

REGLAS de CALCULO
para las bebidas alcohólicas

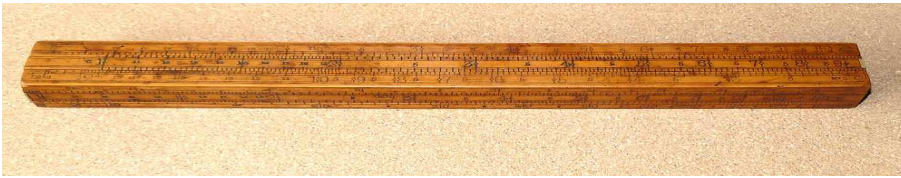
utilizadas por la Aduana
en Gran Bretaña

Gonzalo Martin



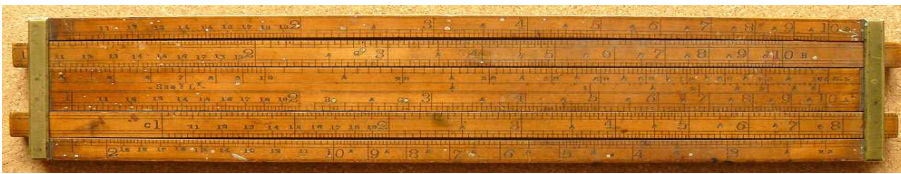
Noviembre 2010

En mi colección :



30,4 cm

tipo Everard Gutteridge*Downing & Son [página 4](#)



24 cm

Gauging rule Dring & Fage [página 15](#)



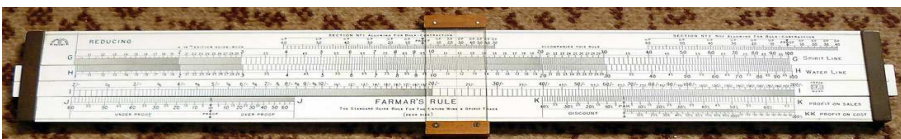
62 cm

Ullaging rule L.Lumley & Co Makers [página 16](#)



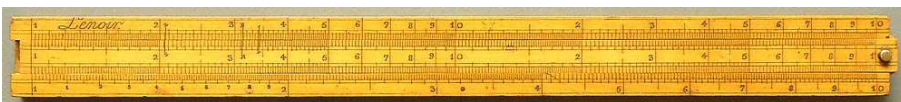
22,4 cm

Proof slide rule Loftus [página 17](#)



51 cm

FARMAR'S RULE By Royal Letters Patent [página 19](#)



¿... en Francia y en España ?

[página 21](#)

página 2

Aforo de Toneles

Principales unidades de medida y marcas (gauges)

antes de 1824 Winchester system		a partir de 1824 Imperial system	
A	1 ale-gallon = 282,42 inch ³	IMG	1 imperial gallon = 277,42 inch ³
W	1 wine-gallon = 231 inch ³	IMB	1 Bushel = 8 gallons = 2219.36 inch ³
MB	1 Malt Bushel = 8 gallons = 2150.42 inch ³	GC	Gallon cylindrical vessel = 18,79
WG	Wine-gauge = 17,15 (circular)	GS	Gallon square vessel = 16,65
AG	Ale-gauge = 18,95 (circular)	MS	(malt square) = 47,11 $\sqrt{2219.36} = 47,11$
MS	(malt square) = 46,37 $\sqrt{2150,42} = 46,37$	MR	(malt round) = 53,15
MR	(malt round) = 52,32		

algunas definiciones (Winchester system)

WG Wine gallons = diámetro (en inch) de la base de un cilindro de 1 inch de altura que contiene un galón de vino, o sea 231 inch³

AG Ale gallons = diámetro (en inch) de la base de un cilindro de 1 inch de altura que contiene un galón de ‘ale’, o sea 282 inch³

MS Malt Square = 46,37 lado de un recipiente de base cuadrada que contiene 1 bushel solido por inch de profundidad

MR Malt Round = 52,32 diámetro de la base de un recipiente cilíndrico que contiene 1 malt bushel por inch de profundidad

Bushel = un cilindro cuya base tiene un diámetro de 18,5 inch y 8 inch de altura

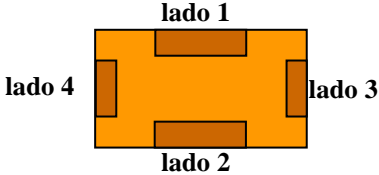
1 Bushel = 35,37 l

1 Galón = 4,546 l

REGLA de CALCULO tipo EVERARD

Gutteridge * Downing & Son * London





Inventada por Everard en 1683

lado 1



lado 2

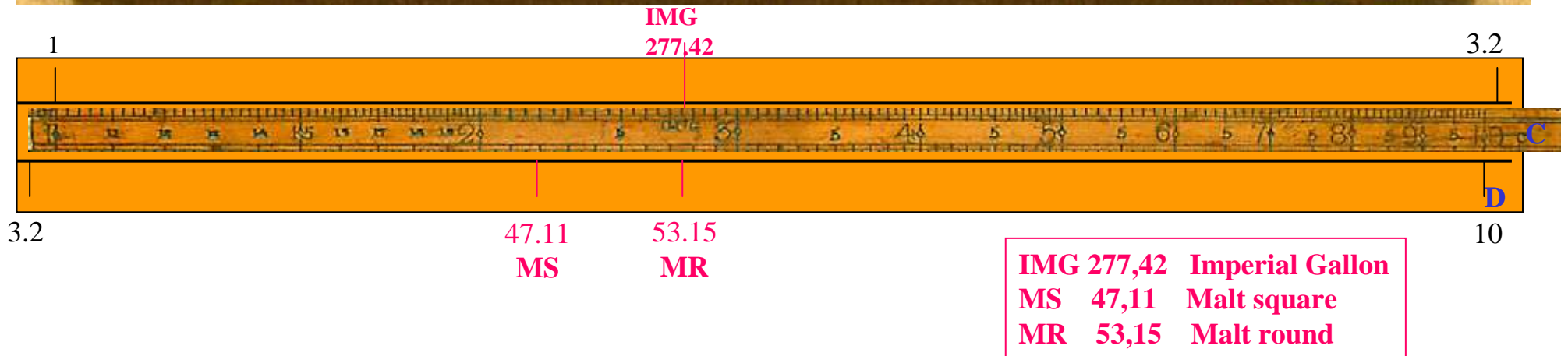


lado 3

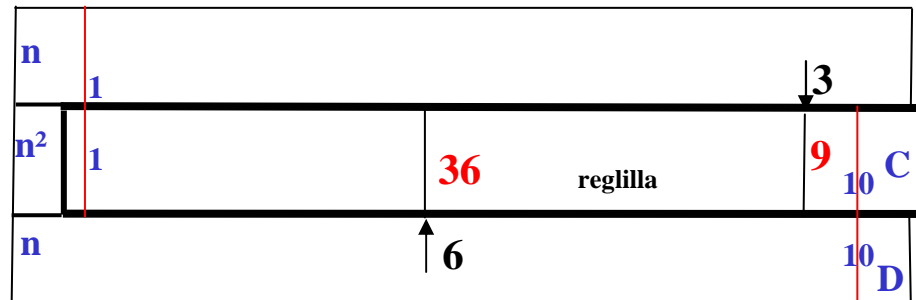


lado 4





ESCALA DE CUADRADOS



La reglilla indica los cuadrados de los números situados enfrente, en el cuerpo de la regla

