sistema común de pesos y medidas, falta, como se habrá observado, la sencillez de la nomenclatura del sistema métrico; hay incoherencia entre las medidas lineales, las de volumen y las de peso; el orden de las subdivisiones carece de sistema; es variable de una unidad á otra, y aun sucede que la misma unidad,

como la vara y la libra, se subdivide de diferentes maneras, por lo cual es más difícil conservar este sistema en la memoria, y por último, la misma voz expresa unidades diferentes.

Al tratar de las medidas comunes, debemos repetir que la unidad superficial se compone del cuadrado ó 2ª potencia del número de subdivisiones de la unidad lineal; y que la unidad de volumen se compone del cubo ó 3ª potencia del número de subdivisiones de la unidad lineal. Por esta razón una vara cuadrada tiene 9 piés cuadrados, y un pié cuadrado tiene 144 pulgadas cuadradas; así como una vara cúbica tiene 27 piés cúbicos, y un pié cúbico tiene 1728 pulgadas cúbicas.

186.—Correspondencia entre las medidas antiguas y las del sistema métrico.—Vamos á poner á continuación la equivalencia entre las principales unidades comunmente usadas y las del sistema métrico, y viceversa.

Medidas de longitud.

			m
1	vara (3 piés)	=	0'838.
1	pié (12 pulgadas)	=	0'279 (3).
1	pulgada (12 líneas)	=	0'023278.
1	legua (5000 varas)	=	4190 metros.

			vara.
1	metro	=	1'193317.
1	kilómetro	=	1193'317422.

Medidas de superficie.

			metros cuadrados.
1	vara cuadrada (9 piés cuadrados)	=	0'702244.
1	pié cuadrado (144 pulgds. cuadradas)	=	0'078027.
1	sitio de ganado mayor (5000^2 varas)	=	1755'61 hect.
1	criadero idem idem, (2500^2 varas)	=	438'9025 hect.
1	sitio de ganado menor ($3333\frac{1}{3}^2$ varas)	=	780'2711 hect
1	criadero idem idem, ($1666\frac{2}{3}^2$ varas)	=	195'067777 hect.
1	caballería (1104×552=609408) v. cuad	=	42'795311 hect.
1	fanega (276×184=50784) v. cuads.	=	3'566276 hect.

			v. cuads.
1	metro cuadrado	=	1'424.
1	ara	=	142'400647 varas cuadradas.
1	hectara	=	14240'064707 varas cuadradas.
1	hectara	=	0'023367 caballerías.

Medidas de volumen.

1	vara cúbica (27 piés cúbicos)	= 0'588480. (m. cúbico.)
1	pié cúbico (1728 pulgadas cúbicas)	= 0'021796.
1	cuartillo para líquidos	= 0'456264. (litros)
1	cuartillo para aceite	= 0'506162.

1	metro cúbico	= 1'699292. (v. cub)
1	litro	= 2'191716. (cuartillo de liq.)
1	litro	= 1'975651. (cuartillo de aceite.)

Medidas de capacidad para granos.

1	carga (2 fanegas)	= 181'629775 (litros.)
1	fanega (48 cuartillos)	= 90'814888.
1	cuartillo (150 pulgadas cúbicas)	= 1'891977.

1 hectolitro = 0'550571 cargas.

Medidas para manantiales y mercedes de agua.

1	buey (48 surcos)	= 9543'661056. (litro por minuto.)
1	surco (432 pajas)	= 198'826262.
1	paja (1 libra por minuto)	= 0'460246. (*)

1 litro de agua por minuto = 2'172749 (pajas) de á una libra.

Medidas de peso.

1	quintal (4 arrobas)	= 46'024634. (kil.)
1	arroba (25 libras)	= 11'506159.
1	libra (16 onzas)	= 0'460246.
1	onza (576 granos)	= 0'028765.
1	grano	= 0'050. (gramos.)

1 kilogramo = 2'172749 libras.
1 gramo = 20 granos.

(*) Por la ley de 2 de Agosto de 1861, la paja es igual á 0'45 de litro por minuto; pero hemos creido preferible que las unidades de volumen de aguas queden relacionadas exactamente á las de peso, conforme á la base de que una paja produce en un minuto un cuartillo de agua de una libra, según lo ordenó el Virrey Revillagigedo, fundándose en las experiencias practicadas por Don Miguel Constansó en Mayo de 1792, base que debe aplicarse en los casos de títulos y documentos anteriores á Agosto de 1861.

Monedas.

1	peso de plata	= 5'431. (francos)
1	peso de oro	= 5'100.
1	franco de plata	= 0'184. ($)
1	franco de oro	= 0'196.

Las anteriores relaciones entre las unidades lineales, de superficie, de volumen, de peso y de moneda del sistema métrico y las mexicanas, sirven para convertir unas en otras, y á fin de que los alumnos puedan hacer sin vacilación estas reducciones tan frecuentes en la práctica daremos la siguiente

Regla.—Cuando el número que expresa la equivalencia con la unidad *es heterogéneo con la cantidad que trata de convertirse, se multiplicará* esta por la equivalencia; pero cuando el número que expresa la equivalencia con la unidad *sea de la misma especie que la cantidad que va á reducirse, se dividirá* ésta por la equivalencia.

Por ejemplo, siendo una vara=0'838 (m) se quiere reducir 22 varas á metros.

En este caso, siendo *heterogéneos* 0'838 (m) y 22 varas, *multiplicaremos* estos números para obtener que 22 varas equivalen á 18'436 (m).

Si se quieren convertir 30 varas en metros, sabiendo que un metro =1'193 (v).

Como en este ejemplo 1'193 (v) y 30 varas son cantidades *homogéneas, dividiremos* el último número por el primero para saber que 30 varas equivalen á 25'146 (m).

CALCULO DE LOS NUMEROS DENOMINADOS.

DEFINICIONES, PRINCIPIOS Y OPERACIONES FUNDAMENTALES.

187.—Definición.—*Se llaman números complexos ó denominados los que se componen de varias partes expresadas como números enteros y concretos de diferentes especies, pero relativas todas á una misma clase de unidades.* Por ejemplo: 3 varas, 2 pies y cinco pulgadas. La vara, los