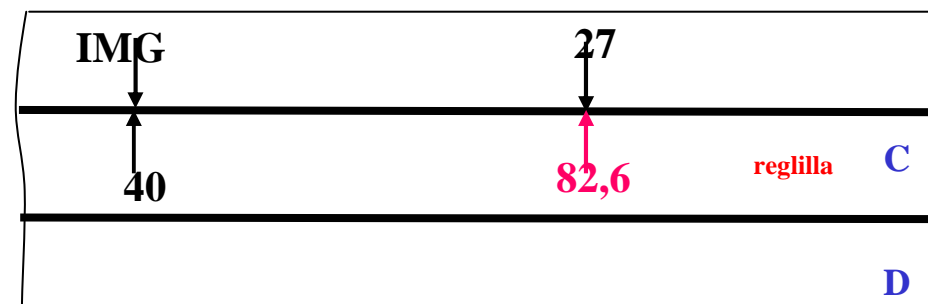
lado 1 (sigue)

Aforo de un tonel cilíndrico

La marca **IMG** sirve para calcular en galones el volumen de un tonel cilíndrico conociendo su diámetro y su longitud

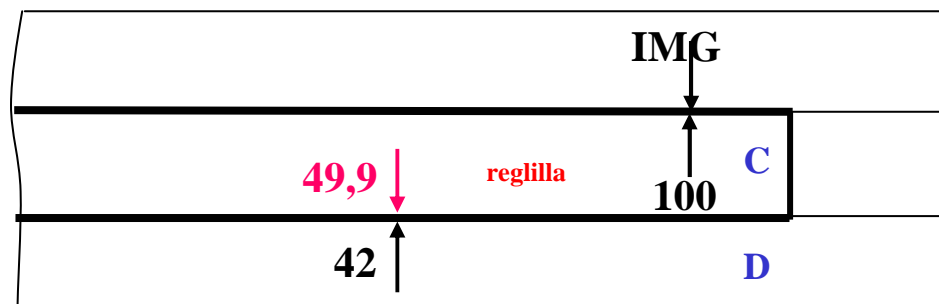
Calcular el volumen de un tonel cilíndrico de 40 inch de largo, 27 inch de diámetro

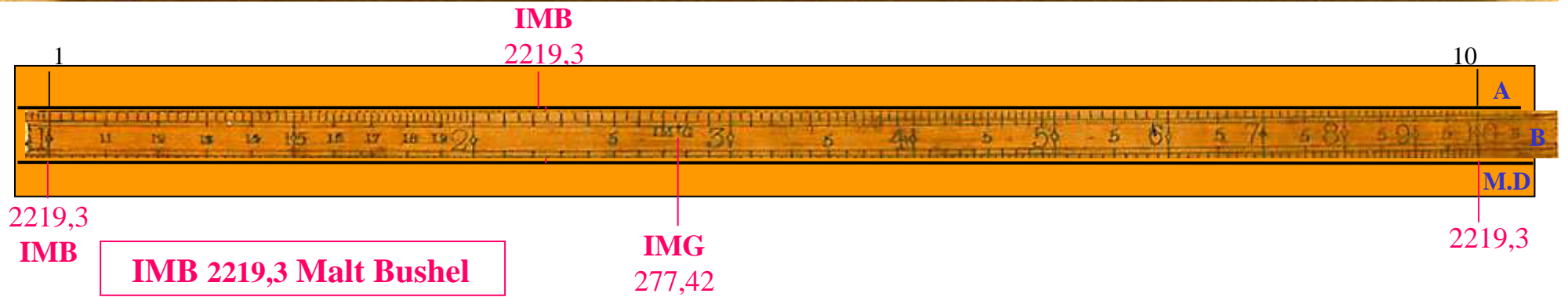
marca IMG (gallon cylindrical vessel) 18,79
 Coincidir IMG con 40 (reglilla),
 enfrente de 27inch (regla) se puede leer 82,6 galones (reglilla)



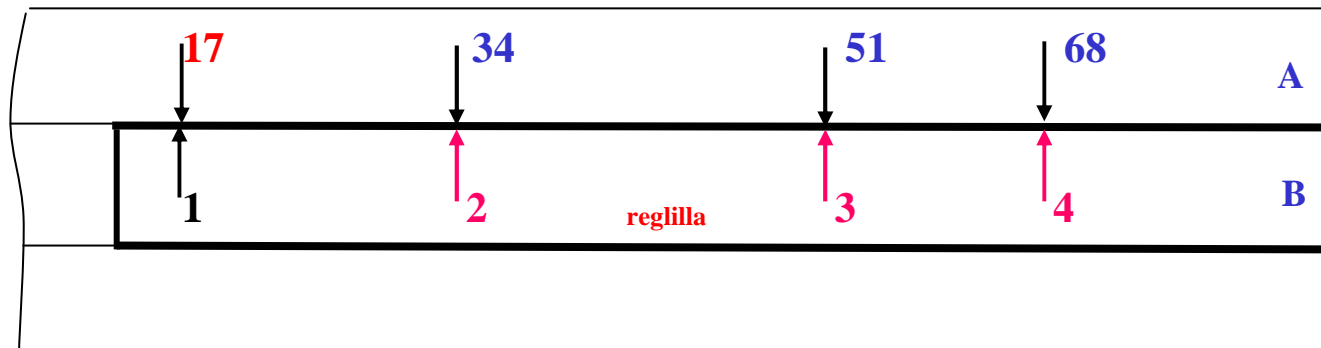
Calcular el volumen de un tonel cilíndrico de 100 inch de largo, 42 inch de diámetro

marca IMG (gallon cylindrical vessel) 18,79
 Coincidir IMG con 100 (reglilla),
 enfrente de 42 inch (regla) se puede leer 49,9 galones (reglilla)





MULTIPLICAR/ DIVIDIR
con las escalas A et B



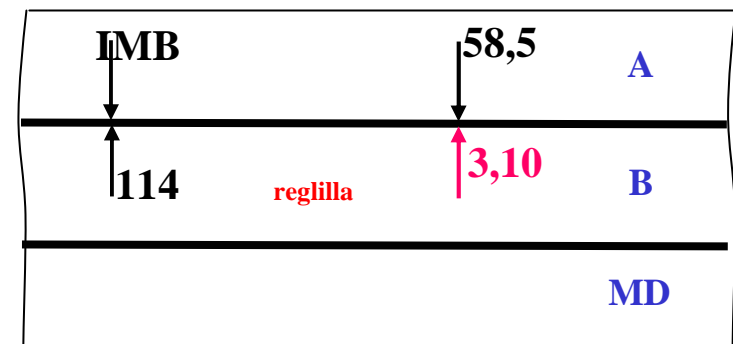
Medida de la malta

La malta es un cereal (cebada) germinado; después de 4 a 6 días de germinación se obtiene la ‘malta verde’.

Conociendo las dimensiones del recipiente que contiene malta se puede calcular el volumen en ‘malt bushels’ por inch de espesor.

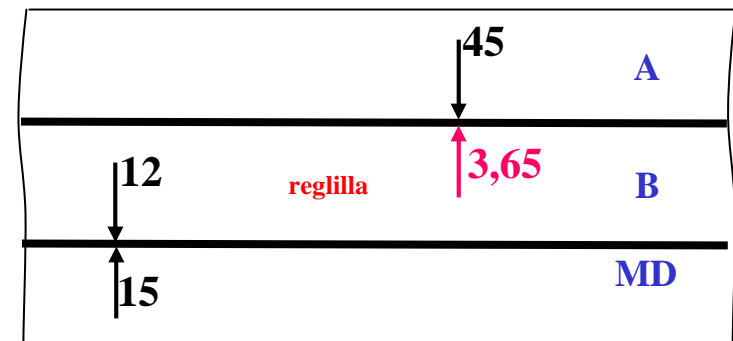
Calcular los bushels de un recipiente rectangular que mide 114 inch de largo por 58,5 inch de ancho

Coincidir la marca IMB con 114(reglilla), enfrente de 58,5 inch (regla) se lee en la reglilla **3,10 Bushel** por inch de profundidad



Calcular los bushels de un recipiente rectangular que contiene malta y mide 45 inch de largo por 15 inch de ancho con un espesor de malta de 12 inch

Coincidir 15 (regla) con 12 (reglilla) ,enfrente de 45(regla) leemos **3,65 Bushels** (reglilla)

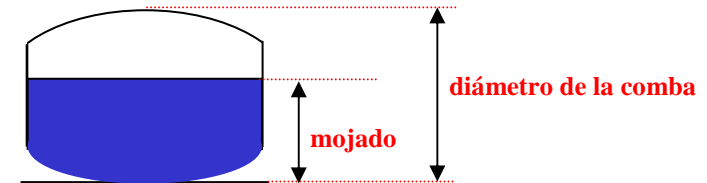


AFORO DE UN TONEL QUE NO ESTA LLENO (ULLAGING)

Se trata de calcular el volumen del liquido en un tonel parcialmente lleno.
El tonel puede estar tendido (lying) o derecho (standing), en ambos casos el cálculo se hace en dos partes :
1 - cálculo del % de volumen del tonel lleno
2 - multiplicar la capacidad del tonel por el %

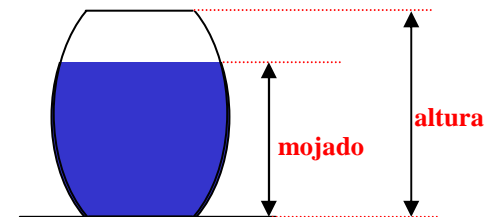
SEGMENTS LYING $SegT * Ly$

lado 3



SEGMENTS STANDING $SegT * St$

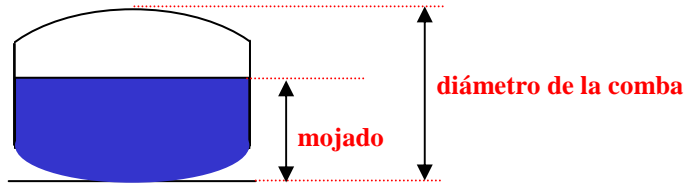
lado 4



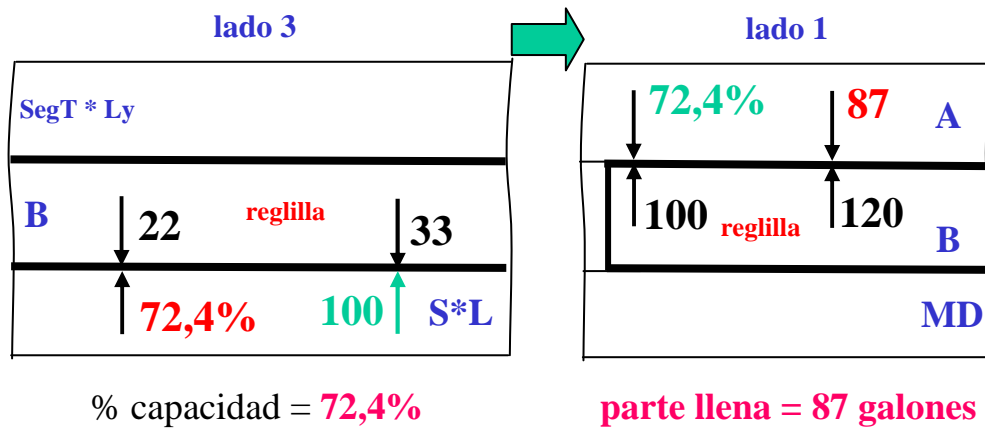
Parte llena del tonel (ULLAGING) Ejemplos de cálculo

regla tipo Everard

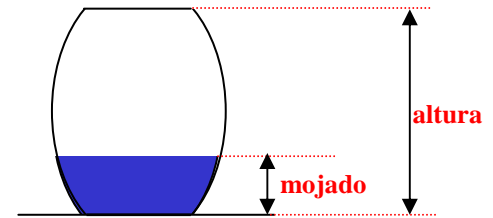
SEGMENTS LYING $\text{SegT} * \text{Ly}$



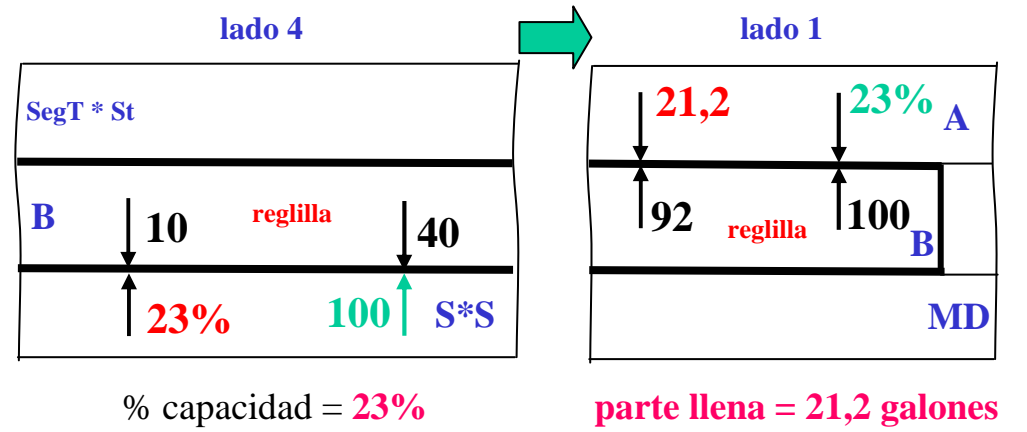
diámetro comba = 33 inch
capacidad del tonel = 120 galones
mojado = 22 inch



SEGMENTS STANDING $\text{SegT} * \text{St}$



altura = 40 inch
capacidad del tonel = 92 galones
mojado = 10 inch



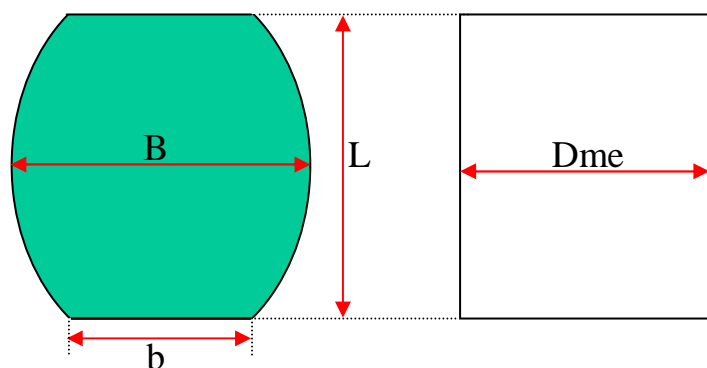
Reverso de la reglilla del lado 2

AFORO DE UN TONEL

Se calcula el volumen del tonel cilíndrico equivalente de misma longitud.

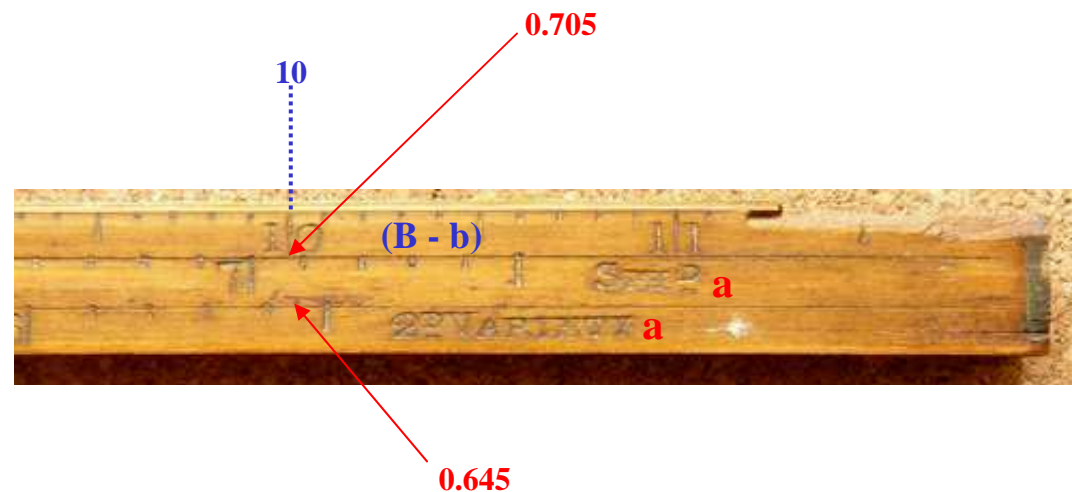
El diámetro medio equivalente de la base dependerá de la forma del tonel.

Cálculo del diámetro medio equivalente



diámetro medio equivalente $Dme = b + a * (B - b)$

a = constante que depende de la forma del tonel



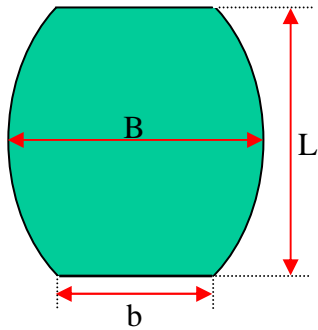
Forma del tonel	escala	constante a
Esferoide	SPHd	0.705
Parabólica	2D VARIATY	0.645

Reverso de la reglilla del lado 2

regla tipo Everard

Aforo de un tonel de forma parabólica
base= 30 inch - comba= 36 inch - altura = 48 inch

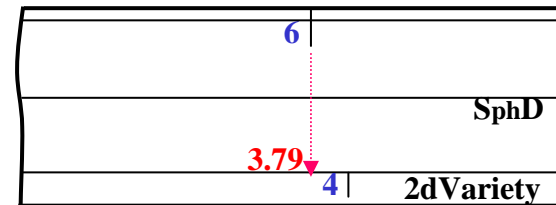
Cálculo del diámetro equivalente



$$D_{me} = b + a * (B - b)$$

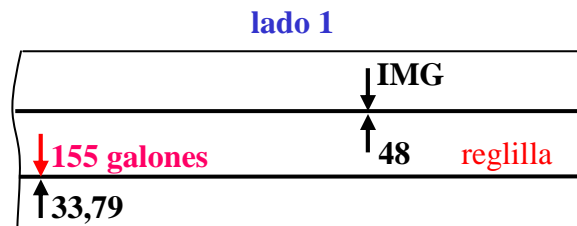
$$D_{me} = 30 + 3,79 * (36 - 30) = 33,79 \text{ inch}$$

valor de **a**
(36 - 30 = 6)



revers de la reglilla de la lado 2

Cálculo del volumen

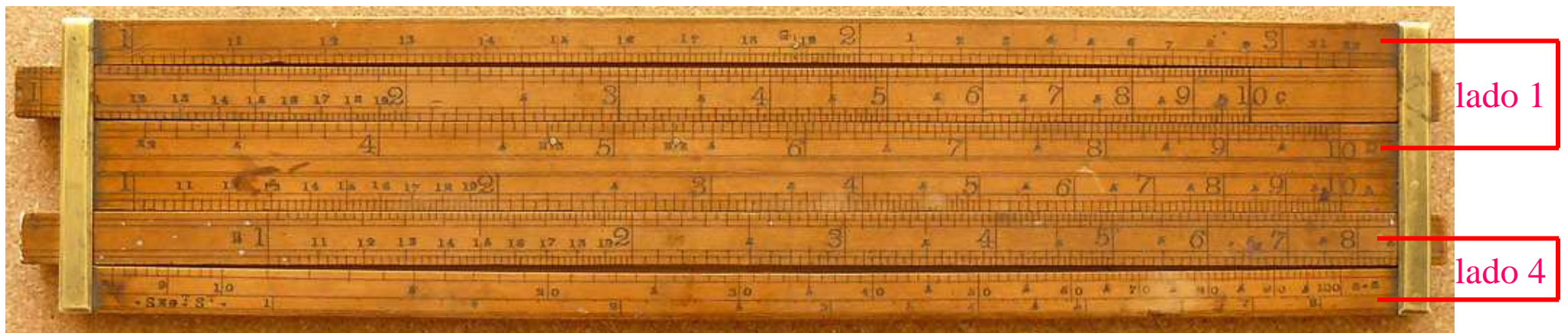
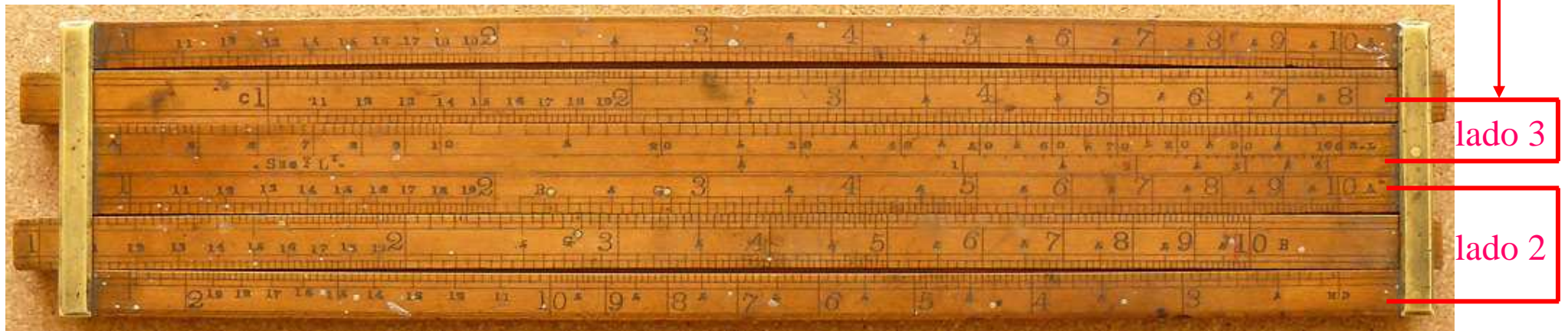


Regla DRING & FAGE

escalas tipo Everard

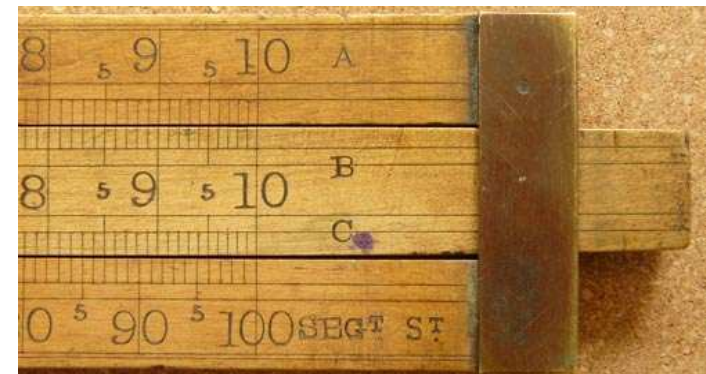
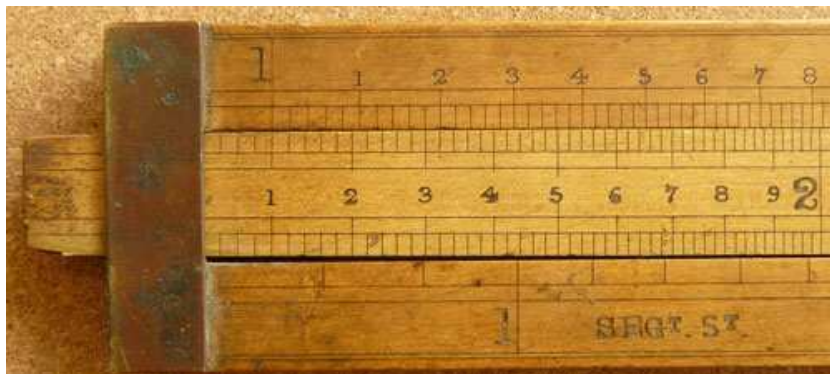
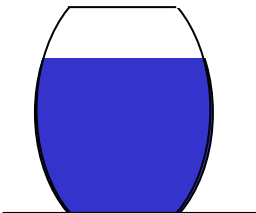
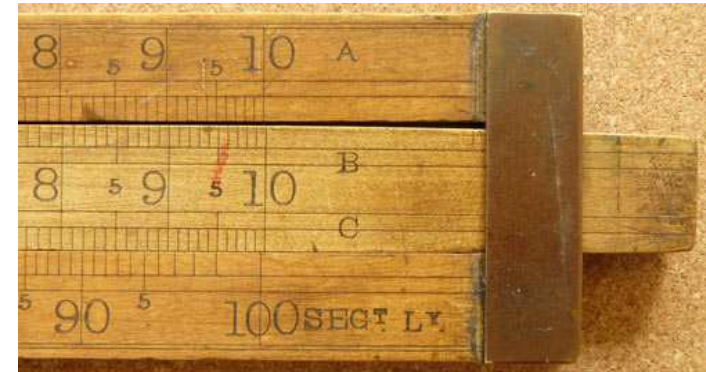
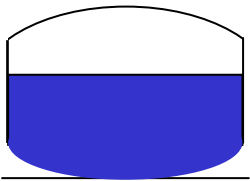
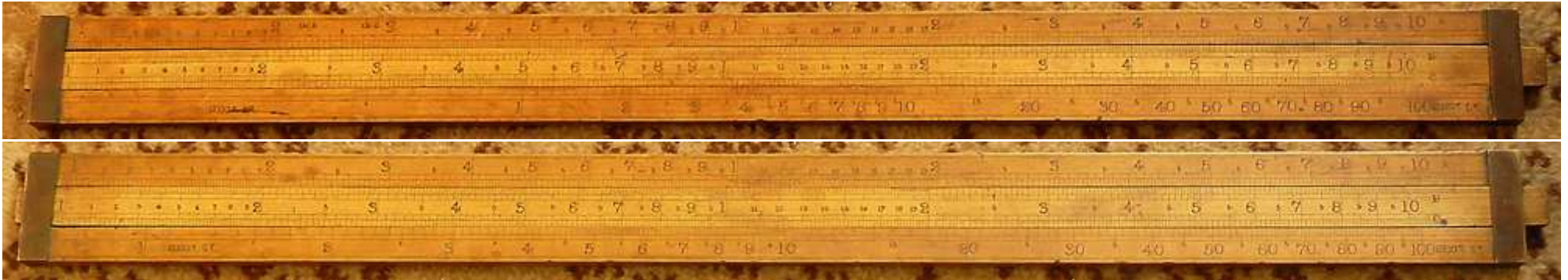
Esta 'Gauging slide rule' tiene las mismas escalas que la regla tipo Everard pero distribuidas en dos lados

Correspondencia con la regla Everard



Ullaging rule L.Lumley & Co Makers

Aforo de toneles que no están llenos – escalas idénticas a los lados 3 et 4 de la regla tipo Everard



lado A - B

Tabla de precios según el grado de alcohol

Base : 1 galon de +25 proof vale 20 shillings

A	12 sh	16 sh	20 sh
	-25	PROOF	+25
	reglilla	*	
B			

El mismo alcohol 'proof' valdrá 16 sh/gal; si tiene -25 proof, valdrá 12 sh/gal, etc....

Tabla de precios según el grado de alcohol

Base : Un alcohol 'proof' vale 6 shillings/galon

A			
	-50	PROOF	+10
	reglilla	*	
B	3 sh	6 sh	6 sh7p

El mismo alcohol valdrá 6 sh 7 p/gal si tiene +10 proof; 3 sh/gal si tiene -50 proof, etc....

lado C C C

Modificaciones del grado de alcohol

subir / bajar los grados

Tenemos 90 galones de un alcohol de +30 proof

C	146 gal	117 gal	90 gal
C	-20	PROOF	+30
	reglilla	*	
C			

La regla nos indica que hacen falta 117 galones para alcanzar el grado 'proof'.
Como tenemos 90 galones, tendremos que añadir $117-90 = 27$ galones de agua
Para bajar a -20 proof tendremos que añadir $146-90 = 56$ galones de agua

Mezclas de alcohol

Como llenar un tonel de 120 galones para obtener un grado de -35 proof ?

C	120 gal	97.5 gal	77.8 gal
C	-35	-25	PROOF
	reglilla	*	
C			

Si el alcohol tiene -25 proof, se necesitará: $97,5$ gal alcohol + $(120-97,5) = 22,5$ gal de agua

Si el alcohol tiene el grado 'proof', se necesitará: $77,8$ gal alcohol + $(120-77,8) = 42,2$ gal de agua

Como llenar un tonel de 40 galones para obtener un grado de -30 proof ?

C			
C	-30	PROOF	
	reglilla	*	
C	40 gal	35 gal	28.1 gal

Si el alcohol tiene -20 proof, se necesitará: 35 gal alcohol + $(40-35) = 5$ gal de agua

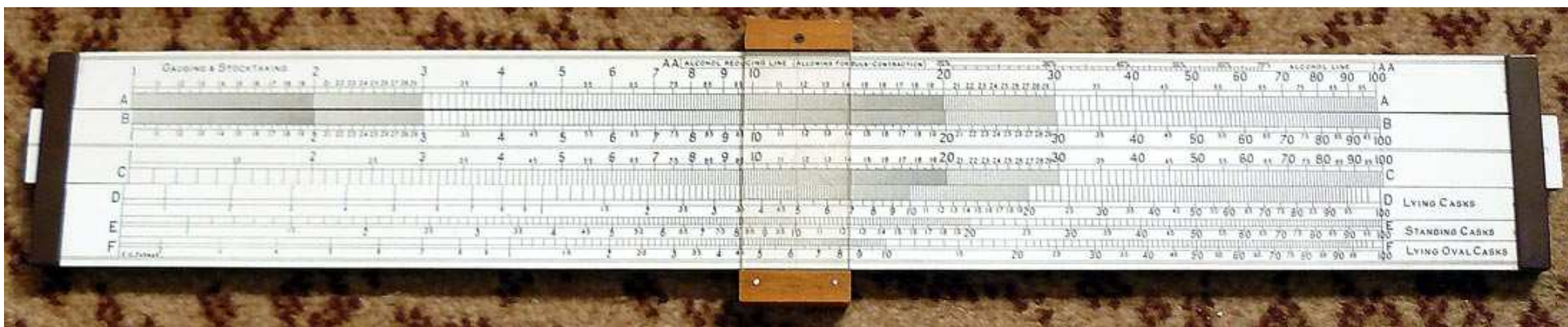
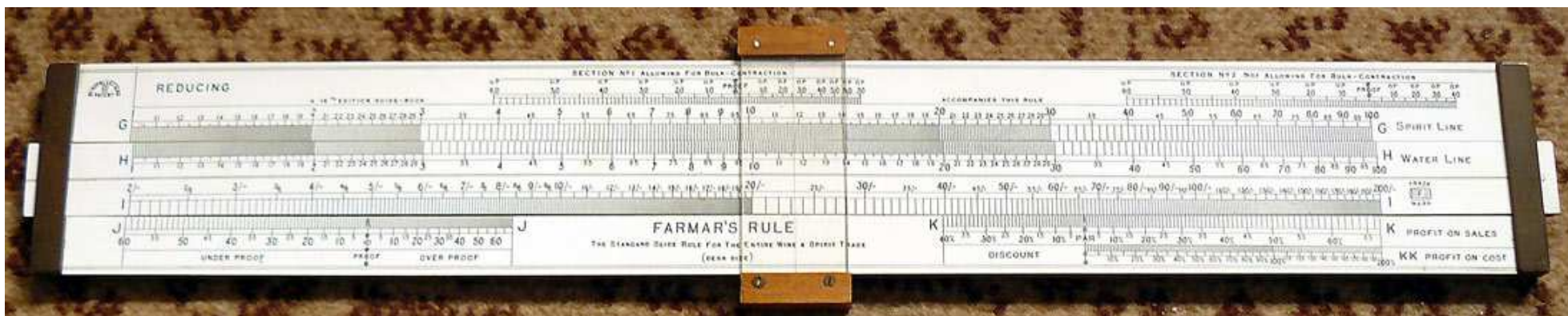
Si el alcohol tiene el grado 'proof', se necesitará: $28,1$ gal alcohol + $(40-28,1) = 11,9$ gal de agua

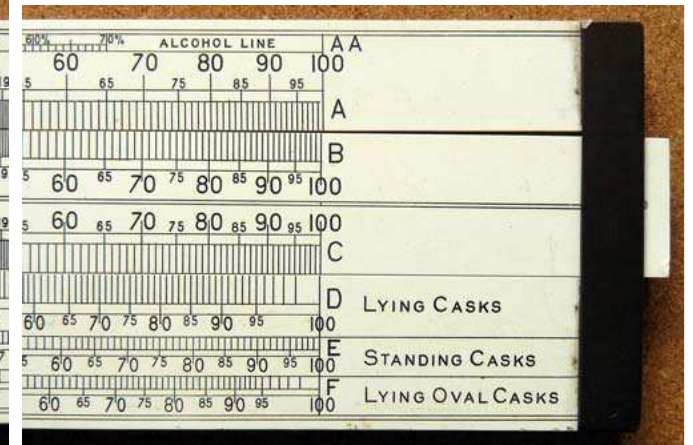
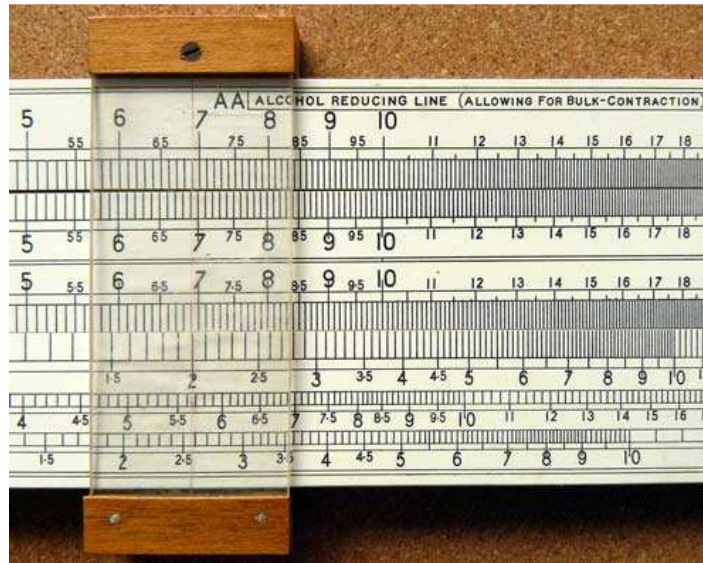
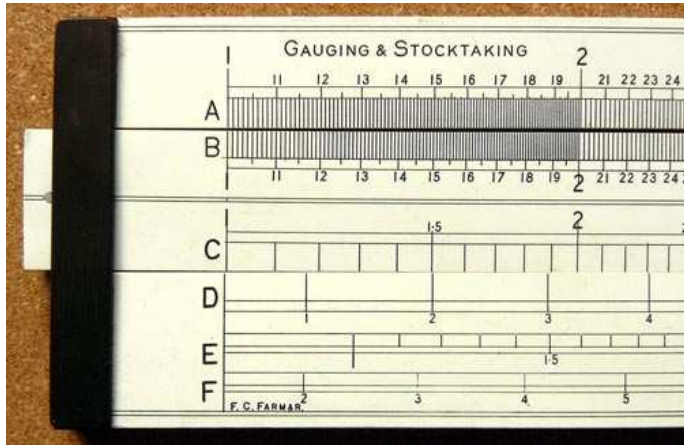
FARMAR'S RULE

BY ROYAL LETTERS PATENT

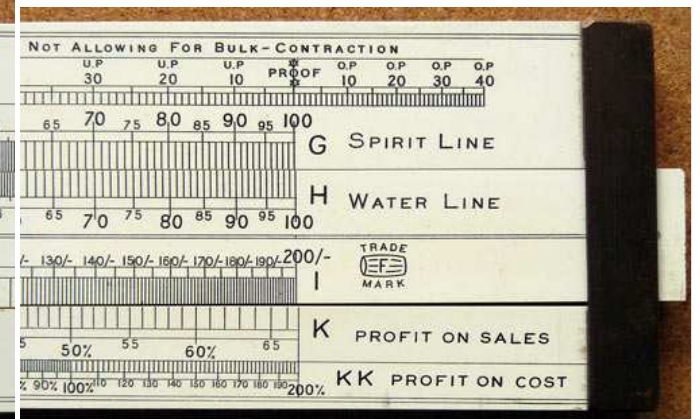
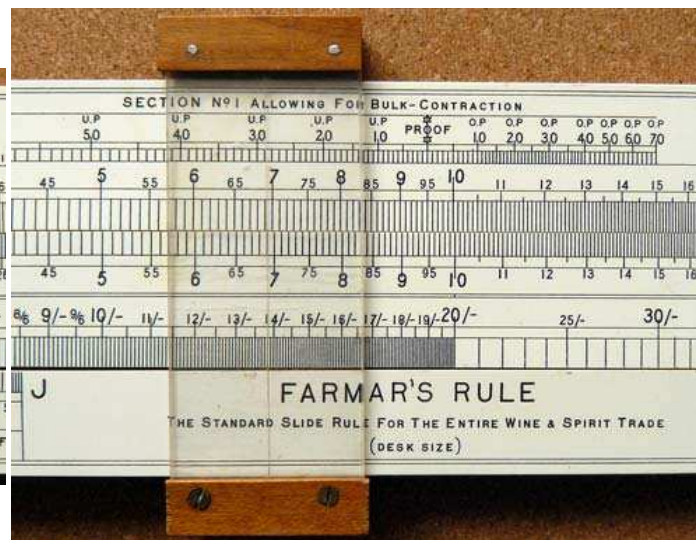
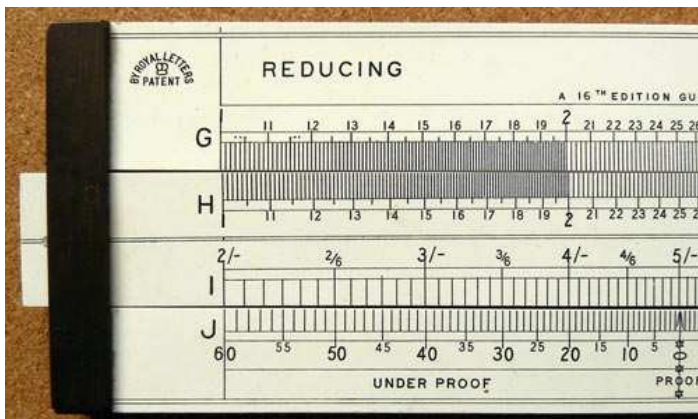
FARMAR'S RULE

Esta regla mas reciente (1901) tiene todas las escalas de las reglas precedentes (Everard, proof) y además algunas escalas complementarias : comercio, reducciones alcohólicas,..





Escalas lado A-F: aforo de toneles ; aforo de toneles que no están llenos ; reducciones alcohólicas



Escalas lado G-KK: reducciones alcohólicas; cálculos con los grados 'proof'; comercio : % beneficios, % descuentos

¿..... en Francia ?

No conozco la existencia, en Francia, de reglas de cálculo con escalas Everard o equivalentes.

Pluiose an VII (1799)

Publicación de una instrucción del Ministerio del Interior **fijando** el diámetro ‘reducido’ (medio) de un tonel.

.... les tonneaux doivent être calculés comme un cylindre qui aurait pour hauteur la longueur interne de la futaille, et pour diamètre, celui du bouge, moins le tiers de la différence qui se trouve entre ce diamètre et celui des fonds.

Le diamètre réduit s’obtient plus aisément de la manière suivante : doubler le diamètre du bouge, ajouter celui des fonds, et prendre le tiers.

Manuel pratique et élémentaire des poids et mesures - 9e édition par S.A. Tarbé - Paris Avril 1809 páginas 409-410

$$dr = D - \frac{(D - d)}{3} = \frac{3D - D + d}{3} = \frac{2D + d}{3} \quad \begin{array}{l} D = \text{diámetro de la comba} \\ d = \text{diámetro del fondo} \end{array}$$

1807

Aspilla de aforo de M. Bazaine construida siguiendo los principios de la instrucción; 16 escalas para 16 tipos diferentes de toneles.

Aspilla logarítmica de aforo de M. Gattey : reemplaza y perfecciona la aspilla de M. Bazaine.

¡estas aspillas no tuvieron mucho éxito..!

Sin embargo se utilizaban tablas numéricas con cálculos hechos como por ejemplo el ‘*Triple carnet de inspection .. dando el aforo de recipientes de todas las formas de 5 litros en 5 litros hasta 7.000 litros..*’ de **Pruvost-Le Guay**.

(Este ‘triple carnet’ en 1907 estaba en su 31 edición.)

1887 *Tabla gráfica de M. Péraux.*

Tabla gráfica de M. Péraux para el aforo de toneles

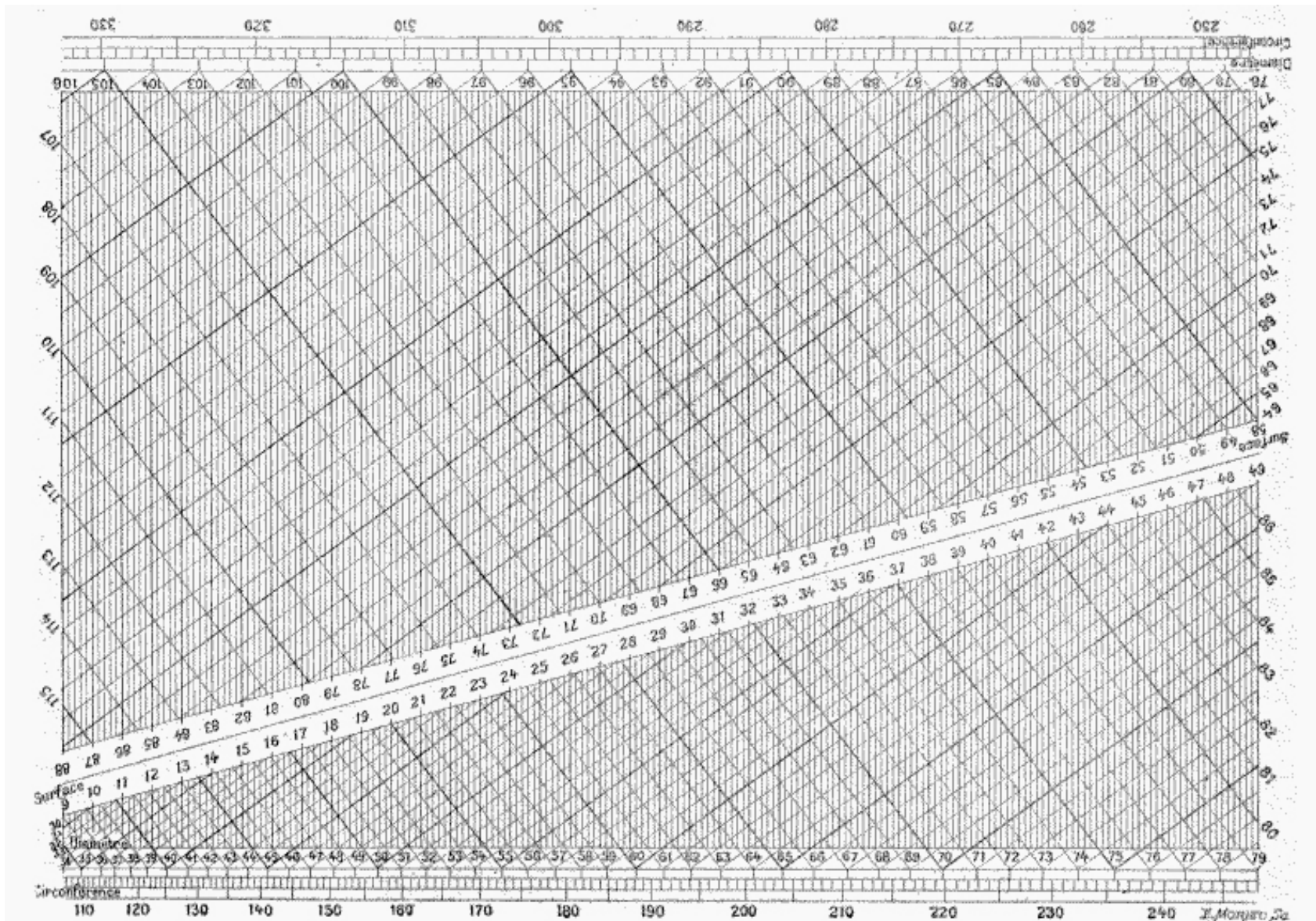


Fig. 2. — Table graphique pour le jaugeage des tonneaux.

El Aforo de toneles visto por los fabricantes de las primeras reglas francesas

Los manuales que describen las primeras reglas construidas en Francia suelen traer algunas líneas tratando del aforo de toneles.

**La capacidad de un tonel es la del cilindro equivalente (diámetro medio y misma longitud).
Cada autor da (o no) su definición de ‘diámetro medio’.**

Manuales de reglas de cálculo

Autor	fecha	explicaciones sobre el aforo
Collardeau	1820	capacidad de un tonel : ¡utiliza el diámetro medio sin definirlo!
Mouzin	1825	capacidad de un tonel : definición del diámetro medio conforme con la instrucción del año VII.
Lalanne	1851	ninguna explicación.
Benoît	1853	ninguna explicación.
Péraux	1893	capacidad de un tonel : estima que la fórmula de la instrucción del año VII da resultados muy fuertes , añade un coeficiente que depende de la relación D/d (<i>ver tabla página siguiente</i>). aforo de toneles que no están llenos : <u>es la única regla que lleva una tabla para el cálculo del aforo de un tonel tendido</u> (<i>ver tabla página siguiente</i>).
Rozé	1907	ninguna explicación.
Beghin	1924	capacidad de un tonel : fórmula conforme con la instrucción del año VII pero corregida por un coeficiente que depende de la relación D/d , aconseja 3 valores.

Cálculo de la capacidad de un tonel lleno

Fórmula de Péraux : **capacidad = (D² x L)/coeficiente**

Calcular el aforo de un tonel de dimensiones D=0,61 d=0,52 L=0,86.

tenemos entonces **D/d=1,172**

Buscamos en la tabla '*Tonneau plein*', al reverso de la regla : a **1,172** le corresponde un coeficiente de **1,41**.

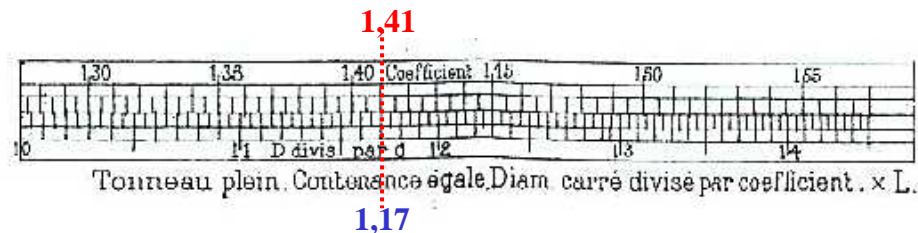


Table impresa al reverso de la regla

Efectuando la operación en la regla obtenemos **226,50 l** :

D ²	capacidad	61 ²	226,50 l
Coeficiente	longitud	1,41	86

Tonel que no está lleno

Este mismo tonel de 226,50l no está lleno, la parte mojada tiene una altura de 0,24.

La parte mojada corresponde a 24/61 del gran diámetro, o sea **39,3 %**.

Buscamos en la tabla '*Tonneau en vidange*', al reverso de la regla : el coeficiente correspondiente es **361**.

El volumen de la parte mojada sera de 361 x 226,5 = 81,37 l.

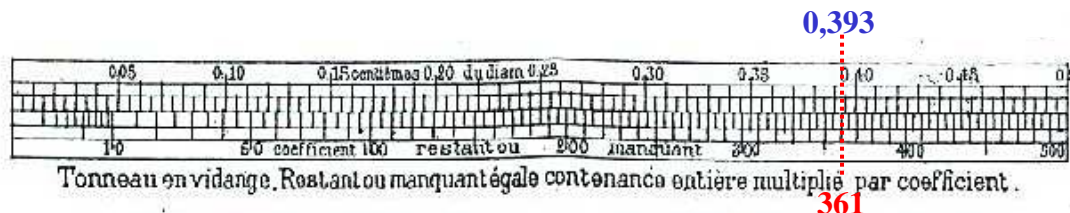


Table impresa al reverso de la regla

¿..... y en España ?

Nunca hubo reglas de cálculo con escalas Everard o equivalentes.

Siempre se utilizaron formulas empíricas o dictadas por la experiencia.

Las primeras reglas de cálculo, que fueron seguramente francesas (Lenoir, Lalanne,..), no llevaban este tipo de escalas.

Consultando algunos libros españoles del siglo XIX sobre el aforo hemos constatado que :

Los libros traducidos del francés [1] [2] [3] dan las mismas formulas para el aforo que las de la instrucción francesa de 1799; todos los ejemplos tratan exclusivamente de Francia, no son libros adaptados a los usos de nuestro país.

Algunos libros escritos por autores españoles dan formulas prácticas [4], sin ninguna justificación teórica, pero seguramente apropiadas al uso cotidiano del aforo.

El manual de la regla Gravet-Lenoir [5] da para el diámetro medio una formula ligeramente diferente de la francesa; en cuanto al aforo de toneles que no estén llenos propone tres casos según sea la relación entre los diámetros de la comba y del fondo.

[1] **Diccionario Tecnológico o Diccionario Universal de Artes y Oficios** *escrito en francés por una sociedad de sabios y artistas y traducido al castellano por D.F.S. y C .,* Tomo I, Barcelona, Junio de 1833, página 393

[2] **Enciclopedia Moderna - Diccionario Universal de Literatura Ciencias Artes Agricultura..**
por Francisco de P. Mellado, Madrid/París, 1855, Tomo Treinta y Cuatro, pagina 619

[3] **Manual completo de Arquitectura**
por M.Toussaint de Sens, Traducido por D.J.R., Tomo I, Madrid, 1860, página 430

[4] **Guia práctico de agrimensores y labradores - Tratado completo de Agrimensura y Aforage**
por Don Francisco Verdejo Paez, Madrid, 1822, página 187

[5] **Calculo instrumental sobre la regla calculatoria de Gravet Lenoir**
por D. Juan Monjó y Pons, Barcelona, 1862, página 58

Estos libros se pueden consultar con Google

AFOROS. Aforar una vasija es medir su capacidad; aforar un río es medir el caudal de agua que arrastra. De este último caso ya hemos hablado en artículos especiales relativos á los cursos y corrientes de agua. En cuanto al aforo de vasijas, si estas son de forma regular, no ofrecen dificultad alguna y basta conocer los principios mas elementales de geometría (véase VOLUMEN) para hacer las mediciones respectivas.

Quando los cuerpos son de figura irregular pueden aforarse introduciéndolos en una capacidad regular que se llena de líquido; al retirarlos, el líquido descenderá y dejará una parte vacía, que será la medida exacta del cuerpo irregular.

Hay ciertas vasijas de formas usuales para cuyo aforo se pueden establecer fórmulas. La principal de todas es el tonel. Si llamamos:

L, longitud del tonel.

d, diámetro del suelo.

D, idem de la tripa.

C, capacidad, tendremos:

$$C = 0,0873 L (d + 2 D)^2.$$

Supongamos una cuba de 44 pies $\frac{1}{8}$ de longitud, siendo los diámetros 9,7 y 8,8 tendremos:

$$C = 0,0873 \times 44,4 \times (8,8 + 2 \times 9,7)^2.$$

$$= 0,0873 \times 44,4 \times (28,2)^2.$$

$$\text{Cuadrado de } 28,2 = 795,24.$$

Multiplicado por 44,4, da 9065,736,

y despues por 0,0873 — 794,44 pies cúbicos.

El resultado siempre está espresado en unidad cúbica de la unidad lineal usada. El pie cúbico se reduce despues á cuartillos ó arrobos, segun lo que se pretende averiguar.

Como los cubos tienen la forma de un cono truncado, pueden aforarse segun los principios que enseña la geometría, es decir, por la fórmula siguiente:

$$V = 0,2648 h ((C D + d)^2 - D d),$$

en la cual, V es la capacidad, h la altura, D el diámetro mayor, y d el menor.

Quando se ha de aforar el contenido de un tonel que no esté lleno, podrá tenerse presente lo que sigue:

Colocada la cuba horizontalmente se introduce un palo en direccion perpendicular al eje: la parte mojada indica la altura del líquido y la no mojada la altura del vacío. Si lo lleno excede la mitad del tonel, la capacidad de lo vacío es igual al producto de la superficie de un círculo que tuviera por diámetro *tro vez y media la perpendicular tirada sobre la superficie de lo lleno, desde la boca, multiplicado por la longitud interior del tonel.* En el caso en que el plano que separa lo vacío de lo lleno estuviese casi á la altura de los diámetros verticales de los fondos, podría considerarse ese vacío como una porcion de elipsóide, cuyo volumen fuese igual al *producto de la longitud interior por la superficie de un círculo que tuviera por diámetro la distancia del centro de la boca al lleno, mas los dos tercios de dicha altura, ó mas los tres cuartos de la misma, si el plano hubiese llegado á esa estrechidad.*

ENCICLOPEDIA

MODERNA.

DICCIONARIO UNIVERSAL

DE LITERATURA, CIENCIAS, ARTES,

AGRICULTURA, INDUSTRIA Y COMERCIO.

PUBLICADA

POR FRANCISCO DE P. MELLADO.

ESTABLECIMIENTO DE MELLADO.

MADRID,
CALLE DE SANTA TERESA, NUMERO 6,
y del Principe, número 25.

PARIS,
RUE ST. ANDRÉ DES ARTS, NUMERO 47,
y de Provence, núm. 12.

1855.

TOMO TREINTA Y CUATRO.

Ejemplo de formulas de aforo
de toneles llenos o que no lo están

Enciclopedia editada en 1855
en Madrid y París

Referencias :

Dos interesantes manuales del oficial de Aduana :

'The excise officer's manual: being a practical introduction to the business...' por Joseph Bateman, 1852

Manuel du service des acisses... Bruxelles 1843, por Balleroy

Dos sitios con bellas reglas proof, ullaging, gauging,... :

<http://www.sliderules.info/collection/coll-specialised.htm>

<http://www.mathsinstruments.me.uk/page11.html>

Gonzalo Martin
Novembre 2010